

Универсальный приемопередатчик  
высокочастотных защит  
«ОРИОН» УПЗ

Руководство по эксплуатации  
(РЭ1)

*редакция 10.07.2020*



**Содержание**

1	Введение	4
2	Назначение	4
3	Основные технические характеристики	5
4	Конструкция	9
5	Комплект поставки	10
6	Маркировка и пломбирование, тара и упаковка	11
7	Устройство ПРМД	11
7.1	Функциональная (структурная схема) ПРМД	11
7.2	Система «вторичного» электропитания ПРМД	15
7.3	Модуль питания МР-210.0212 (0313)	16
7.4	Модуль питания МР210.0717	18
7.5	Модуль питания УМ (в ПРМД выпуска до 2018 г)	19
7.6	Контроль исправности вторичных уровней питания	21
7.7	Модуль усилителя мощности УМУ.0115	21
7.8	Модуль усилителя мощности УМУ.0816 (0118)	25
7.9	Модуль линейного фильтра	27
7.10	Модуль внешних подключений	31
7.11	Модуль управления	40
7.12	Лицевая панель	43
8	Работа ПРМД	44
8.1	Работа с дифференциально-фазными защитами	44
8.2	Работа с направленными защитами (ВЧ блокировка)	45
8.3	Полуавтоматическая оперативная проверка исправности ВЧ канала	45
8.4	Функция автоматической проверки исправности ВЧ канала	47
9	Интерфейс пользователя	54
9.1	Описание органов управления и индикации	54
9.2	Меню ПРМД	57
10	Указания по мерам безопасности	69
11	Конфигурирование ПРМД	70
11.1	Конфигурирование аппаратных параметров	70
11.2	Конфигурирование программных параметров	72
12	Порядок монтажа и подключения ПРМД	75
13	Возможные неисправности и способы их устранения	84
14	Рекомендации по техническому обслуживанию	85
15	Методика проверки ПРМД	86
15.1	Внешний осмотр	86
15.2	Внутренний осмотр	86
15.3	Измерение сопротивления изоляции цепей ПРМД (Н, К1, В)	86
15.4	Испытание электрической прочности изоляции (Н, К1, В)	87
15.5	Проверка вторичных уровней питания, измерения потребления ПРМД (Н, К1)	87
15.6	Проверка входного сопротивления ПРМД (Н, К1, В)	88
15.7	Проверка вносимого затухания в 75-омный тракт (Н, К1, В)	88
15.8	Проверка функций управления ПРМД и системы приоритетов (Н, К1)	89
15.9	Калибровка систем измерения ПРМД (Н, К1)	90
15.10	Проверка (регулировка) уровня выходной мощности ПРД (Н, К1, В)	91
15.11	Проверка и регулировка чувствительности ПРМ (Н, К1, В)	92

15.12	Проверка характеристики манипуляции ПРД (электромеханические ДФЗ) (Н, К1, В)	93
15.13	Проверка параметров безынерционного пуска ПРД (электромеханические защиты ДФЗ-201, 504, 503) (Н, К1, В)	95
15.14	Проверка систем «внешней» регистрации сигналов (Н, К1)	96
15.15	Проверка систем регистрации сигналов (функция осциллографирования) (Н, К1)	97
15.16	Проверка функционирования служебной связи (Н, К1)	98
15.17	Проверка систем тестового контроля (Н, К1)	98
15.18	Проверка журнала событий (Н, К1, В)	99
15.19	Проверка потребления ПРМД (Н1, К1)	100
15.20	Проверка отсутствия ложных срабатываний (Н, К1)	100
16	Оперативное обслуживание ПРМД	100
16.1	Визуальный периодический контроль (осмотр)	100
16.2	Порядок действий при срабатывании предупредительной или аварийной сигнализации ПРМД	101
16.3	Оперативный обмен сигналами по каналу	103
16.4	Оперативный вывод функции АК	105
16.5	Функция ДФЗ	105
17	Правила хранения и транспортировки	105
18	Гарантии изготовителя	105
19	Сведения о рекламациях	106
20	Сведения об утилизации	106
Приложения:		
Приложение 1	Таблицы соотношений уровней напряжений и мощностей	107
Приложение 2	Руководство по включению «ОΡΙОН» УПЗ (УПЗ-Д) в информационную сеть RS-485	108
Приложение 3	Расшифровка данных последнего А	112

## 1 Введение

Данное руководство по эксплуатации (далее – «РЭ1») предназначено для изучения и правильной эксплуатации универсального приёмопередатчика ВЧ защит «ОРИОН» УПЗ.

Данное РЭ1 содержит сведения о назначении устройства и принципе его действия, технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения правильного использования технических возможностей приёмопередатчика.

Дополнительно при изучении и эксплуатации приёмопередатчика следует использовать следующие документы:

- Универсальный приёмопередатчик ВЧ защит «ОРИОН» УПЗ. Схемы электрические принципиальные (РЭ2);
- Универсальный приёмопередатчик ВЧ защит «ОРИОН» УПЗ. Перечни элементов (РЭ4);
- Универсальный приёмопередатчик ВЧ защит «ОРИОН» УПЗ. Расположение элементов на платах (РЭ3).

В РЭ1 используются следующие термины и аббревиатуры:

**АЧХ** – амплитудно-частотная характеристика;

**АК** – автоконтроль;

**БПФ** – быстрое преобразование Фурье;

**ВЧ** – высокая частота;

**ВЛ** – воздушная линия электропередачи;

**ДФЗ** – дифференциально-фазная защита;

**ЗИП** – запасные части, инструменты и принадлежности;

**КЗ** – короткое замыкание;

**ЛП** – лицевая панель;

**ЛФ** – линейный фильтр;

**МП** – модуль питания;

**МУ** – модуль управления;

**ОС** – операционная система;

**ПА** – противоаварийная автоматика;

**ПРД** – передатчик;

**ПРМ** – приемник;

**ПРМД** – приёмопередатчик;

**ПК** – персональный компьютер;

**ПО** – программное обеспечение;

**РЗ** – релейная защита;

**ТУ** – технические условия;

**ТО** – техническое обслуживание;

**УМ** – усилитель мощности;

**ЭМС** – электромагнитная совместимость.

## 2 Назначение

ПРМД «ОРИОН» УПЗ предназначен для работы в ВЧ каналах, организованных по ВЛ напряжением 110 - 750 кВ.

ПРМД может работать в комплекте с терминалами релейной защиты, выполненными на базе:

- электромеханических реле (ДФЗ-2, ДФЗ-201, ДФЗ-402, ДФЗ-504, ДФЗ-503, ЭПЗ-627, ЭПЗ-1643 и т.п.);
- полупроводниковых элементов, интегральных микросхем (ПДЭ-2802, ПДЭ-2003 и т.п.);

- микропроцессорных устройств («Диамант – ДФЗ», «Экра», «L60» и т.п.);
- ПРМД выполняет следующие функции:
  - передача и приём сигналов релейной защиты (основная функция);
  - контроль исправности ВЧ канала, в том числе проверка запасов по перекрываемому затуханию (дополнительная функция);
  - связь в режиме переговорного устройства между всеми пунктами ВЧ канала (сервисная функция);
  - тестовые режимы работы при наладке и техническом обслуживании (сервисная функция).
- Возможные варианты работы ПРМД:
  - работа в двухконцевом канале;
  - работа в трехконцевом канале.

«ОРИОН» УПЗ предназначен для круглосуточной эксплуатации в закрытых производственных помещениях, соответствует климатическому исполнению УХЛ и категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150-69.

При этом:

- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- верхнее значение рабочей температуры + 45 °С;
- нижнее значение рабочей температуры 0 °С;
- относительная влажность до 80% при температуре + 25°С;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- тип охлаждения – воздушное, естественное.

«ОРИОН» УПЗ соответствует требованиям в части сейсмостойкости, для изделий группы исполнения М40, при интенсивности землетрясения 9 баллов по MSK-64 по ГОСТ 17516.1-90.

«ОРИОН» УПЗ соответствует требованиям ТУ после воздействия на него (в упакованном виде) механических факторов при транспортировке и хранении по ДСТУ 8281:2015.

«ОРИОН» УПЗ удовлетворяет всем действующим отраслевым стандартам (ГОСТ, ДСТУ, ИЕС и т.д.).

### 3 Основные технические характеристики

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение	Примечание
Диапазон рабочих частот	24 - 1000 кГц	Рабочая частота и номинальная полоса выбирается пользователем
Номинальная рабочая полоса	4.0 кГц	
Шаг перестройки рабочей частоты ПРД f <sub>прд</sub> и ПРМ f <sub>прм</sub> в пределах рабочей полосы	0.1 кГц	
Выходная мощность ПРД в частотном диапазоне: 24 - 200 кГц 200 - 400 кГц 400 - 600 кГц 600 - 1000 кГц при нормальных условиях	не менее 31 Вт (+ 45 дБм) 25 Вт (+ 44 дБм) 20 Вт (+ 43 дБм) 16 Вт (+ 42 дБм)	Предусмотрена возможность плавного снижения выходной мощности до 4.0 - 6.0 Вт (36 - 38 дБм) на коротких ВЛ
Входное сопротивление в пределах рабочей полосы	75 ± 15 Ом	
Вносимое ПРМД затухание в ВЧ тракт (75 Ом) при отстройке от края рабочей полосы: на ± 8 кГц	не более 1.5 дБ	

на $\pm 12$ кГц	1.0 дБ	
ПРМД может работать как в несимметричном (фаза-земля), так и в симметричном канале (фаза-фаза)		с помощью трансформатора УТ-14 (А, В) из комплекта ЗИП
Полоса пропускания входного фильтра ПРМ по уровню 3.0 дБ	2200 - 2400 Гц	
Минимальная чувствительность ПРМ на рабочей частоте	75 мВ (- 11 дБм)	
Загрубление ПРМ ступенчато до	2750 мВ (+ 20 дБм)	
Шаг загрузки	1 дБм	
Избирательность ПРМ при воздействии одночастотной помехи, отстоящей от края рабочей полосы на $\pm 5.0$ кГц на $\pm 8.0$ кГц	не менее 50 дБ 60 дБ	
Режим работы ПРМД в «двухконцевых» каналах	1) $f_{прд} = f_{прм} = f_0$ $\Delta f = 4.0$ кГц 2) $f_{прд} = f_0 - 0.80$ кГц $f_{прм} = f_0 + 0.70$ кГц 3) $f_{прд} = f_0 + 0.80$ кГц $f_{прм} = f_0 - 0.70$ кГц $\Delta f = 4.0$ кГц	$f_0$ – средняя частота номинальной полосы $\Delta f$ для подавления отраженных сигналов
Режим работы ПРМД в «трехконцевых» каналах	$f_{прд1} = f_0$ кГц $f_{прд2} = f_0 + 0.5$ кГц $f_{прд3} = f_0 - 0.5$ кГц $f_{прм}$ принимается как $f_{сред}$ двух дальних ПРД	для предотвращения "нулевых" биений сигналов
"Внешняя" сигнализация неисправностей: - предупредительный сигнал (неисправности, не приводящие к отказу или ложной работе) - аварийный сигнал (неисправности, при которых возможна ложная работа или отказ обслуживаемой защиты)		Используются «сухие» контакты электромеханического реле
- вывод (блокирование) обслуживаемого устройства релейной защиты		При аварийной неисправности
Коммутационная способность контактов "внешней" сигнализации: - максимальное коммутируемое напряжение - максимальный коммутируемый ток при активной нагрузке - максимальный коммутируемый ток при активно-индуктивной нагрузке ( $\cos\varphi=0.4$ )	300 В (DC) 300 мА (DC) 150 мА (DC)	Предусмотрена возможность подключения «искрогасительного» RDC-контура

Управление ПРД "пуск" ПРД "останов" ПРД	Н.О. (нормально от- крытый) или Н.З. (нормально закры- тый) контакт	Для электромеханических защит типа ДФЗ-2, ДФЗ- 201, ДФЗ-504, ДФЗ-402, ЭПЗ-627, ЭПЗ-1643
	Уровень логики ТТЛ	ПДЭ-2802, ПДЭ-2003
Управление ПРД "безынерционный" пуск (БИП)	Диапазон регулирова- ния 3.0/3.5/4.0 (DC) (ступенчато) Задержка на возврат при "внешних" КЗ 600-750 мс (прогр.) Останов БИП- 0 мс	Для ДФЗ-201, ДФЗ-503, ДФЗ-504
Управление ПРД – "манипуляция" сиг- нала: - напряжение "полной" манипуляции - ширина импульсов тока приема при напряжении манипуляции 100В - наличие режима "прямой" манипуля- ции	Регулируемое 2/4/6/8 В (ступенчато) не менее 160 При Уман = 0 ПРД, ге- нерирует непрерывный ВЧ сигнал	Для электромеханических ДФЗ
- наличие режима "обратной" манипу- ляции	При Уман = 0 ПРД, не генерирует ВЧ сигнал	
Выходной узел ПРМ обеспечивает на нагрузку 400 - 1000 Ом релейного тер- минала выходной ток: - при отсутствии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub> (ток покоя ПРМ) - при наличии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub>	20.0 мА ± 2.0 мА (10.0 мА ± 1.0 мА)  0.0 ± 0.2 мА	Электромеханические тер- миналы ДФЗ
- при наличии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub> - при отсутствии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub> ("тормозной" ток)	0.0 ± 0.2 мА  20.0 мА ± 2.0 мА	Электромеханические тер- миналы ВЧ блокировки
Выходной узел ПРМ обеспечивает на входной узел микропроцессорного тер- минала уровень ТТЛ - при наличии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub> - при отсутствии ВЧ сигнала с частотой f <sub>прм</sub>	15.0 ± 1.0 В  0.0 ± 1.0 В	Для микропроцессорных терминалов в зависимости от логики
Регистрация и хранение в энергонеза- висимой памяти событий (работа, неис- правность и т.д.) с автоматическим об- новлением информации	До 400 событий с мет- кой 1 мс	"Журнал событий"
Интерфейс локальной сети	Modbus RTU	RS-485 (без гальван. разв.)
Питание ПРМД от источника постоян- ного тока с напряжением (при уровне пульсации не более 10 %)	220/110 В (DC) + 10% - 20%	Определяется при заказе
Потребляемая мощность при макси-	не более	

мальной выходной мощности ПРД	100 Вт	
Защита от «обратной» полярности напряжения питания		Защитный диод
<p>ПРМД выдерживает без повреждений и возникновения ложных действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пропадание и восстановление напряжения электропитания</li> <li>- медленные (более 10 с) изменения напряжения электропитания от номинального значения до нуля и от нуля до номинального значения</li> <li>- провалы напряжения</li> <li>- прерывания напряжения</li> </ul>	<p>30% (1 с), 60% (0.1 с) 100% (0.5 с) * по ДСТУ ІЕС 61000-4-29:2010</p>	* при использовании внешнего накопителя
<p>ПРМД выдерживает без повреждения и ложных действий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воздействие электростатических разрядов</li> <li>- воздействие микросекундных импульсных помех на входы электропитания, управления (реализации) и сигнализации</li> <li>- воздействие микросекундных импульсных помех большой энергии на цепи ВЧ входа</li> <li>- воздействие наносекундных импульсных помех на входы электропитания, управления (реализации) и сигнализации</li> <li>- воздействие магнитного поля промышленной частоты</li> </ul>	<p>6 кВ</p> <p>2 кВ</p> <p>4 кВ</p> <p>2 кВ</p> <p>30 А/м непрерывно и 300 А/м в течение 3.0 с</p>	
Уровень радиопомех на контактах электропитания и напряженность поля радиопомех соответствует требованиям	ДСТУ ГОСТ 30428:2004	
Сопротивление изоляции независимых цепей относительно корпуса и между собой в нормальных климатических условиях	не менее 100 МОм	Мегаомметр 1000 В
Изоляция цепей с рабочим напряжением 100 - 250 В относительно корпуса при нормальных климатических условиях в течение 1 мин выдерживает без пробоя и перекрытия напряжение	50 Гц 1 кВ	
Изоляция цепей с рабочим напряжением 100 - 250 В относительно корпуса при нормальных климатических условиях выдерживает без повреждения импульсное напряжение волны	1.2/50 мкс 5 кВ	



#### 4 Конструкция

Габаритные и установочные размеры указаны на рисунках 4.1, 4.2.

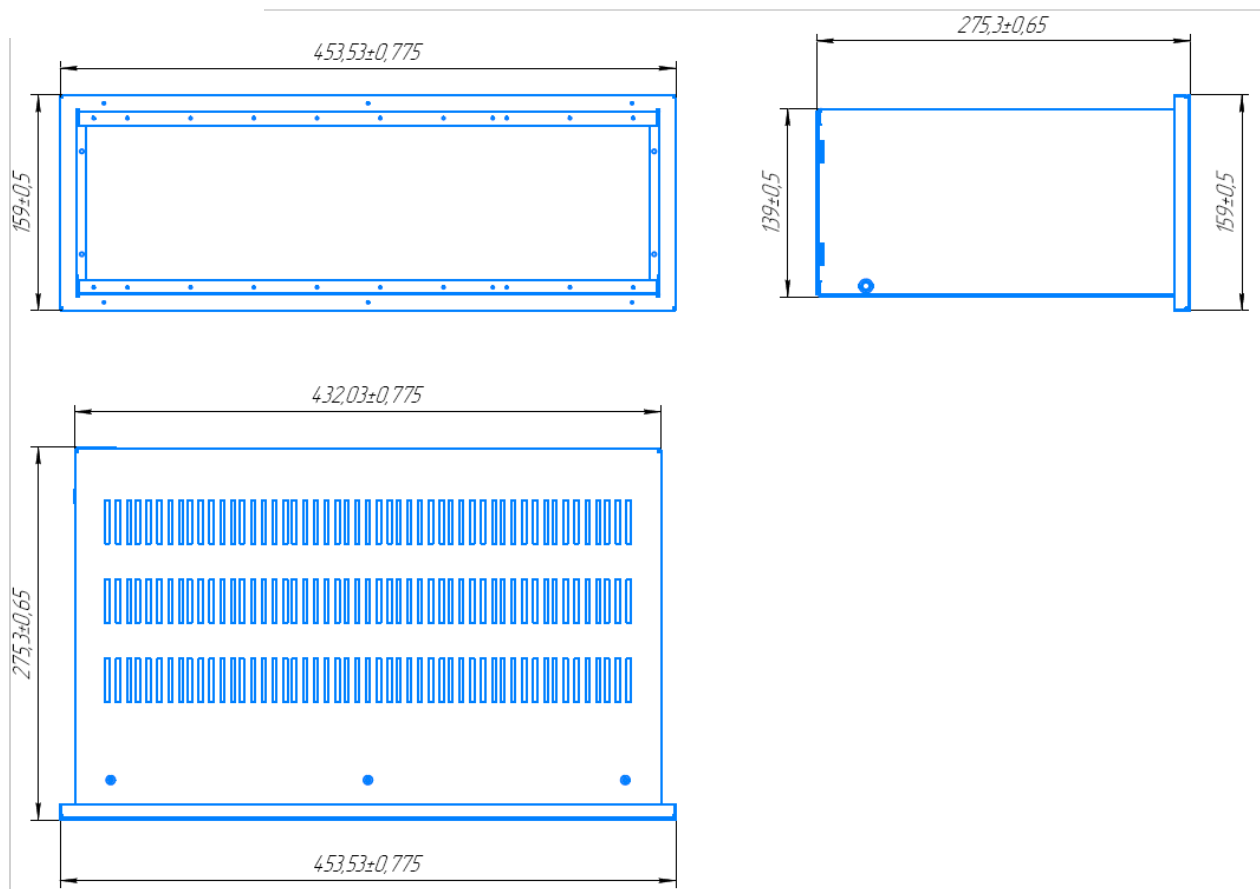


Рисунок 4.1 - Габаритные размеры

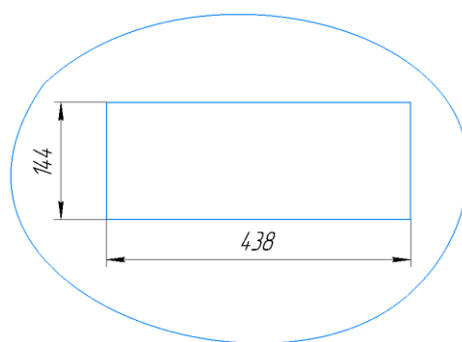


Рисунок 4.2 – Посадочное место для установки

Рабочее положение в пространстве – горизонтальное. Допускается отклонение от рабочего положения до  $5^\circ$  в любую сторону.

Рекомендуемая высота размещения 1.5 - 1.7 м от пола.

Контактные зажимы ПРМД допускают присоединение проводов сечением от  $0.08 \text{ мм}^2$  до  $2.5 \text{ мм}^2$ .

На корпусе ПРМД имеется болт заземления с антикоррозийным покрытием и знак заземления.

Масса ПРМД не превышает 11 кг.

Внешний вид ПРМД показан на рисунках 4.3, 4.4.



Рисунок 4.3 – Внешний вид ПРМД (вид спереди)



Рисунок 4.4 – Внешний вид ПРМД (вид сзади)

## 5 Комплект поставки

Таблица 5.1 – Комплект поставки

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
«ОРИОН» УПЗ	ПРМД	1	
<b>Состав ПРМД</b>			
ЛФ	Модуль линейного фильтра	1	
УМ	Модуль УМ	1	
МП	Модуль питания	1	
МЗП	Модуль внешних подключений	1	
МУ	Модуль управления	1	
КП	Кросс-плата	1	
ЛП	Лицевая панель	1	
А-4/4	Корпус	1	
<b>Приборы и запасные части</b>			
	Плата-транслятор	1	
УТ-14А / УТ-14В	Трансформатор согласующий / симметрирующий	1	в зависимости от заказа
ВП1-1В-3.15А	Вставка плавкая	2	

	Распорки	4	
USB 2.0 AM/BM	Кабель	1	
Техническая документация			
«ОРИОН» УПЗ	Паспорт, сертификат качества, гарантийный сертификат	1	
«ОРИОН» УПЗ	Руководство по эксплуатации, схемы электрические принципиальные, перечни элементов	1	CD диск Документацию можно скачать на сайте компании <a href="http://www.kepm.com.ua/orion/orion-upz">http://www.kepm.com.ua/orion/orion-upz</a>
«УТ-14А» / «УТ-14В»	Паспорт и руководство по эксплуатации	1	

## 6 Маркировка и пломбирование, тара и упаковка

Для обеспечения правильной эксплуатации, проведения наладки и технического обслуживания ПРМД имеет необходимую маркировку элементов, соединителей, клеммников, модулей и т.п.

На печатных платах имеются: обозначение (маркировка) платы, маркировка соединителей, контактных точек, отдельных элементов. Органы управления и соединители на передней и задней панелях имеют маркировку в соответствии с принципиальной схемой ПРМД.

На каждом ПРМД нанесены:

- товарный знак предприятия изготовителя;
- наименование изделия;
- обозначение исполнения изделия;
- заводской номер;
- дата изготовления.

Транспортная тара имеет маркировку, содержащую предупредительные знаки, основные и дополнительные надписи. В качестве транспортной тары используется картонная упаковка.

Размеры упаковочного ящика и ПРМД «ОРИОН» УПЗ выполнены таким образом, что исключается перемещение изделия внутри ящика.

Принадлежности также помещаются в полиэтиленовый пакет, который укладывается в тару.

Эксплуатационная документация и упаковочный лист помещаются в полиэтиленовый пакет и укладываются в тару поверх изделия.

## 7 Устройство ПРМД

### 7.1 Функциональная (структурная схема) ПРМД

Функциональная (структурная) схема ПРМД представлена на рисунке 7.1.1.

Функциональная (структурная) схема ПРМД с модулем питания МР-210.0717 (выпускается с 2018 г.) представлена на рисунке 7.1.2.

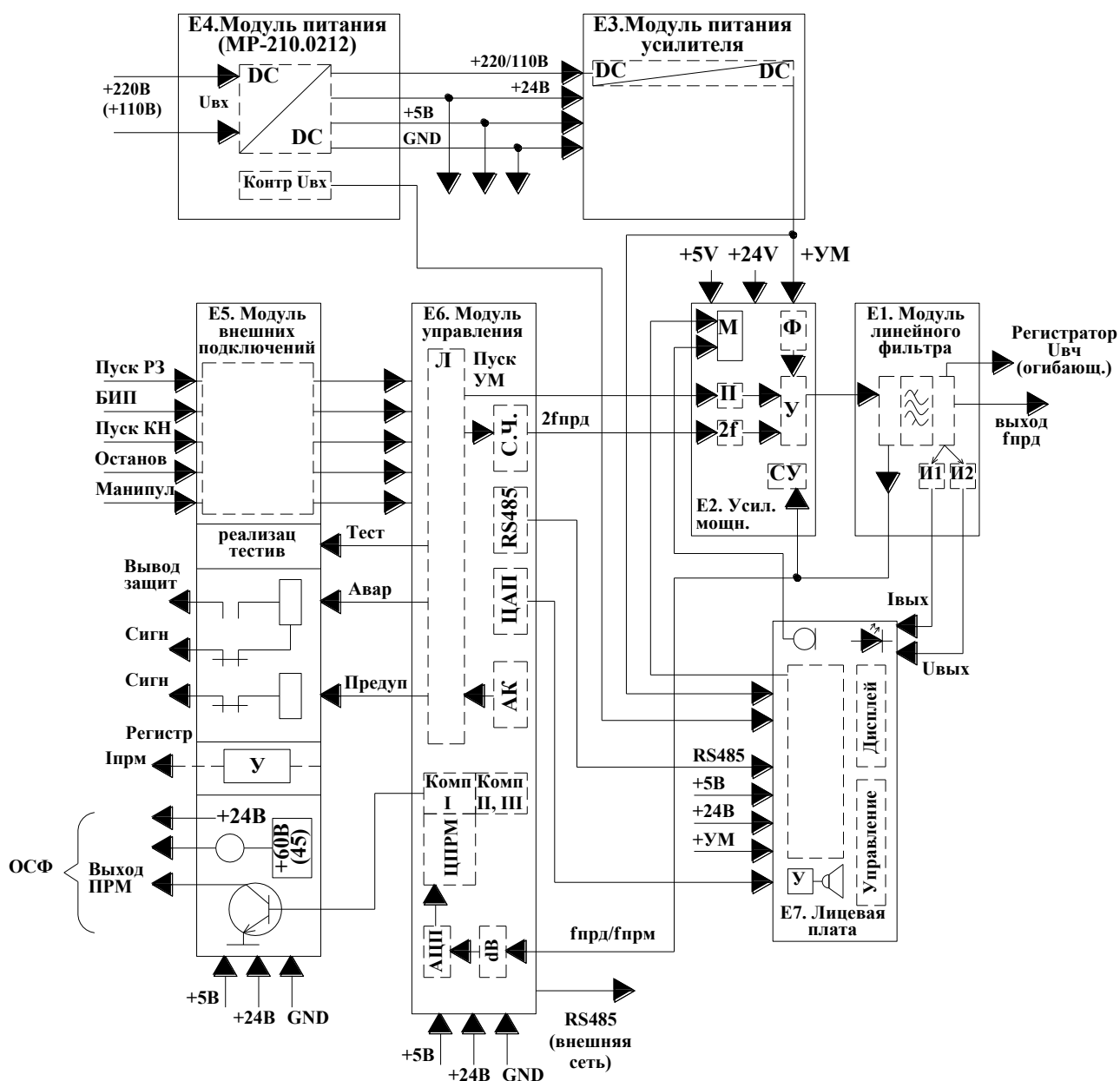


Рисунок 7.1.1 – Функциональная (структурная) схема ПРМД

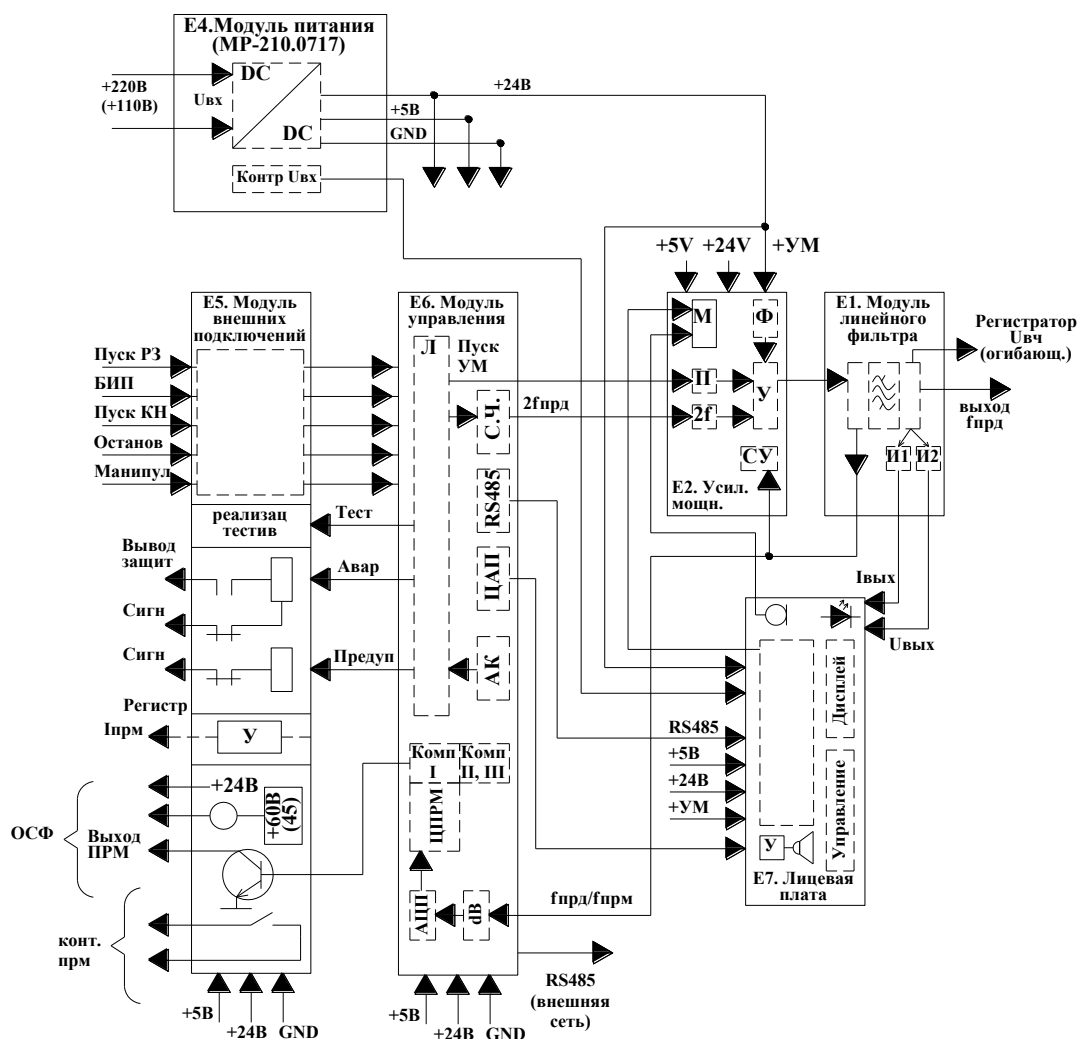


Рисунок 7.1.2 – Функциональная (структурная) схема ПРМД с модулем питания MP-210.0717

**Модуль питания (Е4) MP-210.0212 (0313)** предназначен для преобразования постоянного входного напряжения 220/110 В в стабилизированные вторичные уровни «+ 5 В» и «+ 24 В», гальванически развязанные от первичного источника. Он выполнен с использованием двух отдельных одноканальных DC/DC интегральных преобразователей фирмы «TRACO POWER». Вторичные уровни «+ 5 В» и «+ 24 В» обеспечивают питание всех модулей ПРМД. В составе модуля питания имеется узел контроля входного напряжения питания. При снижении уровня питания ниже  $0.8U_{н}$ , узел контроля напряжения выдает сигнал микроконтроллеру управления.

**Модуль питания УМ (Е3)** предназначен для преобразования постоянного входного напряжения 220/110 В в стабилизированный вторичный уровень «+ УМ», гальванически развязанный от первичного источника. Предназначен для питания оконечного каскада УМ. Питается от предохранителя и переключателя основного модуля питания (Е4). Вторичный уровень стабилизирован на заданном значении, которое определяется необходимой мощностью на выходе ПРД. В модуле питания УМ предусмотрен узел контроля потребляемого тока УМ. В случае превышения порога потребления включается ограничение тока и формируется сигнал «Перегрузка».

**Внимание!** В ПРМД, выпускаемых с 2018 года, отдельный модуль питания для УМ не устанавливается, т.к. применен модуль питания MP-210.0717, который обеспечивает питание всех модулей ПРМД, включая модуль УМ.

**Модуль УМ (Е2)** предназначен для усиления мощности сигнала несущей частоты. Оконечный каскад выполнен по двухтактной схеме. ВЧ сигнал с частотой  $2 * f_{прд}$  подается на УМ из мо-

дуля управління. В модуле УМ содержится схема управления выходным каскадом. Нагрузкой выходного каскада УМ является линейный фильтр. Для обеспечения минимальных уровней внеполосных излучений при генерации манипулированного ВЧ сигнала служит схема формирования фронтов напряжения «+ УМ» (Ф).

В данном модуле осуществляется амплитудная модуляция ВЧ сигнала ПРД сигналом от микрофона, находящегося в ЛП ПРМД. Режим модуляции включается по сигналу от кнопки «Инф/МКР» на ЛП.

В модуле УМ размещается, так называемое, согласующее устройство (СУ), которое обеспечивает входное сопротивление ПРМД примерно 75 Ом в режиме приема сигнала.

**Модуль линейного фильтра (Е1)** обеспечивает выделение первой гармоники сигнала  $f_{прд}$  из общего сигнала модуля УМ и защищает модуль УМ и модуль управления от коммутационных перенапряжений, приходящих с ВЛ. Линейный фильтр построен по классической дифференциально-мостовой схеме. В модуле ЛФ имеется узел измерения тока выхода ПРД и напряжения. Обработка этих параметров производится в контроллере на плате в ЛП ПРМД. С отдельной обмотки трансформатора модуля ЛФ сигнал поступает в модуль управления на вход цифрового ПРМ. Приемная часть ПРМД анализирует сигналы от «дальнего» ПРД и от «своего» ПРД.

К этой же обмотке трансформатора подключено согласующее устройство, размещенное в модуле УМ.

**Модуль внешних подключений (Е5)** выполняет функции сопряжения ПРМД с различными терминалами устройств релейной защиты. Он включает в себя узел формирования сигналов управления ПРД (контактный пуск, безынерционный пуск, останов, манипуляция). Сигналы, гальванически развязанные от их источника, поступают в модуль управления ПРД. В модуле внешних подключений организованы цепи тестирования управления ПРД.

Узел формирования сигналов внешней сигнализации реализует функции аварийной и предупредительной сигнализации, а также функцию блокирования (вывода из работы) терминала защиты при неисправности ПРМД. Эти функции реализуются в виде «сухих» контактов. Специальная схема обеспечивает формирование выходного сигнала ПРМ для работы с любыми терминалами релейной защиты (ток или напряжение приема). Дополнительной функцией является формирование сигнала выходного тока (напряжения) ПРМ для записи их на внешнем регистраторе.

**Модуль управления ПРМД (Е6)** содержит узлы, осуществляющие управление ПРМД. Узел синтезатора частот обеспечивает формирование сигнала для ПРД с частотой  $2 * f_{прд}$  (частота  $f_{прд}$  задается пользователем при конфигурировании ПРМД) и выдачу ее в модуль УМ.

Узел (Л) обеспечивает прием, логическую обработку и обеспечение системы приоритетов для сигналов управления ПРД, вырабатывает на их основе единый сигнал запуска модуля УМ. Этот же узел может формировать команды тестовой проверки функций ПРМД.

Из модуля ЛФ сигналы с частотой  $f_{прд}$  и  $f_{прм}$  (которые могут отличаться на 0.5 - 1.5 кГц) поступают через аттенуатор на вход АЦП. После оцифровки сигналы «дальнего» и «своего» ПРД обрабатываются цифровым ПРМ по заданной при конфигурации программе (вид характеристики фильтра, частота настройки, пороги компараторов). Основной компаратор (I) управляет выходным каскадом ПРМ в модуле внешних подключений. Компараторы (II) «High» и (III) «Low» используются в функции АК.

Устройство автоматической проверки ПРМД и ВЧ канала (АК) представляет собой набор программ, обеспечивающих возможность работы функции автоматической проверки канала с одним из следующих ПРМД: «АВЗК-80», «ПВЗ-90», «ПВЗ-АК», «ПВЗ-АКМ», «ОРИОН» УПЗ. Программа работы выбирается пользователем ПРМД при конфигурации функций.

При обнаружении АК и системами тестирования какой-либо неисправности она транслируется в узел (Л), где идентифицируется как аварийная или предупредительная. Данная информация транслируется контроллеру в ЛП через интерфейс RS-485 для отображения на светодиодной индикации и дисплее, а также для записи в журнал событий. Кроме контроллера в ЛП информация передается в модуль внешних подключений для управления реле.



При наличии в ВЧ сигнале низкочастотной модуляции (наладочная телефонная связь), она выделяется в узле ЦАП, усиливается и поступает на динамическую головку.

Помимо всего вышеперечисленного модуль управления обеспечивает подключение к внешней локальной информационной сети (RS-485, Ethernet).

**Лицевая панель (Е7)** обеспечивает светодиодную индикацию состояния ПРМД. Дисплей служит для отображения информации о текущем состоянии ПРМД, тестовых режимах, режимах конфигурации, результатах АК и т.д. Имеется также клавиатура для выполнения ряда операций: оперативный пуск ПРД, инициализация внеочередного АК, конфигурирование функций ПРМД, чтение журнала событий, тестирование ПРМД и т.д.

Для организации наладочной симплексной связи по ВЧ каналу в модуле ЛП имеется микрофон, динамическая головка и кнопка включения связи «Инф/МКР».

## 7.2 Система «вторичного» электропитания ПРМД

Функциональная схема организации электропитания ПРМД приведена на рисунке 7.2.1 (ПРМД, произведенные до 2018 г.) и на рисунке 7.2.2 (ПРМД, произведенные начиная с 2018 г.)

Электропитание ПРМД осуществляется от первичной сети постоянного тока (аккумуляторная батарея) с номинальным уровнем напряжения 220/110 В.

Допускаются отклонения уровня питающего первичного напряжения в пределах 0.8 - 1.1Un.

Уровень пульсации первичного источника должен быть не более 10 % при частоте пульсаций 150 Гц.

В качестве базового модуля питания в ПРМД используется модуль МР-210 различных модификаций, который формирует основные уровни вторичного питания «+ 5 В» и «+ 24 В». Эти уровни по кросс плате поступают во все модули ПРМД. Для питания оконечного каскада УМ используется отдельный модуль питания (в ПРМД, произведенных до 2018 г.), который обеспечивает также регулировку уровня выходной мощности ПРД в заданном диапазоне. Модуль питания УМ получает первичное питание от предохранителя и переключателя модуля МР-210.

Для визуального контроля наличия вторичных уровней предусмотрена светодиодная индикация на ЛП. Для измерения уровней прибором предусмотрены специальные контрольные точки.

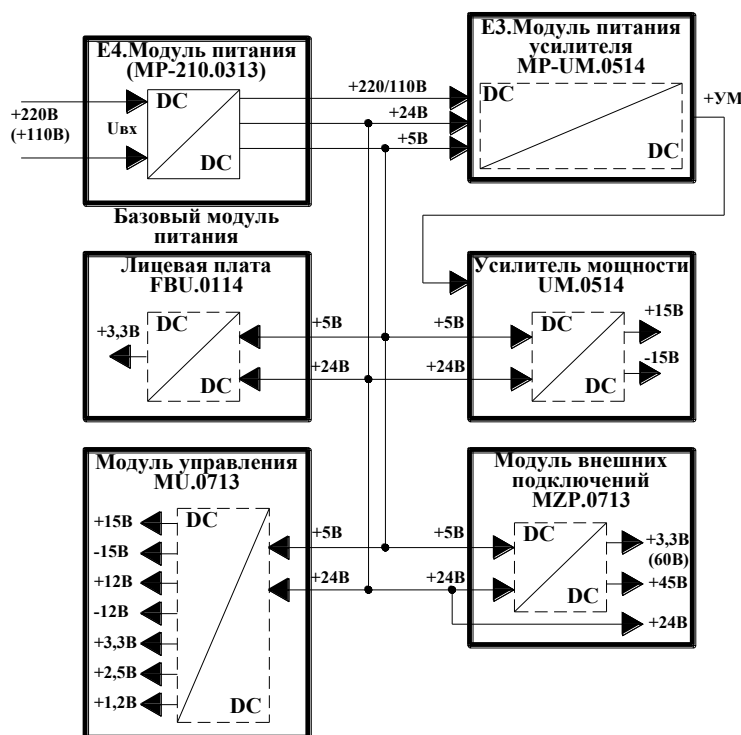


Рисунок 7.2.1

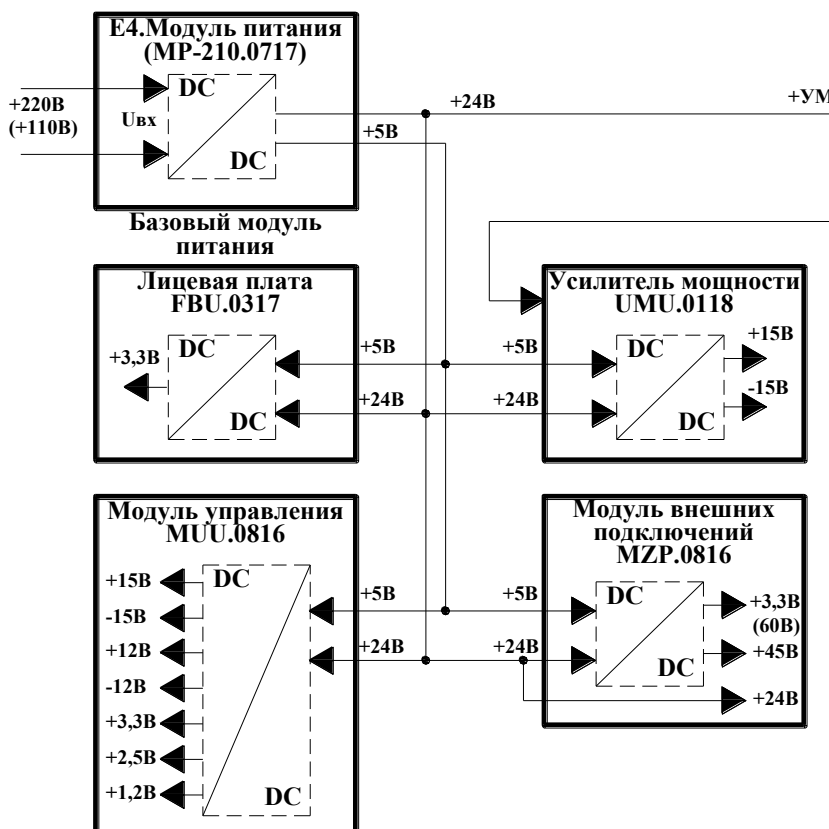


Рисунок 7.2.2

### 7.3 Модуль питания MP-210.0212 (0313)

Функциональная схема модуля питания MP-210.0212 (0313) приведена на рисунке 7.3.1.

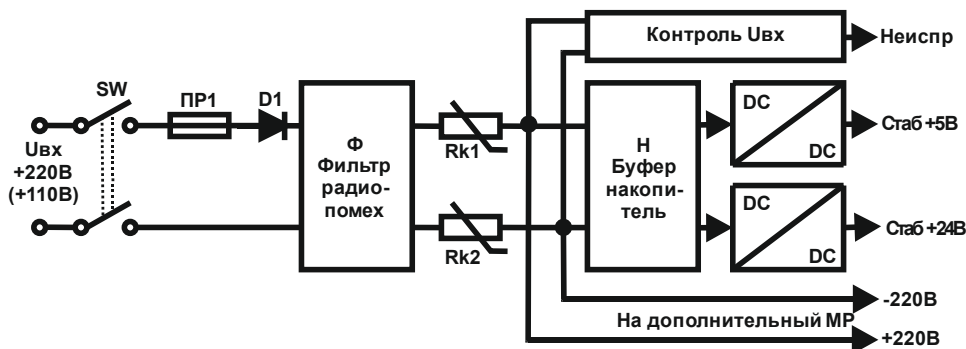


Рисунок 7.3.1 – Функциональная схема модуля питания MP-210.0212 (0313)

Модуль питания MP-210.0212 (0313) предназначен для преобразования постоянного напряжения 220/110 В в стабилизированные уровни «+ 5 В», «+ 24 В», гальванически развязанные от первичного источника и предназначен для питания ПРМД (кроме УМ).

Модуль питания состоит из входного фильтра помех, одноканального источника питания «+ 24 В», одноканального источника питания «+ 5 В», буфера-накопителя, узла контроля наличия входного напряжения питания.

Входной фильтр помех предназначен для подавления импульсных и радиочастотных помех, присутствующих в сети аккумуляторной батареи; кроме того он препятствует прохождению помех от импульсных преобразователей в первичную сеть (сеть аккумуляторной батареи). Фильтр содержит:



- конденсаторы C3, C4, C5, C6;
- резисторы R1, R2 стандартной схемы Z1 типа B84110-B-A14;
- катушки индуктивности L1, L2;
- варистор RU1.

Одноканальный источник «+ 24 В» U2 обеспечивает выходную мощность 15 Вт. Он представляет собой модуль TML15124 фирмы «TRACO», работающий с частотой преобразования 100 кГц. Индуктивность L4 и набор конденсаторов (электролитические и керамические) представляет собой фильтр помех. Светодиодный индикатор H2 «+ 24 В» обеспечивает визуальный контроль наличия вторичного уровня «+ 24 В» и вместе с резистором R9 обеспечивает запуск преобразователя U2 при «холостом ходе» модуля питания.

Одноканальный источник «+ 5 В» U1 обеспечивает выходную мощность 15 Вт. Он также представляет собой модуль TML15105 фирмы «TRACO», работающий с частотой преобразования 100 кГц. Светодиодный индикатор H1 «+ 5 В» обеспечивает визуальный контроль наличия вторичного уровня «+ 5 В» и вместе с резистором R8 обеспечивает запуск преобразователя U1 при «холостом ходе» модуля питания. Индуктивность L3 и набором конденсаторов – фильтр ВЧ помех.

