

Основные технические характеристики высокочастотного приемопередатчика «ОРИОН» УПЗА



Версия от 15.04.21

Модифицированный вариант приемопередатчика «ОРИОН» УПЗА отличается от базового терминала «ОРИОН» УПЗ наличием модуля дискретных входов, и расширенной версией программного обеспечения для реализации дополнительной функции передачи/приёма команд автоматики (КА).

Таблица 1 – Основные технические характеристики «ОРИОН» УПЗ(А)

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
1.	Номинальное напряжение электропитания $U_{\text{НОМ}}$ для аппаратуры ВЧ-защит и УПАСК в эксплуатационном режиме допускается только от источника постоянного тока (Л2 – п. 4.4.2)	220 или 110 В (+ 10 %, - 20 %) при уровне пульсаций не более 10 % $U_{\text{НОМ}}$ (универсальный модуль питания для всей линейки терминалов «ОРИОН»)	В лабораторных условиях (при наладке) допускается подключение модуля питания ПРМД к источнику переменного напряжения 220 или 110 В, 50 Гц
2.	Контроль уровня напряжения электропитания	Предупредительный сигнал при снижении уровня до $0.8U_{\text{НОМ}}$ и запись в журнал событий	Допустимое снижение до $0.8U_{\text{НОМ}}$ (ПТЭ)
3.	Рабочий частотный диапазон терминала	$24 \div 1000$ кГц	Диапазон частот, разрешенный для каналов по ЛЭП ($16 \div 1000$) кГц (Л1 – п. 1.1.1)
4.	Номинальная полоса частот $\Delta F_{\text{НОМ}} = F_{\text{верхн}} - F_{\text{нижн}}$ ($F_{\text{нижн}} = 24 + 4N$, где N – номер рабочей полосы)	$\Delta F_{\text{НОМ}} = \Delta F_{\text{баз}} = 4.0$ кГц	Для ВЧ каналов РЗ допустимо $\Delta F_{\text{НОМ}} = \frac{\Delta F_{\text{баз}}}{2} = 2.0$ кГц, если $F_{\text{прд}} = F_{\text{прм}}$
5.	Диапазон установки средней частоты номинальной полосы - $F_{\text{сред}}$	$26.0 \div 998.0$ кГц (<u>шаг 0.1 кГц</u>)	Допускается нарушать стандартную сетку полос при обосновании в проекте
6.	Уровень выходной мощности ПРД на активную нагрузку 75 Ом в диапазоне: $24.0 \div 200.0$ кГц $200.0 \div 400.0$ кГц $400.0 \div 600.0$ кГц $600.0 \div 1000.0$ кГц	Не менее: 31 Вт (+ 45 дБм) 25 Вт (+ 44 дБм) 20 Вт (+ 43 дБм) 16 Вт (+ 42 дБм)	(Л2 – п. 5.11) Выходная мощность ≤ 100 Вт (+ 50 дБм)
7.	Возможность снижения уровня выходной мощности при работе в каналах на «коротких» ВЛ	До 4.0 Вт (+ 36 дБм) Плавная регулировка	Диапазон регулировки определяет производитель
8.	Максимальное вносимое затухание в 75-омный ВЧ тракт при отстройке от края номинальной полосы на:	Не более	Требование МЭК и Л2 – п. 5.9

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
	± 8 кГц ± 12 кГц	1.5 дБ 1.0 дБ	
9.	Входное сопротивление ПРМД в пределах номинальной полосы частот	75 ± 15 Ом	Л2 – п. 5.6
10.	Согласование ПРМД с несимметричным (фаза-земля) ВЧ каналом в случае $Z_{кан} \neq 75$ Ом	Универсальный согласующий трансформатор УТ14А для терминалов «ОРИОН» (от 23 Ом до 180 Ом – 9 ступеней)	
11.	Согласование ПРМД с симметричным (фаза-фаза) ВЧ каналом	Универсальный согласующий трансформатор УТ14В для терминалов «ОРИОН» (от 23 Ом до 190 Ом – 15 ступеней)	
12.	Линейный выход ПРМД	Пассивный дифференциально-мостовой линейный фильтр, настраиваемый на центральную частоту номинальной полосы	Допускается перестройка пользователем при контроле характеристик по п 6, 8, 9, 10
13.	Полоса пропускания входного фильтра приемника, реализующего основную функцию (приём и анализ блокирующих сигналов РЗ от «своего» и «дальних» ПРД ВЧ канала), на уровне $a_{min} + 3.0$ дБ	$2400 \div 2600$ Гц (относительно $F_{сред}$)	Минимально допустимая полоса из условия работы <u>ДФЗ - 1400 Гц</u>
14.	Полосы пропускания узкополосных фильтров кодовых и информационных частот, реализующих дополнительную функцию (передача/приём команд автоматики), на уровне $a_{min} + 3.0$ дБ	80 ± 5 Гц	Из условия обеспечения необходимого времени передачи КА
15.	Минимальная чувствительность ПРМ на средней частоте $\Delta F_{ном}$	75 мВ (- 11 дБм)	Выбор $U_{чув}$: 1) Уровень помех в канале 2) Тип РЗ 3) Обеспечение запаса по затуханию
16.	Возможность загробления приёмника	Дискретно, по 1 дБ До 2750 мВ (+ 20 дБм) через ПО пользователя	