Буфер-накопитель C1, C2, R3, D2 обеспечивает работоспособность модуля питания при кратковременных перерывах или провалах входного питающего напряжения. При этом резистор R3 ограничивает ток заряда конденсаторов C1, C2 накопителя, а диод D2 служит для разряда накопительных конденсаторов на преобразователи U1 и U2.

Защита модуля питания от подключения к источнику входного напряжения с обратной полярностью осуществляется диодом D1. В случае ошибочного подключения входного напряжения модуль питания не работает. Бросок тока при включении импульсных преобразователей ограничивается с помощью терморезисторов RK1 и RK2.

Узел контроля наличия входного питающего напряжения построен с использованием оптопары U3 и порогового устройства D4, D5, D6, R4, R5, R6. Если на входе модуля питания присутствует первичное напряжение выше заданного уровня (порога), то оптопара U3 открыта и сигнал «INT PD» с уровнем лог. «1» поступает к микроконтроллеру в ЛП. При снижении напряжения примерно до  $0.7U_n$ , оптопара U3 закрывается и на выходе без выдержки времени устанавливается уровень лог. «0».

Узел контроля может быть исключен из работы демонтажем перемычки между T7 - T8.

Модуль питания выдерживает кратковременные провалы питающего напряжения, вызванные повреждениями или нарушениями соединений в цепях электропитания:

- на 30 % от номинального значения длительностью до 1.0 с;
- на 60 % от номинального значения длительностью до 0.1 с.

Если питающее напряжение на входе модуля питания снижается (прерывается) до 0 на время не более 0.5 с, то вторичные уровни «+ 5 В», «+ 24 В» ПРМД не выключаются.

Узел контроля рекомендуется подключать за «защитным» диодом (запаять перемычку T7-T8). Таким образом, при отключении входного питающего напряжения, накопитель обеспечивает работу преобразователей «+ 24 В» и «+ 5 В» некоторое время (в зависимости от нагрузки вторичных источников). Если входное питающее напряжение восстановится до выключения преобразователей «+ 24 В» и «+ 5 В», то ПРМД остается в работе. Если же перерыв (или снижение ниже  $0.8U_n$ ) входного питающего напряжения приводит к выключению преобразователей «+ 24 В» или «+ 5 В», то ПРМД отключается.

Для защиты от коротких замыканий в цепях первичного питания применен предохранитель F1 (3.15 А). Переключатель питания имеет подсветку, которая указывает на наличие входного питающего напряжения.

#### 7.4 Модуль питания МР210.0717

Модуль питания МР210.0717 представляет собой источник вторичного электропитания, применяемый в целом ряде устройств серии «ОРИОН»: УПЗ, УПЗА, АРС и др. В отличие от модуля питания предыдущей модели МР-210.0212 (0313), данный модуль построен без использования интегральных преобразователей, что дало возможность улучшить режим охлаждения элементов модуля, увеличить его мощность (при сохранении габаритов), обеспечить возможность работы от источника питания в пределах 80 - 250 В. Кроме того, были введены некоторые дополнительные узлы:

- выход на внешний регистратор сигнала контроля питающего напряжения;
- измерительные гнезда для контроля вторичных уровней «+ 24 В», «+ 5 В»;

Применение модуля питания МР210.0717 в ПРМД позволяет отказаться от отдельного модуля питания УМ.

Функциональная схема модуля показана на рисунке 7.4.1.

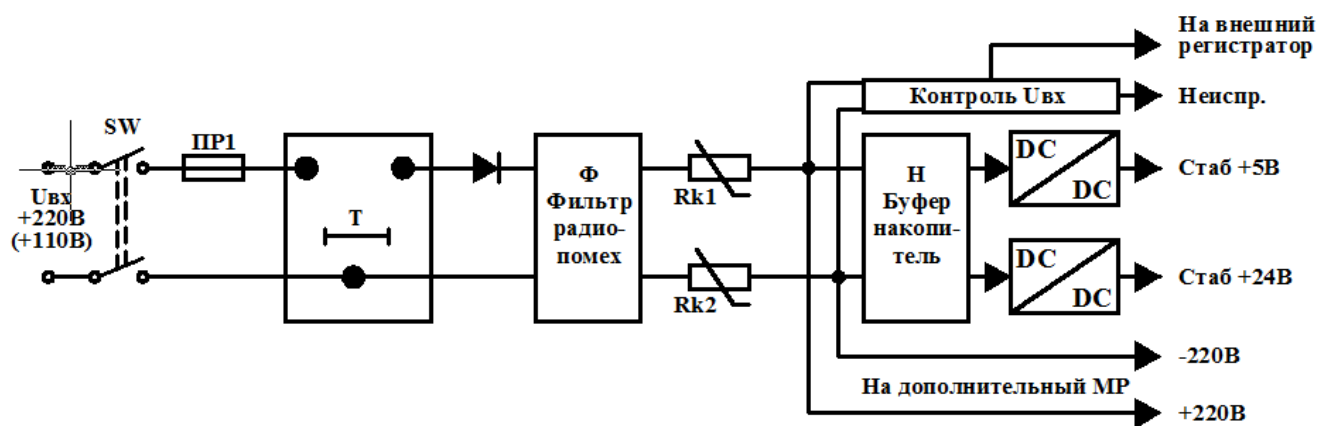


Рисунок 7.4.1 – Функциональная схема модуля питания МР210.0717

Описание органов управления и подключения приведено на рисунке 7.4.2.

Переключатель П1/8 - П1/9 в эксплуатационных условиях должна быть установлена (заземление «общ» в одной точке).

При техническом обслуживании (проверка изоляции «вторичных» цепей ПРМД) переключатель снимается.

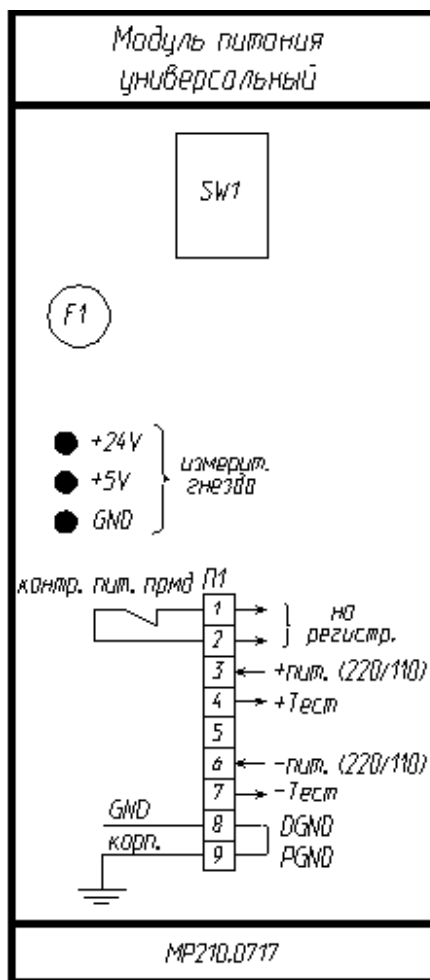


Рисунок 7.4.2

### 7.5 Модуль питания УМ (в ПРМД выпуска до 2018 г)

Функциональная схема модуля питания УМ показана на рисунке 7.5.1.

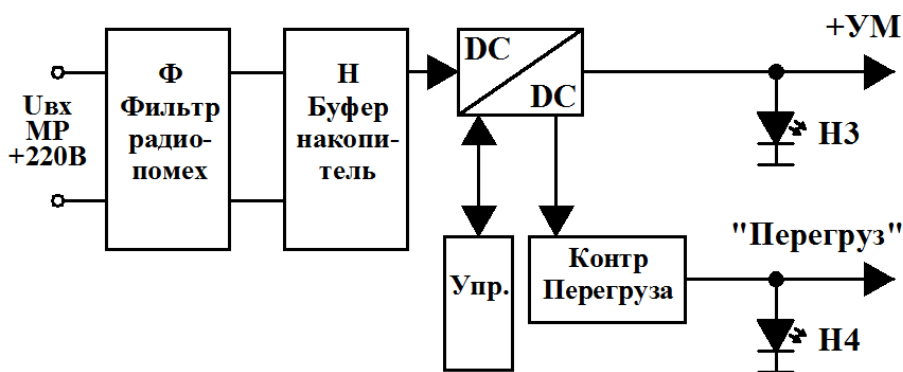


Рисунок 7.5.1 – Функциональная схема модуля питания УМ

Модуль питания УМ предназначен для преобразования постоянного напряжения источника 220/110 В в стабилизированное регулируемое напряжение, гальванически развязанное от первичного источника. Это напряжение обеспечивает питание УМ ПРД. Регулировка выходной мощности ПРД осуществляется изменением уровня напряжения «+ УМ». Модуль имеет защиту от перегрузки, короткого замыкания, радиопомех и перегрева.

Имеется индикация выходного напряжения «+ УМ» Н3 и перегрузки Н4.

Данный модуль имеет свой фильтр радиопомех C2, Tr1 и буфер накопитель R7, D2, C5, C8, который обеспечивает работоспособность УМ при кратковременных перерывах и провалах входного питающего напряжения.

Модуль представляет собой обратноходовой преобразователь напряжения на основе микросхемы серии TOP227Y фирмы «PowerIntegration». Схема, иллюстрирующая основные процессы в обратноходовом преобразователе, показана на рисунке 7.5.2.

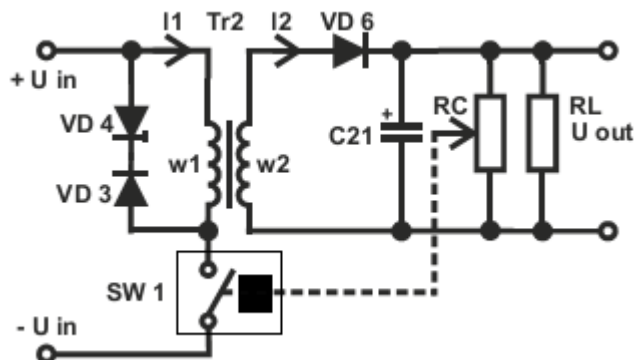


Рисунок 7.5.2 – Схема, иллюстрирующая основные процессы в обратноходовом преобразователе

При подаче питания на вход модуля ключ SW1, находящийся внутри микросхемы TOP227Y, замыкается и через обмотку w1 начинает протекать ток I1 (прямой ход), создавая в трансформаторе магнитное поле. Через  $\sim 5\text{ мкс}$  ключ размыкается. Ток через w1 прекращается. Исчезающее магнитное поле создает ЭДС индукции в обмотках w1 и w2 (обратный ход). В обмотке w1 ЭДС индукции является побочным продуктом и подавляется снабберной цепочкой VD3-VD4. ЭДС индукции обмотки w2 через диод VD6 заряжает конденсатор C21 и поступает в нагрузку. Через  $\sim 5\text{ мкс}$  ключ снова замыкается, процесс повторяется до тех пор, пока конденсатор C21 не зарядится до заданного резистором RC напряжения. Как только C21 зарядится, сигнал через обратную связь поступает на микросхему TOP224Y и запрещает ей работу до тех пор, пока напряжение на C21 не снизится ниже заданного уровня. Далее процесс повторяется. Выходная мощность определяется соотношением времени замкнутого и разомкнутого состояния SW1. Чем дольше замкнут SW1, тем больше энергии запасает сердечник трансформатора Tr2 во время прямого хода, тем больше энергии передается в w2 во время обратного хода.

Защита модуля питания от перегрузки выполнена на элементах R32, R24, R27, C34, D8, Q2, R39, R35, H4. При увеличении тока в выходной цепи выше допустимой величины падения напряжения на резисторе R28 становится достаточным для открытия транзистора Q2. Открытие этого транзистора при установленной перемычке (джампере) J2 обуславливает подачу «закрывающего» сигнала на вывод №1 микросхемы U2, что приводит к снижению выходного напряжения модуля и, следовательно, выходного тока. Это же напряжение через открытый транзистор Q2 подается на светодиод H4 «перегрузка», обеспечивая визуальную индикацию «перегрузка УМ», а через оптрон U8 сигнал поступает на контроллер в ЛП для регистрации в журнале событий.

## 7.6 Контроль исправности вторичных уровней питания

Схема формирования сигнала неисправности представлена на рисунке 7.6.1.

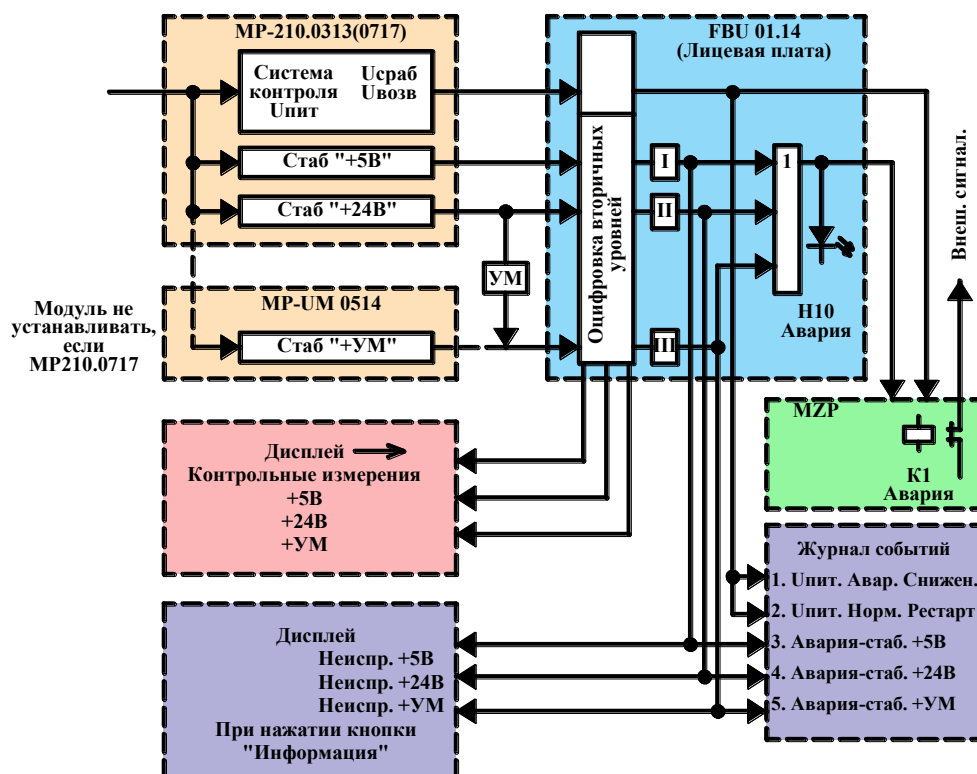


Рисунок 7.6.1 – Схема формирования сигнала неисправности

Данная схема позволяет контролировать основные вторичные уровни питания ПРМД. Уровни «+ 5 В», «+ 24 В» и «+ УМ» оцифровываются АЦП микроконтроллера U1 расположенного на плате ЛП и могут быть выведены на дисплей ПРМД. В случае пропадания вторичного уровня или при снижении ниже заданного порога, через модуль управления в модуль внешних подключений выдается сигнал действия на реле аварийной сигнализации К1, а на ЛП начинает светиться светодиод «Авария».

Контроль входного питающего напряжения 220/110 В производится с помощью порогового устройства расположенного в модуле питания. При снижении уровня питания ниже  $0.8U_n$ , узел контроля напряжения выдает сигнал микроконтроллеру управления.

## 7.7 Модуль усилителя мощности UMU.0115

Модуль УМ предназначен для усиления мощности сигнала несущей частоты ПРД. Кроме того он обеспечивает модуляцию несущей звуковой частотой (в режиме наладочной служебной связи по каналу) и согласование входа ПРМ с ВЧ каналом (при работе ПРМД на «прием»)

Функциональная схема УМ представлена на рисунке 7.7.1.

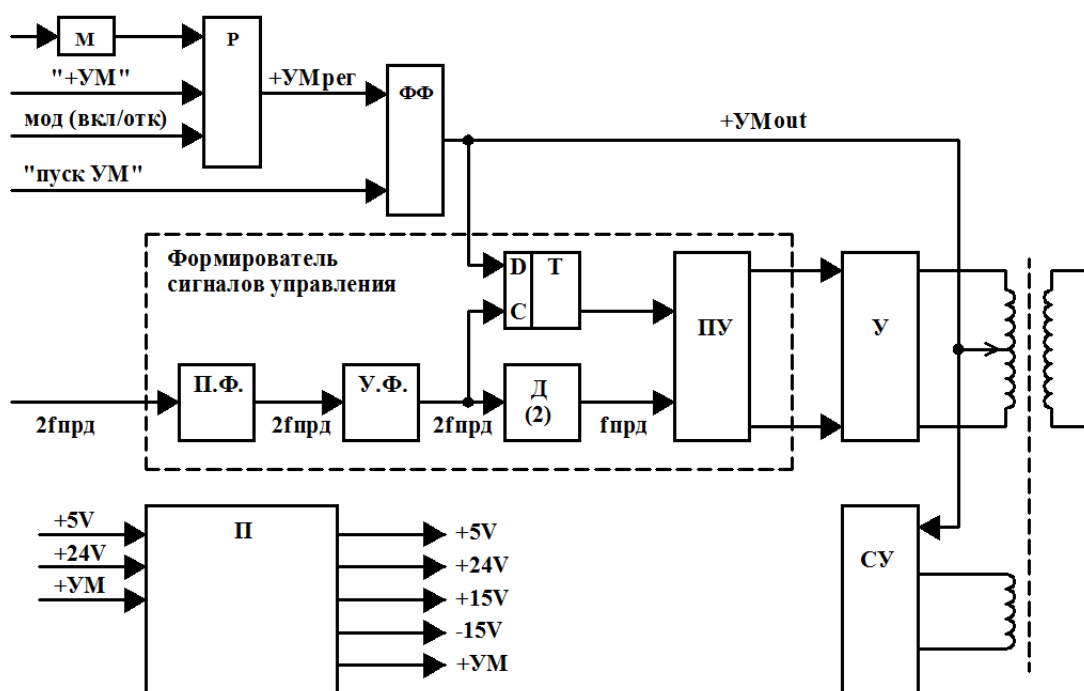


Рисунок 7.7.1 – Функциональная схема модуля УМ

Модуль УМ состоит из следующих основных функциональных узлов:

- двухтактный УМ на транзисторах (У);
- формирователь сигналов управления двухтактным УМ, состоящий из триггера переключения сигнала (Т), входного фильтра (ПФ), усилителя-формирователя (УФ), делителя частоты (Д - деление на 2), предварительного усилителя (ПУ);
- узел питания (П);
- переключатели для наладочных работ и контрольные точки для измерения режимов;
- формирователь фронтов напряжения питания выходного каскада усилителя (ФФ);
- регулятор (Р) уровня напряжения питания усилителя (и, в конечном итоге, выходного уровня ПРД) в этом же узле реализуется регулировка уровня модулированного сигнала служебной связи;
- фильтр усилитель (М) тонального сигнала служебной связи;
- согласующее устройство (СУ) для согласования ПРМ.

ВЧ сигнал  $F_m=2*f_{прд}$  подаётся на вход модуля усилителя мощности из модуля управления. Через входной фильтр УЗА и усилитель-формирователь УЗВ сигнал прямоугольной формы подаётся на делитель частоты (триггер в счётном режиме). С выхода делителя сигнал с частотой  $f_{прд}$  поступает на вход №1 драйвера U5. Но при отсутствии сигнала «пуск» драйвер D4 запрещает открытие силовых транзисторов Q3, Q4.

При отсутствии сигнала пуска ПРД на входе «пуск УМ» модуля усилителя установлен уровень лог. «0». Транзистор оптопары U6 закрыт, закрыт Q9 и в конечном итоге транзистор оптопары U16. На «D» входе U4A уровень лог. «1», который по фронту сигнала на «C» входе переписан на инверсный выход U4A в виде лог. «0» - это запрет драйверу U5 управлять выходными транзисторами Q3, Q4.

Сигнал «пуск УМ» поступает из модуля управления в УМ в виде уровня «лог 1». Это приводит к открытию транзистора оптопары U6, транзистора формирования фронтов Q9 и транзистора оптопары U16. В конечном итоге на «D» вход U4A поступает уровень лог. «0», который переписывается на инверсный выход триггера в виде лог. «1», которая разрешает драйверу U5 управлять силовыми транзисторами Q3, Q4. Противофазные импульсы с выходов №11 и №7 драйвера

U5 частотой  $f_{прд}$  поступают через ограничительные резисторы R22 и R23 на затворы силовых транзисторов Q3 и Q4.

В течение того полупериода, когда высокий уровень напряжения присутствует на затворе транзистора Q3, данный транзистор открыт. При этом транзистор Q4 закрыт. В течение другого полупериода  $f_{прд}$  высокий уровень напряжения присутствует на затворе транзистора Q4 и он открыт, при этом Q3 закрыт.

Таким образом, выходной каскад усилителя работает в двухтактном режиме. Силовые транзисторы Q3 и Q4 работают на обмотку трансформатора в модуле линейного фильтра.

Резистор R20 предназначен для регулировки симметрии положительной и отрицательной полувольт сигнала.

Защита силовых транзисторов Q3 и Q4 от пробоя основана на ограничении напряжения на их стоках. Для этого используются TVS – диоды D6 и D9. Уровень ограничения напряжения на стоках V9 и V10 от импульсного напряжения составляет 100 В.

Защита модуля усилителя от пропадания сигнала несущей частоты основана на запрете прохождения сигнала «пуск УМ».

Сигнал  $2 * f_{прд}$  через конденсатор C2 выпрямляется диодом D2 и поступает на «S» вход триггера U4A – это разрешение на прохождение сигнала «пуск УМ».

В случае исчезновения сигнала  $2 * f_{прд}$  конденсатор C18 разряжается через диод D1 и R10 лог. «0» на входе «S» устанавливает триггер U4A в единичное состояние – на инверсном выходе лог. «0» и U5 закрывает силовые транзисторы.

Заблокировать работу выходного каскада можно установкой переключателя W2 (при наладке и регулировке).

При появлении сигнала  $2 * f_{прд}$  схема автоматически возвращается в исходное состояние.

Формирование вторичных уровней  $\pm 15$  В осуществляется с помощью DC/DC преобразователя типа TEL2 фирмы «TRACO POWER». Визуальная индикация наличия вторичных уровней осуществляется с помощью светодиодных индикаторов Н1 - Н5.

В модуле имеется ряд контрольных точек для проведения необходимых измерений при наладке или диагностике модуля.

Узел формирования фронтов ВЧ импульсов (пакетов) собран на транзисторе Q9. Он предназначен для уменьшения скорости нарастания «переднего» и «заднего» фронтов выходного сигнала. Это необходимо для обеспечения нормативных требований по внеполосным излучениям ПРД при использовании функции манипуляции ВЧ сигнала (для ДФЗ).

Принципиальная схема узла формирования фронтов показана на рисунке 6.7.2.

При отсутствии сигнала пуска «пуск УМ» в сост. лог. «0» оптопара U6 закрыта, конденсаторы C27, C28 разряжены. Выходное напряжение «+ UMout» отсутствует. Появление сигнала «пуск УМ» лог. «1» обеспечивает открытие транзистора оптопары U6. Через переход транзистора оптопары и резистор R37 начинает заряжаться конденсатор C27. Это вызывает постепенное (плавное) открытие транзистора Q9, через сопротивление которого начинает заряжаться конденсатор C28. Через промежуток времени  $t = 3\tau = 3 * R27 * C27$  транзистор Q9 полностью открыт и на выходе узла появляется напряжение «+ UMout».

Выключение сигнала «пуск УМ» лог. «0» вызывает закрытие транзистора оптопары U6, но транзистор Q9 закрывается не мгновенно, а по мере разряда конденсатора C27 через резистор R35. В результате напряжение «+ UMout» снижается по экспоненте.



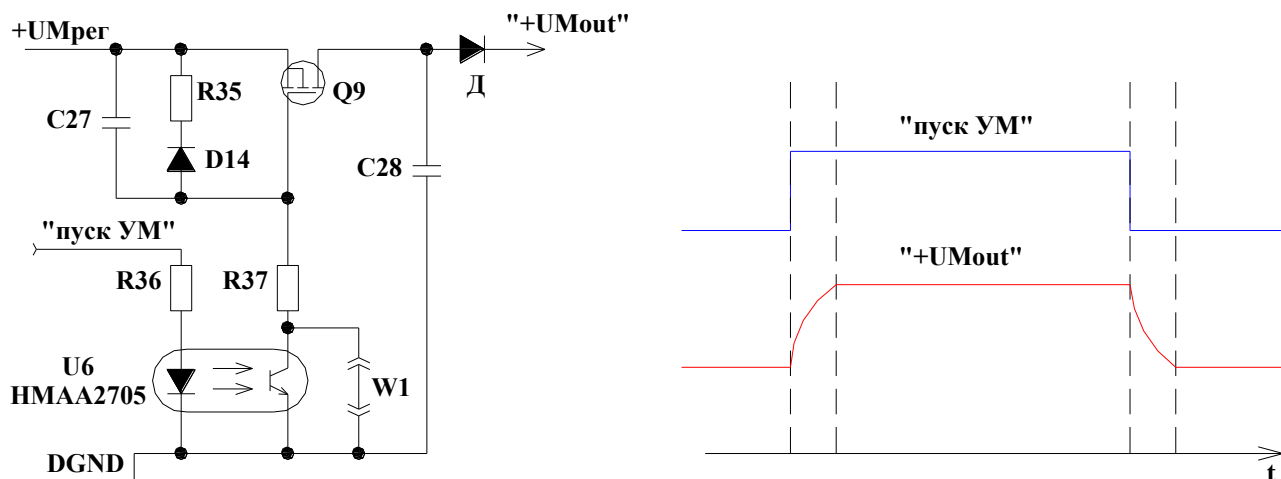


Рисунок 7.7.2 – Узел формирования фронтов напряжения усилителя мощности

С помощью переключки W1 можно выключить функцию формирования фронтов.

Регулировка уровня выходной мощности ПРД осуществляется в узле (Р) в широких пределах от 3 - 4 Вт (+ 35 дБм) до 30 - 32 Вт (+ 45 дБм). Схема приведена на рисунке 7.7.3.

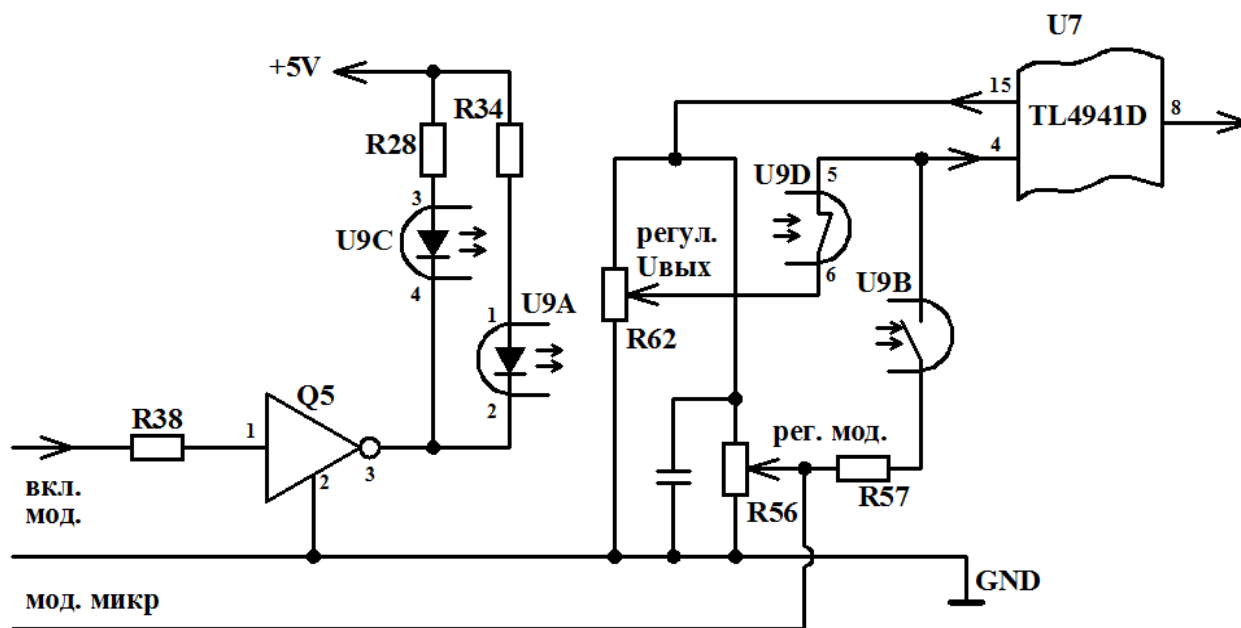


Рисунок 7.7.3 – Регулировка выходного уровня ПРД

В рабочем режиме ПРМД модуляция отключена – на вход №1 Q5 поступает уровень лог. «1», транзистор Q5 открыт.

В результате этого на вход №4 микросхемы U7 подаётся уровень с регулируемого резистора R62, с помощью этого резистора регулируется выходной уровень ПРД.

После включения наладочной связи при нажатии кнопки «Инф/МКР» на вход Q5 поступает уровень лог. «0» на его выходе лог. «1» переключаются контакты U9 и на вход №4 микросхемы U7 подаётся уровень с резистора R56, который вдобавок может модулироваться звуковой частотой от микрофона на ЛП ПРМД. Резистором R56 осуществляется регулировка уровня модулированного сигнала на выходе ПРД.

Согласующее устройство обеспечивает входное сопротивление ПРМД на уровне  $75 \pm 15$  Ом в режиме приема. Схема приводится на рисунке 7.7.4.



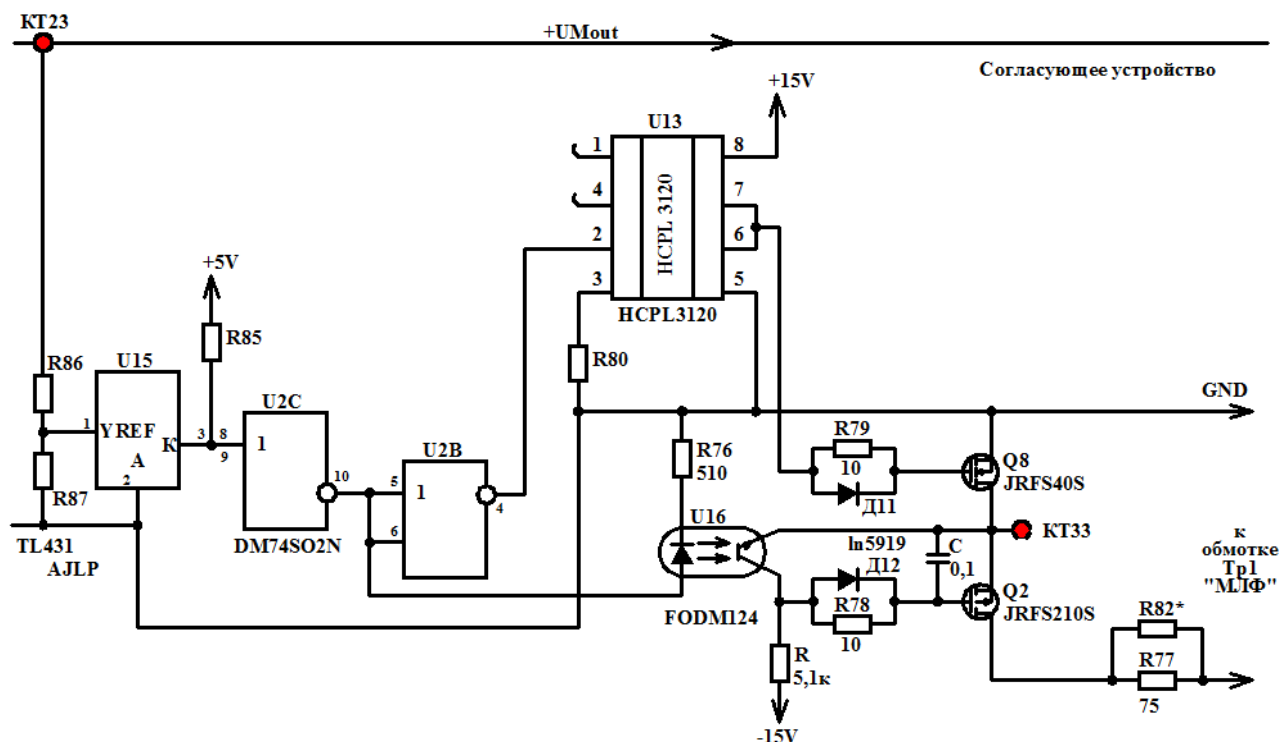


Рисунок 7.7.4 – Схема согласующего устройства

При отсутствии команды на пуск УМ («+ UMout» = 0) на входе компаратора U15 уровень «0», на выходе лог. «1», которая инвертируется U2C и U2B и через U13, U16 открывает силовые транзисторы Q8 и Q2. Через эти транзисторы к обмотке трансформатора Tr1 W5 подключается балластный резистор R77 (R82), обеспечивающий согласование входа ПРМД с 75 Ом-ным ВЧ каналом.

При пуске ПРД появляется напряжение «+ UMout» > 0, что приводит к срабатыванию компаратора U15 – на его выходе появляется лог. «0». Это приводит к закрыванию транзисторов Q8/Q2 и отключению балластного резистора R77/R82 от обмотки W5 Tr1 модуля линейного фильтра.

### 7.8 Модуль усилителя мощности UМУ.0816 (0118)

Модуль УМ служит для усиления мощности сигнала несущей частоты ПРД, обеспечивает входное сопротивление 75 Ом со стороны линии в момент приема сигнала, а также осуществляет модуляцию несущей частоты звуковым сигналом в режиме голосовой связи.

Функциональная схема усилителя мощности представлена на рисунке 7.8.1.

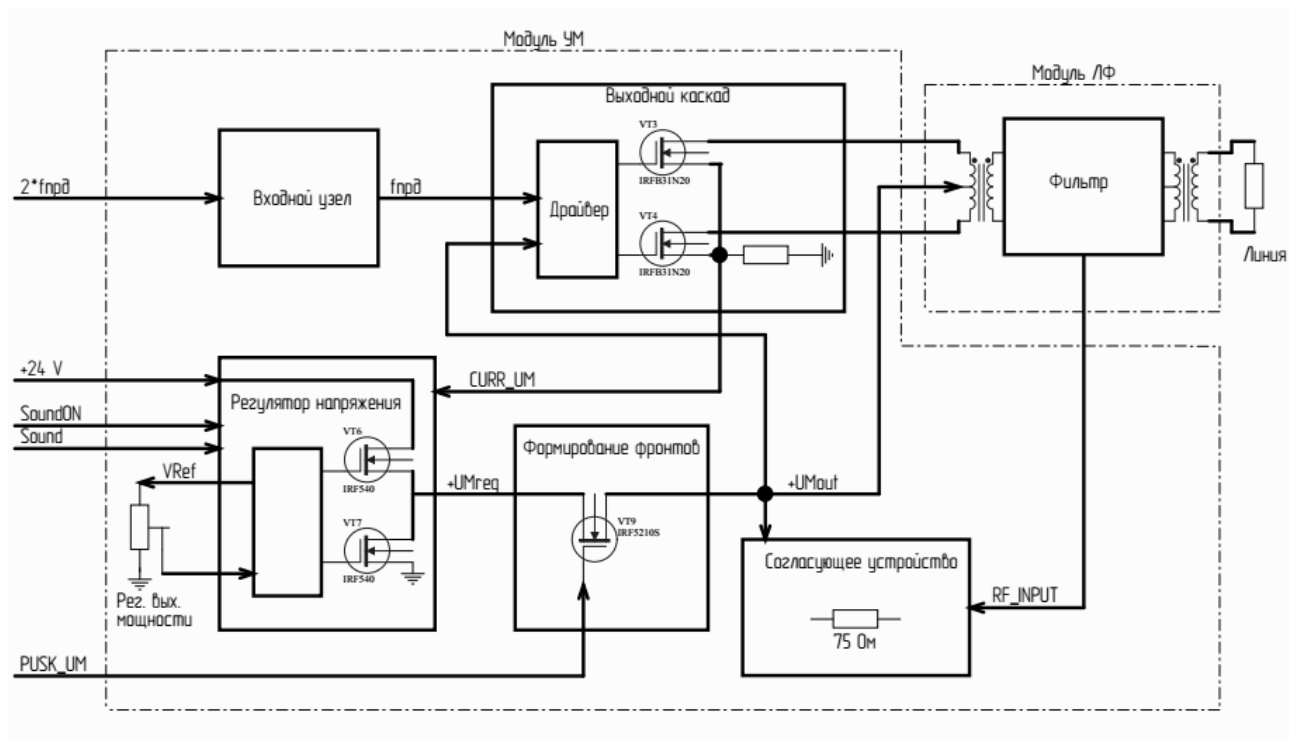


Рисунок 7.8.1 – Функциональная схема модуля УМ

Модуль усилителя мощности состоит из следующих функциональных узлов:

- Регулятор выходной мощности, также выполняющий функции модулятора несущей частоты звуковым сигналом (DD7, DD8, VT6, VT7)
- Узел формирования фронтов ВЧ -сигнала при пуске/останове ПРД для снижения уровней внеполосных излучений (U6, VT9)
- Входной узел, преобразующий гармонический входной сигнал в прямоугольные импульсы рабочей частоты (DA3, DD4B)
- Согласующее устройство, обеспечивающее входное сопротивление ПРМД 75 Ом в режиме приема (DD4A, VT2, VT8, VT10, U13, U14, R77, R82)
- Выходной каскад класса D, обеспечивающий усиление сигнала до заданной мощности, работающий по принципу “PUSH-PULL” (DD5, VT3, VT4)
- Узлы защиты, предохраняющие усилитель от потери входного сигнала несущей частоты (VD1, VD2, C2, C18, C19, R10, R11, R19) и от перегрузки (DA10B, R24-R26)

Принцип работы УМ.

Сигнал удвоенной несущей частоты  $2 \cdot f_{прд}$  поступает на входной узел, где преобразуется в прямоугольные импульсы, делится на 2 и подается на управление выходным каскадом усилителя. Входной управляющий сигнал «PUSK\_UM» разрешает подачу напряжения питания на выходной каскад усилителя и отключает согласующее устройство от линии. Появление данного напряжения запускает работу ключей выходного каскада, который управляется импульсами, приходящими с входного узла.

Регулировка выходной мощности и модуляция осуществляются регулировкой напряжения питания выходного каскада. Узел регулировки построен по принципу синхронного регулятора, имеющего высокий КПД.

Снижение уровня внеполосных излучений осуществляется за счет сглаживания (увеличения времени нарастания сигнала) фронтов выходного сигнала. Входной управляющий сигнал «PUSK\_UM» обеспечивает подачу (снятие) напряжения питания выходного каскада не мгновенно, а с плавным (100 - 200 мкс) нарастанием (спадом) выходного напряжения.

В случае пропадания входного сигнала  $2 \cdot f_{\text{прд}}$  и наличии сигнала, разрешающего работу, узел защиты заблокирует работу выходного каскада, предотвращая длительное включение одного из ключей, что может вызвать его повреждение.

В случае работы ПРМД на несогласованную нагрузку или в режиме холостого хода, узел ограничения тока выходного каскада снизит выходную мощность (но не отключит полностью, позволяя работать ПРД) до уровня, не вызывающего повреждение усилителя мощности.

### 7.9 Модуль линейного фильтра

Модуль линейного фильтра предназначен для:

- выделения первой гармоники  $f_{\text{прд}}$  из общего сигнала модуля УМ;
- обеспечения параллельной работы ПРМД с другими ПРМД в общем ВЧ канале;
- защита модулей, подключённых «за линейными фильтром» от перенапряжения и помех, поступающих с ВЛ;

Функциональная схема модуля линейного фильтра представлена на рисунке 7.9.1.

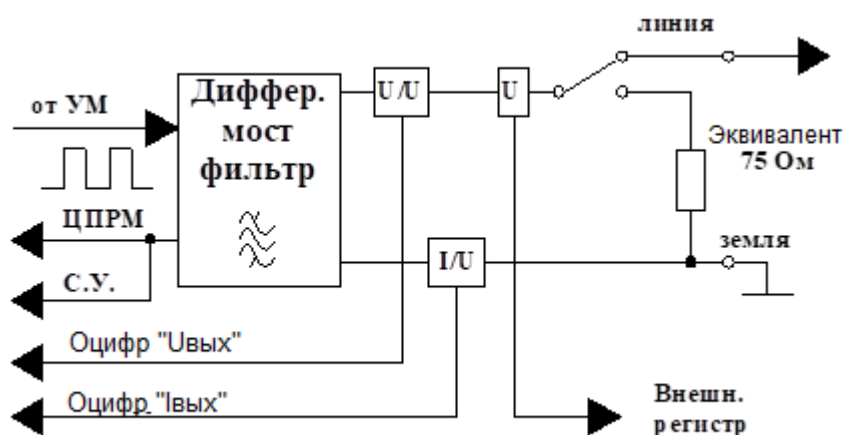


Рисунок 7.9.1 – Функциональная схема модуля линейного фильтра

Линейный фильтр выполнен по дифференциально-мостовой схеме. Состоит из двух трансформаторов  $Tr_1$  и  $Tr_2$ , двух катушек индуктивности  $L_1$  и  $L_2$ , а также двух магазинов конденсаторов  $C_{1\Sigma}$  и  $C_{2\Sigma}$ . Контура  $L_1C_{1\Sigma}$  и  $L_2C_{2\Sigma}$  настраиваются на частоту  $f_1$  и  $f_2$ , причем  $f_1 \approx f_{\text{раб}} - \Delta f/2$ ,  $f_2 \approx f_{\text{раб}} + \Delta f/2$ , ( $f_{\text{раб}}$  – рабочая частота ПРД,  $\Delta f$  – ширина полосы линейного фильтра).

Принцип действия дифференциального фильтра упрощенно показан на рисунке 7.9.2.

Частота настройки контуров  $L_1C_{1\Sigma}$  и  $L_2C_{2\Sigma}$  определяется соотношением величины индуктивности и емкости и определяется из выражения:

$\omega L$  – условие резонанса,

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad 2\pi f * L = \frac{1}{2\pi f C}$$

Откуда,

$$f = \frac{\sqrt{\frac{1}{LC}}}{2\pi}$$

На частоте настройки индуктивное сопротивление контура равно (по модулю) емкостному, а полное сопротивление близко к нулю.

При увеличении частоты сигнала сопротивление контура начинает увеличиваться и имеет индуктивный характер, при уменьшении частоты сигнала сопротивление контура также увеличивается, но носит емкостной характер.

Выполним настройку контуров  $L1C1_{\Sigma}$  и  $L2C2_{\Sigma}$  на частоты  $f1$  и  $f2$  соответственно ( $f1 = f_0 - \Delta f$ ,  $f2 = f_0 + \Delta f$ ).

1) Допустим, частоты входного сигнала  $U_{вх}$  находится в полосе между  $f1$  и  $f2$ . Сопротивления контура  $L1C1_{\Sigma}$  – индуктивное, сопротивление контура  $L2C2_{\Sigma}$  – емкостное. Ток  $I_1$  отстает от  $U_1$  на  $90^\circ$ , а ток  $I_2$  опережает  $U_2$  на  $90^\circ$ , в результате токи  $I_1, I_2$  создают общий магнитный поток  $F_{\Sigma}$ , который приводит к появлению на вторичной обмотке  $Tr2$  выходного напряжения  $U_{вых}$ .

2) Подадим входной сигнал  $U_{вх}$  с частотой меньше  $f1$ , при этом сопротивление обоих контуров емкостное и незначительно отличается по величине. Токи  $I_1$  и  $I_2$  опережает «свои» напряжения на  $90^\circ$ , в результате чего они направлены в разные стороны, создается разность магнитных потоков  $F_{\Sigma}$ , которая приводит к появлению на выходе  $Tr2$  меньшего выходного напряжения.

3) Аналогичная ситуация возникает, если подать сигнал  $U_{вх}$  с частотой выше  $f2$ . Сопротивление обоих контуров при этом будет индуктивным, а на выходе фильтра - уменьшенное значение  $U_{вых}$ .

Таким образом, полоса пропускания фильтра определяется частотами  $f1$  и  $f2$ ,  $\delta f = f2 - f1$ . Вне этой полосы затухание фильтра резко возрастает.

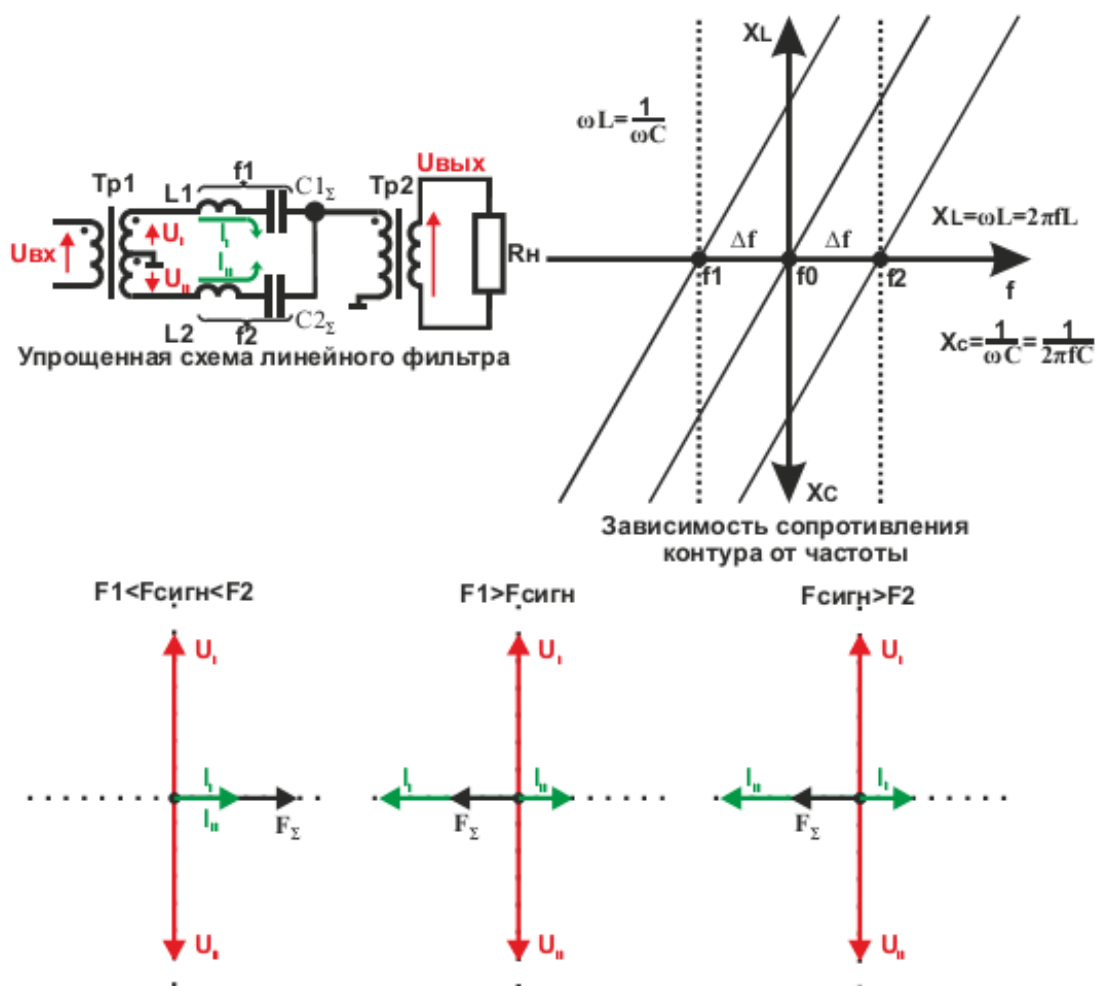


Рисунок 7.9.2 – Принцип действия дифференциально-мостового фильтра

В модуле линейного фильтра имеется узел контроля тока выхода, который содержит: измерительный трансформатор  $Tr3$ ; выпрямитель; сглаживающий конденсатор; регулируемый резистор.