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
17.	Избирательность приемника при воздействии одночастотной помехи, отстоящей от края номинальной полосы на: ± 5.0 кГц ± 8.0 кГц	Не менее: 50 дБ 60 дБ	
18.	Варианты работы в многоконцевых ВЧ каналах с обеспечением реализации: - основной функции (передача/прием блокирующих сигналов РЗ) - дополнительной функции (передача/приём КА (для «ОРИОН» УПЗА)) - сервисных функций (автоматическая проверка канала, служебная телефонная связь и др.)	В канале: - 2 ПРМД - 3 ПРМД - <u>4 ПРМД</u>	В трехконцевом ВЧ канале недопустимо работать на одной частоте из-за возможных нулевых «биений» сигналов на входе ПРМ (Л1 – п. 1.3.2)
19.	Функции, реализуемые приёмопередатчиком	Основная: передача/приём блокирующих сигналов РЗ	
		<u>Дополнительная (для «ОРИОН» УПЗА):</u> <u>передача/приём КА</u>	
		Сервисные: - Автоматическая проверка ВЧ канала - Служебная связь	
		- <u>Полуавтоматический оперативный обмен сигналами</u>	
		- Автоматическое тестирование ВЧ канала	
20.	Совместимость с ПРМД других производителей	- АВЗК-80 («Нептун») - ПВЗ-90М (Могилёв) - ПВЗУ-Е (Екатеринбург) - ПВЗ («ИВА») - ПВЗ-ВЛ («Энергомир»)	

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
21.	Поддерживаемые протоколы автоматической проверки ВЧ канала	- ОРИОН УПЗ (собственный протокол) - АК-80 - ПВЗ-90М - АК - АКМ	
22.	Конфигурирование частот ПРМД: - Передачи ($F_{\text{прд}}$) - Приема ($F_{\text{прм}}$) - Кода* ($F_{\text{код}}$) - Информации* ($F_{\text{инф}}$)	<u>Автоматически</u> ПО пользователя по заданию: - $F_{\text{сред}}$ ($\Delta F_{\text{ном}}$) - Количество ПРМД в канале - Номер ПРМД в канале Запись выбранных частот в информационный блок	
23.	Функция подавления отражённого сигнала «своего» ПРД	<u>Автоматически</u> ПО пользователя по заданию: - $F_{\text{сред}}$ ($\Delta F_{\text{ном}}$) - Номер ПРМД в канале Запись выбранных частот в информационный блок	
24.	Совместимость с релейными терминалами	Электромеханика (ДФЗ-2, ДФЗ-201/503/504, ЭПЗ1643, ЭПЗ627) Микроэлектроника (ПДЭ2803, ПДЭ2003) Микропроцессорные («Экра», «Диаман», «L60»)	
25.	Управление ПРД от устройств РЗ: - «Контактный пуск» - «Контактный останов»	НО/НЗ «сухой» контакт или уровень ТТЛ	
	- Безынерционный пуск (БИП)	Изолированное напряжение 3.5 ± 0.5 В (DC)	(регулировка $3 \div 5$ В)
	- Манипуляция ВЧ сигнала	Изолированное напряжение 0 ± 120 В (AC) или однополярные прямоугольные импульсы	

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
	- Наличие обратной манипуляции	Выбор через ПО пользователя	
	- Управление ПРД – внешний пуск	НО/НЗ «сухой» контакт	
26.	Выходные сигналы ПРМ для основной (обслуживание РЗ) и сервисной (обслуживание АК) функций	Компаратор «ПРМ» Компаратор «High» Компаратор «Low» Компаратор «АК» (независимая регулировка порогов)	
27.	Тип выходного каскада ПРМ: - Ток - Напряжение Состояние выходного каскада при уровне сигнала $F_{\text{прм}} >$ порога чувствительности (комп. «ПРМ»): открыт/закрыт	Задаётся через ПО пользователя при конфигурировании функций ПРМД	Тип выходного каскада (ток/напряжение) и состояние выходного каскада (откр/закр) при наличии сигнала $F_{\text{прм}}$ с уровнем выше компаратора ПРМ
28.	Ток выходного каскада при нагрузке $400 \div 1000$ Ом:	0/20(10) мА (DC)	10 мА (ДФ32/201) 20 мА (ДФ3201/503/504, ЭП31643, ЭП3627)
	Напряжение выходного каскада ПРМ:	0/24(15) В (DC)	ПДЭ2802, ПДЭ2003
	Контакт выходного каскада ПРМ:	1НО и 1НЗ Независимые контакты (твердотельное реле)	Для микропроцессорных терминалов (ВЧ блокировка)
29.	Количество формируемых команд автоматики (КА) для каждого ПРМД	<u>4</u>	Только для «ОРИОН» УПЗА Автоматический выбор номеров КА в зависимости от номера ПРМД в канале
	Количество принимаемых команд автоматики (КА) для каждого ПРМД, если в канале: 2 ПРМД 3 ПРМД 4 ПРМД	<u>4</u> <u>8</u> <u>12</u>	
30.	Измерение собственных параметров с выводом результатов	$U_{\text{вых}}$ ПРД, В (изм.) $I_{\text{вых}}$ ПРД, А (изм.)	