В модуле линейного фильтра смонтирован эквивалент ВЧ канала (сборный резистор 75 Ом, 40 Вт) и переключатель SW1 выбора нагрузки ПРД, реальный ВЧ канал или внутренний эквивалент.

Обмотка W5 трансформатора Tr1 предназначена для выполнения нескольких функций:

1) К этой обмотке подключается узел контроля напряжения  $U_{\text{вых.прд}}$  (измерение/оцифровка/отображение на дисплее результата). Из этого же узла на клеммы П2/1 - П2/2 модуля линейного фильтра выдается сигнал «свой - чужой» для записи на внешнем регистраторе в виде огибающей. Элементы узла размещаются в модуле линейного фильтра.

2) К этой же обмотке подключено, так называемое, согласующее устройство, конструктивно размещенное в модуле усилителя. Согласующее устройство обеспечивает установку величины входного сопротивления ПРМД 75 Ом в режиме приема сигнала от «дальнего» ПРД.

3) ВЧ сигнал своего и дальнего ПРД с этой обмотки поступает на цифровой ПРМ, физически расположенный в модуле управления ПРМД.

Модуль линейного фильтра для обеспечения необходимых характеристик по рабочему и вносимому затуханию выпускается в нескольких модификациях, в зависимости от частотного поддиапазона.

Измерительный выход (BNC соединитель) может быть подключен (переключатель SW2) на выход ПРД или на вход УМ (между УМ и модулем линейного фильтра).

Таблица 7.9.1 – Модификация элементов ЛФ

диапазон частот, кГц	Tr1	Tr2	диапазон частот, кГц	L мГн	Обозначение	Tr3
24 - 60	ДЭС1402.01	ДЭС1403.01	24 - 70	2.0	ДЭС1401.01	ДЭС1404.01
60 - 120	ДЭС1402.02	ДЭС1403.02	70 - 120	1.0	ДЭС1401.02	
120 - 250	ДЭС1402.03	ДЭС1403.03	120 - 220	0.5	ДЭС1401.03	
250 - 400	ДЭС1402.04	ДЭС1403.04	220 - 320	0.25	ДЭС1401.04	
400 - 600	ДЭС1402.05	ДЭС1403.05	320 - 500	0.125	ДЭС1401.05	
600 - 1000	ДЭС1402.06	ДЭС1403.06	500 - 670	0.100	ДЭС1401.06	
			670 - 1000	0.080	ДЭС1401.07	

Расчет необходимой емкости осуществляется по формуле:

$$C = \frac{25,3 * 10^6}{f^2 * L}, \text{ пФ}$$

Где  $f$  – частота настройки, кГц;  $L$  – индуктивность катушки, мГн.

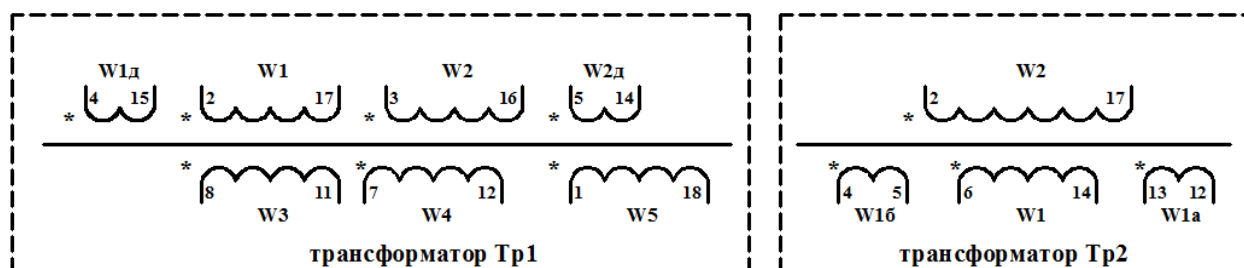


Рисунок 7.9.3 – Схема выводов трансформаторов

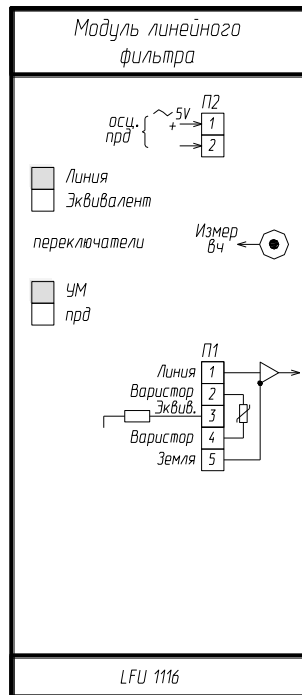


Рисунок 7.9.4 – Задняя крышка модуля

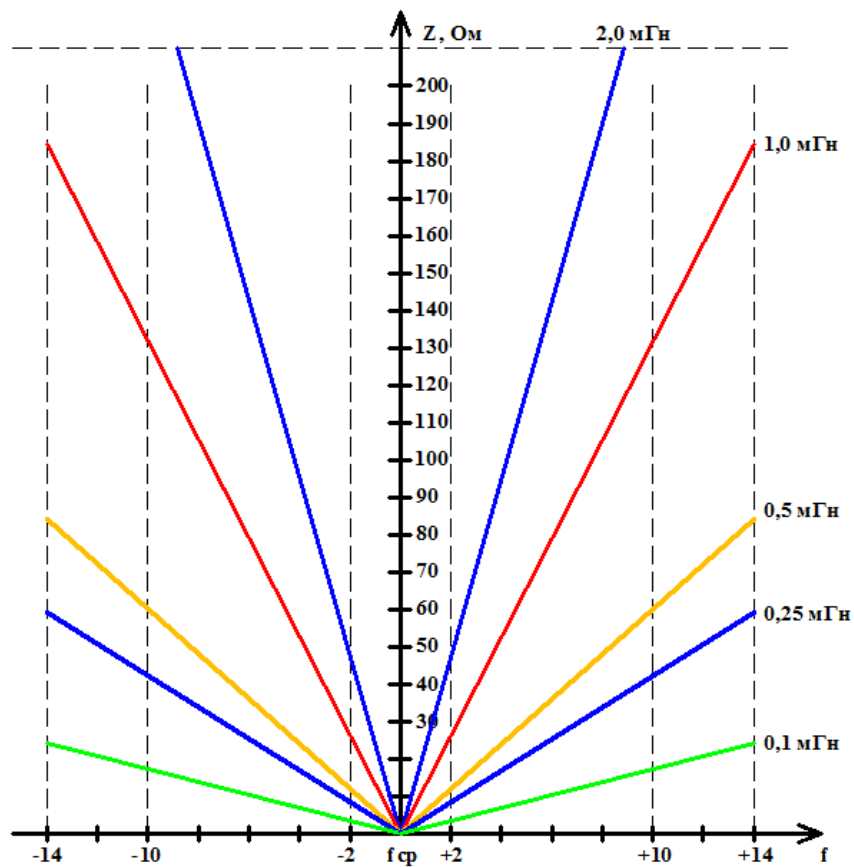


Рисунок 7.9.5 – Измерение сопротивления LC-контура при  $f_{\text{нстр}} = f_{\text{ср}}$

## 7.10 Модуль внешних подключений

### 7.10.1 Особенности работы с различными видами защит

Модуль внешних подключений предназначен для выполнения функций взаимодействия ПРМД с различными терминалами релейной защиты:

- формирования сигналов управления ПРД («пуск», «останов», «безынерционный пуск», «манипуляция») от всех типов терминалов релейной защиты;
- формирования выходных сигналов ПРМ («ток выхода», «напряжения выхода») для всех типов защит;
- формирования сигналов внешней сигнализации («авария», «предупреждение») и сигнала вывода (блокирования) терминала защиты в случае неисправности ПРМД или ВЧ канала.

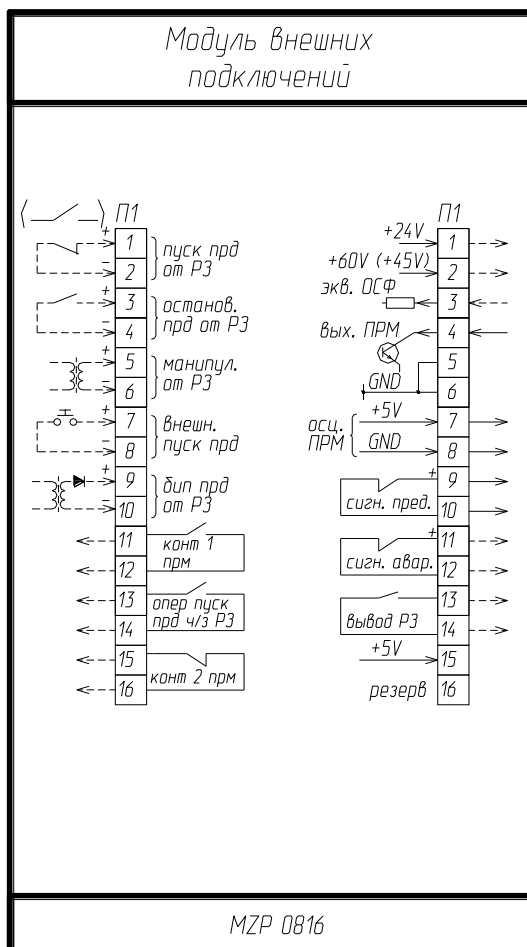


Рисунок 7.10.1.1 – Задняя крышка модуля

### 7.10.2 Узел формирования сигнала пуска ПРД

Узел формирования сигнала пуска ПРД от терминала релейной защиты выполнен на элементах U1 и U2. Клеммы ПЗ/1 – ПЗ/2.

Принцип действия рассмотрим на упрощенной схеме рисунок 7.10.2.1. Допустим, пуск ПРД необходимо осуществлять от терминала релейной защиты замыкающим «сухим» контактом.

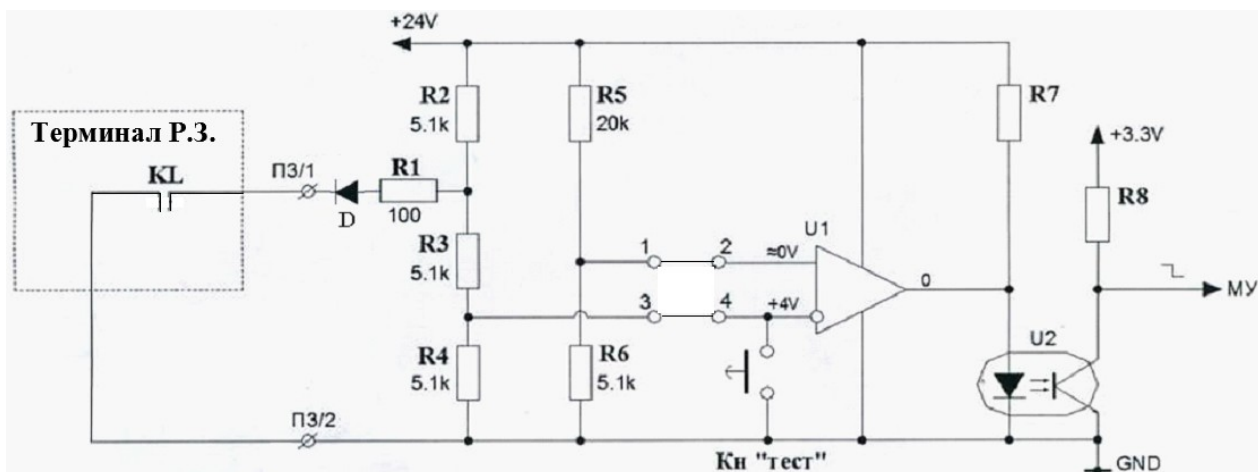


Рисунок 7.10.2.1 – Формирование пуска ПРД замыкающим контактом пускового органа

В этом случае следует установить перемычки 1 - 2 и 3 - 4. При отсутствии пускового фактора от релейного терминала (нет КЗ в первичной сети) контакт КЛ разомкнут и входные клеммы ПЗ/1 – ПЗ/2 не закорочены. На прямом входе U1 установлен уровень + 4 В (делитель R5, R6), а на инверсном, уровень + 8 В (делитель R2, R3, R4), на входе U1 устанавливается уровень лог. «0», значит транзистор оптопары U2 закрыт и в модуль управления поступает уровень лог. «1». При КЗ в первичной сети срабатывает пусковой орган релейного терминала (замыкается контакт КЛ), и на инверсном входе U1 устанавливается уровень, близкий к лог. «0» (делитель R1, R2). На выходе U1 появляется уровень лог. «1», срабатывает светодиод оптопары U2 и открывается ее транзистор, уровень лог. «0» поступает в модуль управления, что приводит к пуску ПРД.

При тестовой проверке данного узла по команде от модуля управления на инверсном входе U1 устанавливается уровень лог. «0» (на рисунке 7.10.2.1 – кнопка тест). На выходе U1 уровень лог. «1», а на выходе U2 уровень лог. «0», что приводит к пуску ПРД.

Если терминал релейной защиты осуществляет пуск ПРД размыкающим сухим контактом, то необходимо установить перемычки 1 - 4 и 2 - 4 рисунок 7.10.2.2.

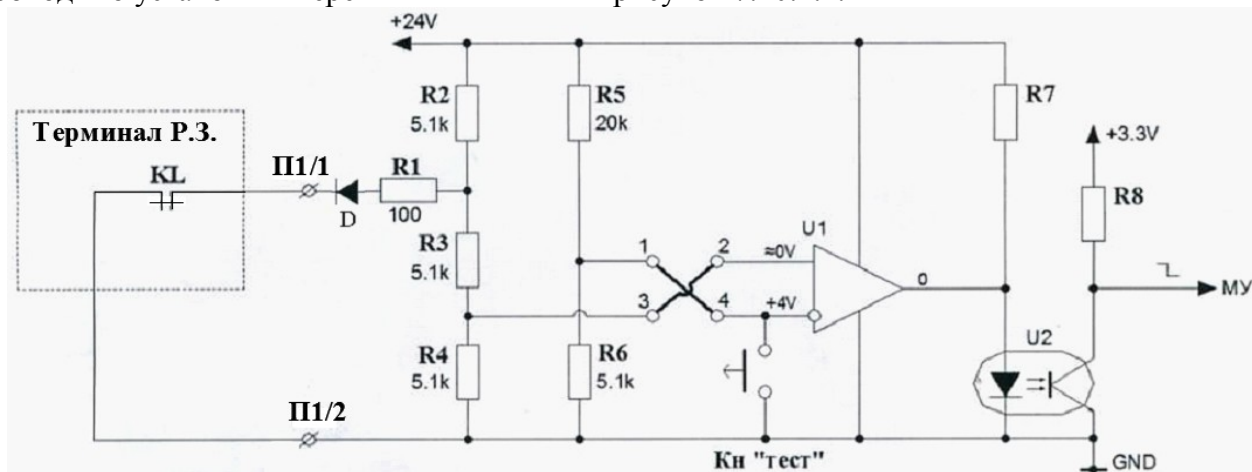


Рисунок 7.10.2.2 – Формирования пуска ПРД размыкающим контактом пускового органа

При отсутствии пускового фактора контакты реле КЛ замкнуты. На инверсном входе U1 уровень + 4 В (делитель R5, R6), на прямом входе уровень близок к 0 В (делитель R1, R2). На выходе U1 уровень лог. «0», транзистор оптопары закрыт и в модуль управления поступает уровень лог. «1». При срабатывании пускового органа релейного терминала контакт КЛ размыкается, что приводит к появлению уровня + 8 В на прямом входе U1. Так как на инверсном входе уровень + 4 В, то на выходе U1 уровень лог. «1», транзистор оптопары U2 открывается и обеспечивает уровень лог. «0» в модуле управления, что приводит к пуску ПРД. А как в этом режиме



обеспечивается тестовая проверка? По команде от модуля управления на инверсном входе U1 устанавливается лог. «0» (на рисунке 7.10.2.2 – кнопка тест), на прямом входе U1 присутствует уровень (делитель R1, R2), примерно + 0.45 В, что является достаточным, чтобы обеспечить на выходе U1 уровень лог. «1» (а на выходе U2 – лог. «0») – ПРД запускается.

Если терминал релейной защиты осуществляет пуск ПРД логическим уровнем, то схема узла будет работать следующим образом (см. рисунок 7.10.2.3 для работы с терминалом ПДЭ-2802). Устанавливается переключки 1 - 2 и 3 - 4.

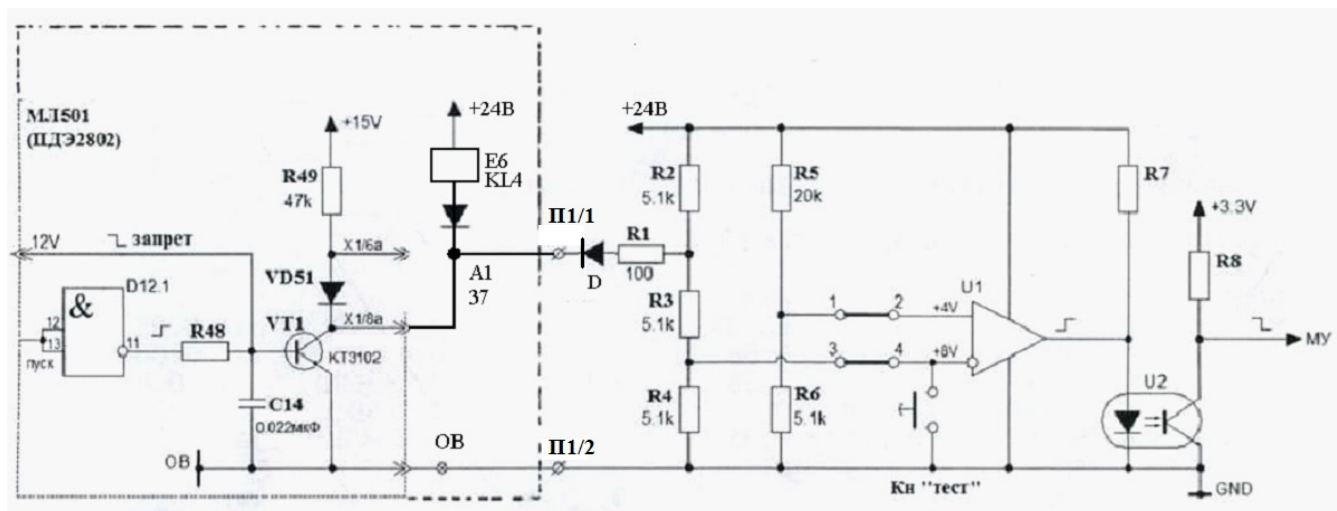


Рисунок 7.10.2.3 – Формирование пуска ПРД от микроэлектронного терминала (логика 15 В)

При отсутствии пускового фактора выходной транзистор VT1 релейного терминала закрыт, на инверсном входе U1 ПРМД устанавливается уровень ~ + 8 В, а на прямом входе U1 уровень + 4 В. В результате, на выходе U1 уровень лог. «0», а на выходе U2 уровень лог. «1» и ПРД запущен. Срабатывание пусковых органов релейного терминала приводит к открытию транзистора VT1, при этом уровень лог. «0» поступает на инверсный вход U1, а на его выходе уровень лог. «1». Транзистор оптопары U2 открывается и лог. «0» в модуле управления обеспечивает пуск ПРД. Тестовый пуск ПРД (на рисунке 7.10.2.3 – кнопка «тест») осуществляется по команде от модуля управления подачей уровня лог. «0» на инверсный вход U1.

### 7.10.3 Узел формирования сигнала останова ПРД

Узел формирования сигнала останова ПРД от релейного термина «внешний останов» выполнен на элементах U1.2, U10, входные клеммы П1/3 - П1/4. Принцип действия этого узла аналогичен принципу действия узла формирования пуска ПРД от терминала защиты. Останов ПРД может быть реализован как замыкающим, так и размыкающим контактом релейного терминала (для этого соответствующим образом распаивают переключки TP14, TP16, TP11, TP10).

### 7.10.4 Узел формирования сигнала пуска ПРД от внешней кнопки

Узел формирования сигнала пуска ПРД от внешней кнопки шкафа (панели) аналогичен узлу формирования пуска ПРД от релейного терминала. Входные клеммы П1/7 - П1/8.

### 7.10.5 Узел формирования безынерционного пуска ПРД

Узел формирования безынерционного пуска ПРД выполнен на элементах U26.1 и U13. Входные клеммы П1/9 - П1/10.

Этот узел используется при работе ПРМД с электромеханическими терминалами (ДФ3201, ДФ3504, ДФ3503). Схема узла безынерционного пуска с привязкой к релейному терминалу показана на рисунке 7.10.5.1.

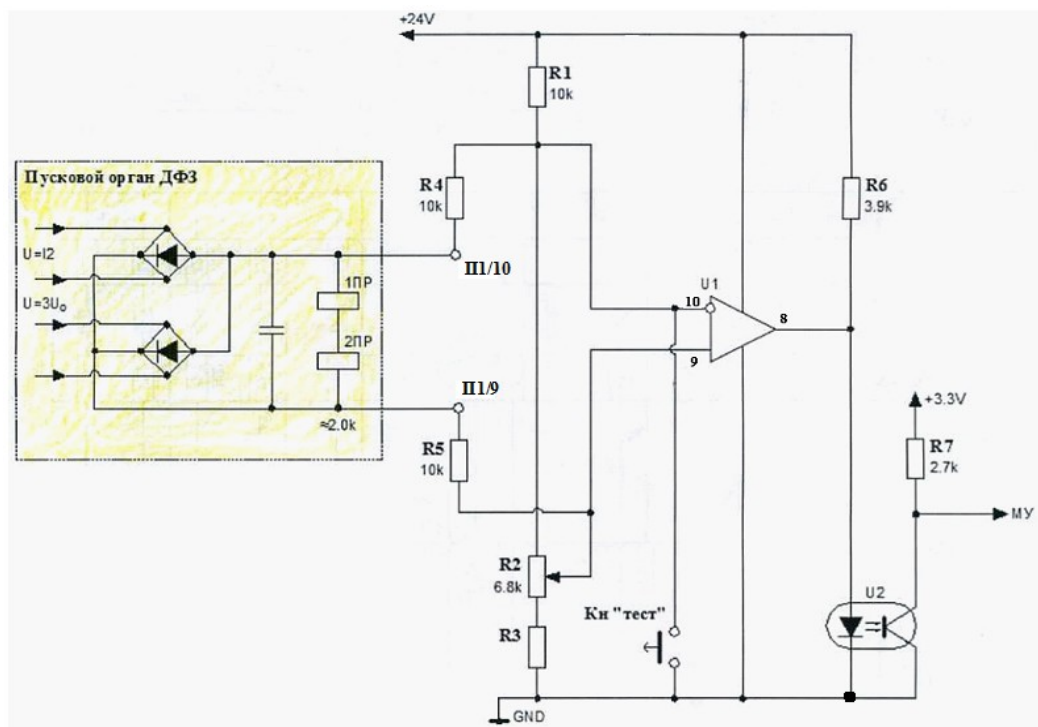


Рисунок 7.10.5.1 – Формирования безынерционного пуска ПРД при работе с электромеханическими ДФЗ

Сигнал безынерционного пуска «БИП» поступает на ПРД от пускового органа релейного терминала в виде изолированного выпрямленного напряжения, пропорционального составляющим обратной и нулевой последовательности тока КЗ.

При отсутствии пускового фактора напряжение на выходе релейного терминала равно 0 В. На инверсном входе U1 установлен уровень + 14 В (делитель R1, R2, R3), а на прямом входе + 6 - 8 В (делитель R1, R4, R5, R2, R3), на выходе U1 уровень 0 В. Транзистор оптопары U2 закрыт, уровень лог. «1» поступает в модуль управления – ПРД не запущен.

Появление в релейном терминале тока обратной (I<sub>2</sub>) и/или нулевой (3I<sub>0</sub>) последовательности обуславливает наличие напряжения безынерционного пуска на обмотках пусковых реле терминала 1ПР, 2ПР. Это напряжения потенциалом «+» прикладывается к прямому входу №9 U1. В момент, когда уровень на прямом входе U1 превысит уровень на инверсном входе, на выходе U1 уровень лог. «1», транзистор оптопары U2 открывается и в модуль управления поступает уровень лог. «0», что означает команду на пуск ПРД.

Порог срабатывания безынерционного пуска должен быть согласован с контактным пуском (срабатывание реле 1ПР), поэтому предусматривается возможность регулировки порога срабатывания «БИП» (резистор R2).

Тестовый контроль узла «БИП» (на рисунке 7.10.5.1 – кнопка «тест») осуществляется по команде от модуля управления подачей уровня лог. «0» на инверсный вход U1. При этом открывается транзистор оптопары U2 и лог. «0» поступает в модуль управления – пуск ПРД.

Если безынерционный пуск не используется, то желательно установить переключку на выходные клеммы П1/9 - П1/10.

### 7.10.6 Узел формирования сигнала манипуляции 50 Гц

Узел формирования сигнала манипуляции 50 Гц для электромеханических дифференциально-фазных защит.

Узел выполнен на элементах U2.1, U17. Входные клеммы П1/5 - П1/6.

На данный вход поступает синусоидальное напряжение 50Гц амплитудой от 0 до 140 - 160В от релейного терминала (ДФЗ). Принцип действия представлен на рисунке 7.10.6.1.

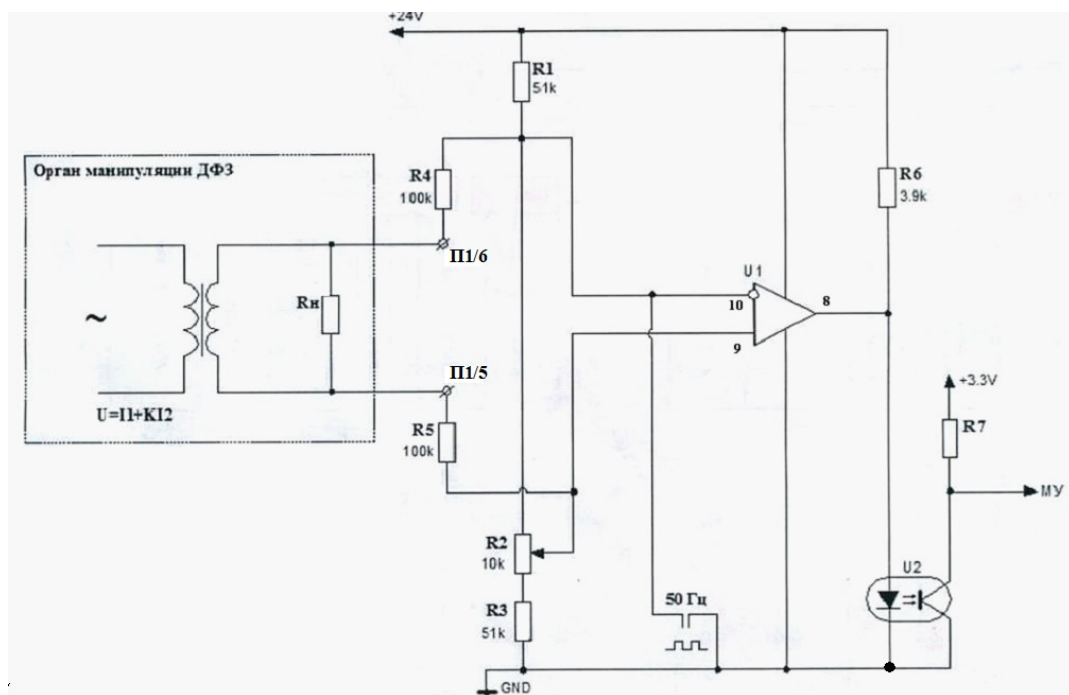


Рисунок 7.10.6.1 – Формирование функции манипуляции ПРД при работе с электромеханическими ДФЗ

При отсутствии на входных клеммах напряжения манипуляции ( $U_{\text{МАН}} = 0 \text{ В}$ ) на инверсном входе операционного усилителя устанавливается уровень примерно + 14 В, а на прямом примерно + 8 В. На выходе компаратора при этом уровень лог. «0», транзистор оптопары U2 закрыт, в модуль управления поступает сигнал лог. «1» (разрешение пуска ПРД по цепи «пуск УМ»).

При подаче на вход узла синусоидального напряжения 50Гц (напряжения манипуляции) возможны два случая:

1) «+» синусоиды приложен на клемму П1/6, при этом состояние операционного усилителя U1 не изменяется. На его выходе лог. «0», а в модуль управления от оптопары U2 поступает сигнал с уровнем лог. «1»;

2) «+» синусоиды приложен на клемму П1/7, при этом на прямом входе операционного усилителя U1 потенциал превысит опорное напряжение на инверсном входе, на выходе U1 появится лог. «1», при этом открывается транзистор оптопары U2 и в модуль управления выдается уровень лог. «0» (запрет на пуск ПРД по цепи «пуск УМ»).

Порог срабатывания операционного усилителя может регулироваться с помощью потенциометра R2.

Таким образом, при наличии на входе узла П1/5 - П1/6 сигнала манипуляции 50 Гц с его выхода (оптопара U2) в модуль управления будет передаваться сигнал (чередование лог. «0» и лог. «1») с частотой 50 Гц. Причем, длительность лог. «1» будет зависеть от величины напряжения манипуляции и порога начала манипуляции. При достаточно большом уровне напряжения манипуляции в модуль управления поступает сигнал в виде меандра с периодом 20 мс. Реализованная таким образом функция манипуляции носит названия «прямой манипуляции»: ПРД генерирует ВЧ сигнал по сигналу «пуск УМ» при положительной полуволне напряжения манипуляции и при отсутствии напряжения манипуляции. Однако, в некоторых достаточно редких случаях применения ДФЗ требуется выполнение, так называемой, «обратной манипуляции», т.е. ПРД должен генерировать ВЧ сигнал по сигналу «пуск УМ» при отрицательной полуволне напряжения манипуляции. В этом случае, при уменьшении амплитуды напряжения манипуляции уменьшается

длительность ВЧ пакета на выходе ПРД, а при отсутствии напряжения манипуляции ПРД перестает генерировать ВЧ сигнал, несмотря на наличие сигнала «пуск УМ».

Функции манипуляции реализованы программным путем в модуле управления (вид манипуляции «прямая»/«обратная» задается при конфигурировании ПРМД).

Тестовая проверка узла манипуляции осуществляется подачей от модуля управления тестового сигнала в виде меандра с периодом 20 мс на инверсный вход операционного усилителя U1. При этом напряжение манипуляции от внешнего источника (терминал ДФЗ) следует временно отключить.

Если манипуляция не используется, то входные клеммы П1/5 - П1/6 рекомендуется соединить между собой.

### 7.10.7 Узел формирования сигналов выходного каскада ПРМ

Этот узел выполнен универсальным для всех типов ВЧ защит. Упрощенная схема узла показана на рисунке 7.10.7.1.

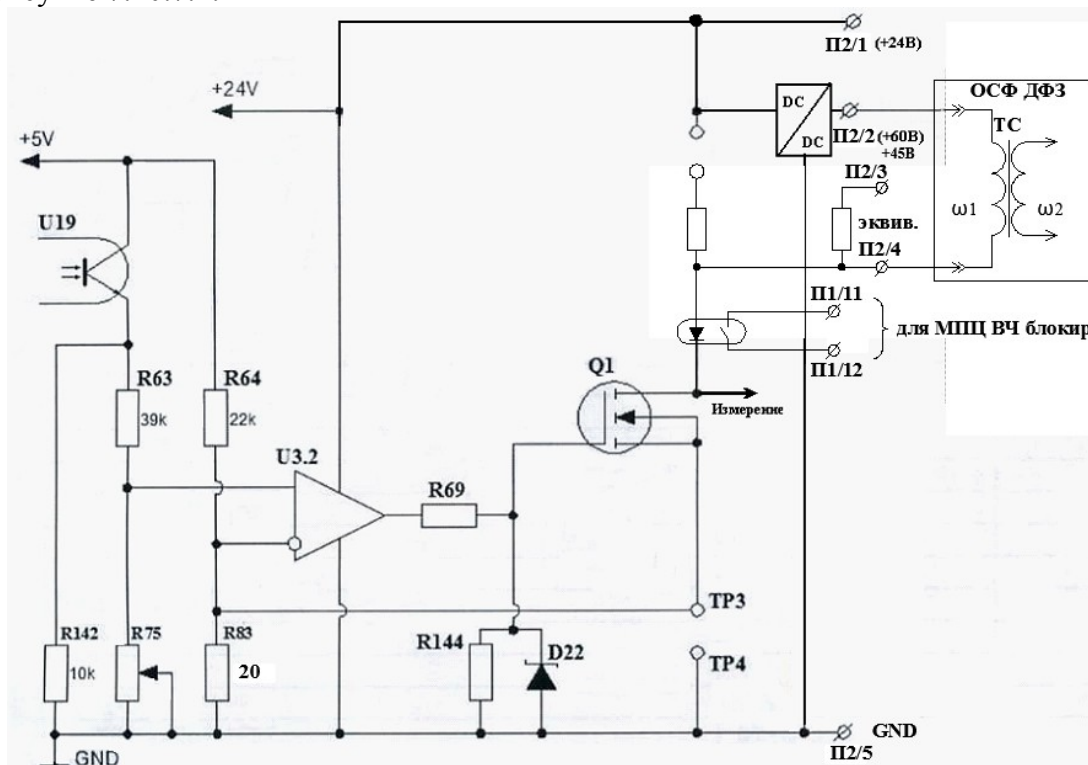


Рисунок 7.10.7.1 – Выходной узел ПРМ в составе ДФЗ (электромеханіка)

В состав узла входит оптопара U19, операционный усилитель U3.2, управляющим выходным транзистором Q1. Для работы с дифференциально-фазными защитами (ДФЗ-2, ДФЗ 201, ДФЗ 504 и т.д.) и электромеханіческими ВЧ блокировками (ЭПЗ 627, ЭПЗ 1643) данный узел должен формировать ток 20 мА (10 мА).

В режиме «покоя», т.е. когда на входе ПРМ отсутствует ВЧ сигнал с частотой настройки ПРМ  $f_{\text{прм}}$  (или этот же сигнал ниже порога чувствительности ПРМ) из модуля управления на вход узла поступает уровень лог. «0», что приводит к открытию транзистора оптопары U19. На прямом входе дифференциального усилителя U3.2 устанавливается уровень примерно +1 В, а на инверсном примерно +20 - 25 мА, значит, на выходе U3.2 уровень +24 В, и выходной транзистор Q1 открыт. Через транзистор Q1 и, следовательно, через первичную обмотку трансформатора органа сравнения фаз протекает ток (ток приема «покоя»). Величина этого тока 20 мА (10 мА) устанавливается с помощью потенциометра R75. Каскад в целом работает как стабилизатор тока.

Если на входе ПРМ появляется ВЧ сигнал с частотой настройки ПРМ  $f_{\text{прм}}$  и с уровнем выше порога чувствительности, то на входе узла уровень лог. «1». Транзистор оптопары U19 закрыва-

ется, и на прямой вход U3.2 поступает уровень лог. «0», на выходе U19 уровень 0 В. Транзистор Q1 закрыт – ток через трансформатор органа сравнения фаз не протекает.

Узел формирования выходного сигнала ПРМ работает следующим образом:

1) при отсутствии на входе ПРМ сигнала  $f_{прм}$  – через выходной транзистор Q1 (и орган сравнения фаз) протекает ток приема «покоя» 20мА (10мА). Постоянный ток на вторичную обмотку ТС не трансформируется – защита не срабатывает;

2) при наличии на входе ПРМ сигнала  $f_{прм}$  – через транзистор Q1 ток не протекает – защита не срабатывает;

3) при появлении на входе ПРМ амплитудно-манипулированного сигнала  $f_{прм}$  (частота манипуляции 50Гц) – выходной транзистор Q1 работает в ключевом режиме, формируя через первичную обмотку трансформатора органа сравнения фаз прямоугольные импульсы тока (амплитуда импульса 20мА (10мА)). Этот ток трансформируется во вторичную обмотку, что приводит к срабатыванию защиты.

С электромеханической частотной блокировкой (ЭПЗ 627, ЭПЗ 1643) узел работает абсолютно аналогично. На клеммы П4/2 - П4/4 подключается поляризованное реле приставки ВЧ блокировки (ПВБ-158).

Отличие состоит в том, что при наличии на входе ПРМ сигнала  $f_{прм}$  выше порога чувствительности на вход узла поступает уровень лог. «1», транзистор оптопары открыт, а значит, открыт и выходной транзистор. При отсутствии сигнала  $f_{прм}$  выходной транзистор закрыт. Это обеспечивает логику работы ВЧ блокировки: наличие сигнала  $f_{прм}$  в канале означает «внешнее КЗ» - открытый транзистор обеспечивает протекание через Q1 и «тормозную» обмотку реле ВЧ блокировки «тормозного» тока и защита не срабатывает; отсутствие в ВЧ канале сигнала  $f_{прм}$  означает повреждения на защищаемой ВЛ – «тормозной» ток не протекает, защита срабатывает без выдержки времени.

Для работы узла с микроэлектронным терминалом ВЧ блокировки (например, ПДЭ 2802) устанавливаются переключки ТР1 - ТР2 и ТР3 - ТР4. Упрощенная схема узла в этом случае показана на рисунке 7.10.7.2.

Узел должен формировать на выходе уровень лог. «1/0» в зависимости от наличия (отсутствия) сигнала  $f_{прм}$  на входе ПРМ. В режиме отсутствия сигнала  $f_{прм}$  из модуля управления поступает сигнал лог. «0». Транзистор оптопары открыт, на выходе U3.2 уровень + 24 В, значит, открыт выходной транзистор Q1 и уровень лог. «0» поступает на вход D11.2, обеспечивает на ее выходе лог. «1» (нет запрета на работу терминала).

Появление на входе ПРМ сигнала  $f_{прм}$  (блокирующий ВЧ сигнал) обуславливает от модуля управления лог. «1», что приводит к закрытию выходного транзистора Q1 и лог. «1» на входе D11.1, а на выходе D11.1 уровень лог. «0» - запрет работы терминала на откл.

Для работы узла с микропроцессорными терминалами с функцией ВЧ блокировки используется «сухой» контакт выходного узла П1/11 - П1/12 (см. рисунок 7.10.7.1).



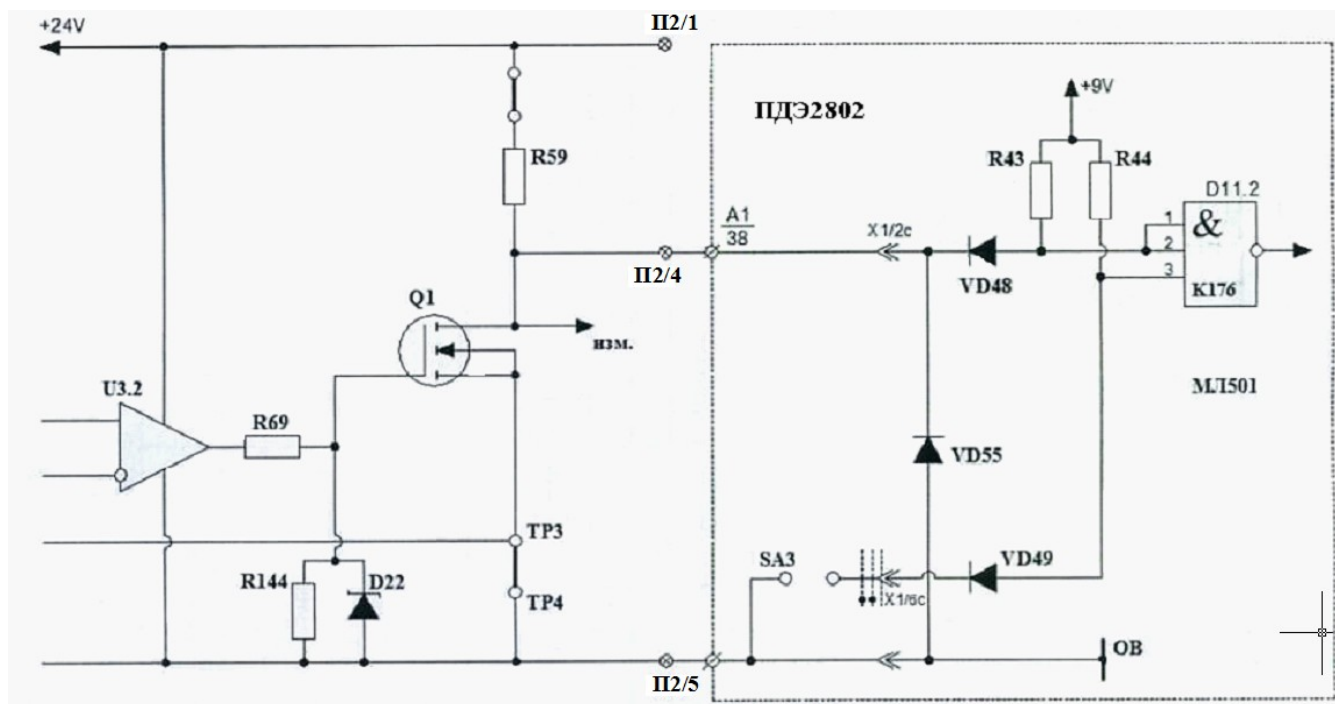


Рисунок 7.10.7.2 – Выходной узел ПРМ в составе микроэлектронной ВЧ блокировки (ПДЭ2802)

Подключение ПРМД к терминалам микропроцессорных устройств релейной защиты представляет собой сочетание вариантов, рассмотренных в данном разделе и должно учитывать особенности как аппаратных решений, так и программного обеспечения.

В разделе 11 данного РЭ1 приводятся рекомендуемые схемы подключения ПРМД к наиболее распространенным устройствам релейной защиты.

### 7.10.8 Формирование сигналов для записи на внешнем регистраторе

На внешнем регистраторе предусматривается записывать следующие сигналы:

- выходной ток (напряжение) ПРМД;
- огибающая ВЧ сигнала на выходе ПРМД.

Формирование сигнала, отображающего выходной ток (напряжение) ПРМ, осуществляется каскадом, собранном на операционном усилителе U4.2. Управляющий сигнал на прямом входе U4.2 поступает через установленную переключку TP34 - TP35 или TP3 - TP35. При закрытом выходном транзисторе Q1 на выходе U4.2 уровень лог. «1», при открытом – лог. «0». Таким образом, при открытии/закрытии выходного транзистора на выходе схемы регистрации формируется прямоугольный сигнал лог. «1/0».

Формирование сигнала, отображающего огибающую ВЧ сигнала на выходе ПРМД, осуществляется узлом, собранным на микросхеме U4.1. Предварительная подготовка сигнала (фильтрация помех, выпрямление) осуществляется в модуле управления.

В настоящее время схема записи огибающей ВЧ сигнала физически размещается в модуле линейного фильтра.

### 7.10.9 Узел формирования сигналов внешней сигнализации

Осуществляет выдачу следующих сигналов:

- аварийная неисправность ПРМД или ВЧ канала (реле K1);
- предупредительный сигнал неисправности ПРМД или ВЧ канала (реле K2).

Выходная часть узла управления реле представлена на рис 7.10.9.1.

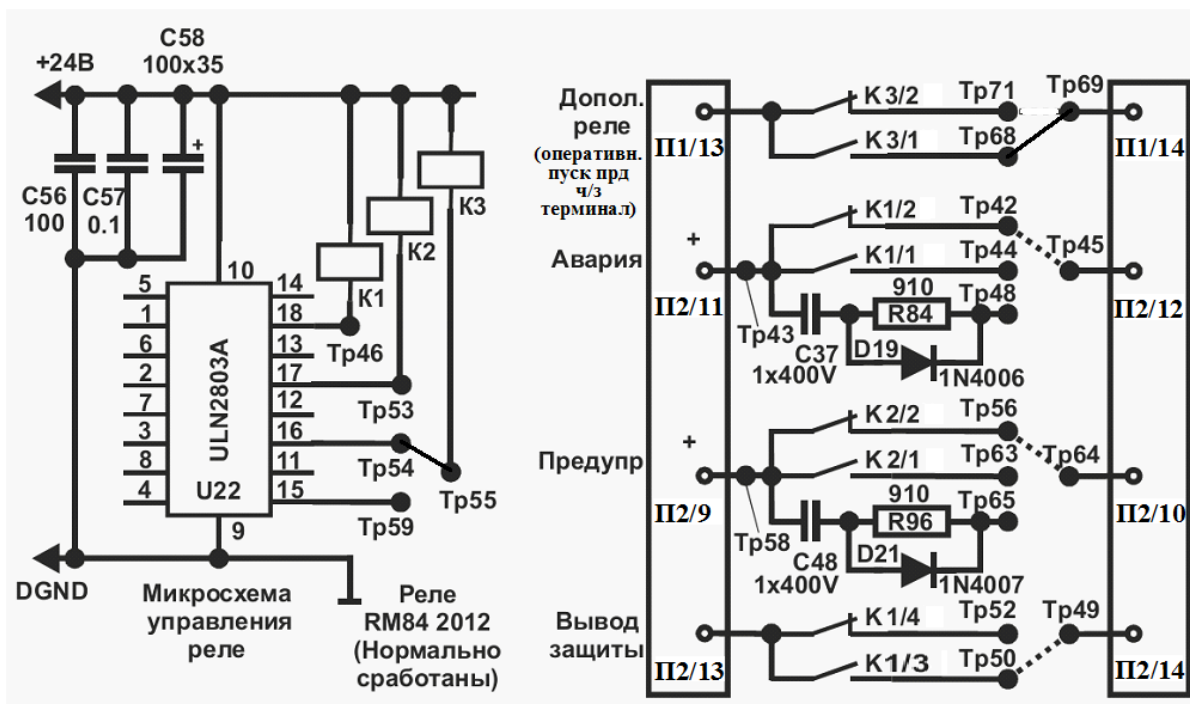


Рисунок 7.10.9.1 – Выходная часть узла управления реле

В качестве выходных сигналов используются контакты электромеханических реле (Relpol): максимальное коммутируемое напряжение 300 В (DC), максимально коммутируемый ток при резистивной нагрузке и напряжении 220 - 240 В (DC) составляет 300 мА. В случае необходимости, контакты могут быть усилены искрогасительным RCD – контуром. Выбор типа контакта (замыкающий/размыкающий), а также подключение искрогасительного контура осуществляется установкой соответствующих переключателей на плате модуля.

При отсутствии сигнала неисправности на входе модуля установлен уровень лог. «0» (контакты A21/C21 – для реле «авар. неисправ.», контакты A20/C20 – для реле «предупр.»), который микросхемой U21 (DD21 в MZP.0816) инвертируется в лог. «1»; наличие лог. «1» на входе №1 (№2) U22 (DA22 в MZP.0816) приводит к открытию «силовых» транзисторов. Реле сработано и сигнал неисправности из ПРМД не выдается. При возникновении неисправности ПРМД (или при обнаружении неисправности ВЧ канала устройством АК) из модуля управления поступает уровень лог. «1», на выходе U21 (DD21 в MZP.0816) – лог. «0». Выходной транзистор в U22 (DA22 в MZP.0816) закрывается и реле переходит в несработавшее состояние и выдает сигнал неисправности.

Такое техническое решение обеспечивает выдачу сигнала неисправности и в случае отсутствия (потери) опер. тока ПРМД или любого из «вторичных» уровней питания.

Реле К3 в схеме осуществляет ряд дополнительных (служебных) функций, например, пуск ПРД через релейный терминал.

#### 7.10.10 Узел питания модуля внешних подключений

Узел питания модуля внешних подключений включает уровни «+ 24 В», «+ 5 В» (из модуля питания) и уровень «+ 3.3 В», формируемый микросхемой U20. Визуальный контроль наличия уровней напряжения выполнен на светодиодных индикаторах LD1 - LD3 (HL1 – HL3 в MZP.0816). Для контрольных измерений предусмотрены специальные контрольные точки ТР.

Для обеспечения работы выходного каскада ПРМ с электромеханическими защитами ДФЗ предусмотрен дополнительный источник питания + 45 В (+ 60 В), собранный на микросхемах U5 и U6, индикация данного уровня осуществляется светодиодом LD4 (HL4 в MZP.0816). Если



ПРМД работает с микроэлектронным или микропроцессорным терминалом, то узел питания + 45 В (+ 60 В) можно из работы исключить перемычками (снять TR73 - TR74, TR75 - TR76 - TR77).

## 7.11 Модуль управления

Модуль управления ПРМД предназначен для обработки ВЧ сигнала от «своего» и «дальних» ПРД, осуществления функций управления ПРД и ПРМ, реализации функций АК собственного ПРМД и ВЧ канала.

Основные функции, реализуемые модулем управления:

- 1) Прием и цифровая обработка ВЧ сигнала;
- 2) Управление ПРД (пуск, останов, манипуляция);
- 3) Управление выходным каскадом ПРМ;
- 4) Автоматическая проверка исправности узлов ПРМД и ВЧ канала;
- 5) Формирование несущей частоты сигнала для ПРД;
- 6) Прием (передача) речевых сообщений «служебная связь».

### 7.11.1 Функциональная схема модуля управления

Функциональная схема модуля управления приводится на рисунке 7.11.1.1.

Входной ВЧ сигнал поступает на вход аттенюатора «свой»/«чужой». Сигнал от своего и дальнего ПРД ограничивается до заданного уровня. Ограниченный по величине сигнал проходит через полосовой фильтр 24 - 1000 кГц и поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Оцифрованный ВЧ сигнал поступает на (ПЛИС) – программируемую логическую интегральную схему, в которой, собственно, и реализован цифровой ПРМ для ВЧ защиты. Выходная часть ПРМ представляет собой компараторы, которые выдают сигнал на микроконтроллер и светодиодную индикацию.

Основной компаратор определяет порог чувствительности ПРМ. Компаратор «High» осуществляет предупредительную сигнализацию о снижении уровня принимаемого сигнала дальнего ПРД (например, ухудшение канала из-за гололеда). Компаратор «Low» осуществляет аварийную сигнализацию, снижения уровня принимаемого сигнала (повреждение устройств, обрыв присоединения).

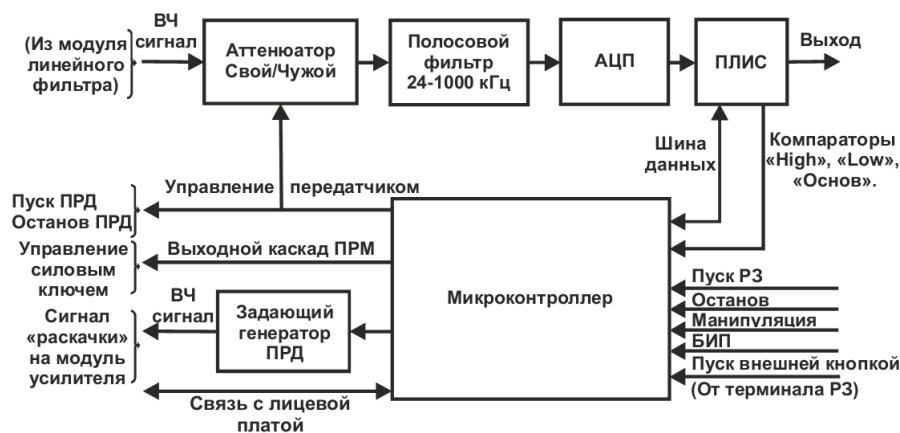


Рисунок 7.11.1.1 – Функциональная схема модуля управления

Действие основного компаратора направляется на управление выходным каскадом ПРМ, компараторы «High», «Low» используются в программе АК канала.

Имеющийся дополнительный компаратор используется в качестве пускового органа программ АК.

Аттенюатор «свой»/«чужой» в режиме приема сигнала от своего ПРД предохраняет входной каскад цифрового ПРМ (АЦП) от повреждения высоким уровнем сигнала работающего ПРД.

Задающий генератор модуля управления представляет собой генератор прямого цифрового синтеза, выполненный на базе микросхемы AD9833. На выходе генератора формируется синусоидальный сигнал двойной заданной частоты  $2 \cdot f_{прд}$ , что необходимо для правильной работы усилителя мощности. Шаг изменения частоты на выходе ПРД принят 100 Гц.

Управление ПРД осуществляется внешними сигналами «пуск РЗ», «БИП», «пуск внешней кнопкой», «останов», «манипуляция», которые поступают на ПРМД от релейного терминала. Микроконтроллер модуля управления осуществляет основное управление ПРМД: настройка параметров ПЛИС, задающего генератора ПРД, пуск/останов ПРД от сигналов релейного терминала (с учетом манипуляции), управление выходным каскадом ПРМ, АК по одному из принятых протоколов. Запуск функции АК осуществляется от таймера через заданные промежутки времени или оперативной кнопкой «АК» на ЛП.

Контроллер реализует систему приоритетов управления ПРД:

1. Останов;
2. Пуск РЗ (Пуск БИП);
3. Пуск кнопкой с ЛП или пуск внешней кнопкой;
4. Пуск от функции АК;
5. Пуск от служебной (наладочной) связи.

В алгоритме программы микроконтроллера предусмотрен запрет всех сервисных пусков при действии РЗ с задержкой на время 2 с после снятия сигнала защиты.

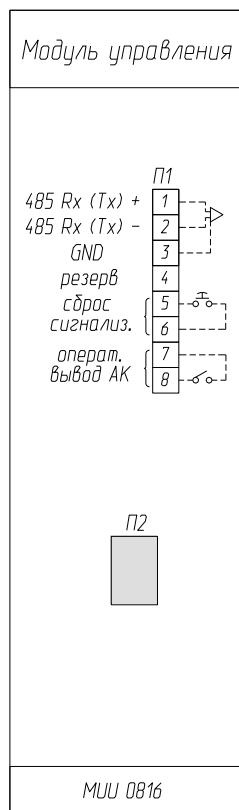


Рисунок 7.11.1.2 – Задняя крышка модуля

### 7.11.2 ПРМ с цифровой обработкой сигналов

Структурная схема ПРМ показана на рисунке 7.11.2.1.

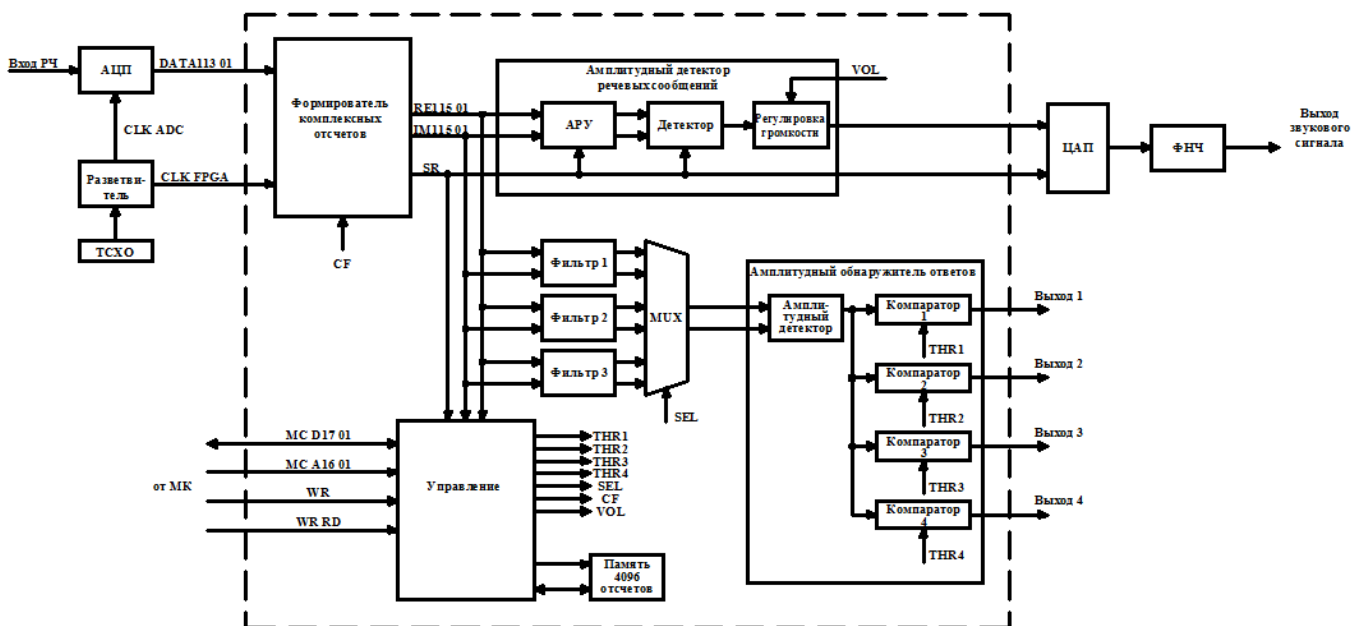


Рисунок 7.11.2.1 – Структурная схема ПРМ с цифровой обработкой сигнала

Прием и обработка сигналов осуществляется в диапазоне частот 24 - 1000 кГц. Реализуется следующая функция:

- перестройка по частоте внутри рабочего диапазона;
- переключаемые фильтры с заданными АЧХ;
- цифровой амплитудный детектор и четыре компаратора с разными порогами;
- амплитудный детектор с автоматическим регулированием уровня для приема речевых сообщений (служебная связь);
- регулировка громкости звука;
- измерение амплитуды входного сигнала;
- запись комплексных отчетов во внутреннюю память, с последующей выдачей их в МК.

Основные параметры цифрового ПРМ:

- количество каналов 1;
- количество разрядов АЦП 14 бит;
- частота дискретизации АЦП 10 МГц;
- стабильность частоты опорного генератора  $\pm 10$  ppm;
- избирательность при отстройке на  $\pm 5$  кГц 45 дБ;
- минимальный шаг перестройки частоты 0.1 кГц;
- темп следования отсчетов для записи в память 10 кГц;
- разрядность отсчетов комплексного сигнала 16 бит;
- объем памяти 4096 отсчетов;
- разрядность звукового ЦАП 10 бит.

Выходной радиосигнал в полосе частот 24 - 1000 кГц поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и оцифровывается с частотой дискретизации 10 МГц. Цифровые отсчеты сигнала с выхода АЦП поступают на формирователь комплексного сигнала.

С помощью формирователя комплексного сигнала производится настройка на необходимую центральную частоту входного ВЧ сигнала, сужение полосы пропускания до необходимого значения, прореживание комплексных отсчетов (децимация).

С выхода формирователя комплексные отсчеты с темпом следования 10 кГц поступают на вход фильтров 1, 2, 3. Каждый из этих фильтров имеет собственную заданную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ). После фильтрации комплексные отсчеты поступают на мультиплексор (MUX). С помощью мультиплексора при конфигурировании ПРМД выбирается необходимая характеристика фильтра ПРМ. С выхода мультиплексора отфильтрованные отсчеты поступают на вход амплитудного детектора, а с выхода детектора сигнал поступает на компараторы 1, 2, 3, 4. Для каждого компаратора при конфигурировании устанавливается свой порог. Если амплитуда сигнала превышает значение заданного порога, то на выходе компаратора устанавливается уровень лог. «1».

Для защиты от «дребезга» выходного сигнала предусмотрен гистерезис.

Для формирования звукового сигнала, используется цифровой амплитудный детектор с автоматической регулировкой усиления (АРУ). С выхода амплитудного детектора сигнал поступает на регулятор громкости. Управление уровнем громкости производится при помощи микроконтроллера. Далее следует цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), затем фильтр низкой частоты (ФНЧ) для сужения полосы звукового сигнала до 3 кГц.

Формирование тактового сигнала производится с помощью термокомпенсированного генератора ТСХО.

Питание ПРМ реализовано на преобразователях U24 ( $\pm 12$  В), U34 ( $\pm 15$  В), U13, U14, U15. Предусмотрена фильтрация сформированных уровней наборами конденсаторов и индуктивностей. Для индикации вторичных уровней используются светодиодные индикаторы LD1, LD8, LD9, LD10, LD11.

Дискретные сигналы «БИП», «пуск РЗ», «останов», «манипуляция», «пуск Кн» поступают из модуля входных воздействий (МЗП) через микросхему U19 на микроконтроллер U2, который реализует программу управления ПРД с учетом системы приоритетов.

В свою очередь, контроллер выдает команды тестового контроля («тест БИП», «тест пуск РЗ», «тест останов», «тест манипуляция», «тест пуск Кн»), через микросхему U25 в модуль внешних воздействий (МЗП).

Включение в локальную информационную сеть может быть осуществлено через клеммник внешних соединений П5.

Светодиоды LD2, LD4, LD5, LD6 предназначены для контроля срабатывания компараторов ПРМ.

В модуле управления реализован протокол передачи информационных сообщений от ПРМД (Modbus RTU).

Ведущее устройство может осуществлять функцию сброса информации (квитирование) и установку времени в ПРМД.

Сброс сигнализации ПРМД может выполняться от «внешней» кнопки (клеммы П1/5 - П1/6).

Оперативный вывод АК может выполняться ключом (тумблером) (клеммы П1/7 - П1/8).

## 7.12 Лицевая панель

ЛП ПРМД предназначена для выполнения следующих функций:

- обмен информацией с модулем управления посредством последовательной шины данных RS - 485;
- оперативное управление ПРМД с помощью клавиатуры;
- светодиодная индикация основных рабочих параметров;
- визуализация текущей информации о состоянии ПРМД;
- конфигурация программных параметров ПРМД с помощью клавиатуры;
- подключение персонального компьютера (USB-B порт) для конфигурации и чтения журнала событий.

ЛП состоит из металлической панели (основы), графического дисплея, светодиодных индикаторов и платы контроллера.

### 7.12.1 Описание платы контроллера

Питание контроллера U1 организовано с помощью стабилизатора напряжения U5.

Контроллер U1 осуществляет оцифровку ряда параметров ПРМД. Вторичные уровни «+ 5 В», «+ 24 В» и «+ УМ», поступающие на микроконтроллер через резисторные делители R23 - R28, R19 - R27, R16 - R26 оцифровываются и выводятся на дисплей. Кроме того, с помощью компараторов осуществляется контроль вторичных уровней, в случае снижения уровня ниже допустимого выдается предупредительный сигнал (светодиод на ЛП и реле K2 в модуле внешних подключений).

Сигналы, пропорциональные напряжению выхода ПРД и току выхода, поступают на микроконтроллер для оцифровки из модуля линейного фильтра. А для оцифровки величины тока приема (напряжения приема) выходного сигнала ПРМ используется сигнал из модуля внешних подключений. Светодиодные индикаторы LD1 - LD10 осуществляют визуализацию основных параметров. На плате контроллера размещены также микрофонный усилитель U7, усилитель низкой частоты U9, микросхема часов U8.

## 8 Работа ПРМД

### 8.1 Работа с дифференциально-фазными защитами

При симметричной нагрузке (или при отсутствии нагрузки) на защищаемой ВЛ ПРД не генерируют ВЧ сигнала в ВЧ канал («не запущены»), т.к. отсутствует команда на запуск ПРД от релейного терминала.

При возникновении короткого замыкания на защищаемой ВЛ или на смежных ВЛ срабатывают пусковые органы (ПО) защиты и запускают ПРД на обоих концах защищаемой ВЛ. При этом осуществляется манипуляция ВЧ сигнала током короткого замыкания с частотой 50 Гц. При положительной полуволне напряжения манипуляции (тока КЗ) ПРД выдает в канал ВЧ сигнал ( $\approx 10$  мс), а при отрицательной полуволне тока КЗ – пуск ПРД запрещен ( $\approx 10$  мс).

Принцип действия дифференциально-фазной защиты показан на рисунке 8.1.1.

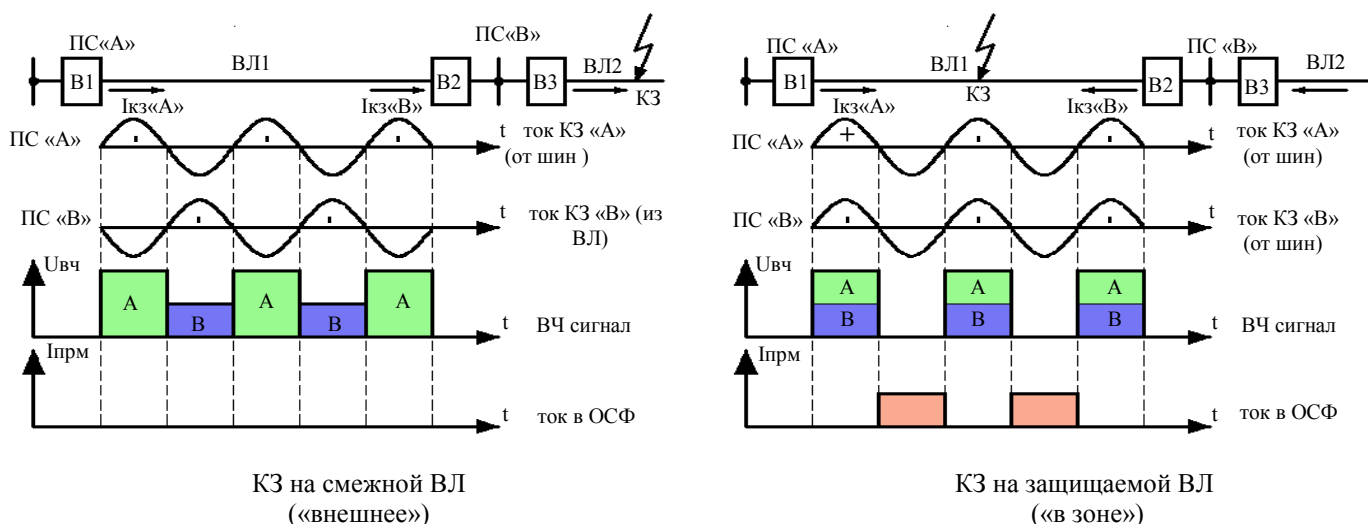


Рисунок 8.1.1 – Принцип действия дифференциально-фазной защиты

Если КЗ произошло на смежной ВЛ, то по защищаемой ВЛ протекает «сквозной» ток КЗ. На PS «А» от шин в линию, а на PS «В» из линии к шинам. Вторичные токи на подстанциях «А» и «В» в противофазе. В результате ПРД на PS «А» и PS «В» работают поочередно (при наличии положительной полуволны тока КЗ). На вход ПРМ «А» и ПРМ «В» поступает сплошной (непрерывный) ВЧ сигнал. Ток приема на входе ПРМ равен «0». Защита не срабатывает (заблокирована).

Если КЗ произошло на защищаемой ВЛ, то направление тока КЗ на ПС «А» и ПС «В» от шин в линию. Вторичные токи на ПС «А» и ПС «В» в фазе. В результате ПРД «А» и ПРД «В» работают одновременно: при положительной полуволне тока КЗ оба генерируют ВЧ сигнал ( $\approx 10$  мс). На вход ПРМ «А» и ПРМ «В» - прерывистый ВЧ сигнал. На выходе ПРМ пульсирующий ток. Защиты срабатывают.

## 8.2 Работа с направленными защитами (ВЧ блокировка)

При возникновении короткого замыкания на защищаемой ВЛ или на смежных ВЛ срабатывают пусковые органы защит (как правило «ненаправленные») и осуществляют пуск ПРД. Останов запущенного ПРД происходит при срабатывании органа направления мощности (ОНМ) «от шин – в линию».

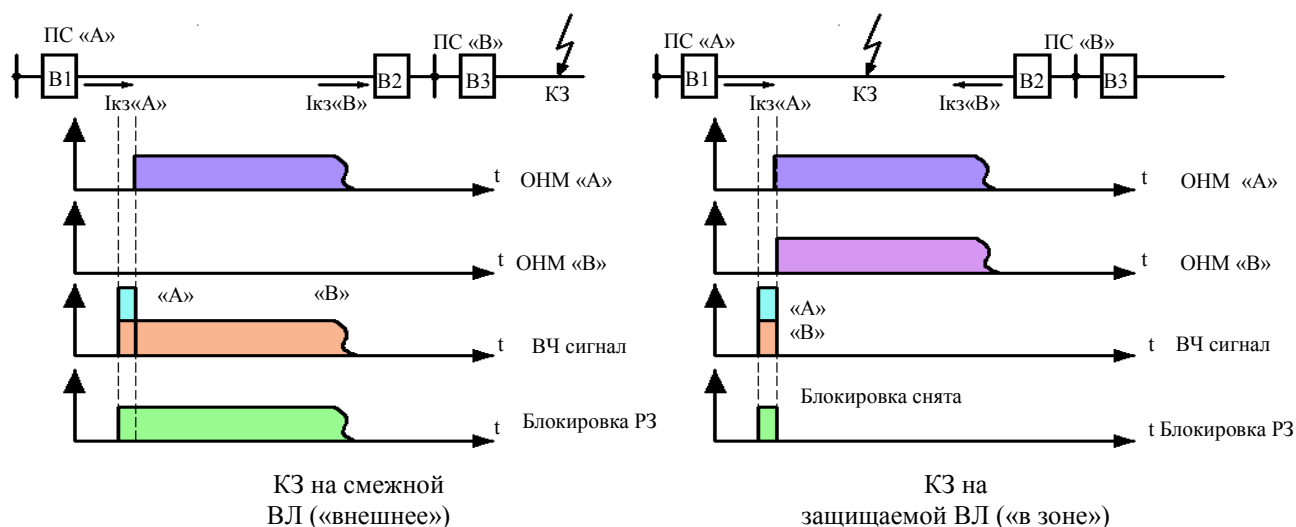


Рисунок 8.2.1 – Принцип действия направленной защиты с ВЧ блокировкой

Если КЗ произошло на смежной ВЛ, то на ПС «А» ПРД останавливается, т.к. ОНМ (А) срабатывает при направлении мощности КЗ «от шин в линию», а ПРД на ПС «В» продолжает работать, т.к. ОНМ (В) не срабатывает при направлении мощности КЗ «из линии к шинам». В результате на входе каждого ПРМ присутствует ВЧ сигнал. На выходе ПРМ появляется блокирующий сигнал, запрещающий работу защиты.

Если КЗ произошло на защищаемой ВЛ, то ОНМ (А) и ОНМ (В) срабатывают и останавливают свои запущенные ПРД. В результате на входе каждого ПРМ отсутствует ВЧ сигнал. На выходе каждого ПРМ блокирующий сигнал отсутствует. Соответственно, разрешается работа защиты без выдержки времени.

## 8.3 Полуавтоматическая оперативная проверка исправности ВЧ канала

Данная функция используется:

- при оперативном обмене сигналами по ВЧ каналу;
- при выполнении наладочных работ в канале.

Иницируется функцией нажатием кнопки «ПУСК» на ЛП. После отпускания кнопки, ПРД запускается на строго определенный промежуток времени (20 или 30 с), в течение которого производится ряд измерений (ток приема покоя, ток приема от своего ПРД, ток выхода ПРД). По факту приема сигнала от данного ПРД через заданное время «откликается» - запускается дальний ПРД, так же на строго определенное время (20 или 30 с), в течение которого так же производятся измерения (ток приема совместный, ток приема от дальнего ПРД).

Все эти измерения производятся на ПРМД инициаторе (т.е. на котором нажималась кнопка «ПУСК») и выводятся на дисплей этого ПРМД.



Функция оперативного пуска должна быть «жестко» установлена. Если с противоположной стороны канала этой функции нет, то обмен сигналами осуществляется с оперативным дежурным. Чтобы «дистанционный отклик» не мешал при операциях по наладке, требующих длительного пуска, дополнительно следует обеспечить запрет программного отклика. Раздел меню: «настройки» → «общие» → «дистанционный отклик» → вкл/выкл.

Базовое время – время пуска ПРД – принимаем  $\Delta T = 20$  или 30 с. Остальные времена – производные от базового.

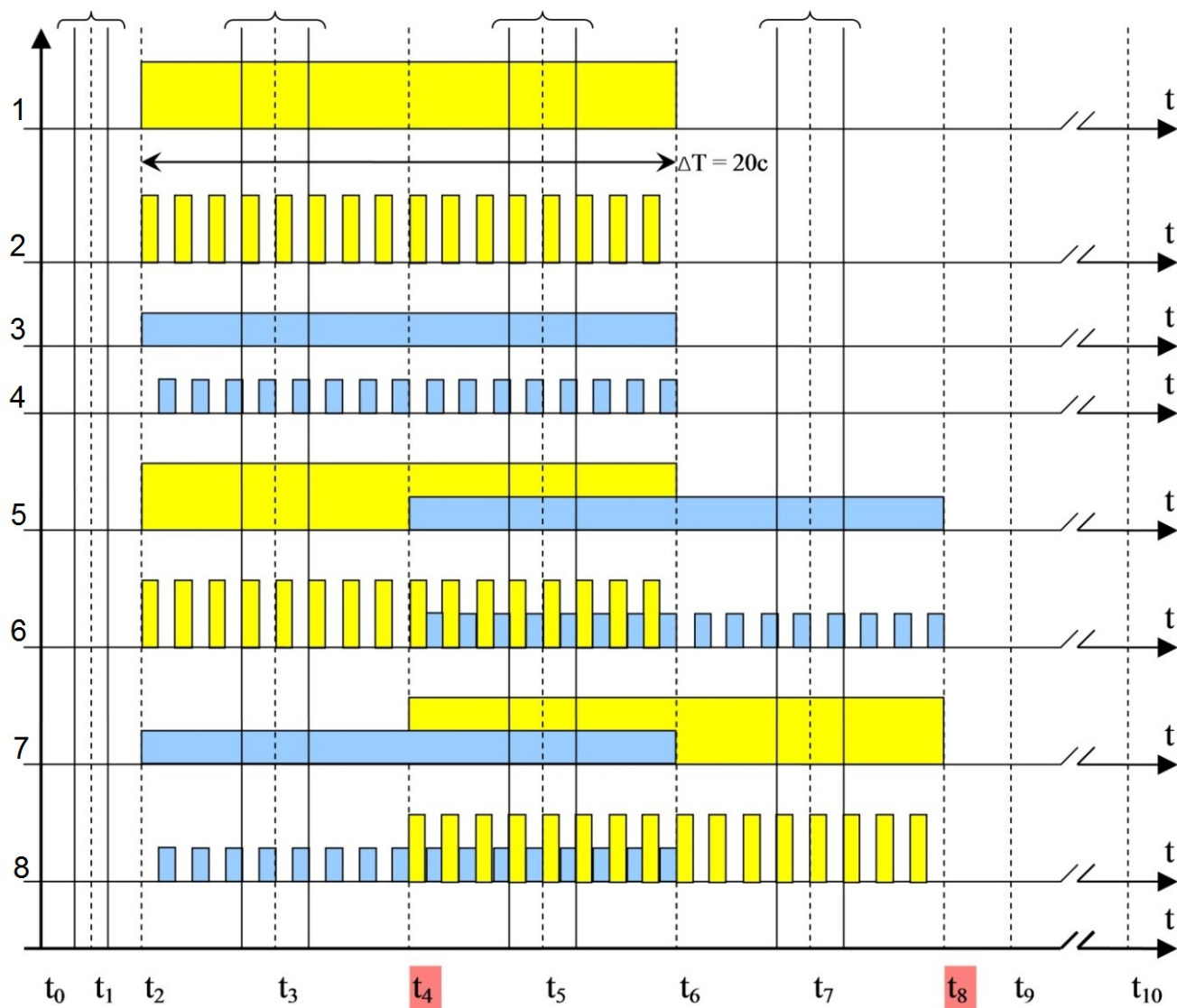


Рисунок 8.3.1 – Возможные ситуации в ВЧ канале при оперативном пуске и дистанционном отклике

- 1) Инициатор – «свой» ПРД, манипуляция отсутствует или выключена, ответчика нет или неисправен ВЧ канал.
- 2) Инициатор – «свой» ПРД, манипуляция есть, ответчика нет или неисправен канал.
- 3) Инициатор – «дальний» ПРД, манипуляция отсутствует или выключена, ответчика нет или неисправен ВЧ канал.
- 4) Инициатор – «дальний» ПРД, манипуляция есть, ответчика нет или неисправен ВЧ канал.
- 5) Инициатор – «свой» ПРД, манипуляция отсутствует или выключена, ответчик есть.
- 6) Инициатор – «свой» ПРД, манипуляция есть, ответчик есть.
- 7) Инициатор – «дальний» ПРД, манипуляция отсутствует или выключена, ответчик есть.



8) Инициатор – «дальний» ПРД, манипуляция есть, ответчик есть.

Кнопка «ПУСК» → нажать и отпустить → после этого по времени  $t_0$  начинается обработка программы оперативного пуска ПРД (инициатора).

На противоположной стороне канала ПРМД только откликается на запрос, но контроля параметров не производит.

На дисплее появляется надпись «ОПЕРАТИВНЫЙ ОБМЕН СИГНАЛАМИ».

При включенной функции полуавтоматической проверки, оперативный персонал объекта может осуществлять обмен сигналами независимо от другого объекта.

#### 8.4 Функция автоматической проверки исправности ВЧ канала

Устройство автоматической проверки исправности ВЧ канала в составе современных ПРМД предназначено для периодической автоматической проверки исправности параметров ВЧ канала и ПРМД. Проверка параметров осуществляется по жестко заданной программе, предусмотренной разработчиком ПРМД. При обнаружении неисправности, АК выдает внешний сигнал (срабатывает реле аварийной или предупредительной сигнализации) и расшифровку неисправностей на светодиодную индикацию или дисплей. Существующие протоколы АК могут работать в двух- и трехконцевых ВЧ каналах. Находящиеся в эксплуатации ПРМД (АВЗК-80, ПВЗ-90М, ПВЗ-Ива, ПВЗУ-Е) имеют разные протоколы АК. При совместной работе в канале ПРМД разных типов (разных производителей) АК, как правило, «не стыкуется» без принятия соответствующих мер. Обычно для АК прописывается программа, позволяющая повторять логику АК ПРМД, с которым предстоит работать в ВЧ канале.

ПРМД имеет набор программ для работы с АК следующих типов: АК80 (АВЗК-80), ПВЗ-90М, АК (ПВЗ-Ива), АКМ (ПВЗ-Ива), «ОΡΙΟΝ» УПЗ. Конечно, при стыковке с «чужими» АК приходится повторять их решения (в том числе и не совсем удачные).

Если в канале работают ПРМД, то, как правило, используется протокол АКМ, хотя эксплуатационный персонал вправе использовать любой из возможных протоколов.

Лучшие результаты проверки ВЧ канала достигаются при работе в канале однотипных ПРМД.

В рабочем режиме на дисплее ПРМД в графе «Тип АК» отображается заданный (выбранный) пользователем протокол АК канала, в графе «Таймер АК» выводится отсчет времени до очередной проверки (после проверки канала таймер устанавливается на начало отсчета). Если в цикле проверки канала обнаруживается неисправность, то таймер включается на время повторной проверки, а светодиод «Автоконтроль» начинает мигать.

В графе «Канал» выводится результат последней проверки канала (исправен/неисправен).

Графа «АК№» указывает, какой номер присвоен данному АК в канале защиты.

Если АК был выведен релейным персоналом изначально (при конфигурировании), то АК не работает, на дисплей будет выводиться «Тип АК» - выкл, «Таймер АК» - выведен, «Канал» - исправен.

Тип АК	Таймер АК	Канал
выкл	выведен	исправен

Контроль исправности канала производится путем обмена сигналами. В случае отсутствия АК с противоположного конца канала или при его неисправности, рекомендуется задать «своему» АК №0 (АК0). В этом случае АК будет осуществлять проверку собственного ПРМД.

При оперативном выводе АК ключом/тумблером АК не работает.

Тип АК	Таймер АК	Канал
АК-80 (ПВЗ-90)	выведен	исправен

Информация на дисплее отличается от предыдущей. Факт ввода (вывода) АК прописывается в журнале событий.

### 8.4.1 Работа в канале с ПРМД ПВЗ-90М

Диаграмма работы АК ПВЗ-90М показана на рисунке 8.4.1.1.

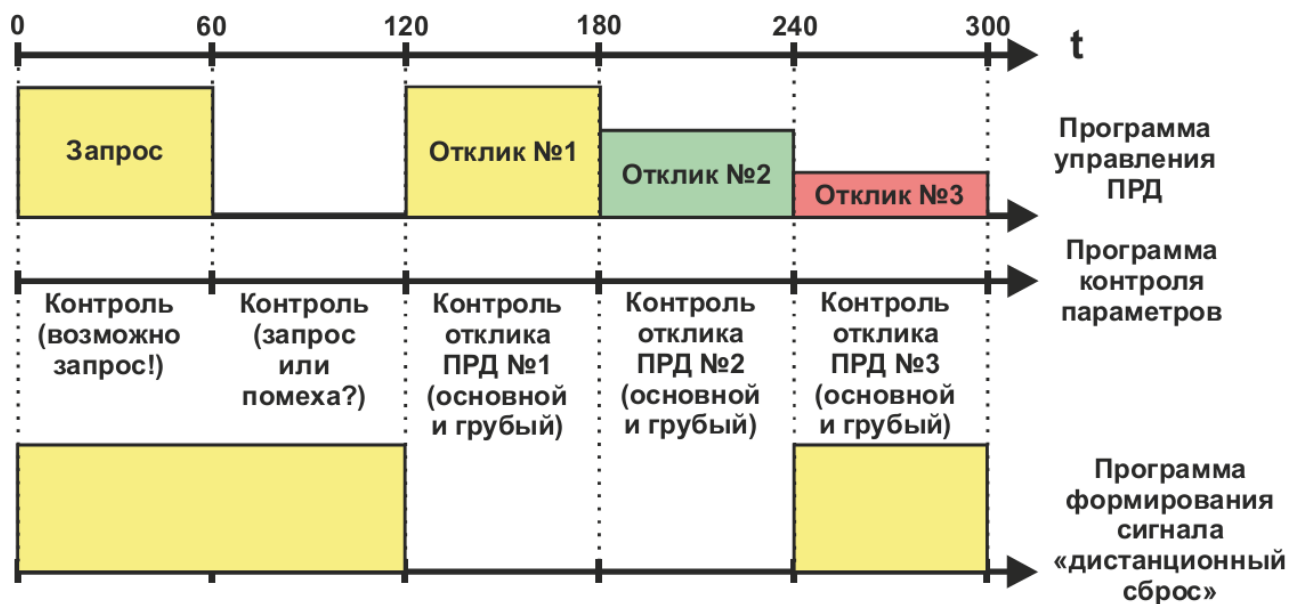


Рисунок 8.4.1.1 – АК ПВЗ-90М

Основные принципы работы программы АК ПВЗ-90М.

1) Каждый ПРМД может быть инициатором проверки (время таймеров искусственно «разносятся» при включении).

2) ПРМД «Выдает» зафиксированные неисправности на реле сигнализации и светодиодную индикацию только ПРМД - инициатор, ПРМД, который отвечает на запросы, имеет право только на инициализацию повторной проверки.

3) Для выдачи сигнала неисправности необходимо два раза подряд (учитывать повторяющуюся проверку) обнаружить одну и ту же неисправность.

4) Периодичность контроля:

- в нормальном режиме 20000 с.
- в ускоренном режиме 2000 с.
- повторная проверка 200 с.

Программа АК «ОРИОН» УПЗ, для работы в канале с ПВЗ-90М предполагает следующие постулаты:

1) ПРМД ПВЗ-90М предоставляется право инициативы проверки канала (№1 и время цикла 20000 с или 2000 с).

2) ПРМД отвечает на запросы инициатора и контролирует все заданные параметры (наличия ответов, снижения уровня, помеху, исправность выходного каскада ПРД). Если «ОРИОН» УПЗ фиксирует какую-то неисправность, то он организует контрольную проверку канала, в которой становится инициатором, при подтверждении неисправности выдается аварийный сигнал и может блокировать защиту.

3) В отличие от ПВЗ-90М ПРМД при фиксации неисправности может отвечать на запрос «дальнего» ПРМД или не отвечать (по выбору пользователя).

4) В отличие от ПВЗ-90М программа АК «ОРИОН» УПЗ после каждого цикла АК (независимо от инициатора и способа инициализации АК) устанавливает свой таймер на начало счета  $t > 20000$  с (например 20600 с) и таким образом обеспечивается невозможность пересечения между собой программ АК. То же самое происходит при «контрольной» проверке. Время ПВЗ-90М  $t = 200$  с, время «ОРИОН» УПЗ выставляется заведомо больше, например 260 с.

5) Если по какой либо причине таймер ПРМД ПВЗ-90М не инициирует очередную проверку ВЧ канала (20000 с), то через время 20600 с проверку канала инициирует «ОРИОН» УПЗ и она

будет проведена в соответствии с общей программой. После того как «ОРИОН» УПЗ инициализирует проверку несколько раз подряд (3 раза) он выдаст сигнализацию «предупр. – смена инициатора автоконтроля». Если в процессе работы счетчика «ОРИОН» УПЗ инициативу проявит ПВЗ-90М, то счетчик «ОРИОН» УПЗ будет автоматически обнулен.

6) Поскольку ПВЗ-90М при фиксации неисправности перестает отвечать на запросы дальнего ПРМД (сброс неисправности возможен только оператором), то в логике АК «ОРИОН» УПЗ заложена возможность формирования сигнала «дистанционный сброс» по аналогии с ПВЗ-90М.

7) Если в канале работают 2 или 3 ПРМД, то по желанию пользователя может быть использован протокол АК «ОРИОН» УПЗ – модернизированный протокол ПВЗ-90М (с некоторым улучшением характеристик).

При фиксации неисправности АК выдает аварийный или (и) предупредительный сигнал (светодиодная индикация, замыкание контактов внешней сигнализации).

Для сброса информации нажать кнопку «Esc», потом «Enter».

Для дистанционного сброса неисправности на ПРМД противоположного конца канала следует повторно нажать кнопку «Esc», затем выбрать в меню позицию «дистанционный сброс» и нажать кнопку «Enter».

ПРМД при этом формирует сигнал «дистанционный сброс» по рис. 8.4.1.1.

При нажатии кнопки «внешний сброс сигнализации» на панели, информация на дисплей не выводится.

#### 8.4.2 Работа в канале с ПРМД АВЗК-80 (АК80)

Программа проверки исправности ВЧ канала с помощью устройства АК80 достаточно близка по логике к программе ПВЗ-90М, хотя имеет ряд особенностей.

Диаграмма работы АК АК80 показана на рисунке 8.4.2.1.

1) Каждый ПРМД может быть инициатором АК. Период между проверками 20000 с (2000 с при ускоренном режиме, 200 с при контрольной проверке). Таймеры ПРМД в канале «разносят» во времени через 10 минут (20 минут) с помощью специальной «схемы задержки часов», хотя это не исключает возможности «наезда» программ.

2) Сигнал вызова к АК формируется посылкой пакета ВЧ сигнала на  $f_{\text{ПРД}}$  с 600 Гц манипуляцией сигнала; длительность пакета составляет 60 мс при автоматическом формировании вызова, а при оперативном – вызов длится на все время нажатия кнопки + 60 мс.

3) Отработка программы начинается по факту окончания сигнала вызова.

4) Для выдачи сигнала неисправности АК должен дважды подряд зафиксировать одну и ту же неисправность.

5) Сигнал неисправности выдает АК -инициатор и АК -ответчик.

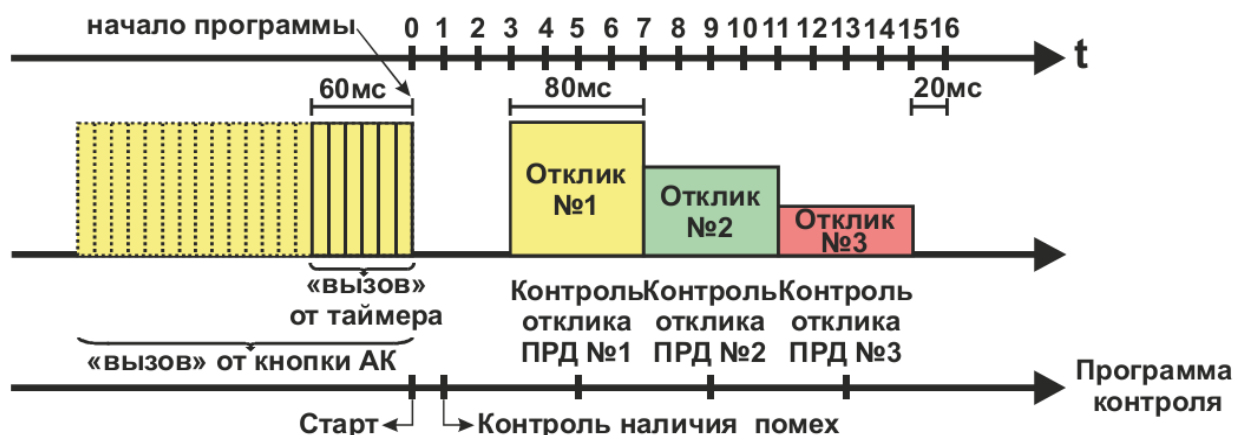


Рисунок 8.4.2.1 – Диаграмма работы АК АК80 в трехконцевом канале

Для работы «ОРИОН» УПЗ в одном канале с АВЗК80 (АК80) программа АК предполагает следующие постулаты:

1) ПРМД АВЗК-80 (АК80) предоставляется право инициативы проверки канала (№1 и время 20000 с (2000 с)).

2) ПРМД «ОРИОН» УПЗ отвечает на вызовы АК АК80 и контролирует все заданные параметры; выдача сигнала неисправности на реле, дисплей и светодиоды только после обнаружения в процессе АК неисправности и организации повторной проверки по собственной инициативе.

3) Сигнал вызова с манипуляций 600 Гц предполагал, по замыслу разработчиков, более высокую помехозащищенность сигнала вызова от помех. Однако такое решение имеет и отрицательное свойство: в низкой частоте рабочего спектра (40 - 100 кГц) затяжка частотно-манипулированного сигнала в узком фильтре ПРМ может приводить к «потере» сигнала вызова. В ПРМД алгоритм сигнала вызова усложнен. При формировании ВЧ пакет выполнен короче паузы (примерно 30%). Анализ принимаемого сигнала предполагает не только «чтение» частоты следования импульсов 600 Гц, но и подсчет количества импульсов в течение отрезка 60 мс (до 60% от номинала).

Периодичность проверки для «ОРИОН» УПЗ устанавливается 20600с, периодичность повторного контроля - 260 с.

4) Таймер АК «ОРИОН» УПЗ после каждого цикла проверки канала устанавливается на начало счета. Таким образом, предотвращается «наезд» программ друг на друга.

5) Если по какой либо причине АК80 не проведет цикла контроля, то таймер «ОРИОН» УПЗ инициирует АК со своей стороны, и он будет произведен в соответствии с общей программой. После того, как «ОРИОН» УПЗ инициирует контроль несколько раз подряд, выходит предупредительный сигнал «смена инициатора».

6) После фиксации неисправности «ОРИОН» УПЗ по программе АК80 может не отвечать (или отвечать) на запросы АК дальнего ПРМД (выбор пользователя).

7) При работе в канале ПРМД «ОРИОН» УПЗ они могут использовать для АК программу АК80 (с некоторым улучшением характеристик).

При фиксации неисправности вывод информации на дисплей аналогично п. 8.4.1.

«Дистанционный сброс» в программе АК80 не предусматривался.

Поэтому для улучшения показателей эксплуатации рекомендуется при конфигурации параметров АК *разрешать отклик* после фиксации неисправности.

#### **8.4.3 Работа в канале с ПРМД ПВЗ (АК)**

Программа проверки исправности ВЧ канала с помощью устройства АК (ПРМД ПВЗ-Ива) используется в ПРМД ПВЗ, выпускаемой заводом «Нептун» и МЧП «Ива» с 1992 года. Данный АК рассчитан на работу в двухконцевых каналах.

Диаграмма работы АК (ПВЗ) показана на рисунке 8.4.3.1.

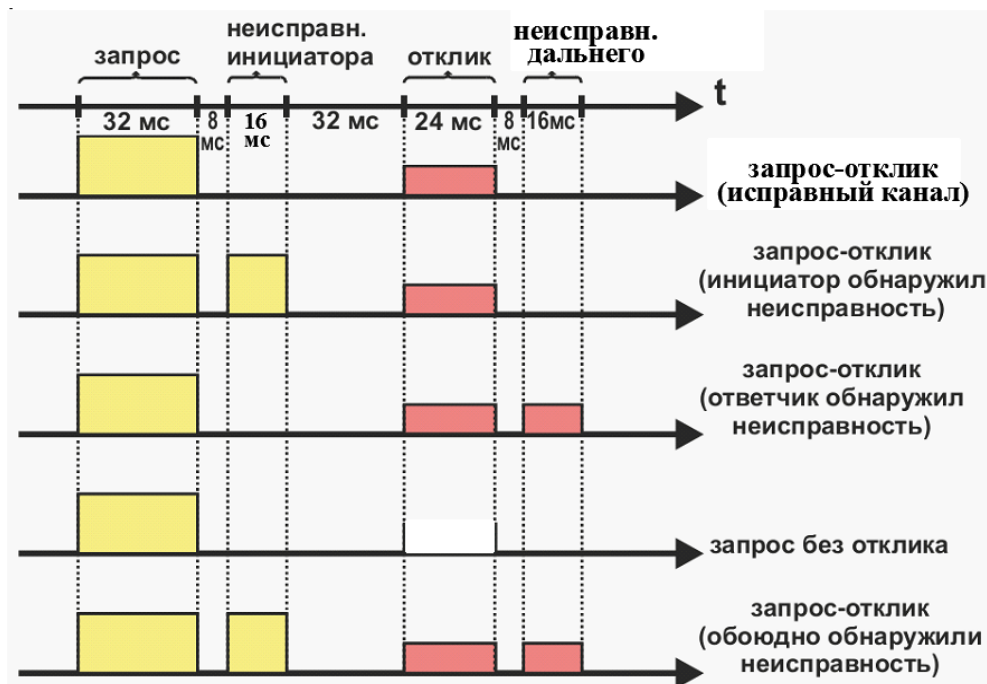


Рисунок 8.4.3.1 – Диаграмма работы АК (ПВЗ-Ива) – варианты

Классический АК предполагает следующие постулаты:

- 1) Каждый из двух ПРМД в канале может быть инициатором проверки и посылать «запросы».
- 2) При контроле канала ПРД посылают в канал не манипулированные «пакеты» ВЧ сигнала разной длительности:
  - 32 мс – сигнал запроса;
  - 24 мс – сигнал отклика;
  - 16 мс – сигнал неисправности.
- 3) Фиксация неисправности с выходом на внешний сигнал и светодиодную индикацию происходит после 4-х кратного обнаружения одной и той же неисправности.
- 4) Наличие (отсутствие) селективной помехи проверяется непосредственно перед сигналом «запрос».
- 5) При запросе инициатор проверяет: исправности своего ПРД, исправность своего ПРМ и выходной каскад ПРМ (ОСФ). Если неисправности нет, то в канале молчание 56 мс до отклика дальнего ПРМД. Если же при запросе обнаружена неисправность, то после 8 мс паузы формируется пакет 16 мс «у меня неисправность».
- 6) На отвечающем ПРМД при приеме сигнала запроса:
  - идентифицируется, что это запрос (по длительности);
  - проверяется затухание канала;
  - подтверждается исправность основного ПРМ;
  - фиксируется сигнал «неисправности» дальнего (если он был).
- 7) После строгой паузы отвечающий ПРМД формирует сигнал отклика длительностью 24 мс, при этом контролируется исправность собственного ПРМД и исправность выходного каскада ПРМ.
- 8) Если при отклике обнаружена неисправность, то дополнительно формируется сигнал «у меня неисправность» длительностью 16 мс.
- 9) На ПРМД - инициаторе при отклике «дальнего» проверяется наличие отклика и запас в канале.
- 10) После однократного обнаружения неисправности организуется повторная (контрольная) проверка. Четырехкратное подтверждение одной и той же неисправности подряд обуславли-



ваєт виход на зовнішню сигналізацію аварійну або попереджувальну (реле і світодіодна індикація).

11) Штатне час (період між запитом) становить 1048 с (17 хв, 28 с). В даному АК передбачена постійна підстройка таймерів АК. Якщо даний ПРМД відповідає на запит «дальшого» ПРМД, то його таймер автоматично встановлюється на час 524 с (8.5 хв).

- Таймер повторної перевірки для ініціатора 262 с (131 с).
- Таймер повторної перевірки для відповідача 65 с (32.8 с).

Для роботи «ОРИОН» УПЗ в даному каналі з ПВЗ-АК передбачується наступне:

- 1) ПРМД ПВЗ надається право ініціативи перевірки каналу.
- 2) ПРМД «ОРИОН» УПЗ відповідає на виклики АК і контролює всі задані параметри; видача сигналу («аварія», «передупр» на світодіоди, реле, дисплей) тільки після організації повторних перевірок по власній ініціативі.

3) Таймер АК «ОРИОН» УПЗ після кожного циклу перевірки встановлюється на початок відліку, тим і передотрачається «наезд» програм.

Період перевірки для «ОРИОН» УПЗ встановлюється 1200 с, час повторного контролю – 300с.

4) Якщо по якійсь причині АК ПВЗ (АК) перестає перевіряти канал, то таймер «ОРИОН» УПЗ ініціює перевірку з своєї сторони. Трьохкратна (по ряд) ініціатива «ОРИОН» УПЗ фіксується сигналом «зміна ініціатора».

При фіксації несправності вивід інформації на дисплей, світодіоди і реле аналогічно п. 8.4.1.

#### 8.4.4 Робота в каналі з ПРМД ПВЗ (АКМ)

Мікропроцесорне пристрій АК ПВЗ типу АКМ має кілька модифікацій базової програми (причому можлива модифікація програми АК, розглянута в розділі 8.4.3.), які знаходяться в теперішній час в експлуатації.

Передача інформації між ПРМД в каналі здійснюється послідовними кодами (час - імпульсний код наявності/відсутності ВЧ сигналу): спочатку передається так званий старт-біт, потім дев'ять інформаційних біт і в кінці стоп-біт

Тимп=4.0 мс (або 8.192 мс)

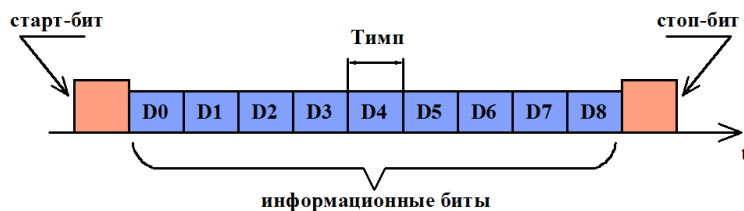


Рисунок 8.4.4.1 – Структура інформаційного «слова» в АК АКМ

Таблиця інформаційних «слова» в АК АКМ

№	Найменування «слова»	Старт біт	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	стоп - біт
1	Виклик перевірки від АКМ1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
2	Виклик перевірки від АКМ2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
3	Виклик перевірки від АКМ3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
4	Запит стану АКМ1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
5	Запит стану АКМ2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
6	Запит стану АКМ3	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1

7	Передача информации о неисправностях	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1
8	Дистанционный сброс	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
9	Вызов замедленной проверки	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1

После данного «предупредительного» слова в канал передается «информационное» слово о зафиксированных неисправностях (отсутствие неисправности – «лог 1», наличие неисправности – «лог 0»)

D7 – неисправность ПРМ (неиспр. ПРМ);

D6 – канал 1 (нет ответа от ПРД №1);

D5 – канал 2 (нет ответа от ПРД №2);

D4 – канал 3 (нет ответа от ПРД №3);

D3 – затух. 1 (снижение уровня приема от ПРД №1);

D2 – затух. 2 (снижение уровня приема от ПРД №2);

D1 – затух. 3 (снижение уровня приема от ПРД №3);

D0 – помеха (селективная помеха);

D8 = 1.

В скобках дана расшифровка неисправностей на дисплее «ОРИОН» УПЗ.

Данная функция используется релейным персоналом при проверке ВЧ канала: поочередно на заданное время (30 или 10 с запускаются ПРД №1, №2, №3 затем все сразу).

Примечание: «лог 1» - ПРД «молчит», «лог 0» - ПРД запущен.

С помощью перемычек, физически устанавливаемых на плате АК АКМ-ПВЗ, происходит модификация логики АК и его параметров.

Режим	Модификация логики, параметры	Перемычка	
7	При обнаружении селективной помехи канал:	проверять	+
		не проверять	-
6	Длительность импульса Тимп (рис. 8.4.4.1)	4 мс	-
		8.192 мс	+
5	Время откликов при «замедленной» проверке	30 с	-
		10 с	+
4	Увеличение затухания канала (снижение уровня приема)	авария	+
		предупр	-
3	Селективная помеха	авария	+
		предупр	-
2	Количество ПРМД в ВЧ канале	2	+
		3	-
1,0	Номер ПРМД в ВЧ канале	1	1-/0-
		2	1-/0+
		3	1+/0+

Периодичность проверки для АКМ принята 1048 с, периодичность повторных (контрольных) проверок 262 с.

В ПРМД указанные модификации логики конфигурируются в меню «автоконтроль» программным путем.

Период проверки для «ОРИОН» УПЗ устанавливается 1200 с, период контрольных проверок - 300с.

После приема сигнала «вызов для АПК» (слова №1, 2, 3) начинается программа контроля.



Наличие (отсутствие) помехи проверяется в промежутке после окончания сигнала «вызов» и до момента запуска ПРД №1. В цикле программы ПРД запускаются поочередно в соответствии с присвоенным номером. На всех полуккомплектах принимаются сигналы от запущенного ПРД и проверяется наличие (отсутствие) ответа, снижение уровня приема, исправность выходного каскада ПРМ.

Если обнаружена неисправность (т.е. несоответствие ожидаемого параметра реально полученному результату), то ПРД формирует после сигнала «отклика» дополнительный сигнал «у меня неисправность».

Последовательность работы ПРД показана на рисунке 8.1.4.2.

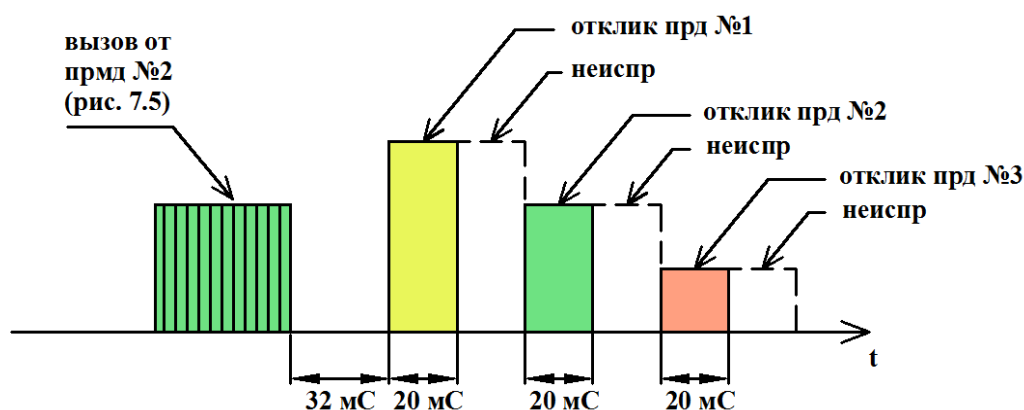


Рисунок 8.4.4.2 – Работа АК АКМ при наличии в канале 3-х ПРМД.

С целью обеспечения достаточной помехозащищенности выдача сигнала неисправности на «внешние» устройства (светодиодная индикация, дисплей, реле внешней сигнализации) производится после 4-х проверок канала (четыре раза подряд должна быть зафиксирована одна и та же неисправность). После первого обнаружения неисправности включается таймер повторной (ускоренной) проверки.

Следует отметить, что программа АК АКМ неоднократно совершенствовалась разработчиком (МЧП «Ива»); в эксплуатации имеется несколько рабочих версий. На это следует обратить внимание при организации гибридных каналов ПВЗ-АКМ и «ОРИОН» УПЗ (возможная корректировка программы на «ОРИОН» УПЗ или переустановка ПО на АКМ). Программа «ОРИОН» УПЗ состыкована с вариантом ПВЗ «АКМ Т02 Тест 051207».

Вышеуказанная программа помимо обслуживания собственно АК может обеспечить передачу сигналов команд для РЗ и ПА (5 сигналов-команд ТО). Но ввиду низкой помехозащищенности применение этой функции достаточно проблематично (разработчик МЧП «Ива» не рекомендует использование «для ответственных случаев»).

В программном обеспечении ПРМД «ОРИОН» УПЗ функция передачи сигналов команд ТО (протокол АКМ) не поддерживается.

## 9 Интерфейс пользователя

### 9.1 Описание органов управления и индикации

Внешний вид ЛП ПРМД представлен на рисунке 9.1.1. В таблице 9.1.1 приведено назначение светодиодов.



Рисунок 9.1.1 – Внешний вид ЛПП «ОРИОН» УПЗ

Таблица 9.1.1 – Описание светодиодной индикации ЛПП ПРМД

Поз. обозначение на плате	Маркировка на ЛПП	Описание	Поведение
LD 1	«+5 V»	Наличие вторичного уровня + 5 В	Светится (зеленый)
LD 2	«+24 V»	Наличие вторичного уровня + 24 В	Светится (зеленый)
LD 3	«+УМ»	Наличие вторичного уровня + УМ	Светится (зеленый)
LD 4	«ПРМ (основной)»	Основной компаратор цифрового ПРМ (для РЗ терминала)	Светится (желтый) если входной сигнал выше порога
LD 5	«Пуск ПРД от РЗ»	Пуск ПРД от терминала РЗА (контактный и безынерционный)	Светится (желтый) при действии сигнала «пуск»
LD 6	«Останов. ПРД»	Останов пуска от устройств РЗА (высший приоритет)	Светится (желтый) при действии сигнала «останов»
LD 7	«Автоконтроль»	Действие устройства автоматической контрольной проверки ВЧ сигнала	Светится (желтый) в цикле АК
LD 8	ПРМ (грубый)	Компаратор High цифрового ПРМ (для АК)	Светится (желтый), если входной сигнал выше порога
LD 9	«Предупр.»	Действие предупредительной сигнализации – неисправности, не приводящие к немедленной ложной работе или отказу	Светится (красный) при неисправности вида «предупреждение»
LD 10	«Авария»	Действие аварийной сигнализации – неисправности, требующие вывода защиты для предотвращения ложной работы или отказа.	Светится (красный) при неисправности вида «авария»

Таблица 9.1.2 – Назначение клавиш клавиатуры

«Enter»	Основная командная клавиша меню – ввод (подтверждение)
«Esc»	Клавиша отмены, возврата в предыдущее состояние (на уровень ниже)
▲ ▼ ▶ ◀	Клавиши перемещения по меню, изменение величины
«Инф/МКР»	Клавиша для вызова информации на дисплей и наладочной связи в канале (прием/передача)
«АК»	Клавиша оперативной инициации функции АК проверки исправности ВЧ канала
«ПУСК»	Клавиша для пуска ПРД при оперативной проверке ВЧ канала (обмен сигналами)

Дисплей ЛП предназначен для отображения текущей информации о состоянии ПРМД в рабочем режиме, конфигурирования функций, тестирования ПРМД, а так же просмотра журнала событий и осциллограмм. В нормальном рабочем режиме на дисплее отображается главный экран, представленный на рисунке 9.1.3.

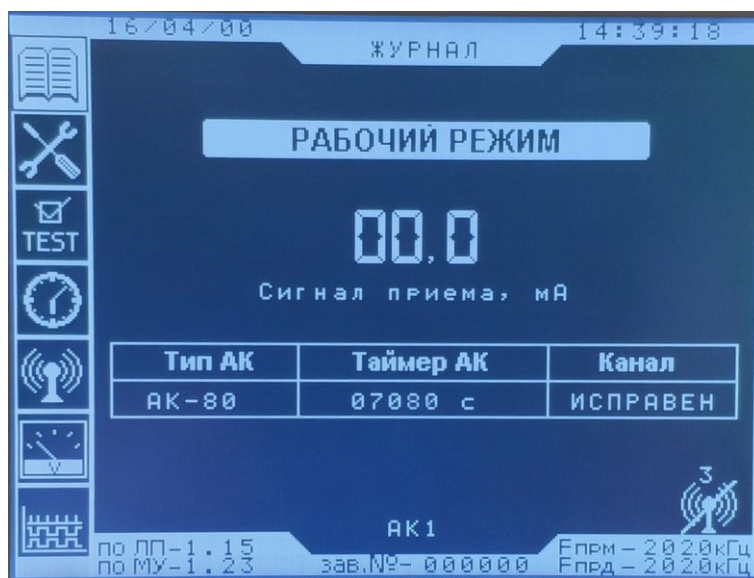


Рисунок 9.1.3 – Главный экран ПРМД

Навигация по меню осуществляется кнопками ▲ и ▼. Выбранный пункт меню выделяется, а его название выводится вверху окна.

Некоторые разделы меню имеют собственные панели подменю, навигация по которым осуществляется кнопками ◀, ▶, ▲, ▼.

Вход/выход в разделы, подразделы производится нажатием на кнопки «Enter» и «Esc». «Enter» – подтверждение выбранного действия или введенного параметра, «Esc» – отмена.

Главный экран содержит поле для вывода информации о режиме работы ПРМД («РАБОЧИЙ РЕЖИМ», «РАБОЧИЙ РЕЖИМ/ПРЕДУПР», «РАБОЧИЙ РЕЖИМ/АВАРИЯ», «ВЫВЕДЕН»), уровень сигнала выходного каскада ПРМ – ток (мА)/напряжение (В), таблицу с данными типа АК, оставшегося времени до очередного АК, состоянии канала.

В верхней части окна отображены текущие дата и время, в нижней – версия ПО, заводской номер, номер АК, частоты ПРД и ПРМ.

## 9.2 Меню ПРМД

Структура меню ПРМД приведена на рисунке 9.2.1.

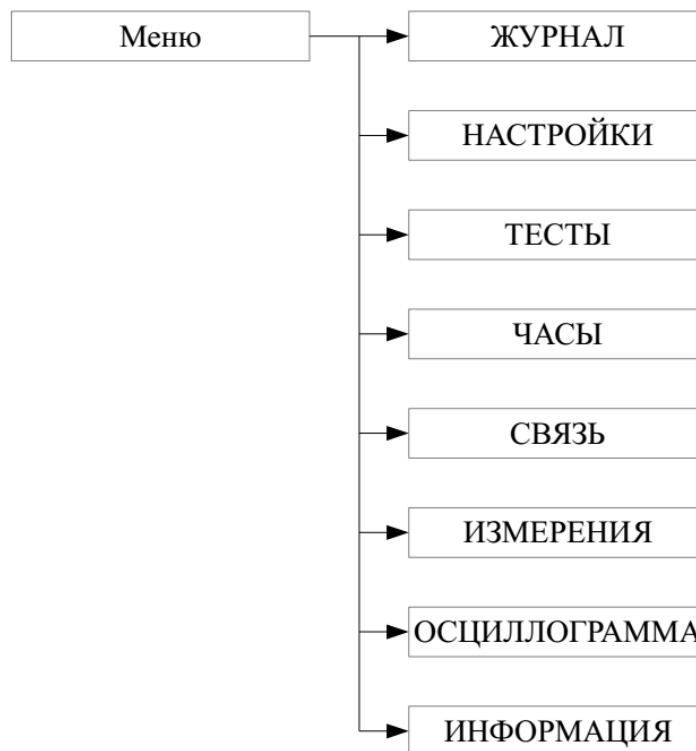


Рисунок 9.2.1 – Структура меню ПРМД

Разделы меню:

- «ЖУРНАЛ»;
- «ЧАСЫ»;
- «ИЗМЕРЕНИЯ»;
- «ОСЦИЛЛОГРАММА»;
- «ИНФОРМАЦИЯ».

Вход в разделы осуществляется без ввода пароля доступа. Пользоваться этими разделами можно без вывода из работы терминала защиты.

Разделы меню:

- «НАСТРОЙКИ»;
- «ТЕСТЫ»;
- «СВЯЗЬ».

Вход в разделы осуществляется только после ввода пароля доступа (настройки ПРМД можно просматривать без ввода пароля). При этом срабатывает сигнал аварийной неисправности и блокируется обслуживаемый терминал релейной защиты.

### 9.2.1 Раздел «ЖУРНАЛ»

Раздел предназначен для просмотра журнала событий. Структура раздела приведена на рисунке 9.2.1.1.



Рисунок 9.2.1.1 – Структура раздела «ЖУРНАЛ»

«**Все события**» – выводятся все записи журнала событий.

«**Рестарты**» – выводятся только записи о включении/выключении питания ПРМД.

«**Неисправности**» – выводятся только записи, относящиеся к типам событий – неисправности.

«**Ввод пароля**» – выводятся только записи, связанные с обращением к данным и функциям, закрытых паролем доступа.

«**Терминал**» – выводятся только записи о событиях, инициированных работой терминала (пуск, безынерционный пуск, останов).

«**Очистка ж-ла**» – данный пункт предназначен для очистки данных журнала событий. Доступ к функции через ввод сервисного пароля (предназначен для работников сервисного обслуживания).

Перечень регистрируемых в журнале событий приведен в таблице 9.2.1.1.

Таблица 9.2.1.1 – Перечень регистрируемых событий

№	Наименование события в журнале	Фильтр	Статус	Примечание
1	пуск от РЗ	Терминал	Работа	
2	стоп от РЗ	Терминал	Работа	
3	пуск ОСТАНОВ	Терминал	Работа	
4	стоп ОСТАНОВ	Терминал	Работа	
5	пуск БИП	Терминал	Работа	
6	стоп БИП	Терминал	Работа	
7	д-й пуск ПРД	Неисправности	Предупр.	
8	перегруз АЦП	Неисправности	Предупр.	
9	ввод пароля	Неисправности	Авария	
10	нет ответа МУ			
11	квитирование			
12	передача ДК			

13	прием ДК			
14	рестарт УПЗ	Рестарты		
15	сниж. опер. ток	Рестарты	Авария	
16	неиспр. + 5 В	Неисправности	Авария	
17	неиспр. + 24 В	Неисправности	Авария	
18	неиспр. + УМ	Неисправности	Авария	
19	селект. помеха	Неисправности	Предупр.	
20	нет отв. ПРД 1	Неисправности	Авария	
21	нет отв. ПРД 2	Неисправности	Авария	
22	нет отв. ПРД 3	Неисправности	Авария	
23	сниж. ур. ПРД 1	Неисправности	Предупр.	
24	сниж. ур. ПРД 2	Неисправности	Предупр.	
25	сниж. ур. ПРД 3	Неисправности	Предупр.	
26	неиспр. вых ПРМ	Неисправности	Авария	
27	смена иниц-ра	Неисправности	Предупр.	
28	неиспр. дальн.			
29	опер. ввод АК			
30	опер. вывод АК			
31	журнал очищен	Ввод пароля	Предупр.	

### 9.2.2 Раздел «НАСТРОЙКИ»

Раздел предназначен для изменения или просмотра настроек ПРМД. Структура раздела приведена на рисунке 9.2.2.1.

При входе в данный раздел пользователь может выбрать два режима работы с ним: «изменение» или «просмотр».

В режиме «просмотр» пользователь может просмотреть все настройки ПРМД без возможности внесения изменений.

Изменение настроек возможно только в режиме «изменение», доступ к которому закрыт паролем. После ввода верного пароля срабатывает реле «Авария» модуля МЗП.

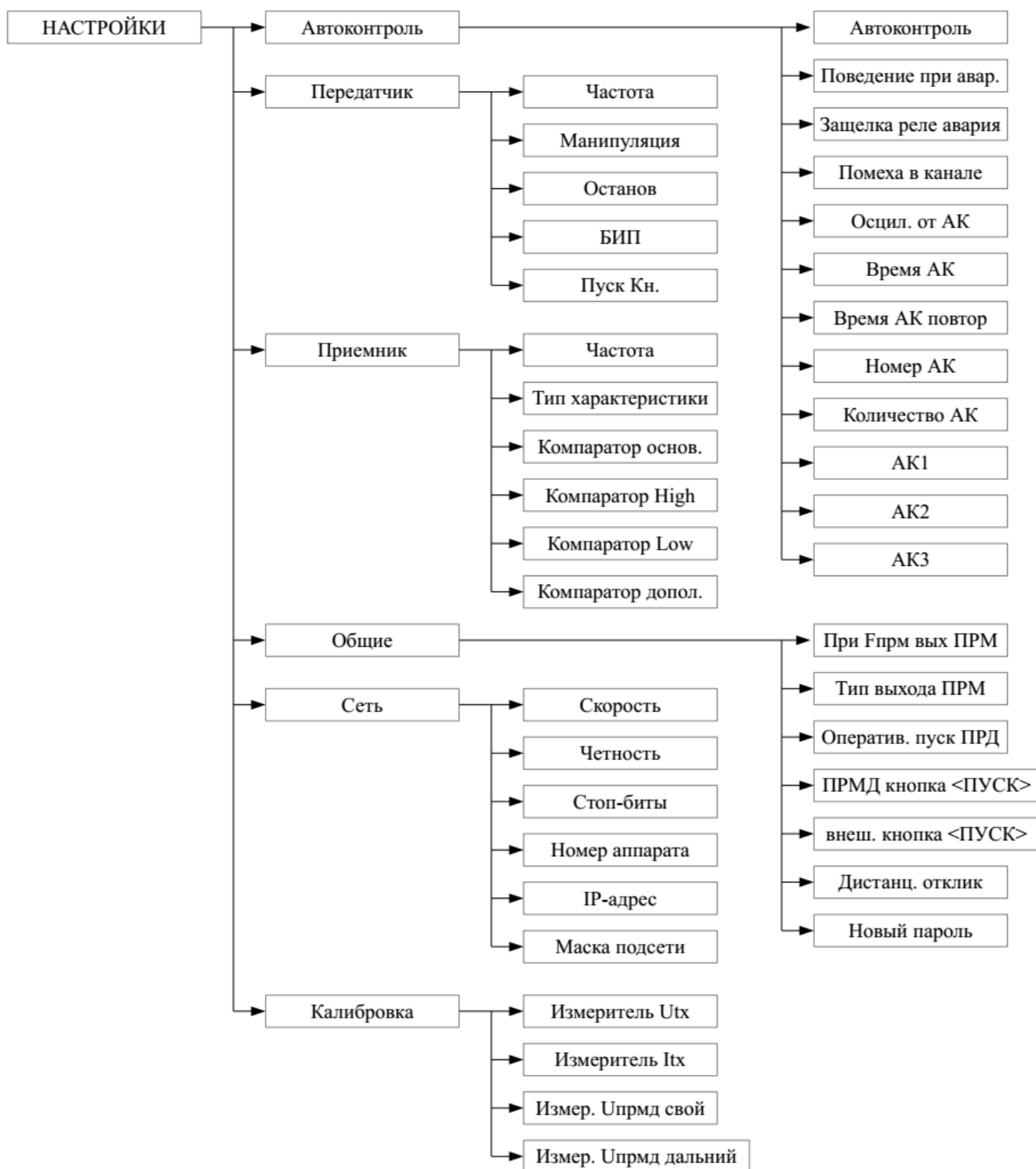


Рисунок 9.2.2.1 – Структура раздела «НАСТРОЙКИ»

**Подраздел «Автоконтроль»** - подраздел предназначен для конфигурации параметров работы АК. В данном подразделе выбирается один из возможных протоколов проверки канала, а также необходимые интервалы времени.

**«Автоконтроль»** - выбор протокола АК. Протокол АКМ принимается как универсальный для работы совместно с ПВЗ (Ива), ПВЗ-ВЛ и между «ОРИОН» УПЗ.



«**Поведение при авар.**» – задается поведение ПРМД (отвечать/не отвечать) на запросы АК в аварийном состоянии.

«**Защелка реле аварии**» – задается работа реле аварии с защелкой или без защелки.

«**Помеха в канале**» – задается тип сигнализации, которая будет срабатывать в случае обнаружения селективной помехи в канале.

«**Осцил. от АК**» – функция осциллографирования действия АК может быть включена при плановом обслуживании ПРМД для анализа работы.

«**Время АК**» – задается временной интервал инициации очередного АК.

«**Номер АК**» – присваивается порядковый номер ПРМД среди прочих в канале, участвующих в АК. Номер ограничен количеством ПРМД АК.

«**Количество АК**» – пункт служит для задания количества ПРМД в канале, участвующих в АК.

«**АК 1**» – можно ввести название 1-го ПРМД АК.

«**АК 2**» – можно ввести название 2-го ПРМД АК.

«**АК 3**» – можно ввести название 3-го ПРМД АК.

**Примечания:**

- 1) ПРМД №1 – является инициатором работы АК;
- 2) Время АК задается пользователем в соответствии с принятым протоколом (типом АК);
- 3) Работа с ПРМД ПВЗУ-Е, если такой вариант возникнет, может осуществляться по протоколу ПВЗ-90М.

**Подраздел «Передатчик»** - подраздел предназначен для конфигурации параметров работы ПРД.

«**Частота**» – позволяет задавать частоту ПРД в диапазоне 24.0 – 999.9 кГц с шагом 0.1 кГц.

«**Манипуляция**» – задается тип манипуляции (прямая, обратная), а так же ее отключение.

«**Останов**» – позволяет включать/отключать реакцию на внешнее воздействие «Останов».

«**БИП**» – позволяет включать/отключать реакцию на внешнее воздействие «БИП».

«**Пуск Кн.**» – позволяет включать/отключать реакцию на внешнее воздействие «Пуск Кн.».

**Подраздел «Приемник»** - подраздел предназначен для конфигурации параметров работы ПРМ.

«**Частота**» – позволяет задавать частоту ПРМ в диапазоне 24.0 – 999.9 кГц с шагом 0.1 кГц.

«**Тип характеристики**» – выбор способа обработки сигналов свой/чужой по их взаимному расположению в полосе частот канала.

«**Компаратор основ.**» – задается порог срабатывания основного компаратора.

«**Компаратор High**» – задается порог срабатывания компаратора высокой чувствительности (контроль снижения уровня приема «Предупр»).

«**Компаратор Low**» – задается порог срабатывания компаратора низкой чувствительности (контроль снижения уровня приема – «Авария»).

«**Компаратор допол.**» – задается порог срабатывания дополнительного компаратора (пуск программы АК).

**Подраздел «Общие»** - подраздел предназначен для задания общих настроек ПРМД.

«**При Fпрм вых ПРМ**» - параметр определяет состояние выходного каскада ПРМ (открыт/закрыт) в зависимости от наличия/отсутствия сигнала с частотой fпрм на входе ПРМД. Выбирается в зависимости от типа терминала релейной защиты, с которым работает ПРМД.

«**Тип выхода ПРМ**» - задается тип выходного каскада ПРМ: ток или напряжение. Выбирается в зависимости от типа терминала релейной защиты, с которым работает ПРМД.

«**Оператив. пуск ПРД**» - задается режим работы функции обмена сигналами.

«программный» - выбирается при реализации функции полуавтоматического обмена сигналами в канале.

«импульсный» - выбирается при обычном обмене сигналами.

«ПРМД кнопка <ПУСК>» - задается режим кнопки «ПУСК» на ЛП ПРМД.

«внутренний» – пуск ПРД реализуется логикой ПРМД.

«ч/з реле ПРМД» – пуск ПРД (при нажатии кнопки «ПУСК») реализуется через терминал релейной защиты (контакт реле ПРМД играет роль «внешней кнопки» для терминала).

«внеш. кнопка <ПУСК>» - задается режим кнопки дежурного.

«внутренний» – пуск ПРД реализуется логикой ПРМД.

«ч/з реле ПРМД» – пуск ПРД (при нажатии кнопки «ПУСК») реализуется через терминал релейной защиты (контакт реле ПРМД играет роль «внешней кнопки» для терминала).

«Дистанц. отклик» - задается режим отклика ПРМД во время полуавтоматического обмена.

«внутренний» – пуск ПРД реализуется логикой ПРМД.

«ч/з реле ПРМД» – пуск ПРД (при нажатии кнопки «ПУСК») реализуется через терминал релейной защиты (контакт реле ПРМД играет роль «внешней кнопки» для терминала).

«выключен» - отключение реакции ПРМД на вызов внешнего полуавтоматического обмена

Дистанционный отклик вводится в случае использования функции полуавтоматической проверки ВЧ канала.

«Новый пароль» - используется для смены пароля.

**Подраздел «Сеть»** - подраздел предназначен для настройки параметров сетевого соединения RS-485 (протокол Modbus RTU) и Ethernet.

«Скорость» – выбирается скорость передачи данных по интерфейсу RS-485.

«Четность» – выбирается настройка контроля данных по четности для интерфейса RS-485.

«Стоп-биты» – выбирается количество стоп-бит для интерфейса RS-485.

«Номер аппарата» – сетевой адрес ПРМД в локальной сети RS-485 (протокол Modbus RTU).

«IP-адрес» – адрес ПРМД в локальной сети Ethernet.

«Маска подсети» – количество бит в маске подсети локальной сети Ethernet.

**Подраздел «Калибровка»** - подраздел предназначен для калибровки измерителей ПРМД.

Для калибровки измерителей Utx и Itx необходимо выполнить пуск ПРД (без манипуляции). Ввести измеренные контрольным прибором значения в поля «Измеритель Utx» и «Измеритель Itx».

Для калибровки измерителя Упрмд (сигнал дальнего ПРД) необходимо подать сигнал от генератора с частотой  $F_{\text{прм}}$  на вход ПРМД (предварительно заблокировав возможность пуска ПРД для избежания повреждения внешнего генератора) – внести поправку в поле «Измер. Упрмд дальний».

Для калибровки измерителя Упрмд (сигнал от своего ПРД) необходимо выполнить пуск ПРД (без манипуляции) – внести поправку в поле «Измер. Упрмд свой».

### 9.2.3 Раздел «ТЕСТЫ»

Раздел предназначен для выполнения тестовых проверок работоспособности ПРМД. Структура раздела приведена на рисунке 9.2.3.1.

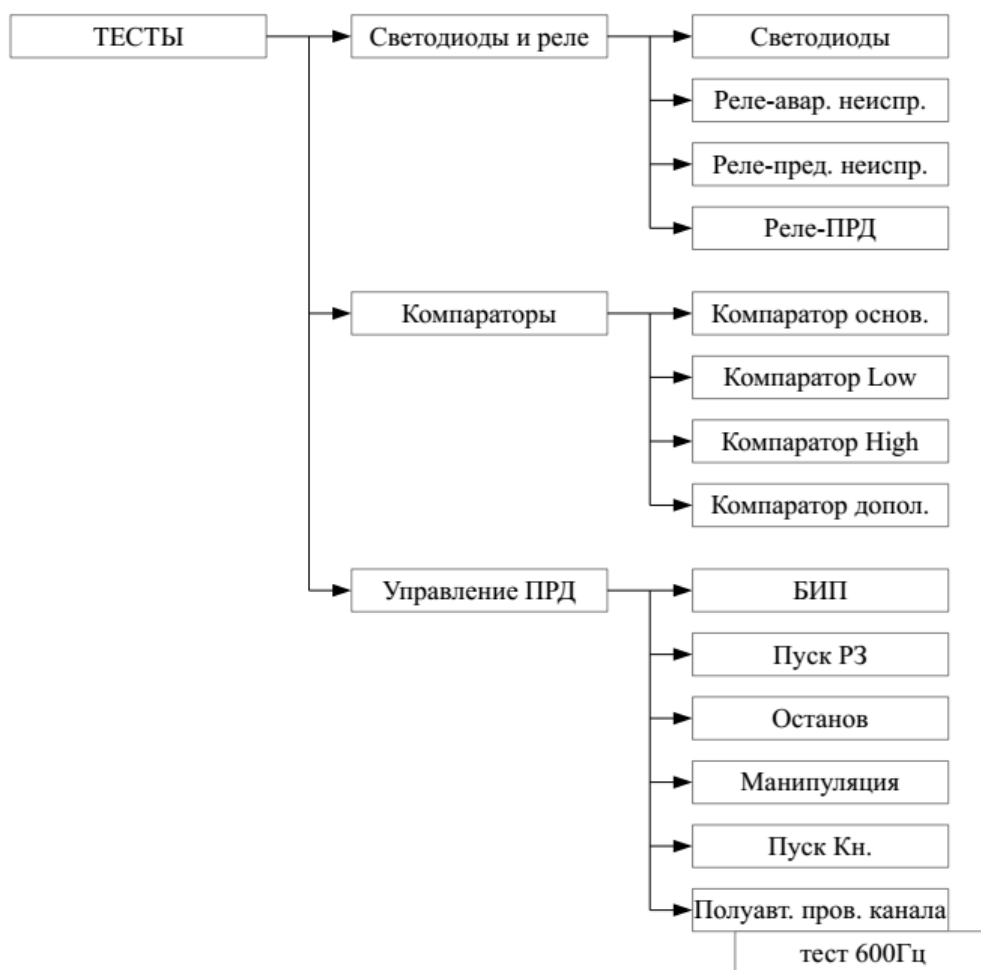


Рисунок 9.2.3.1 – Структура раздела «ТЕСТЫ»

Доступ к разделу закрыт паролем. После ввода верного пароля срабатывает реле «Авария» модуля МЗП.

**Подраздел «Светодиоды и реле»** - предназначен для проверки работоспособности светодиодной индикации ЛП и реле модуля МЗП.

«Светодиоды» – включение/выключение светодиодов ЛП (кроме светодиодов «+ 5 V», «+ 24 V», «+ УМ» – светят постоянно).

«Реле – авар. неисправ.» – включение/выключение реле К1 в модуле МЗП и светодиода «Авария» на ЛП.

«Реле – пред. неисправ.» – включение/выключение реле К2 в модуле МЗП и светодиода «Предупр.» на ЛП.

«Реле – ПРД» – включение/выключение реле К3 в модуле МЗП (реле ПРМД).

**Подраздел «Компараторы»** - предназначен для проверки уставок компараторов ПРМ при обслуживании ПРМД или при наладке ВЧ канала. Если сигнал на входе ПРМД превышает порог срабатывания компаратора, его сектор становится (засвечивается) «светлым» (см. рисунок 9.2.3.2).

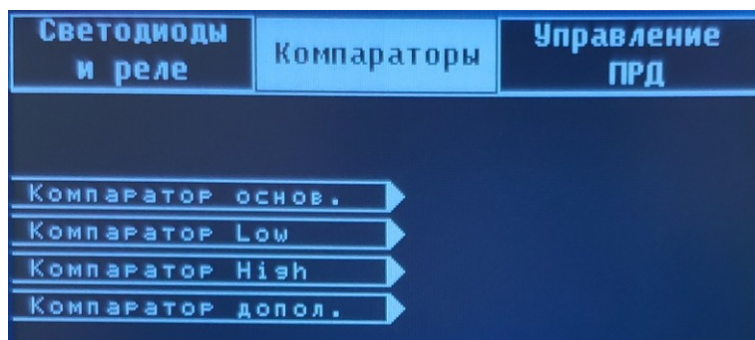


Рисунок 9.2.3.2 – Подраздел «Компараторы»

**Подраздел «Управление ПРД»** - предназначен для проверки исправности цепей управления ПРД (пуск, останов, безынерционный пуск, манипуляция) в тестовом режиме (без терминала РЗ).

«БИП», «Пуск РЗ», «Останов» – включение/выключение воздействия на сигнал.

«Манипуляция» – включение/выключение имитации сигнала манипуляции. Доступны режимы 50%, 75%.

«Пуск Кн.» – включение/выключение воздействия на сигнал.

«Полуавт. пров. канала» – запуск проверки канала для исследования сигналов (измерение), принимаемых дальними ПРМД (доступно только для АК ПВЗ-АКМ)

«Тест 600Гц» - тест вызывного сигнала АК «АК-80» (доступен только при выбранном АК «АК-80»).

#### 9.2.4 Раздел «ЧАСЫ»

Раздел предназначен для установки даты и времени ПРМД. Данный раздел не защищен паролем.

#### 9.2.5 Раздел «СВЯЗЬ»

Раздел предназначен для включения/отключения аналоговой служебной звуковой связи по ВЧ каналу. Доступ к разделу закрыт паролем. После ввода верного пароля срабатывает реле «Авария» модуля МЗП.

«Служебная связь» – включение/выключение служебной связи.

«Громкость связи» – выставляется громкость в диапазоне от 0 до 10. Также громкость можно изменить кнопками ◀ ▶, находясь на основном экране.

#### 9.2.6 Раздел «ИЗМЕРЕНИЯ»

Раздел предназначен для измерения уровней вторичного питания, выходных параметров ПРД, сигналов на входе и выходе ПРМ, а также визуальной индикации срабатывания компаратора контроля напряжения питания. Данный раздел не защищен паролем.

Таблица 9.2.6.1 – Содержимое раздела «ИЗМЕРЕНИЯ»

Контрольные измерения ПРМД		
Вторичные уровни питания	+5V	x,x V
	+24V	xx,x V
	+УМ	xx,x V
Сигналы на выходе ПРМД	U	xx В
	I	x,xx А
Сигналы на входе ПРМ	U	xxx V
	P	xx dBm
Выход ПРМ	Ипрм (Uпрм)	xx,x mA

Сектор снижения опер. тока засвечивается при снижении уровня опер. тока ниже  $0.8U_n$  (176 В при  $U_n = 220$  В, 88 В при  $U_n = 110$  В). В эксплуатации кратковременные снижения опер. тока ниже указанного порога фиксируется в журнал событий, а на дисплее отображается таблица контрольных измерений вместо рабочего (главного) экрана.

### 9.2.7 Раздел «ОСЦИЛЛОГРАММА»

Программное обеспечение ПРМД предусматривает запись осциллограмм при действии релейного терминала на ПРМД.

Пусковыми факторами включения записи являются следующие:

- «контактный пуск»;
- «безынерционный пуск»;
- «останов».

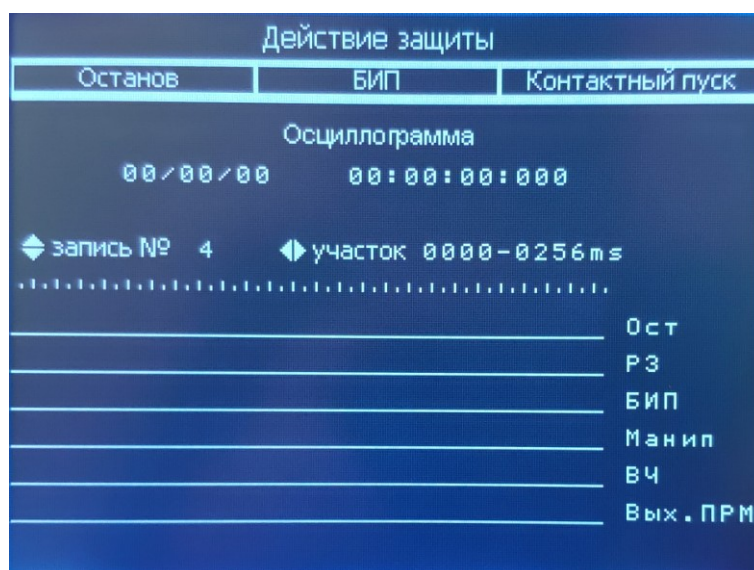


Рисунок 9.2.7.1 – Внешний вид раздела «ОСЦИЛЛОГРАММЫ»

Таблица 9.2.7.1 – Перечень сигналов

Наименование	Описание
Ост	Сигнал «безынерционного» пуска ПРД от защиты
РЗ	Сигнал «контактного» пуска ПРД от защиты
БИП	Сигнал «останов» пусков ПРД от защиты
Манип	Сигнал манипуляции от органа манипуляции защиты
ВЧ	Огибающая ВЧ сигнала на выходе ПРМД (высокий уровень информирует о наличии сигнала своего ПРД, низкий уровень – о сигнале «дальнего» ПРД)
Вых. ПРМ	Сигнал тока (напряжения) выходного каскада ПРМ

Длительность записи (осциллограммы) составляет 1536 мс (6 участков по 256 мс), дискретность записи 1 мс.

Номер записи (осциллограммы) выбирается кнопками ▲ ▼, участки записи выбираются кнопками ◀ ▶.

Всего предусмотрено хранение 10 записей (осциллограмм).

При запросе осциллограммы на дисплей выдается последняя запись. При заполнении памяти последовательно стираются записи, сделанные ранее. «Очистка» осциллографа выполняется при очистке журнала событий (одновременно) при вводе сервисного пароля.





приема выходного каскада равен 0. После отключения внешнего КЗ логика релейной защиты обеспечивает задержку останова контактного пуска до 500 мс, сигнал БИП от РЗ исчезает сразу после отключения внешнего КЗ (но логика ПРМД продляет БИП до времени контактного останова ПРД). Если на защищаемой ВЛ сохраняется нагрузка, то ВЧ сигнал на выходах «своего» и «дальнего» ПРД имеет вид пакетов.

На входе ПРМ непрерывный ВЧ сигнал и поэтому выходной каскад ПРМ закрыт –  $I_{прм} = 0$ .

Просмотр осциллограмм позволяет анализировать поведение как ПРМД, так и релейного терминала, с которым работает данный ПРМД.

### 9.2.8 Раздел «ИНФОРМАЦИЯ»

Вход в раздел осуществляется нажатием кнопки «Инф/МКР» на ЛПП.

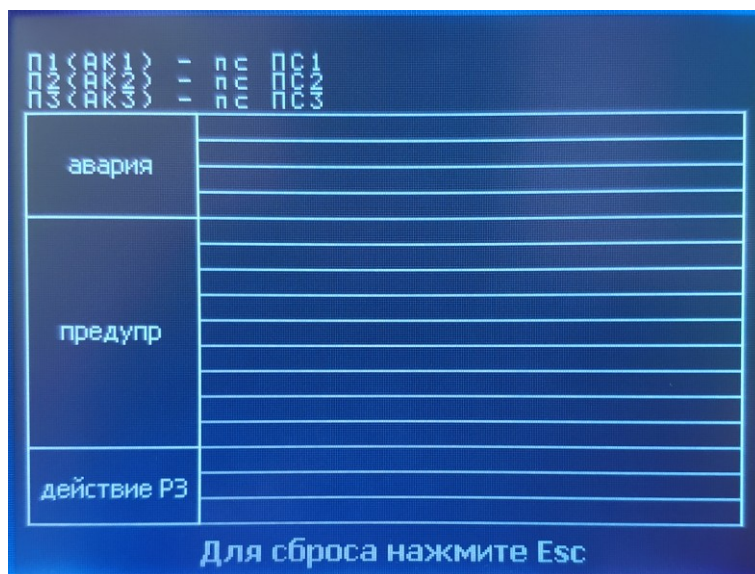


Рисунок 9.2.8.1 – Внешний вид раздела «ИНФОРМАЦИЯ»

Меню «Информация» служит для отображения актуальной информации о последних произошедших событиях, таких как действие терминала защиты на ПРМД (Рисунок 9.2.8.2), снижение вторичных уровней питания ниже  $0.8U_n$ , факт длительного (более 10 с) запуска ПРД, а так же отображаются результаты последнего АК, если были найдены какие-то неисправности или обнаружена помеха в канале.

Событие «Перегруз АЦП» говорит о том, что на входе ПРМД был превышен максимальный входной уровень или нарушена калибровка ПРМД.

При появлении воздействий от терминала светится светодиод «Предупр», но предупредительная сигнализация не включается.

● предупр	
Действие РЗ	останов прд от РЗ
	пуск прд от РЗ
	бип



Рисунок 9.2.8.2 – Перечень событий действия терминала защиты на ПРМД

● авария	Авария	нет ответа от прд №1
		нет ответа от прд №2
		нет ответа от прд №3
		неисправность выхода прм

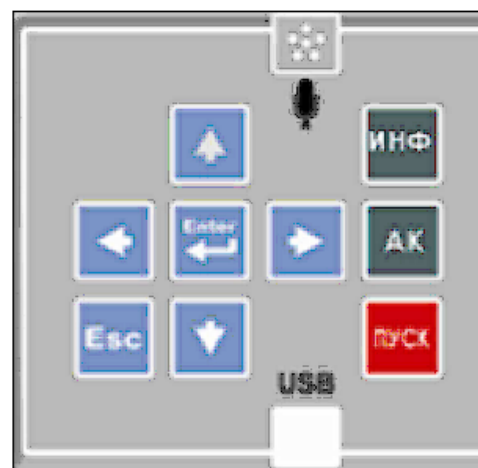


Рисунок 9.2.8.3 – Перечень аварийных событий ПРМД

Предупр	снижение уровня от прд №1
	снижение уровня от прд №2
	снижение уровня от прд №3
	неисправность дальнего прдм
	селективная помеха
	инициатива контроля
	длительный пуск от РЗ
	снижение вторич. уровней "перегруз" АЦП

● предупр

→ ×

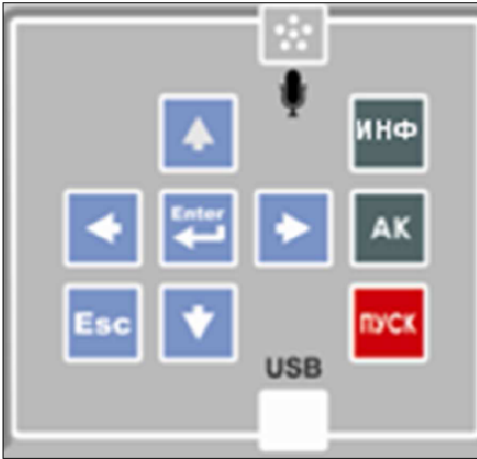


Рисунок 9.2.8.4 – Перечень предупредительных событий ПРМД

При использовании АК ПВЗ-АКМ есть возможность запросить состояние дальнего ПРМД. Для этого нужно выбрать название подстанции в верхней части экрана и нажать «Enter». После запроса на экран будут выведены события, зафиксированные на дальнем ПРМД. Для отображения данных своего ПРМД нужно выбрать название своей подстанции и также нажать «Enter».

Для того, чтобы просмотреть перечень возможных событий, нужно нажать кнопку «ИНФ», в этом случае в таблице отобразятся все события, активные события будут выделены белым цветом. Для возврата к предыдущему отображению нужно нажать кнопку «ИНФ» еще раз.

Для сброса информации нужно нажать кнопку «Esc» и в появившемся меню подтвердить сброс нажатием кнопки «Enter» или отменить сброс нажатием «Esc». После сброса информации автоматически запустится внеочередной АК канала.

Если используются АК типа «ПВЗ-90М» и «ПВЗ-АКМ», то после сброса информации появится возможность сбросить удаленный (удаленные) ПРМД. Для этого нужно нажать кнопку «ИНФ», затем «Esc» и выбрать в меню «Дистанционный сброс аппарата».

## 10 Указания по мерам безопасности

На всех стадиях эксплуатации (работа с ПРМД, техническое обслуживание, хранение, транспортирование и т.д.) руководствуйтесь правилами и указаниями, помещенными в соответствующих разделах настоящего РЭ.

При приемке ПРМД распакуйте и путем внешнего осмотра убедитесь в отсутствии поломок и деформаций по причине неправильного транспортирования.

Проверьте комплектность в соответствии с комплектом поставки.

Не подвергайте ПРМД резким перепадам температур. Резкая смена температуры (например, внесение ПРМД с мороза в теплое помещение) может вызвать конденсацию влаги внутри ПРМД и нарушить его работоспособность при включении. Перед включением ПРМД, находившегося в нерабочих условиях (при температуре ниже 0 или выше + 45 °С), необходимо выдержать ПРМД в рабочих условиях не менее 2 часов.

Наладка и эксплуатация ПРМД должны соответствовать требованиям «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок электростанций и подстанций».

ПРМД перед включением и во время работы должен быть заземлен с помощью болта заземления, расположенного на боковой стенке ПРМД.

Контрольно – измерительные приборы и аппаратура, используемые при работе с ПРМД, должны быть заземлены.

Контрольно-измерительные работы и ремонт ПРМД необходимо производить, стоя на диэлектрической подставке или на диэлектрическом коврике, соблюдая общие правила электробезопасности.

Соблюдайте условия эксплуатации ПРМД.

## 11 Конфигурирование ПРМД

### 11.1 Конфигурирование аппаратных параметров

Конфигурирование аппаратных параметров заключается в изменении параметров схемы отдельных узлов ПРМД в зависимости от типа защиты (терминала), с которой работает ПРМД. Выполняется при наладке ПРМД.

Рекомендации по установке перемычек в модулях приводятся в таблице 11.1.1.

Таблица 11.1.1 - Установка перемычек в модулях

Модуль	Перемычки	Рекомендации	
MP 210.0313 Модуль питания (общий) (E4)	T11-T12, T13-T14	Рабочее положение (подключение модуля питания усилителя мощности)	
	T15-T16, T17-T18	Рабочее положение (выход « + 5 В» и «+ 24 В»)	
	T9-T10	Рабочее положение (подключение дополнительного модуля питания)	
	T8-T9	Подключение узла контроля входного напряжения питания до «накопителя» (контроль «на входе»)	
	T8-T7	Подключение узла контроля входного напряжения питания после «накопителя» (контроль «себя»)	
MP-UMU.0115 Модуль питания усилителя (E3)	T1-T2	При работе модуля в составе «ОΡΙОН» УПЗ	
	J2 - установлена	(рабочее положение – защита модуля от КЗ и перегрузки)	
MP-210.0517 Модуль питания	T20-T21	выход + 5 В	
	T18-T19	выход + 24 В	
UMU.0115 Модуль усилителя мощности (E2)	W2 снята W3 снята W4 снята W5 снята	} рабочее положение	
	T1-T2		Питание усилителя от модуля питания усилителя
	T3-T2		Питание усилителя от унифицированного модуля питания
LFU.0115 Модуль линейного фильтра (E1)		} заводская регулировка характеристик фильтра	

	КТ5 - КТ6 -	Подключение измерительного гнезда ВЧ на выходе ПРМД
	КТ5 - КТ6 -	Подключение измерительного гнезда ВЧ «за ЛФ» при высоких уровнях помех в канале
<p>Модуль внешних подключений (Е5)</p> <p>MZP-0816</p>	ТР42-ТР45 – размыкающие контакты реле К1 «авария»	Реле К1 «авария» при отсутствии неисправностей сработано
	ТР44-Р45 – замыкающие контакты реле К1 «авария»	
	ТР48-ТР45 – подключение искрогасительной цепи контактов реле К1	
	ТР50-ТР49 – вывод (блокирование) терминала защиты нормально открытым контактом	Реле К1 «авария» при отсутствии неисправностей сработано
	ТР52-ТР49 – вывод (блокирование) терминала защиты нормально закрытым контактом	
	ТР56-ТР64 – размыкающий контакт реле К2 «предупредительный сигнал»	Реле К2 «предупредительный сигнал» при отсутствии неисправностей сработано
	ТР63-ТР64 – замыкающий контакт реле К2 «предупредительный сигнал»	
	ТР65-Т6Р4 – подключение искрогасительной цепи контактов реле К2	
	ТР68-ТР69, ТР71-ТР69 – нормально открытые и закрытые контакты дополнительного реле	Реле К3 срабатывает при нажатии на красную кнопку «пуск» ПРМД (для запуска ПРД в режиме обмена сигналами через терминал защиты)
	ТР15-ТР12, ТР13-ТР17	Релейный пуск ПРД размыкающим контактом
	ТР15-ТР17, ТР13-ТР12	Релейный пуск ПРД замыкающим контактом
	ТР14-ТР16, ТР11-ТР1	Останов ПРД замыкающим контактом
	ТР14-ТР10, ТР11-ТР16	Останов ПРД размыкающим контактом
	ТР29-ТР30, ТР27-ТР28	Пуск внешним замыкающим контактом (кнопка)
	ТР27-ТР30, ТР29-ТР28	Пуск внешним размыкающим контактом (кнопка)
ТР73-ТР74, ТР75-ТР77	Установить при работе ПРМД с электроме-	

	выход «+ 45 В» (П2/2 МЗП)	ханическими ДФЗ201, ДФЗ-504, ДФЗ-402 (ток приема покая – 20 мА).
	ТР73-ТР74, ТР75-ТР77 выход «+ 60 В» (П2/2 МЗП)	Установить при работе ПРМД с электромеханической защитой ДФЗ-2 (ток приема покая – 10 мА) и при работе с терминалом L60 (ток приема покая 20 мА)
	Снять ТР1-ТР2 и ТР3-ТР4	При работе выходного каскада ПРМ в режиме «ток» (электромеханические ДФЗ-201, ДФЗ-504, ДФЗ-402, ДФЗ-2 ВЧ блокировки ЭПЗ-627, ЭПЗ-1643, м/п терминалы «L60» и «Диамант»)
	Установить ТР1-ТР2 и ТР3-ТР4	При работе выходного каскада ПРМ в режиме «напряжение» (микроэлектронные терминалы ПДЭ-2802, ПДЭ-2003)
	ТР3-ТР35 установить	При работе выходного каскада ПРМ в режиме «ток» для регистрации тока приема
	ТР34-ТР35 установить	При работе выходного каскада ПРМ в режиме «напряжение» для регистрации сигнала приема

## 11.2 Конфигурирование программных параметров

Конфигурирование программных параметров заключается в задании параметров логики действия ПРМД и установок, предусмотренных программным обеспечением. Рекомендации по конфигурированию ПРМД приводятся в таблице 11.2.1.

Интерфейс пользователя подробно описан в разделе 9.

Таблица 11.2.1 - Рекомендации по выбору программных параметров

АК	Протокол АК	Выбрать в зависимости от ПРМД в ВЧ канале: - АК80 - ПВЗ-90М - АК (ПВЗ-Ива) - АКМ-102 (ПВЗ-Ива) / АКМ (ОРИОН) Если в канале работают только ПРМД «ОРИОН» УПЗ, то пользователь может выбрать любой из перечисленных протоколов Рекомендуется АКМ (ПВЗ-Ива) / АКМ (ОРИОН)
	Поведение при «авария» (зафиксирована аварийная неисправность)	<u>«не отвечать»</u> - при фиксации данным ПРМД неисправности АК запрещает ПРД отвечать на запросы от «дальнего» ПРМД, что гарантированно приводит к фиксации неисправности на противоположном конце канала <u>«отвечать»</u> - АК фиксирует неисправность, выдает внешний сигнал и блокирует «свою» защиту. Но обязан «отвечать» на запросы «дальнего» ПРМД. Если в процессе АК будет установлено, что неисправность устранилась, то сигнал автоматически квитируется и защита вводится в работу. Такое решение принимается, как правило, при работе с АК-80, АК (ПВЗ) (нет сигнала «дистанц. сброс») на объектах без оперативного персонала
	Защелка реле «авария»	<u>вкл</u> – при обнаружении неисправности реле срабатывает и не изменяет состояния после «снятия» неисправности. Сброс только через меню или кнопкой «внешний сброс». <u>выкл</u> – если неисправность устранилась, АК возвращает



		реле неисправности		
Помеха в канале (селективная)		предупредительный или аварийный сигнал		} выбирает пользователь
Осциллограф от АК		вкл или выкл При включении функции записываются осциллограммы ПРМД (внутренний осциллограф). Функция автоматически отключается при «рестарте» (включение ПРМД)		
Время АК Время АК повтор		0 – 99999 с } Время АК «штатное» и время повторной проверки выбирается в зависимости от типа ПРМД на дальнем конце ВЛ		
Совмещаемый ПРМД	№ ПРД в канале	Период проверки (норм)	Период проверки (ускор)	Повторный контроль
ПВЗ-90М	1	20000 с	2000 с	200 с
«ОРИОН» УПЗ	2 (3)	20600 с	2060 с	200 с
АВЗК-80	1	20000 с	2000с	200 с
«ОРИОН» УПЗ	2 (3)	20600 с	2060с	200 с
ПВЗ-АК ПВЗ-АКМ	1	1048 с	-	262 с
«ОРИОН» УПЗ	2 (3)	1200 с	-	300 с
Количество АК	«2» или «3» - включается / выключается функции проверки ПРМД №3			
АК1 АК2 (АК3)	Заносятся диспетчерские наименования объектов для данного ВЧ канала			
Номер АК	1 } Выбирается пользователем для идентификации 2 } ПРМД в канале. Рекомендуются в случае работы 3 } в канале с ПРМД других производителей для «ОРИОН» УПЗ принимать №2 (№3) «0» Присвоение №0 означает имитацию работы в исправном канале (АК работает за себя и за противоположные концы). Режим применяется при отладке АК. Может быть также включен, если с противоположной стороны АК отсутствует или выведен. В этом случае контролируется только собственный ПРМД			
Общие	При I <sub>прм</sub> выход ПРМ	- выходной каскад ПРМ <u>закрыт</u> (ток приема I <sub>прм</sub> = 0 – для электромеханических ДФЗ-201, ДФЗ-504, ДФЗ-2, ДФЗ-503; для микропроцессорных терминалов «Диамант», «L60») - выходной каскад ПРМ <u>открыт</u> (ток приема I <sub>прм</sub> = 20 мА для электромеханических ВЧ блокировок ЭПЗ-527, ЭПЗ-1643) - выходной каскад ПРМ <u>закрыт</u> (напряжение U <sub>прм</sub> = 15 - 20В для терминалов типа ПДЭ-2802, ПДЭ-2803, ПДЭ-2003)		
	Тип выхода ПРМ	ток 10 мА – для электромеханических ДФЗ-2 20 мА – для электромеханических ДФЗ-201, ДФЗ-504, ДФЗ-503, для микропроцессорных L60, «Диамант»		

		20 мА – для электромеханических блокировок ЭПЗ-1643, ЭПЗ-627 напряжение 15 - 20 В – для терминалов ПДЭ-2802, ПДЭ-2003, ПДЭ-2803
	Оперативный пуск ПРД	<u>программный</u> – при нажатии на кнопку «ПУСК» ПРМД реализуется программа полуавтоматического обмена сигналами с выдачей на дисплей ПРМД результатов обмена (Iпрм пок, Iпрм свой, Iпрм совм, Iпрм дальн, Iвых). <u>импульсный</u> – при нажатии на кнопку «пуск» ПРД запускается на 30 с, затем автоматически выключается
	ПРМД кнопка «пуск»	<u>«внутр»</u> - при нажатии на кнопку «ПУСК» ПРМД реализуется пуск ПРД помимо релейного терминала (при этом действие терминала на пуск ПРД выше по приоритету кнопки «ПУСК») <u>ч/з реле ПРМД</u> – при нажатии на кнопку «пуск» ПРМД срабатывает реле КЗ, которое действует на терминал защиты в качестве «внешней» кнопки; при этом терминал обеспечивает пуск ПРД, манипуляцию и приоритеты, а ПРМД обеспечивает выполнение программы обмена
	внешняя кнопка «пуск»	<u>«внутр»</u> - при нажатии на внешнюю кнопку «ПУСК» ПРД запускается помимо релейного терминала; как правило используется при обмене сигналами если терминал защиты при малой нагрузке на ВЛ отказывает в пуске через терминал (обмен неманипулируемыми сигналами) <u>«ч/з реле ПРМД»</u> - аналогично предыдущему пункту
	дистанционный отклик	<u>«внутренний»</u> - при приеме сигнала от дальнего ПРМД на время более заданного формируется (отклик) – ответный пуск ПРД на заданное время <u>«ч/з реле ПРМД»</u> - то же самое, только ответный пуск осуществляется с помощью реле КЗ через релейный терминал <u>«выключен»</u> - ответный пуск ПРД запрещен; применяется в случае, если противоположный ПРМД не имеет функции полуавтоматического обмена
ПРД	Частота, кГц	<u>xxx,x</u> – задается частота передачи Fпрд в диапазоне 24.0 – 999.9 кГц с шагом 0.1 кГц
	Манипуляция	<u>прямая</u> – при отсутствии напряжения манипуляции (тока КЗ/нагрузки) ПРД при пуске генерирует сплошной (неманипулированный ВЧ сигнал) <u>обратная</u> – при отсутствии напряжения манипуляции ПРД не генерирует ВЧ сигнал даже при наличии команды «ПУСК» <u>выключена</u> – функция не используется; применяется для терминалов защит, реализующих манипуляцию в сигнале пуска («Диамант»), или для защит типа ВЧ блокировка (ПДЭ-2802, ПДЭ-2803, ПДЭ-2003, ЭПЗ-1643, ЭПЗ-627)
	Останов	<u>вкл/выкл</u> – по проектному заданию от защиты, УРОВ, резервных защит и т.д.
	БИП (безынерционный пуск)	<u>вкл/выкл</u> – применяется исключительно и только для электромеханических защит типа ДФЗ-504, ДФЗ-503, ДФЗ-201

	Пуск Кн (от внешней кнопки)	<u>вкл/выкл</u> – используется в случае эксплуатационной необходимости	
ПРМ	Частота, кГц	<p><u>xxx,x</u> – задается частота настройки ПРМ <math>F_{прм}</math> в диапазоне 24.0 – 999.0 кГц с шагом 0.1 кГц. Как правило, широко используют три стандартных режима:</p> <p>1) <u><math>F_{прд} = F_{прм}</math></u> частота передачи равна частоте приема; <u>в двухконцевых каналах</u></p> <p>2) <u>В трехконцевых каналах</u> для предотвращения «нулевых биений» сигналов на входе ПРМ. частоты ПРД разносят на <math>\pm 0.5</math> кГц (<math>F_{прд1} = A</math> кГц, <math>F_{прд2} = A + 0.5</math> кГц, <math>F_{прд3} = A - 0.5</math> кГц)</p> <p>Частота настройки ПРМ <math>F_{прм}</math> принимается либо как средняя частота двух «дальних» ПРД, либо принимается частота наиболее удаленного (по затуханию) ПРД</p> <p>3) В двух концевых каналах при длине защищаемой ВЛ (150 - 250 км) для подавления влияния собственного отраженного сигнала осуществляется разнос частоты <math>F_{прд}</math> и <math>F_{прм}</math> 1.5 кГц</p>	
	Тип характеристики	<p><u>III (3)</u> – симметричная характеристика избирательности.  <u>III (2) и III (1)</u> – несимметричные характеристики избирательности с увеличенным затуханием на частоте собственного ПРД</p>	
	Компаратор основн.	Основной ПРМ, управляющий выходным каскадом ПРМ	Регулировка от + 45дБм до – 11дБм (шаг 1 дБм)
	Компаратор дополн.	запуск АК «по вызову»	
	Компаратор Low	предельно низкий уровень ПРМ	
Компаратор High	снижение уровня принимаемого сигнала – «предупр»		

## 12. Порядок монтажа и подключения ПРМД

### Общие указания.

Монтаж ПРМД имеют право производить только специалисты организаций, имеющих соответствующее разрешение.

Перед монтажом ПРМД необходимо убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могут нарушить его работоспособность.

Подключение всех цепей ПРМД должно производиться при выключенном электропитании аппаратуры.

### Меры безопасности.

Монтаж, ремонтные и контрольно-измерительные работы необходимо производить, соблюдая общие правила безопасности при эксплуатации электроустановок.

ПРМД перед включением и во время работы должен быть заземлён с помощью специального болта заземления, расположенного на боковой части корпуса.

Контрольно-измерительные приборы и аппаратура, используемые при работе с ПРМД, должны быть заземлены.

### Подготовительные работы.

Произвести внешний осмотр ПРМД и убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могли быть вызваны во время транспортировки. Выключатель питания на модуле питания ПРМД установить в положение «О».

ПРМД закріпити на панелі (в шафу) терміналу (устройства) релейної захисти. Підключити шинку заземлення панелі (шкафа) к спеціальному болту заземлення, розположенному на боковій стінці ПРМД.

#### Підключення цепей ПРМД

Підключення зовнішніх цепей к ПРМД виробляється в відповідності з таблицею 12.1 і рисунком 12.1.

Кількість підключаємих цепей і клемми їх підключення визначаються також типом терміналу релейної захисти, сумісно з яким буде працювати ПРМД.

В разі роботи на несогласований ВЧ канал рекомендується вихід лінійного фільтра підключати к ВЧ каналу через спеціальний согласуючий трансформатор (приналежність ЗИП).

Для обмеження імпульсних поєм рекомендується установити варистор.

Для підключення к локальній інформаційній мережі використовуються клемми П1/1, П1/2, П1/3 модуля управління.

Если ПРМД является крайним в линии связи, то необходимо установить согласующий резистор 120 Ом на клеммы П1/1-П1/2.

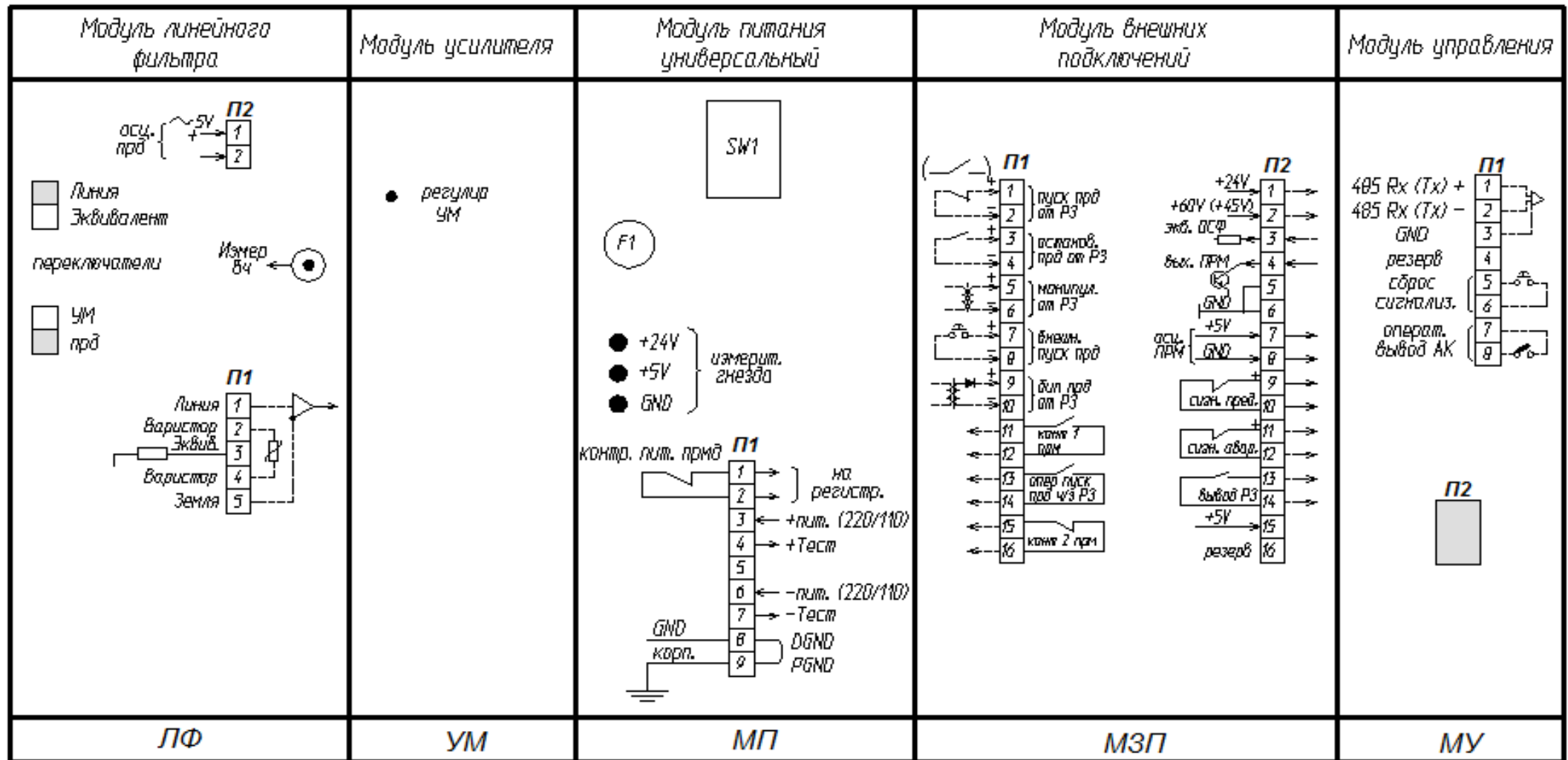


Рисунок 12.1 - Размещение модулей и клеммников

Таблица 12.1 - Назначение клеммников внешних цепей ПРМД

Модуль	Маркировка на блоке		Назначение цепей	Примечания
ЛФ	«П1/1»	«Линия»	ВЧ вход/выход	
	«П1/2»	«Варистор»	Подключ. защитного элемента	
	«П1/3»	«Эквив.»	Подключ. эквивалента канала	
	«П1/4»	«Варистор»	Подключ. защитного элемента	
	«П1/5»	«Земля»	Подключ. «земли» ВЧ кабеля	
	«П2/1»	«Внеш. рег»	Подключение внешнего регистратора для записи огибающей ВЧ сигнала	
	«П2/2»			
МП (MP210.0 717) Устанавливается с 2018 г.	«П1/1»		Подключение внешнего регистратора для записи сниж. Упит	Вых. «сухой» контакт
	«П1/2»			
	«П1/3»		Подключение положительного полюса источника питания	В рабочем режиме установить переключку П1/8-П1/9 (заземление «цифровой» и «аналоговой» земли на общий корпус)
	«П1/4»		Выход положит. полюса питания (не использовать)	
	«П1/5»		резерв	
	«П1/6»		Подключение отрицательного полюса источника питания	
	«П1/7»		Выход отрицат. полюса питания (не использовать)	
	«П1/8»		«общий» для «цифровых» цепей	
	«П1/9»		«корпус»	
МП (MP-210.0212/0313)	«П1/1»		Подключение положительного полюса источника питания	В рабочем режиме установить переключку П1/6-П1/7 (заземление «цифровой» и «аналоговой» земли на общий корпус)
	«П1/2»		Выход положит. полюса питания (не использовать)	
	«П1/3»		резерв	
	«П1/4»		Подключение отрицательного полюса источника питания	
	«П1/5»		Выход отрицат. полюса питания (не использовать)	
	«П1/6»		«общий» для «цифровых» цепей	
	«П1/7»		«корпус»	
МУ	«П1/1»		Rx+/Tx+	Интерфейс RS-485 для подключения к информационной сети Без гальван. изол.
	«П1/2»		Rx-/Tx-	
	«П1/3»		GND	
	«П1/4»		резерв	Вход («сухой контакт») без гальван. изол.
	«П1/5»		Сброс сигнализации	
	«П1/6»			



	«П1/7»		Оперативный вывод АК (блокировка функции АК)	Вход («сухой контакт») без гальван. изол.
	«П1/8»			
МЗП	«П1/1»	«Пуск Р.З. +»	Подключение «сухого» замыкающего/размыкающего контакта	
	«П1/2»	«Пуск Р.З. -»		
	«П1/3»	«Останов Р.З. +»	Подключение «сухого» замыкающего/размыкающего контакта	
	«П1/4»	«Останов Р.З. -»		
	«П1/5»	«Манипуляция +»	Подключение органа манипуляции эл. мех. ДФЗ	
	«П1/6»	«Манипуляция -»		
	«П1/7»	«Внешний пуск +»	Подключение кнопки (неприоритетный пуск)	
	«П1/8»	«Внешний пуск -»		
	«П1/9»	«БИП +»	Подключение цепей безынерционного пуска эл. мех. ДФЗ	
	«П1/10»	«БИП -»		
	«П1/11»	«Контакт ПРМ1»	Подключение «сух» контакта выхода ПРМ	для терминала МПЦ ВЧ блокировки
	«П1/12»			
	«П1/13»	«Опер. пуск ПРД»	реле повторитель кнопки «пуск» ПРМД	обмен сигналами ч/з терминал
	«П1/14»			
	«П1/15»	«Контакт ПРМ2»	Подключение «сух» контакта выхода ПРМ	на внешн. регистратор
	«П1/16»			
	«П2/1»	«+24 В»	Подключение ОСФ (или дискретного входа) устройства релейной защиты	
	«П2/2»	«+60 В (+45 В)»		
	«П2/3»	«Экв. ОПФ»		
	«П2/4»	«Выход ПРМ»		
	«П2/5»	«GND»		
	«П2/6»	«GND»		
	«П2/7»	«Осц. ПРМ»	Подключение аналогового входа внешнего регистратора	запись вых. каскада
	«П2/8»			
	«П2/9»	«Сигн. Предупр. +»	Нормально-замкнутый контакт предупредительной сигнализации	
	«П2/10»	«Сигн. Предупр. -»		
	«П2/11»	«Сигнал Авария +»	Нормально-замкнутый контакт аварийной сигнализации	
	«П2/12»	«Сигнал Авария -»		
	«П2/13»	«Вывод защиты»	Нормально-открытый (нормально-замкнутый) контакт вывода защиты	Аппаратная конфигурация
	«П2/14»			
«П2/15»	«+ 5 В»			
«П2/16»	«Резерв»			

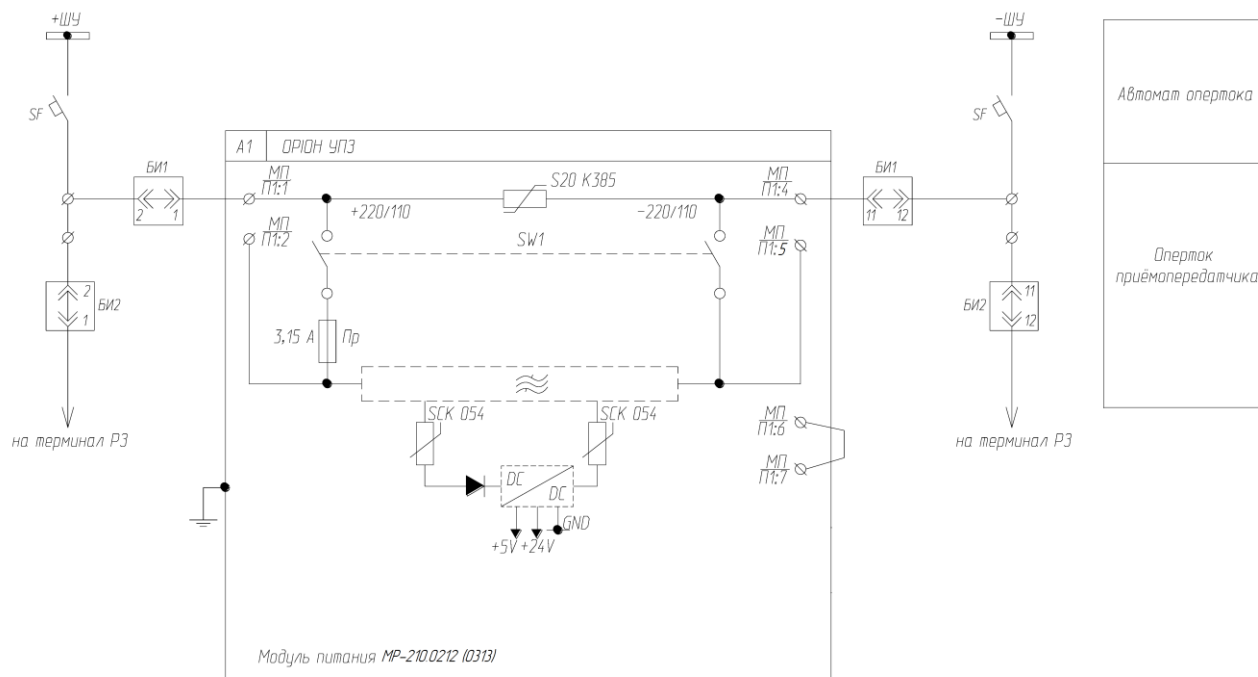


Рисунок 12.2 - Подключение питания ПРМД с модулем питания МР-210.0212/0313 на 7 клемм (устанавливался до 2018 г.)

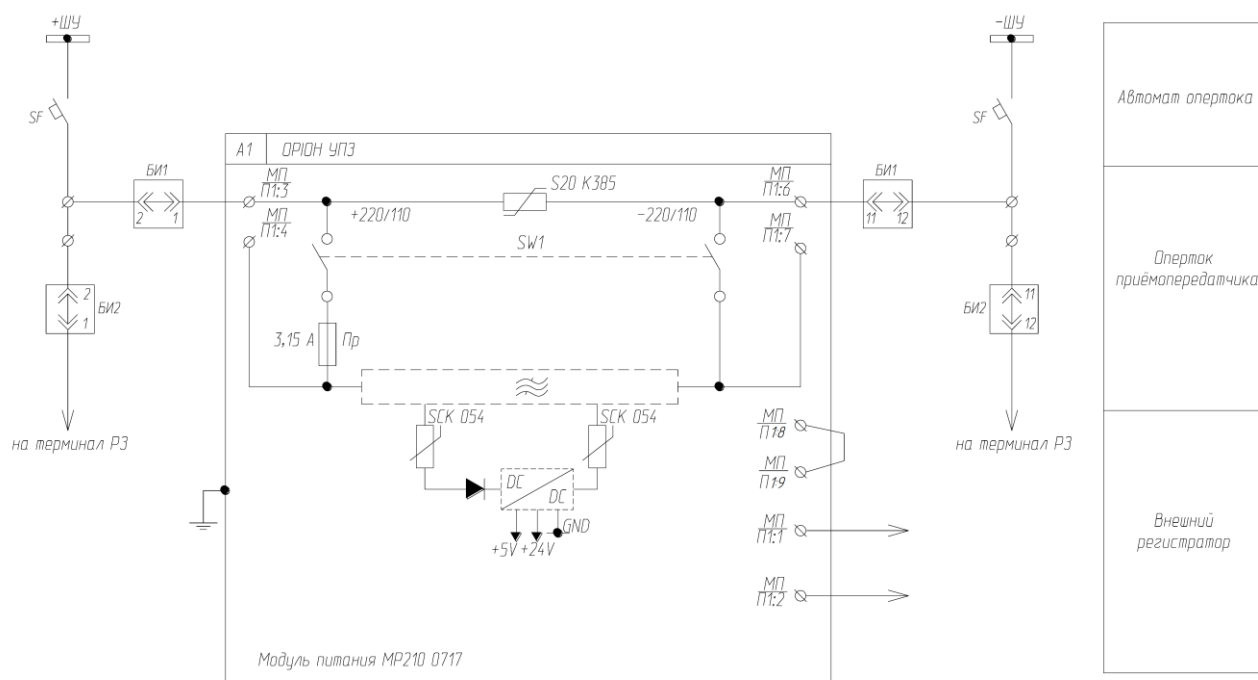


Рисунок 12.3 - Подключение питания ПРМД с модулем питания МР210.0717 на 9 клемм (устанавливается с 2018 г.)

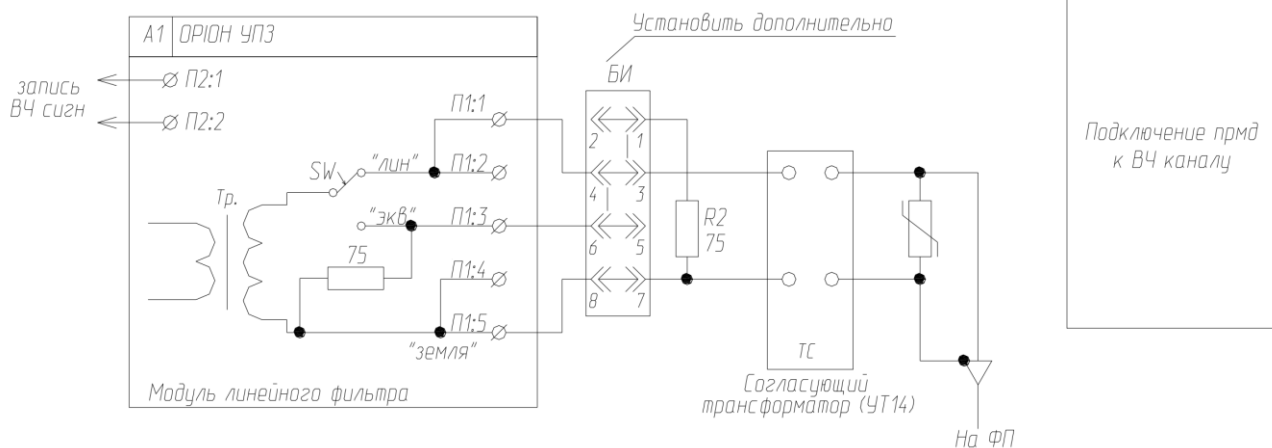


Рисунок 12.4 - Подключение ПРМД к ВЧ каналу

При установленной рабочей крышке испытательного блока БИ ПРМД подключен к ВЧ каналу:

- при снятой рабочей крышке ПРМД нагружен на внутренний эквивалент резистор 75 Ом, а канал нагружается на резистор  $R2 = 75 \text{ Ом}$ ;
- установка испытательной крышки позволяет производить эксплуатационные измерения (уровни передачи/приема, запас по перекрываемому затуханию и т.д.).

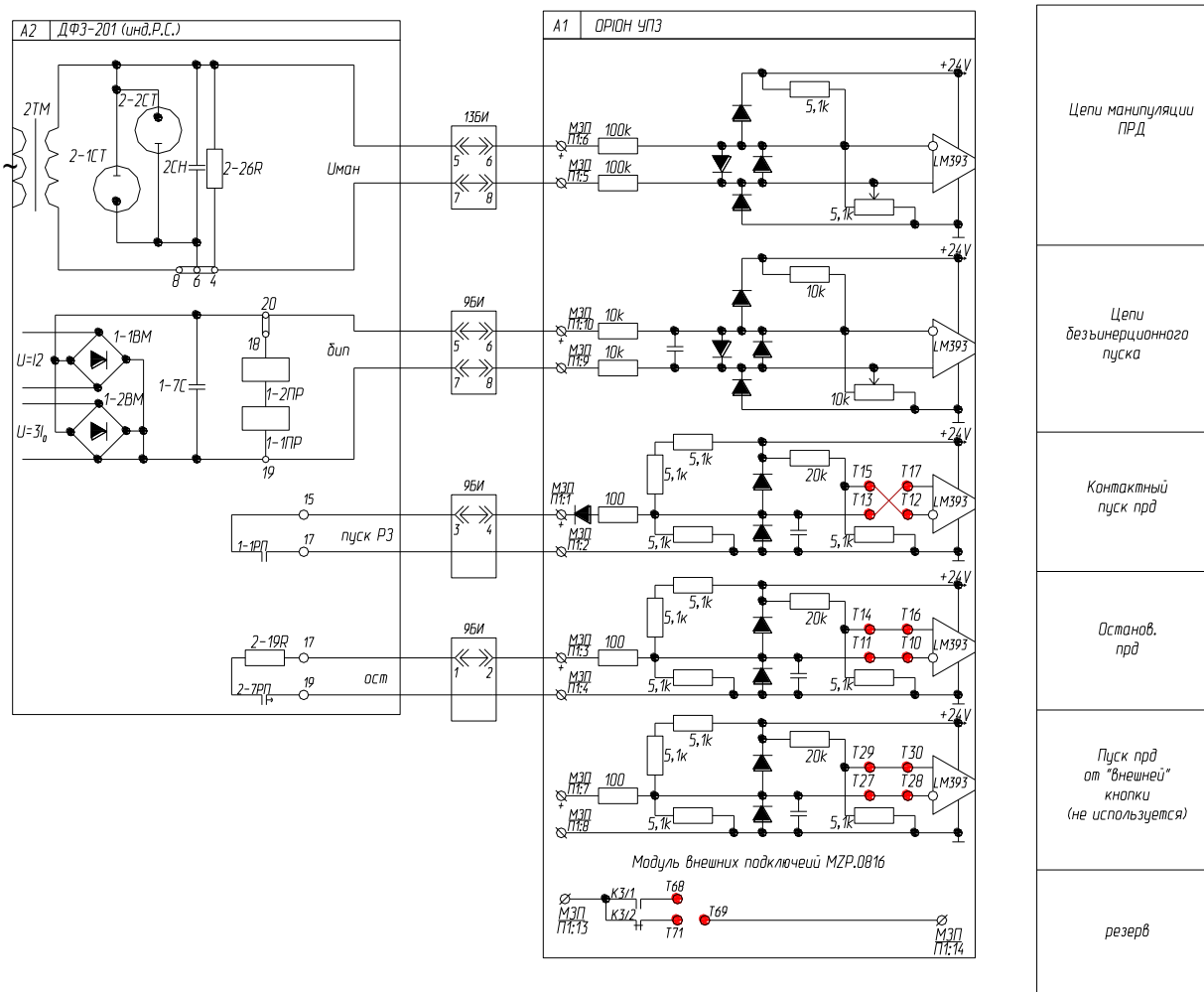


Рисунок 12.5 - Подключение цепей управления от электромеханической ДФЗ

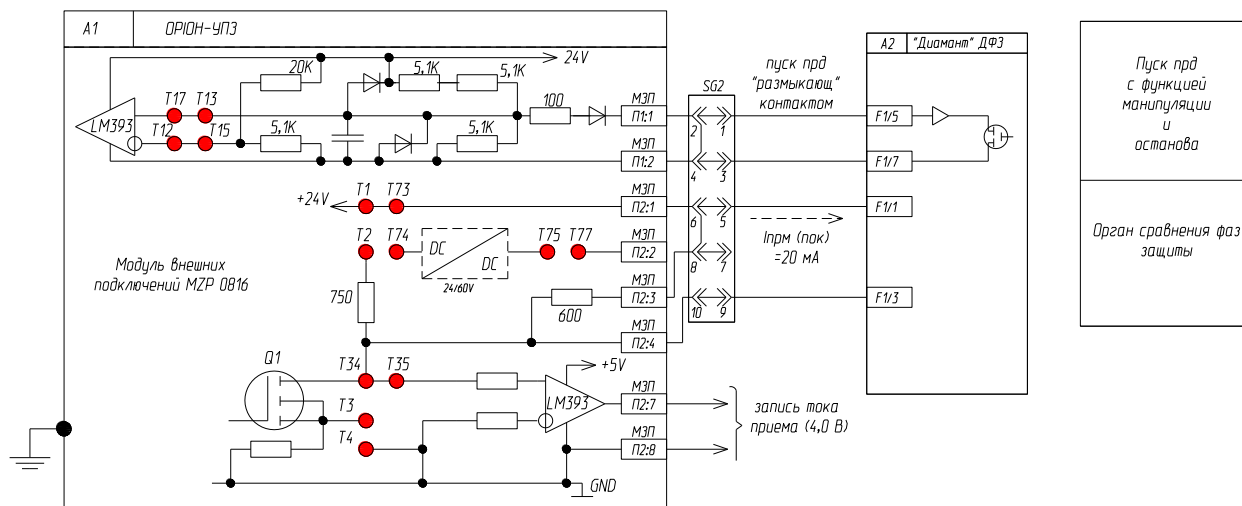


Рисунок 12.6 - Подключение ПРМД к терминалу защиты «Диамант» (функция ДФЗ)

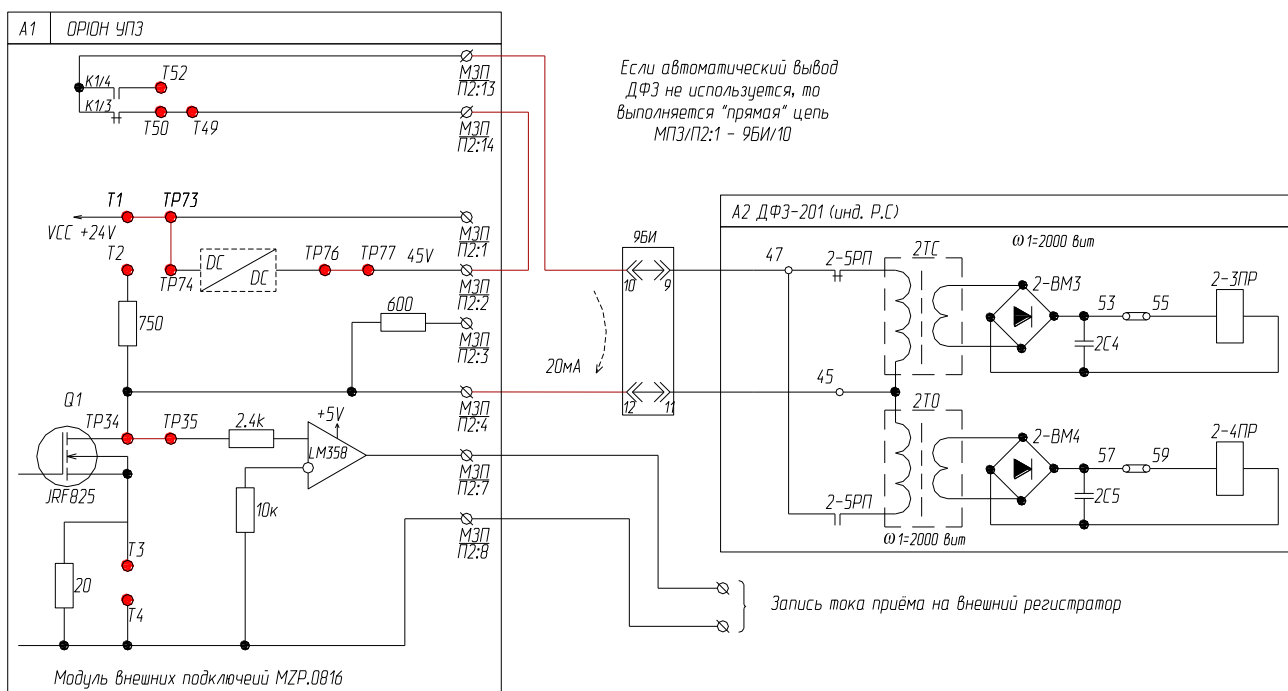


Рисунок 12.7 - Подключение органа сравнения фаз электромеханической ДФЗ к выходному каскаду ПРМ

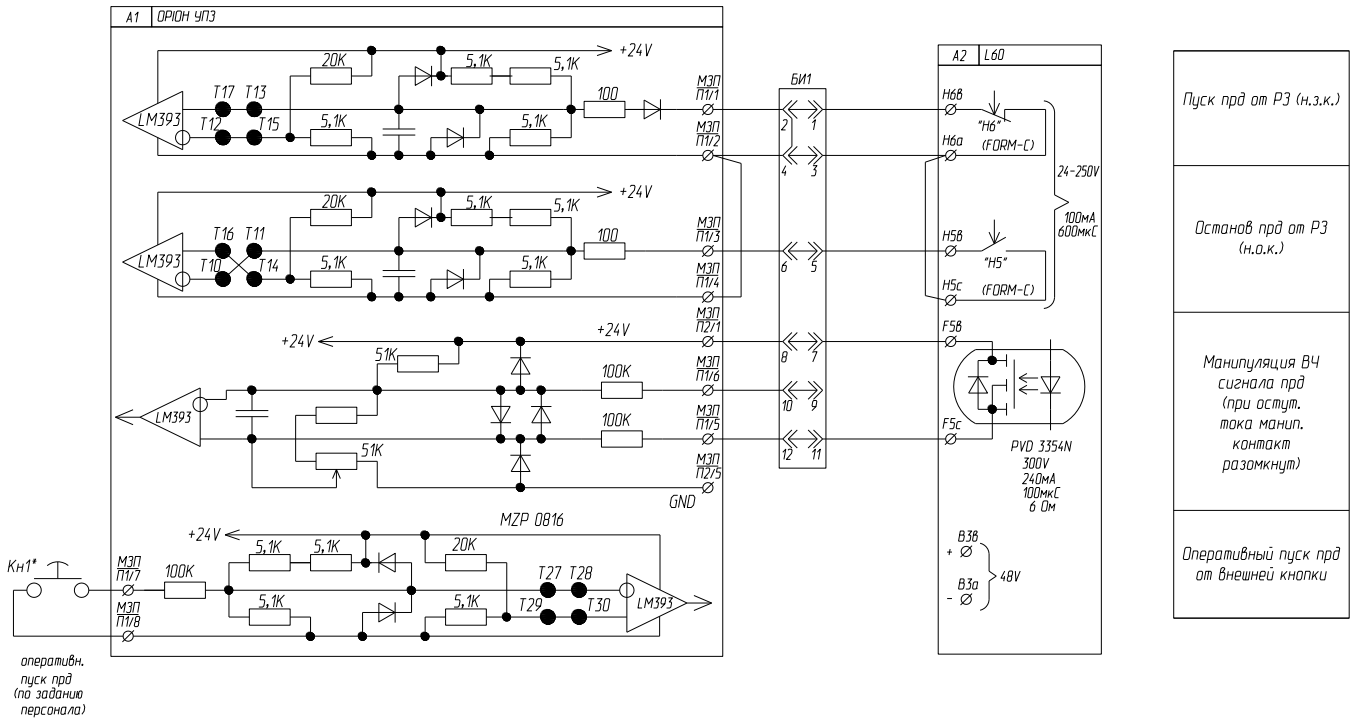


Рисунок 12.8 - Подключение цепей управления терминала L60

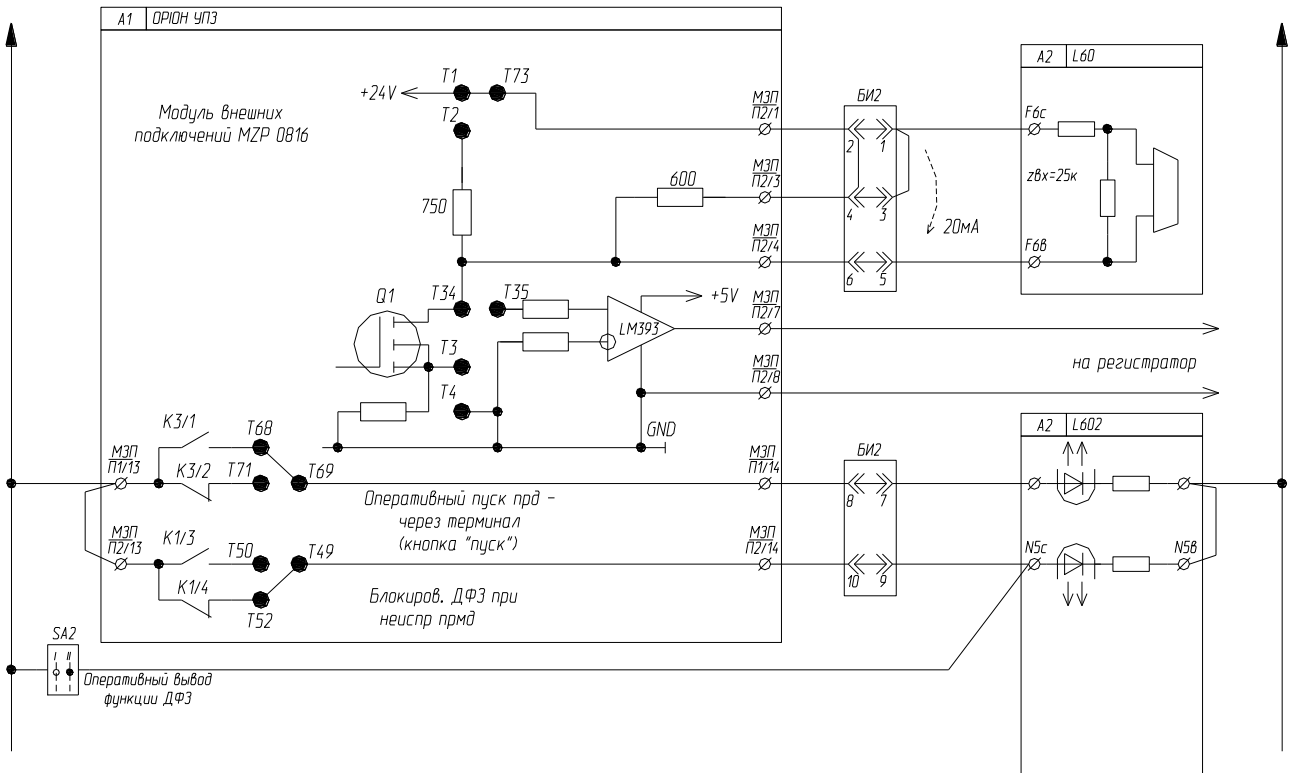


Рисунок 12.9 - Подключение органа сравнения фаз и оперативного пуска ПРД от L60.

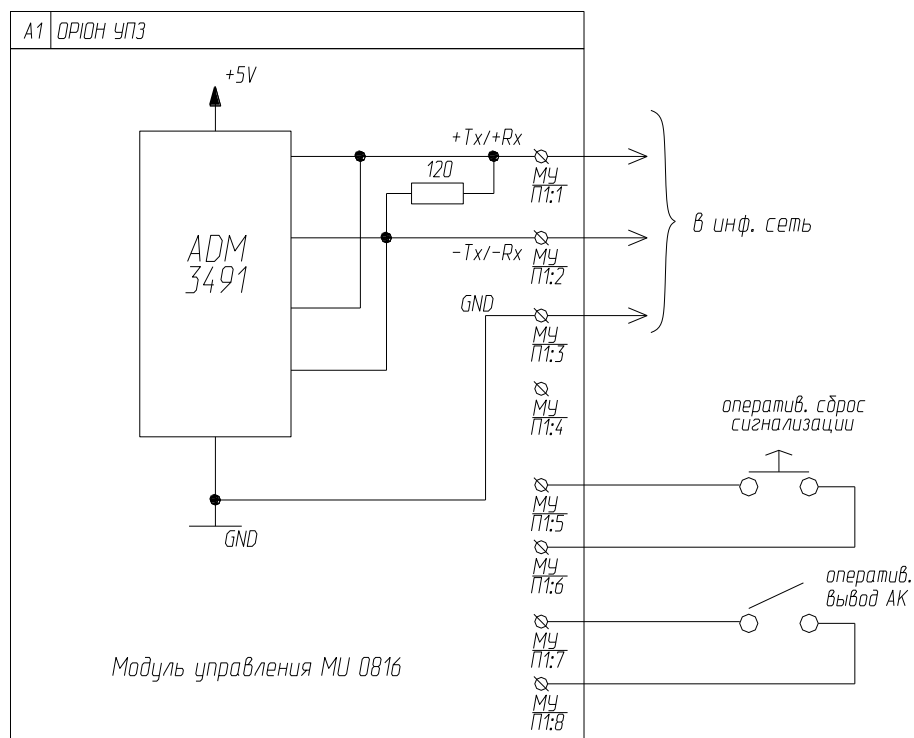


Рисунок 12.10 - Подключение ПРМД к информационной сети

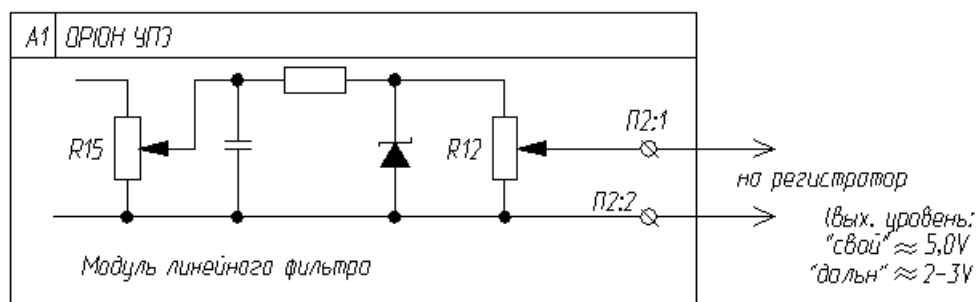


Рисунок 12.11 - Запись огибающей ВЧ сигнала (свой/дальний)

### 13 Возможные неисправности и способы их устранения

Перечень возможных неисправностей ПРМД, методика диагностики и устранения приводятся в таблице 13.1.

При диагностике неисправности каждый модуль может подключаться к терминалу с помощью ремонтной платы-транслятора с ремонтным кабелем (поставляется в составе ЗИП).

При поиске неисправности модулей наличие вторичных уровней питания проверяется по светодиодным индикаторам в модуле; значения питающих напряжений измеряются прибором в контрольных точках.

При поиске и устранении неисправностей необходимо пользоваться комплектом эксплуатационной документации:

- «ОПІОН» УПЗ – Схемы электрические принципиальные;
- «ОПІОН» УПЗ – Перечни элементов;
- «ОПІОН» УПЗ – Расположение элементов на плате (монтажные схемы).

Таблица 13.1 - Возможные неисправности ПРМД

Внешнее проявление и дополнительные признаки	Наиболее вероятные причины	Возможный метод устранения
При включении ПРМД не светятся индикаторы на ЛП, не светится дисплей	1) Перегорел предохранитель МП 2) Неисправен МП	1) Проверить (заменить) предохранитель 2) Проверить (заменить) МП
На ЛП не светится индикатор одного из вторичных уровней (+ 5 В, + 24 В, + УМ)	1) Неисправен МП 2) Неисправен узел формирования в модуле усилителя 3) Неисправен светодиод КЗ в одном из модулей ПРМД	1) Заменить (проверить) МП 2) Проверить узел формирования в усилителе 3) Проверить наличия вторичных уровней по системе контроля 4) Извлечь из терминала все модули; вставлять по очереди
Активен сигнал «Предупр.», на ЛП светятся светодиоды: «Пуск ПРД от РЗ», «+ 5 В», «+ 24 В», «+УМ»	1) Длительный пуск ПРД от релейного терминала	1) Проверить цепь пуска РЗ от релейного терминала 2) Проверить исправность релейного терминала
Ток приема покоя (при работе ПРМД в составе ДФЗ) равен 0	1) Обрыв цепи выходного каскада ПРМ 2) Неисправность транзистора выходного каскада	1) Проверить исправность цепи органа сравнения фаз защиты 2) Проверить исправность выходного транзистора
При нажатии кнопки «ПУСК» ПРД не запускается; ВЧ сигнал на выходе ПРД отсутствует	1) Неисправен усилитель мощности 2) Неисправен узел питания усилителя 3) Неисправен модуль ЛФ	Проверить исправность указанных модулей
АК фиксирует отсутствие ответа дальнего ПРД	1) Неисправен ВЧ канал 2) Неисправен дальний ПРМД	Произвести оперативный обмен сигналами

#### 14 Рекомендации по техническому обслуживанию

Техническое обслуживание ПРМД должно соответствовать требованиям «Правил технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализаций электростанций и подстанций 110 - 750 кВ».

Для ПРМД устанавливаются следующие виды технического обслуживания:

- Проверка при новом включении (наладка) Н
- Первый профилактический контроль (после наладки) К1
- Профилактическое восстановление В

Цикл технического обслуживания ПРМД составляет 3 года.

Прогон ПРМД перед включением в эксплуатацию заключается в подаче на устройство напряжения питания на 3 - 5 суток при введенном в работу АК. Терминал защиты, с которым работает ПРМД, должен быть переведен с действием «на сигнал».

Техническими условиями предусмотрен срок службы ПРМД 12 лет.

Предлагается установить следующие сроки технического обслуживания в процессе эксплуатации:

Таблица 14.1.1.

Количество лет эксплуатации	0	1	3	6	9	12
Вид ТО	Н	К1	В	В	В	В



## 15 Методика проверки ПРМД

Проверки и измерения параметров ПРМД рекомендуется производить с помощью цифрового измерительного комплекса «ЦИКЛОН» 115 и магазина «МАРК» 119. «ЦИКЛОН» 115 является сложным современным электронным устройством, обеспечивающим сравнительно высокую точность измерений и удобство в работе.

### 15.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется отсутствие следов ударов, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности. Осматриваются разъемы (клеммники) подключения внешних сигналов, разъем коммутации на кросс-плату в части состояния контактных поверхностей. Проверяется состояние компонентов модулей на отсутствие механических повреждений.

### 15.2 Внутренний осмотр

При внутреннем осмотре производится:

- Чистка модулей и корпуса от пыли;
- Осмотр элементов на модулях и исправность дорожек печатного монтажа с точки зрения следов перегрева, микротрещин, окисления;
- Контроль сочленения разъемов и механического крепления элементов в модулях;
- Затяжка винтовых соединений.

### 15.3 Измерение сопротивления изоляции цепей ПРМД (Н, К1, В)

Измерение сопротивления изоляции выполняется при отключенных от ПРМД внешних соединений. Переключатель питания установить в положение выключено «О». Перемычки между контактами внешних соединений установить согласно таблицы 15.3.1.

Таблица 15.3.1 - Измерение сопротивления изоляции

Группа цепей	Назначение	Объединить клеммы ПРМД
I	оперативный ток	МП: П1/3, П1/4, П1/6, П1/7(МР-210.0717)
II	внешние цепи и сигнализация	МЗП: П2/9, П2/10, П2/11, П2/12, П2/13, П2/14, П1/11, П1/12 П1/13, П1/14, П1/15, П1/16
III	«вторичные» цепи	МЗП: П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5, П1/6, П1/7, П1/8, П1/9, П1/10, П2/1, П2/2, П2/3, П2/4, П2/5, П2/6 ЛФ: П2/1, П2/2 МУ: П1/1, П1/2, П1/3, П1/5, П1/6, П1/7, П1/8 (на время проверки снять «рабочее» заземление «вторичных» цепей П1/8-П1/9 МР-210.0717, П1/6-П1/7 для более ранних модификаций)
IV	линейный выход ПРМД	МУ: П1/1, П1/2, П1/3, П1/4, П1/5

Отключить заземление «вторичных источников» на клеммах П1/8-П1/9 модуля питания МР-210.0717, П1/6-П1/7 для более ранних модификаций).

Группа I и II – проверяется изоляция относительно «земли» (корпуса) и между группами. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 Мом; мегаомметр 1000 В.

Группа III – проверяется изоляция относительно «земли» (корпуса) и между группами. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 Мом; мегаомметр 500 В.

Группа IV – проверяется изоляция относительно «земли» мегаомметром 1000 В.

### 15.4 Испытание электрической прочности изоляции (Н, К1, В)

Испытание электрической прочности групп I и II (см. Таблица 15.3.1) производится переменным напряжением 1000 В 50 Гц в течение 1 минуты. После испытания электрической прочности повторно измеряется сопротивление изоляции по п.15.3.

### 15.5 Проверка вторичных уровней питания, измерения потребления ПРМД (Н, К1)

Схема проверки показана на рисунке 15.5.1. Измерение вторичных уровней при наладке и первом контроле рекомендуется выполнять при величинах напряжения питания  $0.8U_n$ ,  $1.0U_n$ ,  $1.1U_n$ . Для остальных проверок достаточно измерить вторичные уровни при номинальном уровне питания ПРМД.

В МП ПРМД начиная с 2018 г. устанавливаются гнезда «+ 5 В», «+ 24 В», «Общ.» для контроля вторичных уровней.

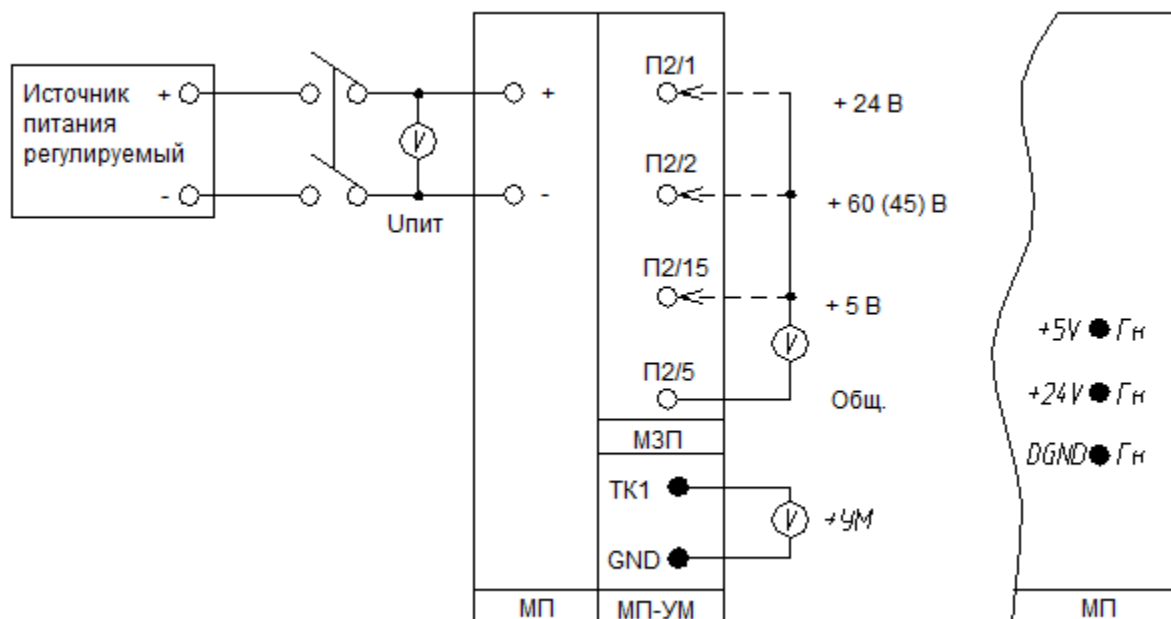


Рисунок 15.5.1 - Схема проверки вторичных уровней питания ПРМД

Таблица 15.5.1

Вид обслуж.	Uвт Uпит	Сигнал сниж. Uпит, В	Модуль питания МП				Мод. МЗП	узел питания усил.	
			выход «+ 5 В»		выход «+ 24 В»		вых «+ 60/45 В»	«+ УМ»	
			дисплей «измер.» В	контр. прибор П2/15- П2/5 МЗП	дисплей «измер.» В	контр. прибор П2/1- П2/5 МЗП	контр. при- бор П2/2- П2/5 МЗП	дисплей «измер.» В	контр. прибор Т2-GND
Н	0.8U <sub>n</sub>								
	1.0U <sub>n</sub>								
	1.1U <sub>n</sub>								
К1	0.8U <sub>n</sub>								
	1.0U <sub>n</sub>								
	1.1U <sub>n</sub>								

Для вывода значений напряжений на дисплей ПРМД необходимо войти в раздел меню «ИЗМЕРЕНИЯ».

Норматив: «вых + 5 В» + 5.0 ± 0.1 В

«ВЫХ + 24 В»	+ 24 ± 2.0 В
«ВЫХ + УМ»	+ 24 ± 2.0 В
«ВЫХ + 60 В»	+ 60(45) ± 5 В

При снижении  $U_{пит}$  ниже  $0.8U_n$  должен засвечиваться сектор

снижение опертока

норматив:  $0.7 - 0.8U_n$ .

### 15.6 Проверка входного сопротивления ПРМД (Н, К1, В)

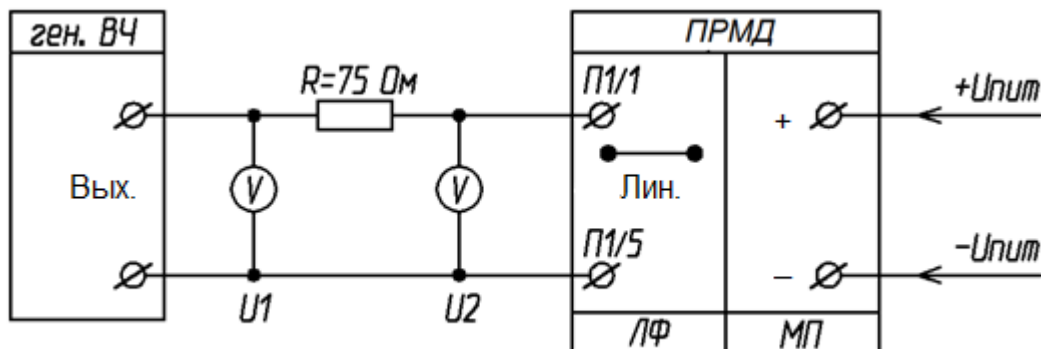


Рисунок 15.6.1 - Схема проверки входного сопротивления ПРМД

Заблокировать возможность пуска ПРД (установить перемычку W2 в модуле УМ). Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положении «Лин.».  $f_{cp}$  – средняя частота номинальной рабочей полосы.

Таблица 15.6.1

f, кГц	$f_{cp} - 2$	$f_{cp}$	$f_{cp} + 2$
$U_1$ , мВ	1000	1000	1000
$U_2$ , мВ			
$Z_{вх}$ , Ом			

### 15.7 Проверка вносимого затухания в 75-омный тракт (Н, К1, В)

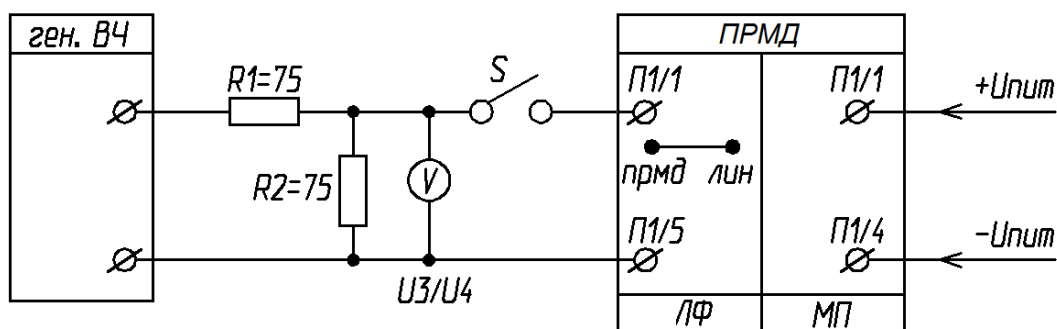


Рисунок 15.7.1 - Схема проверки вносимого ПРМД затухания в 75-омный тракт

Заблокировать возможность пуска ПРД (установить перемычку W2 в модуле УМ). Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положении «Лин.».  $f_{cp}$  – средняя частота номинальной рабочей полосы.

$U_3$  – уровень сигнала при выключенном переключателе S;

$U_4$  – уровень сигнала при включенном переключателе S.

Таблиця 15.7.1

f, кГц	f <sub>н</sub> - 12	f <sub>н</sub> - 8	f <sub>н</sub>	f <sub>ср</sub>	f <sub>в</sub>	f <sub>в</sub> + 8	f <sub>в</sub> + 12
U <sub>3</sub> , мВ	500	500	500	500	500	500	500
U <sub>4</sub> , мВ							
α <sub>вн</sub> , дБ							

Величина вносимого затухання розраховується по формуле:

$$\alpha_{\text{вн}} = 20 \lg \frac{U_3}{U_4}, \text{ дБ}$$

f<sub>ср</sub> – середня  
f<sub>н</sub> – нижня  
f<sub>в</sub> – верхня

} частоти  
номинальної  
рабочей полосы

### 15.8 Проверка функций управления ПРМД и системы приоритетов (Н, К1)

Таблиця 15.8.1

Функция управления	Способ имитации функции	Контроль реализации функции
Пуск ПРД от кнопки «ПУСК» на ЛП	Нажать однократно красную кнопку «ПУСК»	На выходе ПРМД появляется сигнал U <sub>вых</sub>
Останов ПРД от РЗ	Переключить клеммы П1/3-П1/4 модуля МЗП	Сигнал U <sub>вых</sub> выключается, светится светодиод «Останов. ПРД»
Безынерционный пуск ПРД (для электромех. ДФЗ)	На клеммы П1/9-П1/10 МЗП подать напряжение постоянного тока от изолированного источника 6 - 8 В	На выходе ПРМД появляется сигнал U <sub>вых</sub> , светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ»
Останов безынерционного пуска	Переключить клеммы П1/3-П1/4 МЗП	Сигнал U <sub>вых</sub> выключается. Светодиоды «Пуск ПРД от РЗ» и «Останов. ПРД»
Пуск ПРД от РЗ	Переключить П1/1-П1/2 МЗП (если пуск - замык. контакт). Разомкнуть П1/1-П1/2 (если пуск - разомк. контакт).	На выходе ПРМД появляется сигнал U <sub>вых</sub> , светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ»
Останов пуска от РЗ	Переключить П1/3-П1/4 модуля МЗП	Сигнал U <sub>вых</sub> выключается. Светятся светодиоды «Пуск ПРД от РЗ» и «Останов. ПРД»
Пуск ПРД от устройства АК	Нажать кнопку «АК» на ПРМД	Кратковременно засвечивается светодиод «Автоконтроль»; на выходе ПРМД – ВЧ пакеты
Приоритет пуска ПРД перед АК	Переключить (разомкнуть) П1/1-П1/2 МЗП. Нажать кнопку АК на ПРМД	На выходе ПРМД – U <sub>вых</sub> . Светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ», действие АК запрещено (светодиод «Автоконтроль» не светится)
Приоритет останова ПРД перед АК	Переключить П1/3-П1/4 МЗП. Нажать кнопку АК на ПРМД	Светится светодиод «Останов. ПРД», действие АК запрещено (светодиод «Автоконтроль» не светится)
Пуск ПРД от «внешней» кнопки	Переключить П1/7-П1/8 МЗП	На выходе ПРМД появляется сигнал U <sub>вых</sub>

Проверка может осуществляться непосредственно от терминала защиты.

## 15.9 Калибровка систем измерения ПРМД (Н, К1)

Для калибровки необходимо войти в раздел «Калибровка». МЕНЮ > НАСТРОЙКИ > Калибровка.

Примечание: системы измерения параметров ПРМД метрологической поверке не подлежат.

### 15.9.1 Калибровка измерителей параметров ПРД (Utx, Itx)

Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положении «Экв.» (ПРМД нагружен на внутренний эквивалент ВЧ канала 75 Ом).

На выход ПРМД подключить контрольные приборы.

Выполнить пуск ПРД (без манипуляции). Измерить контрольными приборами уровень сигнала на выходе ПРМД Utx и ток выхода Itx. Занести измеренные значения в таблицу на дисплее ПРМД (см. рисунок 15.9.1.1) и таблицу 15.9.1.1.

Таблица 15.9.1.1

измерение Utx		измерение Itx	
контр., В	таблица, В	контр., А	таблица, А

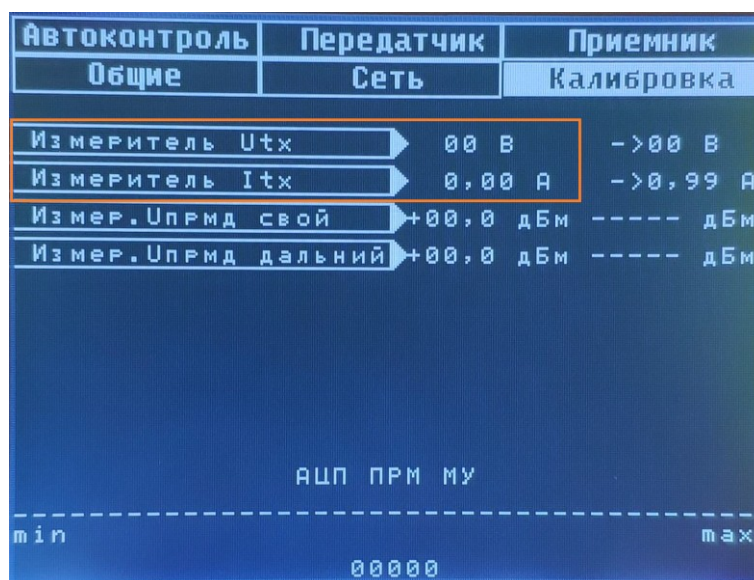


Рисунок 15.9.1.1 – Калибровка измерителя Utx и ток выхода Itx

### 15.9.2 Калибровка измерителя параметров ПРМ (Упрмд)

Проверка калибровки пользователем заключается во внесении поправки (при необходимости) в ПРМД.

Для калибровки измерителя Упрмд «свой», необходимо:

1) Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положение «Экв.» (ПРМД нагружен на внутренний эквивалент ВЧ канала 75 Ом);

2) На выход ПРМД подключить контрольный прибор;

3) Запустить ПРД кнопкой «ПУСК», снять показания с контрольного прибора. Ввести в таблицу на дисплее ПРМД (см. рисунок 15.9.2.1) такое значение поправки, что бы показания контрольного прибора и показания ПРМД были одинаковыми.

Для калибровки измерителя Упрмд «дальний», необходимо:

1) Заблокировать возможность пуска ПРД (установить перемычку W2 в модуле УМ). Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положение «Лин.»;

2) Подать на вход ПРМД сигнал Fпрм с уровнем + 10 дБм (0.87 В);

3) Ввести в таблицю на дисплее ПРМД (см. рисунок 15.9.2.1) такое значение поправки, что бы показания соответствовали уровню на входе ПРМД.

Автоконтроль	Передатчик	Приемник
Общие	Сеть	Калибровка
Измеритель $U_{tx}$	00 В	->00 В
Измеритель $I_{tx}$	0,00 А	->0,99 А
Измер. Упрмд свой	+00,0 дБм	----- дБм
Измер. Упрмд дальний	+00,0 дБм	----- дБм

АЦП ПРМ МУ

min max

00000

Рисунок 15.9.2.1 – Калибровка измерителя Упрмд «свой» Упрмд «дальний»

При отсутствии ВЧ термомиллиамперметра ток выхода ПРД можно рассчитать:

$$I_{\text{вых}} = I_{tx} = \frac{U_{\text{вых}}}{75} = \frac{U_{tx}}{75}, \text{ А}$$

Уровень приема/передачи можно пересчитать по выражениям:

$$U_{\text{прмд(прд)}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вых(прд)}}}{0,274}, \text{ дБм}$$

$$U_{\text{прмд(прм)}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вх(прмд)}}}{0,274}, \text{ дБм}$$

### 15.10. Проверка (регулировка) уровня выходной мощности ПРД (Н, К1, В)

Нагрузить ПРМД на внутренний эквивалент ВЧ канала. Выполнить пуск ПРД без манипуляции.

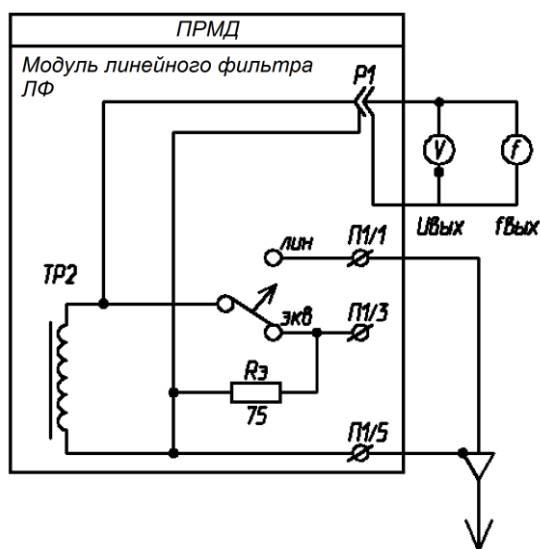


Рисунок 15.10.1 - Схема измерения выходной мощности ПРД

Измерить напряжение на выходе и рассчитать выходную мощность.

$$P_{вых} = \frac{(U_{вых})^2}{75}, \text{ Вт}$$

$$P_{вых} = 10 \lg \frac{(U_{вых})^2 / 75}{0,001}, \text{ дБм}$$

Отрегулировать выходную мощность в случае необходимости резистором R56 «Регулир. УМ» в модуле УМ.

Таблица 15.10.1

Контрольные измерения				Дисплей, контрольные измерения			
F <sub>вых</sub> , Гц	U <sub>вых</sub> , В	P <sub>вых</sub> , Вт	P <sub>вых</sub> , дБм	U <sub>вых</sub> , В	I <sub>вых</sub> , А	P <sub>вых</sub> , дБм	U <sub>прмд</sub> , дБм

Таблица 15.10.2 - Нормативы

Диапазон частот, кГц	Уровень передачи, дБм	Уровень передачи, В	Примечание
24.0 – 200.0	+45	48.7	31.6 Вт
200.5 - 400.0	+44	43.4	25.1 Вт
400.5 - 600.0	+43	38.7	19.9 Вт
600.5 - 1000.0	+42	34.5	15.8 Вт

При отсутствии проекта уровень выходной мощности ПРД выбирается исходя из опыта эксплуатации данного ВЧ канала (затухание канала, уровень помех, район по гололеду). На коротких ВЛ рекомендуется снижать уровень выходной мощности (до уровня 4 - 6 Вт, т.е. примерно до уровня 38 - 36 дБм) при условии обеспечения запаса по перекрываемому затуханию.

### 15.11 Проверка и регулировка чувствительности ПРМ (Н, К1, В)

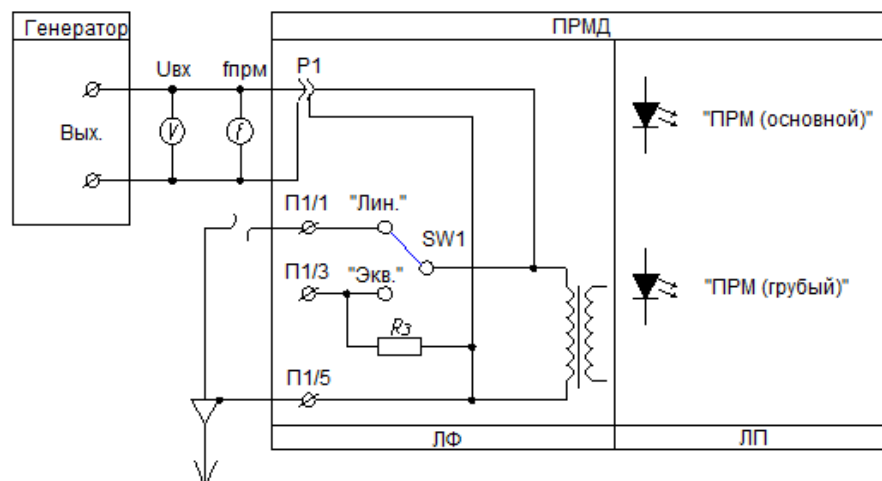


Рисунок 15.11.1 - Схема проверки чувствительности ПРМ

Заблокировать возможность пуска ПРД (установить перемычку W2 в модуле УМ). Переключатель SW1 в модуле ЛФ установить в положении «Лин.».

Установить необходимые пороги компараторов. Для этого войти в МЕНЮ > НАСТРОЙКИ > Приемник.



«Компаратор основ.» – определяет чувствительность основного ПРМ (информация для терминала защиты).

«Компаратор High» - определяет порог предупредительной сигнализации снижения уровня принимаемого сигнала от «дальнего» ПРД.

«Компаратор Low» - предельно низкий уровень приема сигнала; через АК выдает аварийный сигнал и может (по желанию пользователя) блокировать терминал защиты.

«Компаратор допол.» - вспомогательные функции (запуск функции АК).

Установка требуемого порога чувствительности основного ПРМ производится исходя из уровня помех в рабочем канале, затухания канала и обеспечения необходимого запаса по перекрываемому затуханию.

Порог чувствительности ПРМ «High» выбирается исходя из условий отстройки от увеличения затухания при гололеде (измороси) на защищаемой ВЛ.

Подать сигнал на вход ПРМД.

Что бы контролировать срабатывание компараторов необходимо войти в МЕНЮ > ТЕСТЫ > Компараторы.

При входном сигнале  $U_{вх} \geq U_{пор.комп.}$  светится соответствующий сектор.

Провести измерения и занести измеренные значения в таблицу 15.11.1.

Таблица 15.11.1

F <sub>прм</sub> , кГц	Компаратор основ.		Компаратор Low		Компаратор High		Компаратор допол.	
	U <sub>вх</sub> , В	R <sub>осн</sub> , дБм	U <sub>вх</sub> , В	R <sub>Low</sub> , дБм	U <sub>вх</sub> , В	R <sub>High</sub> , дБм	U <sub>вх</sub> , В	R <sub>доп</sub> , дБм

Рабочая полоса ПРМ определяется на уровне R<sub>осн</sub> + 3.0 дБ (для характеристики «3») и на уровне R<sub>осн</sub> + 6.0 дБ (для характеристик «1» и «2»).

Норматив  $\Delta F \geq 1400$  Гц (из условия допустимой затяжки фронтов ВЧ пакетов).

Таблица 15.11.2

R <sub>вх</sub> = R <sub>осн</sub> + 3 дБм	U <sub>вх</sub> В	f <sub>н</sub> (нижняя) кГц	f <sub>в</sub> (верхняя) кГц	$f_{прм} = \frac{f_n + f_v}{2}$ кГц	$\Delta F = f_n - f_v$ кГц	$\delta F = \frac{f_v - f_{прм}}{f_{прм} - f_n}$ кГц

Характеристика «3» - применяется в двухконцевых (F<sub>прд</sub> = F<sub>прм</sub>) и трехконцевых (F<sub>сред</sub> ± 0.5 кГц) каналах.

Характеристика «1» и «2» - ступенчатого типа применяется для эффективного подавления отраженного ПРД соответственно  $f_{прд} < f_{прм}$  и  $f_{прд} > f_{прм}$ .

### 15.12 Проверка характеристики манипуляции ПРД (электромеханические ДФЗ) (Н, К1, В)

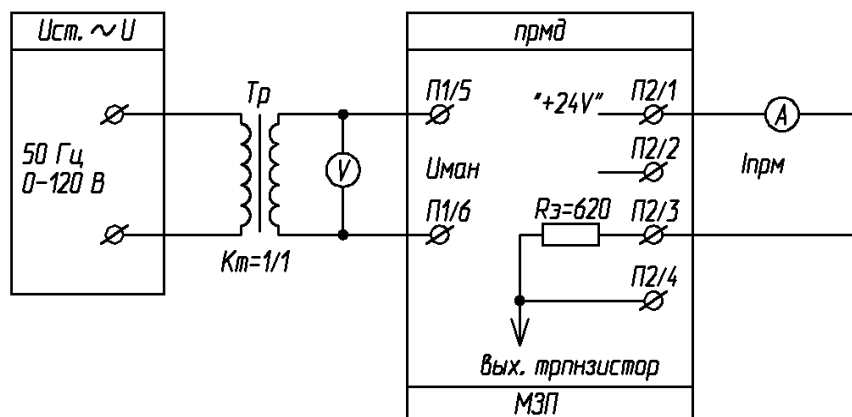


Рисунок 15.12.1 - Схема проверки характеристики манипуляции

ПРД запускається в «длительном» режимі.

Функція маніпуляції вводиться в роботу в разі застосування ПРМД в складі диференціально-фазних електромеханичних захит (ДФЗ-2, ДФЗ-201, ДФЗ-504 і ДФЗ-503).

Іногди ця функція використовується і при роботі ПРМД з мікропроцесорним терміналом (якщо останній потребує її включення).

Перевірка параметрів маніпуляції заключається в визначенні і регулюванні величини «напруги повної маніпуляції» і ширини ВЧ пакетів на виході ПРД.

Ток прийому спокою регулюється резистором R75 в модулі МЗП:

10 мА – для захит типу ДФЗ-2;

20 мА – для захит типу ДФЗ-201, ДФЗ-504, ДФЗ-503.

В меню параметрів ПРД перевіряється вибраний тип характеристики маніпуляції:

1) Характеристика «пряма» - при відсутності напруги маніпуляції ( $U_{ман} = 0$ ) ПРД по команді «пуск» генерує сплошний ВЧ сигнал; при збільшенні напруги маніпуляції в ВЧ сигналі з'являються скважності, тривалість ВЧ пакета зменшується (в межах  $\sim 180^\circ$ ).

2) Характеристика «обратна» - при відсутності напруги маніпуляції ( $U_{ман} = 0$ ) ПРД по команді «пуск» не генерує ВЧ сигнал; при збільшенні напруги маніпуляції з'являються вузькі ВЧ пакети, які збільшуються (в межах  $\sim 180^\circ$ ).

«Обратна» маніпуляція використовується достатньо рідко, на захищуємих ВЛ со слабой підпиткой одного из концов.

Регулюється напруга маніпуляції  $U_{ман}$  від 0 В до 120 В, при цьому вимірюється величина току прийому.

Таблиця 15.12.1

Параметри	Ширина імпульса $\varphi = 360^\circ \frac{I_{прм}}{I_{прм(пок)}}$											Uман (полн)
	тока приёма											
Uман, В	0	2	4	6	8	10	12	15	25	50	100	
Iпрм, мА												
$\varphi^\circ$												

Задана характеристика маніпуляції \_\_\_\_\_ (пряма/обратна).

Нормативи: — ширина імпульса току прийому при  $U_{ман} = 100В$   $140^\circ \leq \varphi \leq 170^\circ$ .

— напруга повної маніпуляції  $U_{ман(полн)}$ , при якому ширина імпульса току прийому на  $15^\circ$  менше імпульса при  $U_{ман} = 100 В$  повинна бути в межах 6 - 12 В

Ширина імпульса току прийому  $\Psi_{ман}$  визначається по формулі:

$$\Psi_{ман} = 360^\circ \frac{I_{прм}}{I_{прм(пок)}}$$

де  $I_{прм(пок)}$  – ток прием (покою), т.е. при незапущенном ПРД;

$\Psi_{ман}$  при  $U_{ман} = 100 В$  повинна бути в межах  $140^\circ - 170^\circ$ .

Якщо  $U_{ман(полн)}$  не задано в уставках для релейного термінала, то рекомендується регулювати його в межах 6 – 8 В (заводська регулювання по умовчанию). Регулювання виробиться в модулі МЗП резистором R57; (или переключателем P2 в модулі МЗП).

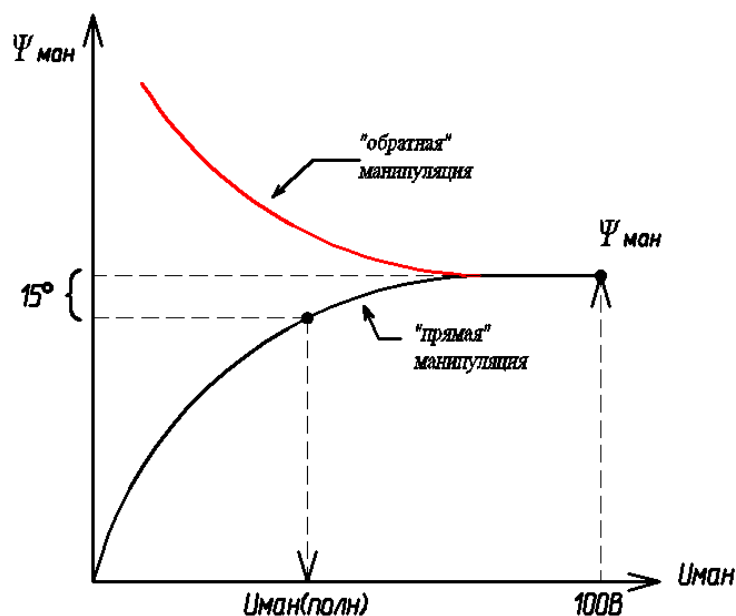


Рисунок 15.12.1 - Определение напряжения полной манипуляции

При техническом обслуживании «К1», «В» может быть рекомендована упрощенная методика проверки  $\Psi_{ман}$  и  $I_{ман(полн)}$  без снятия характеристики манипуляции.

- 1) Измерить при незапущенном ПРД ток покоя  $I_{ПРМ(ПОК)}$ ;
- 2) Запустить ПРД с помощью кнопки на лицевой стороне панели;  $I_{ПРМ}$  должен равняться 0;
- 3) Подать напряжение манипуляции  $U_{ман} = 100 В$ , измерить  $I_{ПРМ1}$ ;
- 4) Рассчитать длительность импульса тока приема и сравнить с нормативом

$$\Psi_{ман} = 360^{\circ} \frac{I_{прм}}{I_{прм(пок)}} ;$$

- 5) Рассчитать ток приема при уменьшении импульса тока приема на  $15^{\circ}$

$$I_{ПРМ2} = I_{ПРМ1} \cdot \frac{\Psi_{ман} - 15}{\Psi_{ман}} , мА ;$$

- 6) Регулировать напряжение манипуляции от 100В в сторону уменьшения, пока величина тока приема не станет равной  $I_{ПРМ2}$ ;
- 7) Полученная при этом величина  $U_{ман}$  будет  $U_{ман(полн)}$ .

### 15.13 Проверка параметров безынерционного пуска ПРД (электромеханические защиты ДФЗ-201, 504, 503) (Н, К1, В)

Для проверки ПРМД без релейной панели рекомендуется схема на рисунке 15.13.1.

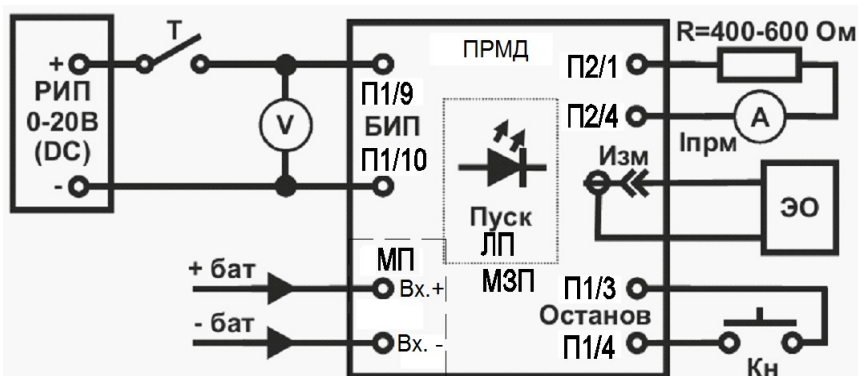


Рисунок 15.13.1 - Схема проверки параметров безынерционного пуска

Перед проверкой характеристики выполняется (проверяется) конфигурация параметров в части БИП.

1) От регулируемого источника питания подать сигнал на вход БИП от 0 до пуска ПРД (контроль момента пуска контролировать по светодиоду «Пуск ПРД от РЗ» на ЛП ПРМД)  $U_{сраб. бип}$ ;

2) Увеличить уровень сигнала БИП до  $1.2U_{сраб. бип}$ ;

3) Нажать кнопку «Кн». Должен засветиться светодиод «Останов. ПРД» на ЛП ПРМД. Сигнал на выходе ПРД исчезает одновременно с нажатием кнопки «Кн».

4) Отключить кнопку «Кн». Должен погаснуть светодиод «Останов. ПРД» и засветиться светодиод «Пуск ПРД от РЗ». На выходе ПРД появится ВЧ сигнал  $U_{вых.прд}$ ;

5) Отключить сигнал БИП от регулируемого источника переключателем «Т». Погасание светодиода «Пуск ПРД от РЗ» и исчезновение ВЧ сигнала  $U_{вых.прд}$  должно происходить с задержкой 500 - 700 мс;

6) Включить тумблер «Т», убедиться в наличии безынерционного пуска ПРД, снижать плавно уровень сигнала БИП до погасания светодиода «Пуск ПРД от РЗ» на ЛП ПРМД –  $U_{вз.бип}$ .

Таблица 15.13.1

$U_{бип}$ (сраб) В	$U_{бип}$ (вз) В	$t_z$ мс	Отсутствие $t_z$ при вкл «оснанов»

Регулировка порога безынерционного пуска ПРД осуществляется резистором R23 (переключателем Р1 для МЗР.0816) в модуле МЗП.

Заводская регулировка выполняется из условия:

$$U_{бип(сраб)} = 2.060 \times 1,7 \times 10^{-3} = 3,5V \pm 10\%$$

где 2060 Ом – сопротивление реле пускового органа ДФЗ,

$1.7 \times 10^{-3}$  А – ток срабатывания реле 1ПР (пуск ПРД)

Коэффициент возврата 0.85 - 0.95. Время задержки при «внешних КЗ» -  $500 \pm 700$  мс.

Окончательная регулировка уставки БИП производится в составе панели защиты по уставкам контактного пуска ПРД.

### 15.14 Проверка систем «внешней» регистрации сигналов (Н, К1)

Для внешнего регистратора могут быть выданы сигналы:

- ток (напряжение) приема выходного каскада ПРМ;
- напряжение огибающей ВЧ сигналов «свой/дальний».

Контроль сигналов осуществляется с помощью электронного осциллографа, подключаемого на соответствующие клеммы. Пуск ПРД осуществляется с помощью функции «ТЕСТЫ» (см. раздел 9.2.3).

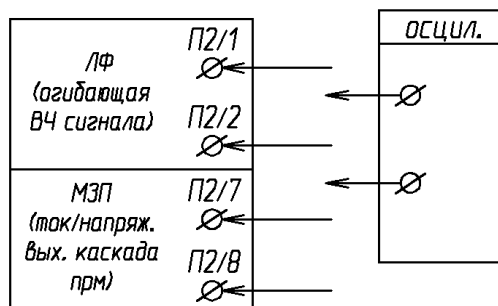


Рисунок 15.14.1

Регулировка в модуле ЛФ:

R15 – соотношение «свой/чужой» ( $\approx 2:1$ )

R12 – выходной уровень ( $\approx +15$  В для «своего» сигнала)

Регулировка в модуле МЗП

R67 – выходной уровень ( $\approx 3.5 - 4.0$  В для Iпрм.пок)

### 15.15 Проверка систем регистрации сигналов (функция осциллографирования) (Н, К1)

Таблица 15.15.1

Пуск РЗ	Пуск параметра	Пуск ПРД от устр. РЗ
Останов	Пуск параметра	Останов ПРД от устр. РЗ
БИП	Пуск параметра	Пуск ПРД безынерционный
Манипуляция	—	Напряжение манипуляции
ВЧ сигнал	—	Огибающая ВЧ сигнала
Ток (напряжение) ПРМ	—	Ток (или напряжение) выходного каскада ПРМ

На вход ПРД подается напряжение манипуляции 50 Гц (если предусмотрена работа в составе ДФЗ). После этого производится поочередно: контактный пуск ПРД, безынерционный пуск ПРД, контактный останов ПРД (эти три воздействия являются пусковыми факторами).

Анализ осциллограмм производится по дисплею ПРМД «МЕНЮ» > «ОСЦИЛЛОГРАММА».

Если проверка производится в составе с релейным терминалом, то можно провести опыт короткого замыкания «в зоне» защиты и «вне зоны».

Пример осциллограмм приводится на рисунках 15.15.1, 15.15.2 для электромеханической защиты ДФЗ-504.

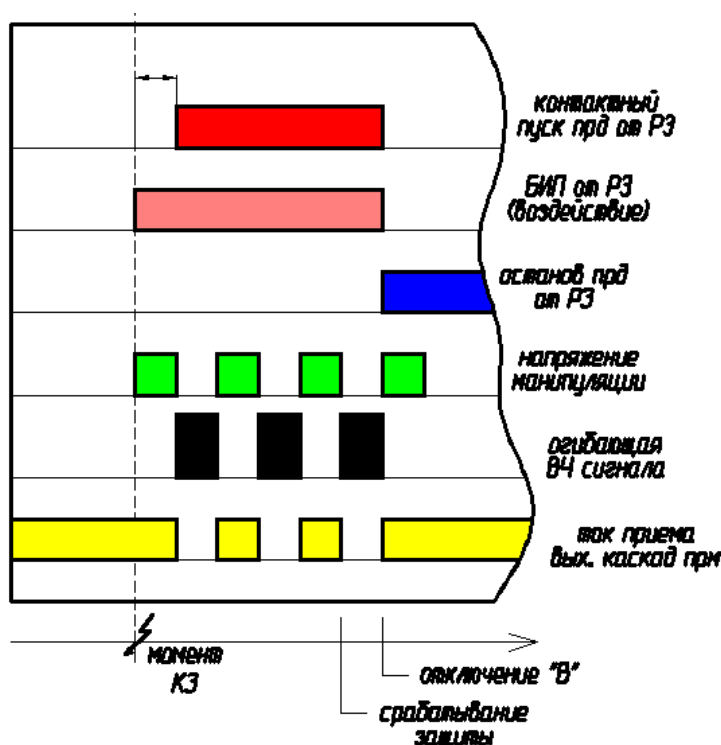


Рисунок 15.15.1 - Примерный вид осциллограммы при КЗ на защищаемой ВЛ

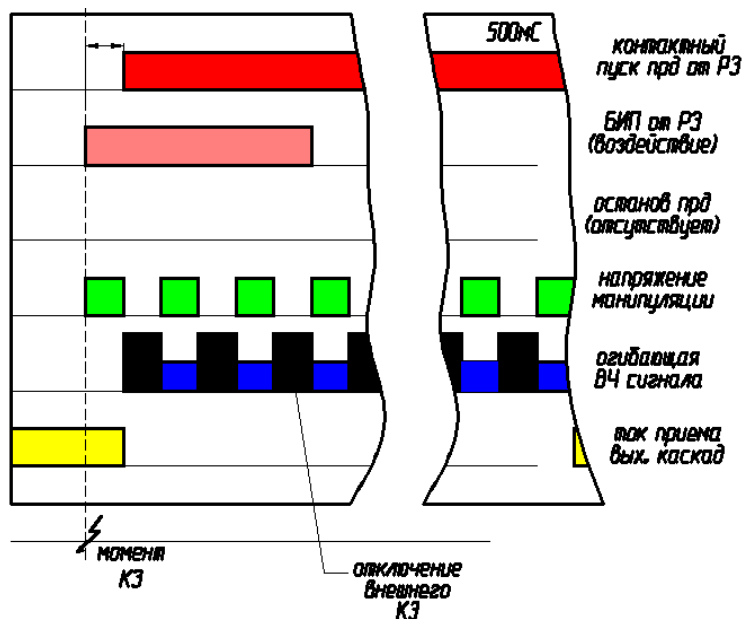


Рисунок 15.15.2 - Примерный вид оциллограммы при «внешнем» КЗ

### 15.16 Проверка функционирования служебной связи (Н, К1)

Включить функцию служебной связи «МЕНЮ» > «СВЯЗЬ» > «Служебная связь» > «вкл»

Передача: нажать и удерживать кнопку «Инф/МКР».

Прием: отпустить кнопку «Инф/МКР».

Громкость регулировки по второй позиции от 1 до 10 (по необходимости).

Заводские регулировки:

1. передача – уровень выходного сигнала ПРД в режиме «передача» ( $\approx 50\%$  от  $U_{\text{вых.ном}}$ ).

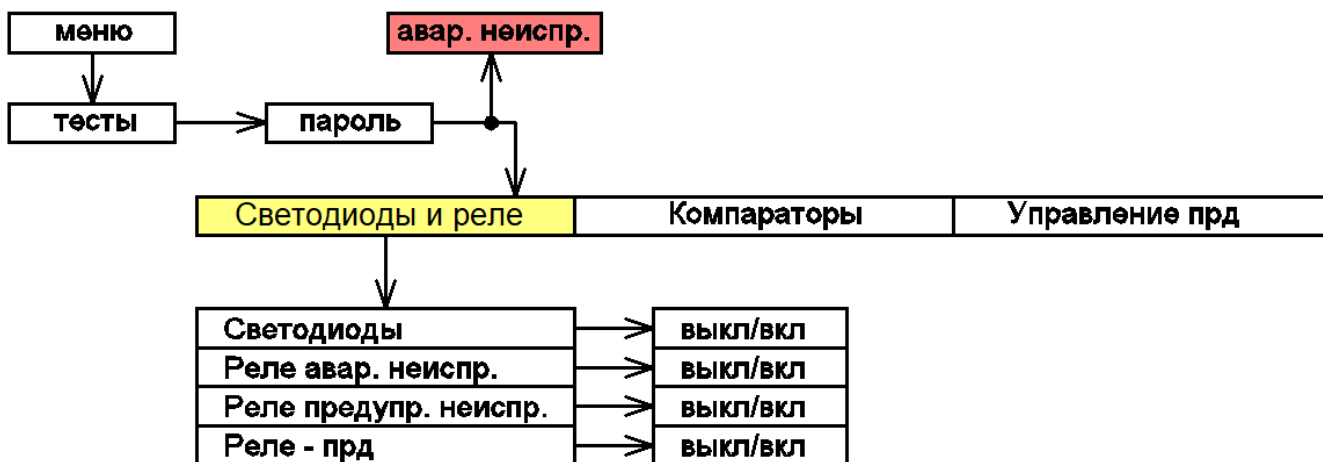
- регулировка уровня производится резистором R56 в модуле УМ.

- глубина модуляции ( $\approx 30\%$ ). Регулировка резистором R49 на плате в ЛП.

2. прием – регулировка громкости производится резистором R52 на плате ЛП.

Служебная связь является неприоритетной функцией, однако после окончания работ по проверке ВЧ канала ее следует отключить и вывести громкость на позицию «0».

### 15.17 Проверка систем тестового контроля (Н, К1)



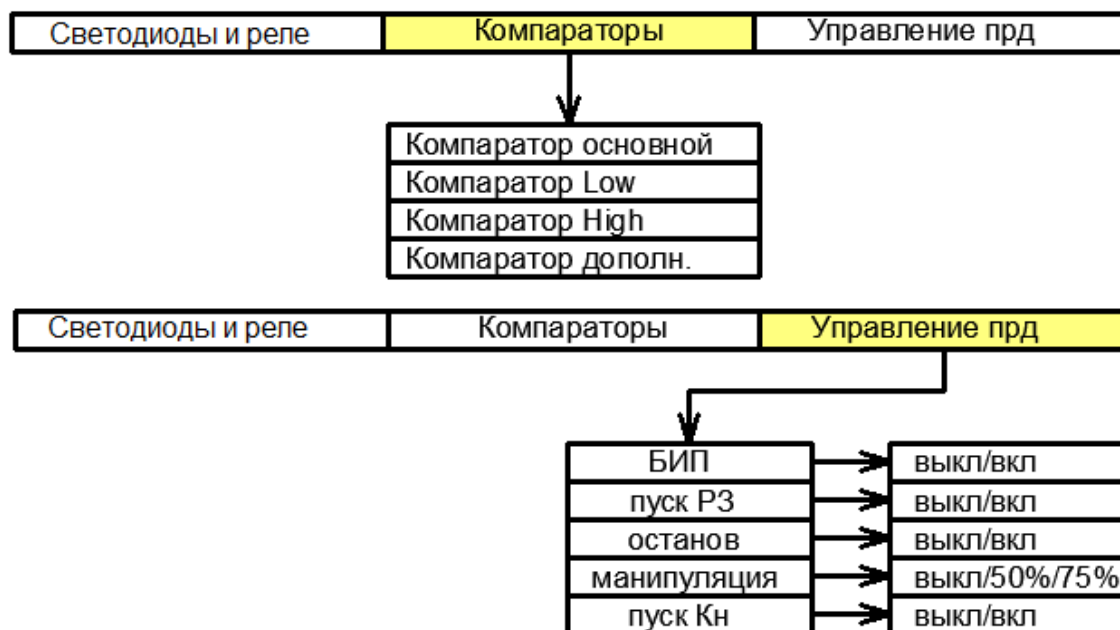


Таблица 15.17.1

Подраздел меню «ТЕСТЫ»	Способ контроля исполнения теста (ПРМД нагрузить на встроенный эквивалентный резистор 75 Ом)
«Светодиоды»	По команде «вкл» светятся все светодиоды на ЛП; по команде «выкл» гаснут
«Реле-авар. неисправ.»	По команде «вкл» светится светодиод «Авария» и замыкаются контакты П2/11-П2/12 модуля МЗП
«Реле-пред. неисправ.»	По команде «вкл» светится светодиод «Предупр.» и замыкаются контакты П2/9-П2/10 модуля МЗП
«Реле-ПРД»	По команде «вкл» замыкаются контакты П1/13-П1/14 МЗП
«Компаратор основ.» «Компаратор Low» «Компаратор High» «Компаратор допол.»	Нажать кнопку «ПУСК» на ЛП ПРМД; после запуска ПРД подсвечиваются все сектора компараторов на дисплее
«БИП»	По команде «вкл» на выходе ПРМД сигнал с уровнем по п.15.10 протокола, светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ»
«Пуск РЗ»	По команде «вкл» на выходе ПРМД сигнал с уровнем по п.15.10 протокола, светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ»
«Останов»	После пуска ПРД («Пуск РЗ» > «вкл») выполнить команду «Останов» > «вкл»; светятся светодиоды «Пуск ПРД от РЗ» и «Останов. ПРД», на выходе ПРМД сигнал отсутствует
«Манипуляция»	После пуска ПРД («Пуск РЗ» > «вкл») включить манипуляцию 50 %. На выходе ПРМД ВЧ пакеты (длительность паузы равна длительности ВЧ пакета); светится светодиод «Пуск ПРД от РЗ»
«Пуск Кн.»	По команде «вкл» на выходе ПРМД сигнал с уровнем по п.15.10 протокола

### 15.18 Проверка журнала событий (Н, К1, В)

Перечень возможных событий приведен в таблице 9.2.1.1 п. 9.2.1.

Журнал событий просматривается с помощью фильтра событий или в целом «Все события».

Проверить и, при необходимости, откорректировать текущую дату и время. Для этого выбрать в меню позицию: «календарь/часы» и выполнить корректировку.



### 15.19 Проверка потребления ПРМД (Н1, К1)

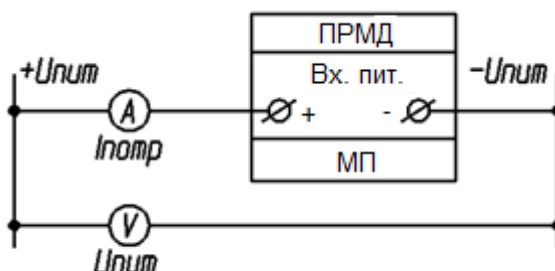


Рисунок 15.19.1

Потребляемая мощность рассчитывается по формуле:  $P=U_{пит} \cdot I_{потр}$ , Вт

Таблица 15.19.1

Режим	Покой			Пуск ПРД		
	Uпит, В	Iпотр, А	P, Вт	Uпит, В	Iпотр, А	P, Вт
Измерения						
Норматив	не более 40 Вт			не более 100 Вт		

### 15.20 Проверка отсутствия ложных срабатываний (Н, К1)

Проверка отсутствия ложных срабатываний производится для ПРМД и обслуживаемого терминала релейной защиты.

Проверка осуществляется при следующих действиях:

- отключение опер. тока терминала защиты или ПРМД;
- включение опер. тока терминала защиты или ПРМД;
- кратковременные включения/отключения опер. тока комплекса «терминал РЗ – ПРМД»;
- длительное изменение (в течении 10 с) изменение опер. тока комплекса «терминал РЗ – ПРМД» от  $U_{ном}$  до 0 и от 0 до  $U_{ном}$ .

При данных имитациях должны появиться и регистрироваться сигналы неисправности терминала и ПРМД, но не должны срабатывать выходные органы (реле) релейной защиты.

## 16 Оперативное обслуживание ПРМД

### 16.1. Визуальный периодический контроль (осмотр)

Оперативный персонал при периодическом осмотре ПРМД должен обратить внимание на следующее:

- светятся зеленые светодиоды на ЛП «+ 5 В», «+ 25 В», «+ УМ»;
- возможно периодическое зажигание светодиода желтого цвета «Автоконтроль»;
- сигнал тока приема покоя на дисплее ЛП должен отображать величину  $20 \pm 2$  мА ( $10 \pm 1$  мА для ДФЗ-2);
- не должны светиться красные светодиоды «Предупр.» и «Авария».

Если поведение индикации не соответствует приведенному выше, необходимо:

- сделать запись в оперативном журнале;
- доложить диспетчеру;
- поставить в известность релейный персонал.

Периодичность осмотров ПРМД \_\_\_\_\_

## 16.2 Порядок действий при срабатывании предупредительной или аварийной сигнализации ПРМД

Система автоматической проверки исправности ПРМД и ВЧ канала постоянно контролирует параметры и при обнаружении неисправности выдает предупредительный или (и) аварийный сигнал.

Предупредительный сигнал фиксирует неисправности, которые не приводят к отказу или неправильному действию защиты, но снижают надежность защиты.

При этом срабатывает устройство сигнализации «Предупр.» на панели (шкафу) защиты: указательное реле, индикация сигнальных устройств или терминала.

На ПРМД светится красный светодиод «Предупр.». Оперативный персонал должен нажать кнопку «Инф/МКР» на ЛП ПРМД.

На дисплее ЛП появляется таблица с одной из следующих неисправностей:

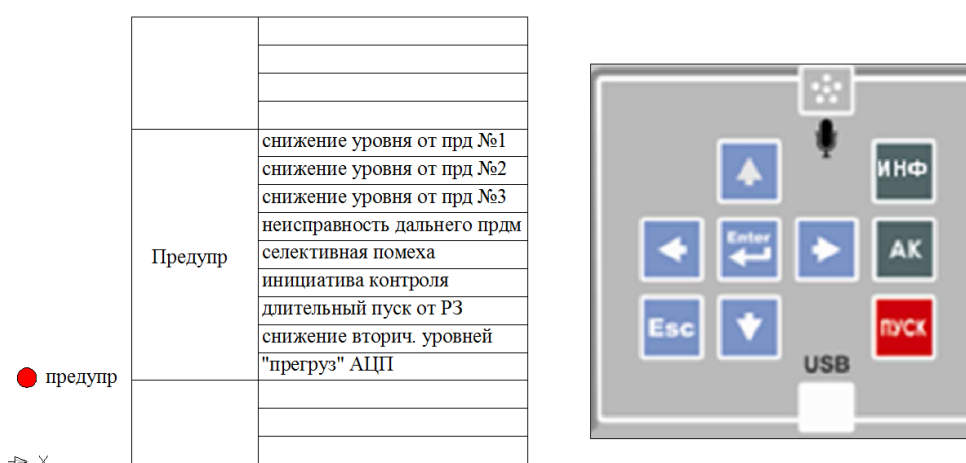


Рисунок 16.2.1

Записать в оперативный журнал полученную информацию.

Нажать кнопку «Esc» - для сброса информации.

Нажать кнопку «Enter» - подтвердить сброс информации.

Если неисправность имела временный характер и к моменту квитирования устранилась, то после нажатия кнопки «Enter» на дисплее появляется главный экран рабочего режима и светодиод «Предупр.» не светится.

Если неисправность не устранилась, то после нажатия кнопки «Enter» светится светодиод «Предупр.».

*Примечание.* Если оперативный персонал по какой-то причине не записал информацию, то она может быть прочитана релейным персоналом в журнале событий ПРМД.

Предупредительный сигнал фиксирует действие релейного терминала на ПРМД (пуск ПРД, останов ПРД, безынерционный пуск ПРД). При этом начинает светиться светодиод «Предупр.» на ЛП ПРМД без появления сигнала на внешней сигнализации.

Нажать кнопку «Инф/МКР» на ЛП ПРМД. На дисплее появляется таблица с одной из следующих записей:

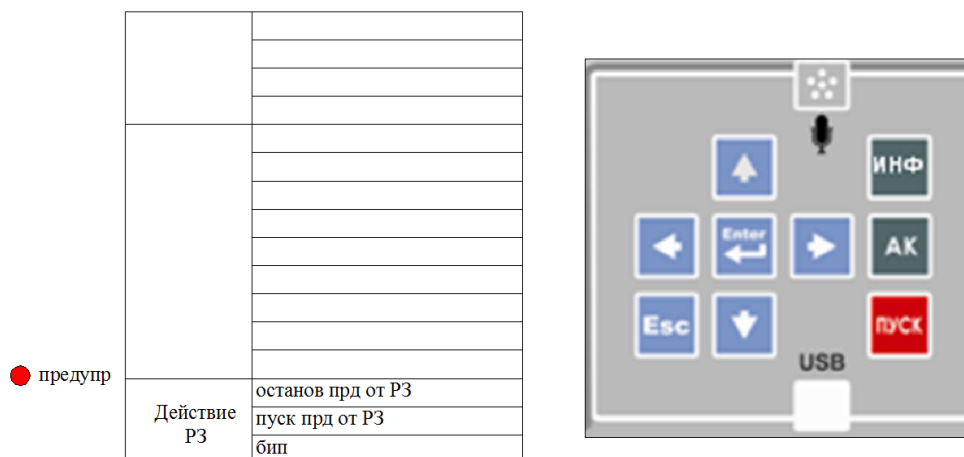


Рисунок 16.2.2

Записать информацию в оперативный журнал.  
 Нажать кнопку «Esc» - для сброса информации.  
 Нажать кнопку «Enter» - подтвердить сброс информации.

Аварийный сигнал фиксирует неисправности, которые могут привести к отказу или ложной работе защиты. При этом срабатывает сигнал «Авария» на панели (шкафу) или терминале защиты и должна автоматически блокироваться функция ДФЗ в терминале защиты.

Нажать кнопку «Инф/МКР» на ЛП ПРМД: на дисплее появляется табличка с одной из следующих записей:

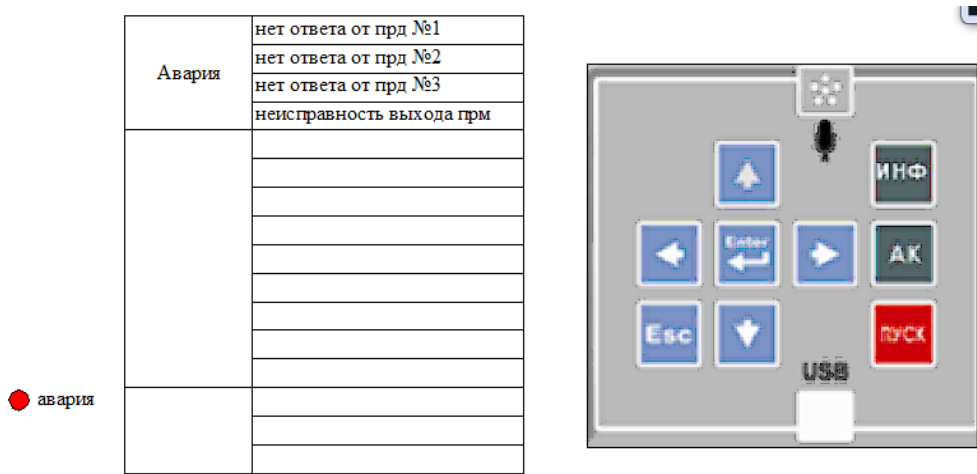


Рисунок 16.2.3

Записать информацию в оперативный журнал.  
 Нажать кнопку «Esc» - для сброса информации.  
 Нажать кнопку «Enter» - подтвердить сброс информации.

После этого инициировать внеочередной АК, для чего 4 раза (для АКМ), 2 раза (для АК-80 или ПВЗ-90М) кратковременно нажать кнопку «АК» с интервалом 1 с.

Если неисправность носила временный характер и при АК не подтверждается, то функция ДФЗ остается в работе.

- Если после проведения АК снова выходит аварийная неисправность, то необходимо:
- доложить диспетчеру о возникшей аварийной неисправности и по его команде вывести функцию ДФЗ из работы;
  - поставить в известность релейный персонал.

### 16.3 Оперативный обмен сигналами по каналу

Оперативный обмен сигналами по каналу производится в полуавтоматическом режиме (вызов оперативного персонала противоположного конца канала не требуется), если с противоположного конца канала работает «ОРИОН» УПЗ.

Нажать кратковременно кнопку «ПУСК».

Происходит пуск ПРД и смена рабочего экрана дисплея на экран оперативного обмена сигналами. Полуавтоматический обмен сигналами длится 60 с («окошко» таймера в левом верхнем углу дисплея – обратный отсчет).

Ток приема в центральной части экрана периодически изменяется в зависимости от режима работы ПРМД в ходе программы обмена.

Нормативы:

Ипр (пок) =  $20 \pm 2$  мА

Ипр (свой) = 8 - 0 мА

Ипр (совм) = 0 мА

Ипр (дальн) = 8 - 0 мА

Ивых xxx = \* мА

\*(указать конкретную величину, определенную при наладке ВЧ канала)

Таблица обмена сигналами заполняется последовательно в течение 30 с, после чего информация сохраняется еще 30 с для того, чтобы оперативный дежурный переписал информацию в свой журнал обмена сигналами.

После окончания проверки (таймер АА → на 0). Таблица оперативного обмена меняется на рабочий (главный) экран.

При необходимости обмен сигналами можно повторить.

При проведении обмена сигналами на противоположном конце канала, на данном ПРМД появляется «экран отклика», который информирует о действиях дежурного на противоположном конце канала.



Рисунок 16.3.1



Рисунок 16.3.2

Отображение таблицы отклика существует примерно 60 с, после чего заменяется на главный экран рабочего режима.

Не следует нажимать кнопку «ПУСК» во время оперативного обмена дежурного противоположного конца канала.

Если полуавтоматический обмен сигналами невозможен (на противоположном конце канала установлен ПРМД другого типа), то производится обычный обмен сигналами. По предварительной договоренности оперативный персонал находится возле ПРМД.

Кратковременно нажать кнопку «ПУСК».

ПРД запускается без смены рабочего экрана (появляется запись «ПРД пущен»).



Рисунок 16.3.3

В левой части появляется окно таймера до останова ПРД 30 с (обратный отсчет).

Ток приема «своего» считывается с дисплея после пуска ПРД. Ток приема «совместный» – после запуска дальнего. Ток приема «дальнего» – после останова своего ПРД.

#### 16.4 Оперативный вывод функции АК

В случае необходимости, по команде диспетчера, АК может быть выведен из работы. Для вывода АК тумблер (ключ) «Автоконтроль» на панели защиты установить в положение «выведен».

При этом на рабочем экране дисплея изменяется информационная табличка АК:

Таблица 16.4.1

Тип АК	Таймер АК	канал
АКМ	выведен	исправен

#### 16.5 Функция ДФЗ

Функция ДФЗ должна выводиться из работы по команде диспетчера одновременно с двух сторон защищаемой ВЛ:

- при обнаружении АК аварийных неисправностей;
- при несоответствии нормативов обмена сигналами;
- при явных признаках неисправности, угрожающих целостности ПРМД (чрезмерный нагрев, дым и т.д.).

В последнем случае следует отключить питание ПРМД, а затем вывести из работы функцию ДФЗ с двух сторон защищаемой ВЛ.

1) О неисправностях, не предусмотренных данными указаниями, оперативный персонал должен сообщить персоналу РЗА и действовать по его указаниям.

2) Вывод из работы и ввод в работу функции ДФЗ защиты осуществляется по местным инструкциям по обслуживанию РЗ по команде диспетчера.

#### 17 Правила хранения и транспортировки

Транспортирование производится в крытых железнодорожных вагонах, крытых автомашинах, в салонах самолётов и вертолётов (при атмосферном давлении от 84 до 107 кПа) в упакованном виде при соблюдении указанного на упаковке положения тары, в климатических условиях по группе 5 ГОСТ 15150-69.

Тара с упакованным ПРМД «ОРИОН» УПЗ укрепляется в транспортном средстве так, чтобы при транспортировании была исключена возможность смещения и ударов.

Распаковку ПРМД «ОРИОН» УПЗ в зимнее время необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав не распакованной тару в течение четырех часов.

ПРМД «ОРИОН» УПЗ должен храниться у потребителя в упакованном виде в любых закрытых помещениях по условиям группы 2 ГОСТ 15150-69.

В помещениях, где хранятся ПРМД «ОРИОН» УПЗ, а также в соседних с ним помещениях не должны находиться кислоты, щёлочи и другие агрессивные химикаты.

Допускается кратковременное (не более 3 суток) хранение ПРМД «ОРИОН» УПЗ в упакованном виде на открытых площадках с обязательным укрытием водонепроницаемым материалом. При этом должна быть исключена возможность проникновения влаги к ящикам снизу.

#### 18 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие ПРМД «ОРИОН» УПЗ требованиям технических условий при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации ПРМД «ОРИОН» УПЗ составляет 24 месяца, но может быть изменен по согласованию с предприятием-изготовителем.

Бесплатный ремонт или замена ПРМД «ОРИОН» УПЗ в течение гарантийного срока проводится предприятием-изготовителем при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за дефекты ПРМД «ОРИОН» УПЗ, если они произошли:

- в результате несоблюдения условий хранения;
- в результате внесения конструктивных изменений и доработок без согласования с изготовителем;
- по причине нарушения правил монтажа, эксплуатации и обслуживания.

Предприятие-изготовитель осуществляет послегарантийный платный ремонт по договорным ценам, согласованным с потребителем.

### **19 Сведения о рекламациях**

При отказе ПРМД «ОРИОН» УПЗ в период гарантийного срока должен быть составлен технически обоснованный акт о необходимости ремонта с указанием наименования и заводского номера, даты выпуска, характера дефекта.

Рекламация на продукцию не принимается по истечении гарантийного срока.

В случае неисправности, возникшей вследствие неправильной эксплуатации (по вине потребителя), устранение неисправности производится за счёт потребителя.

ПРМД «ОРИОН» УПЗ возвращается предприятию-изготовителю в укомплектованном виде, с паспортом и в упаковке, обеспечивающей его сохранность.

### **20 Сведения об утилизации**

ПРМД «ОРИОН» УПЗ не представляет опасности для жизни и здоровья людей и окружающей среды.

Утилизация производится по истечении срока эксплуатации или физического старения в соответствии с правилами, действующими на предприятии-потребителе.

Элементы ПРМД «ОРИОН» УПЗ сделаны из безопасных материалов, применяемых в электронной промышленности, и утилизируются с соблюдением правил сортировки отходов электронных изделий.

При утилизации ПРМД «ОРИОН» УПЗ могут быть использованы типовые методы, применяемые для этих целей.

ПРМД «ОРИОН» УПЗ драгоценных металлов не содержит.



**Приложение 1**

**Таблицы соотношений уровней напряжений и мощностей**

Расчет уровней по мощности:  $U = 10 \lg \frac{P(Bm)}{Po(Bm)} = 10 \lg \frac{P(Bm)}{0,001(Bm)}$ , дБм

где P(Вт) – измеренная мощность

Po(Вт) – мощность «нулевого уровня»

Расчет уровней по напряжению  $U = 20 \lg \frac{U(мВ)}{Uo(мВ)} = 20 \lg \frac{U(мВ)}{274(мВ)}$ , дБм

где U(мВ) – измеренное напряжение на сопротивлении 75 Ом

Uo(мВ) – напряжение «нулевого уровня» на сопротивлении 75 Ом.

Уровень, дБм			+50	+49	+48	+47	+46
Напряжение, В			86.6	77.2	68.8	61.4	54.7
Мощность, Вт			100	79.4	63.1	50.1	39.8

Уровень, дБм	+45	+44	+43	+42	+41	+40	+39	+38	+37	+36	+35	+34	+33	+32	+31
Напряжение, В	48.7	43.4	38.7	34.5	30.7	27.4	24.3	21.8	19.4	17.3	15.4	13.7	12.2	10.9	9.7
Мощность, Вт	31.6	25.1	19.9	15.8	12.6	10	7.9	6.3	5.0	4.0	3.2	2.5	2.0	1.6	1.3

↑ ↑ ↑  
номинальный уровень ПРД

↑ ↑ ↑  
рекомендуемый уровень ПРД  
для «коротких» каналов

Уровень, дБм	+30	+29	+28	+27	+26	+25	+24	+23	+22	+21	+20	
Напряжение, В	8.66	7.7	6.9	6.1	5.5	4.9	4.35	3.87	3.45	3.10	2.74	
Мощность, мВт	1000	793	630	500	397	316	251	199	158	126	100	

Уровень, дБм	+19	+18	+17	+16	+15	+14	+13	+12	+11	+10	+9	+8	+7	+6	+5
Напряжение, мВ	2440	2180	1940	1730	1540	1370	1220	1090	971	866	722	688	613	546	487
Мощность, мВт	79.4	63.1	50.1	39.8	31.6	25.1	19.9	15.8	12.6	10	7.9	6.3	5.0	4.0	3.2

↑ ↑ ↑  
рекомендуемый порог чувств. ПРМ

Уровень, дБм	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
Напряжение, мВ	434	387	345	307	274	244	217.5	194	173	154	137	122	109	97	86.6
Мощность, мВт	2.5	2.0	1.6	1.3	1.0	0.79	0.63	0.50	0.40	0.32	0.25	0.20	0.16	0.13	0.10

↑ ↑ ↑  
порог чувствит. ПРМ для «длинных» каналов

## Приложение 2

### Руководство по включению «ОΡΙОН» УПЗ (УПЗ-Д) в информационную сеть RS-485

#### Введение

Руководство содержит описание взаимодействия ПРМД «ОΡΙОН» УПЗ в роли ведомого устройства с ведущим устройством.

ПРМД «ОΡΙОН» УПЗ, при обращении к его сервисным функциям, является ведомым устройством и должен опрашиваться внешним ведущим устройством, например сервером, поддерживающим протокол передачи MODBUS-RTU.

Функции протокола реализованы в модуле управления «ОΡΙОН» УПЗ.

#### Назначение

По запросу ведущего устройства, «ОΡΙОН» УПЗ передает следующие типы данных:

- состояние реле «Авария» и «Предупредительная сигнализация»;
- состояние выходных управляющих воздействий от терминала;
- результат последнего АК.

Ведущее устройство может осуществлять следующие действия:

- сброс сигнализации (квитирование);
- установку времени в ПРМД.

#### Основные характеристики сопряжения

ПРМД «ОΡΙОН» АРС может быть подключен к локальной информационной сети энергообъекта по линии связи с электрическими параметрами стандарта RS-485.

Скорость обмена: 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 56000, 57600, 115200 (выбирается в настройках)

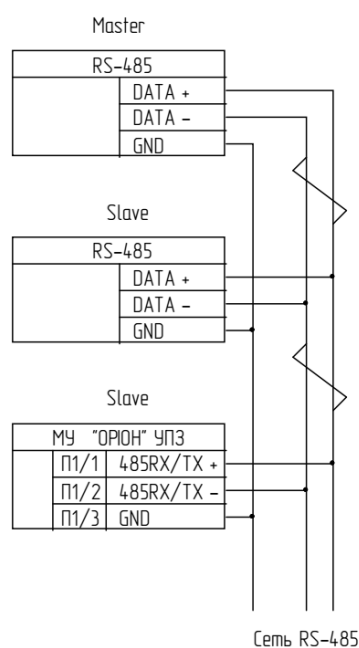
Количество информационных бит: 8

Тип бита четности – no, odd, even (выбирается в настройках)

Количество стоп бит: 1, 2 (выбирается в настройках)

**ВНИМАНИЕ!** Цепи подключения линии связи гальванически не развязаны с остальными цепями и корпусом ПРМД.

#### Схема подключения «ОΡΙОН» УПЗ в сеть RS-485



## Основные правила

В сети MODBUS ПРМД «ОРИОН» УПЗ использует только один режим последовательной передачи – RTU.

Система кодировки: 8-ми битовая двоичная, шестнадцатеричная 0-9, A-F. Две шестнадцатеричные цифры содержатся в каждом 8-ми битовом байте сообщения.

Назначение битов:

- 1 старт бит;
- 8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед;
- 1 стоп бит;

Контрольная сумма: Cyclical Redundancy Check (CRC).

Адрес устройства: 1-247, широковещательный адрес не поддерживается.

В RTU режиме сообщение начинается с интервала тишины большего или равного времени передачи 3.5 символов при данной скорости обмена в сети, затем первым полем передается адрес устройства. За последним передаваемым символом сообщения снова следует интервал тишины длительностью не менее 3.5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала.

Фрейм сообщения передается непрерывно. Если интервал тишины длительностью более 3,5 символов возник во время передачи фрейма, «ОРИОН» УПЗ заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения. Типичный фрейм сообщения показан на рисунке 1.

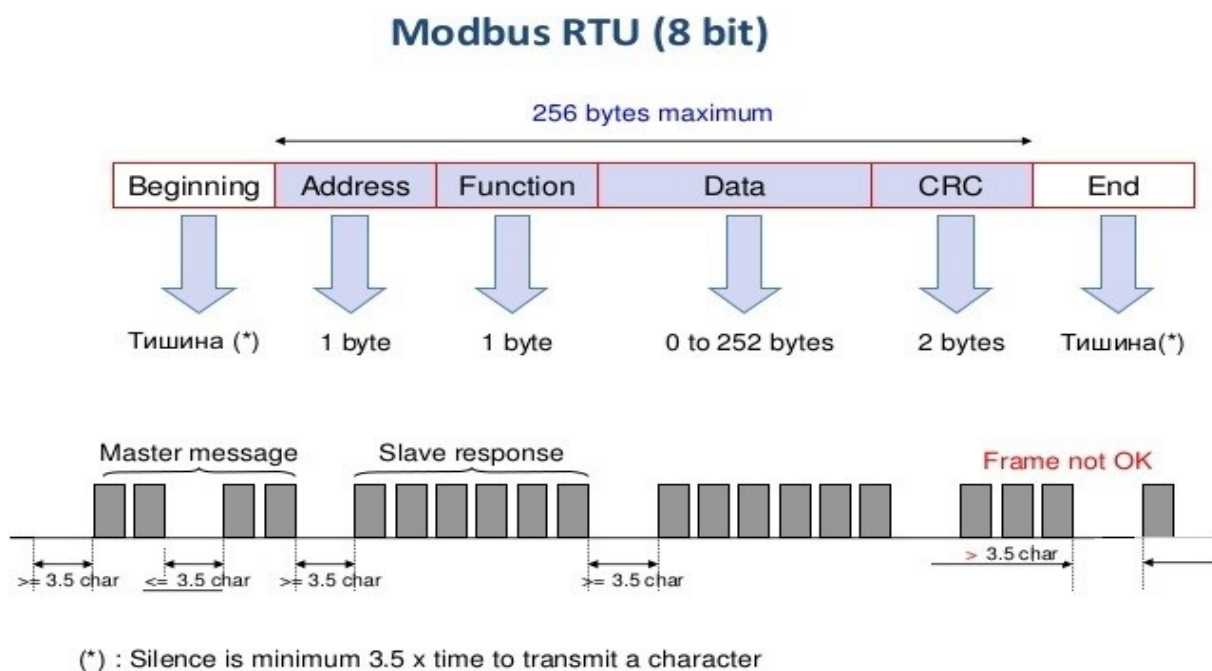


Рисунок 1 - Фрейм сообщения и защитные интервалы

## Описание функций и регистров

Для связи с «ОРИОН» УПЗ используются следующие функции:

Чтение регистров:

0x03: Read Holding Registers - чтение регистров хранения в подчиненном устройстве.

Запись регистров:

0x06: Preset Single Register - запись величины в единичный регистр. При широковещательной передаче на всех подчиненных устройствах устанавливается один и тот же регистр.

0x10: Preset Multiple Registers - запись величины в несколько регистров. При широкополосной передаче на всех подчиненных устройствах устанавливаются одни и те же регистры.

Таблица 2 - Перечень регистров «ОРИОН» УПЗ

Адрес	Назначение регистра	Код функции	Описание		Примечание
			Бит №	Значение	
Состояние					
0000h	Результат последнего АК	03h	0-7	Данные о результате АК	Расшифровка приведена в приложении 1
			8-11	Тип АК «0» – АК выключен «1» – «АК-80» «2» – «ПВЗ-АК» «3» – «ПВЗ-90М» «4» – «ПВЗ-АКМ»	
			12-14	Резерв	
			15	Состояние АК «0» - АК выведен дежурным «1» – АК введен	
0001h	Состояние входных управляющих воздействий от терминала и реле	03h	0	«Останов»	«1» - есть воздействие/реле включено
			1	«РЗ»	
			2	«БИП»	«0» -нет воздействия/реле выключено
			3	Реле «Авария»	
			4	Реле «Предупр. сигнализации»	«1» – ПРД работает более 30 с
			5	Длительный пуск ПРД	
			6-15	Резерв	
Управление					
0002h	Сброс сигнализации	06h	0-15	Сброс	Для сброса сигнализации, необходимо записать в регистр значение 0001h
0003h	Минуты-секунды	10h	0-7	Минуты 0-59	Для установки времени необходимо произвести одновременную запись в регистры с адресом 0003h-0005h. При иной последовательности записи, время установлено не будет
			8-15	Секунды 0-59	
0004h	Число-часы		0-7	Число 1-31	
			8-15	Часы 0-23	
0005h	Год-месяц		0-7	Год 0-255 (текущий год -2000)	
		8-15	Месяц 1-12		

Сообщения об ошибках

ПОЛЕ КОДА ФУНКЦИИ: В нормальном ответе, «ОРИОН» УПЗ повторяет код функции содержащийся в поле кода функции запроса. Во всех кодах функций старший бит байта установлен в «0». При возврате сообщения об ошибке «ОРИОН» УПЗ устанавливает старший бит байта кода функции в «1».

ПОЛЕ ДАННЫХ: В нормальном ответе «ОПЮН» УПЗ возвращает данные (любую информацию которая затребована в запросе). В сообщении об ошибке «ОПЮН» УПЗ возвращает код ошибки в поле данных.

Таблица 3 - Перечень кодов ошибок «ОПЮН» УПЗ

Код ошибки	Название	Описание
01h	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан.
02h	ILLEGAL ADDRESS	Значение диапазона регистров в запросе является не допустимым.
03h	ILLEGAL DATA COUNT	Значение количества регистров в запросе является не допустимым
04h	ILLEGAL DATA VALUE	Значение в поле данных запроса является не допустимым.

**Приложение 3**

**Расшифровка данных последнего АК**

Номер бита	АК-80	ПВЗ-АК	ПВЗ-90М	ПВЗ-АКМ
0	Селективная помеха в канале	Селективная помеха в канале	Селективная помеха в канале	Селективная помеха в канале
1	Уровень приема ПРД1 (основной)	Уровень приема ПРД1 (основной)	Уровень приема ПРД1 (основной)	Уровень приема ПРД1 (основной)
2	Уровень приема ПРД1 (грубый, для своего №)	Уровень приема ПРД1 (грубый)	Уровень приема ПРД1 (грубый, для своего №)	Уровень приема ПРД1 (грубый, для своего №)
3	Уровень приема ПРД2 (основной)	Нет удаленного отклика (Уровень приема ПРД2)	Уровень приема ПРД2 (основной)	Уровень приема ПРД2 (основной)
4	Уровень приема ПРД2 (грубый)	Ухудшение канала (Уровень приема ПРД2)	Уровень приема ПРД2 (грубый)	Уровень приема ПРД2 (грубый)
5	Уровень приема ПРД3 (основной)		Уровень приема ПРД3 (основной)	Уровень приема ПРД3 (основной)
6	Уровень приема ПРД3 (грубый)	Неисправность удаленного ПРМД	Уровень приема ПРД3 (грубый)	Уровень приема ПРД3 (грубый)
7	Неисправность органа сравнения фаз ДФЗ	Неисправность органа сравнения фаз ДФЗ	Неисправность органа сравнения фаз ДФЗ	Неисправность органа сравнения фаз ДФЗ

Действие на реле:

- Аварийная сигнализация
- Предупредительная сигнализация