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
	измерений и расчетов на дисплеях	$P_{\text{ВЫХ}}$ ПРД, Вт (расч.) $P_{\text{ВЫХ}}$ ПРД, дБм (расч.) $Z_{\text{КАН}}$, Ом (расч.) $U_{\text{ВХ}}$ ПРМ, В (изм.) $P_{\text{ВХ}}$ ПРМ, дБм (расч.) $I/U_{\text{ВЫХ}}$ ПРМ, мА/В (изм.) $U_{\text{ВТОР}}$ «5В» (изм.) $U_{\text{ВТОР}}$ «24В» (изм.) $U_{\text{ВТОР}}$ «Убат. часов» (изм.)	
31.	Измерение внешними контрольными приборами	Гнездо BNC на панели модуля линейного фильтра с переключением (вых. ПРМД / вых. УМ) Измерительные гнезда на панели модуля питания	
32.	Автоматический непрерывный/периодический контроль исправности модулей и узлов ПРМД (<u>помимо автоматической проверки ВЧ канала</u>) с действием на предупредительную или аварийную сигнализацию и табло «Информация» на дисплее ПРМД для оперативного персонала; Подробная запись в журнал событий.	- Снижение вторичных уровней +5В, +24В (МП)	
		- Неисправность модуля усилителя (УМ) - Неисправность модуля управления (МУ)	
		- Неисправность модуля реле и сигнализации (МУРС)	Неисправность индивидуальных реле
		- Неисправность модуля дискретных входов* (МВ)	Неисправность каждого ДВ
		- Неисправность платы в лицевой панели (ЛП)	
33.	Внешняя сигнализация неисправности и действий терминала	- <u>Предупредительный сигнал</u> . Реле RM84 (2 «сухих» переключающих контакта 250 В, 300 мА (DC))	Неисправности, не требующие вывода устройства из работы

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
		- <u>Аварийный сигнал</u> . Вывод/блокирование РЗ. Реле RM84 (2 «сухих» переключающих контакта 250 В, 300 мА (DC))	Неисправности, требующие вывода устройства из работы
		- <u>Работа</u> . Реле RM84 (2 «сухих» переключающих контакта 250 В, 300 мА (DC))	Только в «ОРИОН» УПЗА Реализация функции приема/передачи команд автоматики
34.	Параметры для внешнего регистратора («Регина», «Рекон» и др.)	- <u>Огибающая ВЧ сигнала на выходе ПРМД</u> (свой/дальний): 0/2.5/5.0 В (DC) - <u>Ток (напряжение) выходного каскада ПРМ</u> : 0/5 В (DC)	Аналоговые сигналы
		- <u>Снижение опер.тока</u> ниже $0.8U_H$: «сухой контакт» - <u>Работа</u> передача/прием КА: «сухой контакт» (для «ОРИОН» УПЗА)	Дискретные сигналы
35.	Внутренний осциллограф	Общее количество осциллограмм: - 16 Пуск РЗ - 1 Автоконтроль (обновляется) Длительность осциллограммы: - 2032 мс (Пуск РЗ) - 508 мс (Авто-контроль) - 512 мс (Предаварийный режим) Дискретность записи 1 мс Автоматическое стирание ранее записанных осциллограмм Пусковые факторы: - Пуск от РЗ	Норматив на количество отсутствует

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
		- Останов от РЗ - БИП	
		Записываемые сигналы: - Останов от РЗ	
		- Пуск от РЗ - БИП	Пуск ПРД
		- Манипуляция	
		- Огибающая ВЧ сигнала (Свой/дальний)	
		- Выходной сигнал ПРМ	
		Просмотр осциллограмм: - Дисплей ПРМД	Без вывода из работы обслуживаемой ВЧ- защиты
	- ПК (сохранение выбранных осциллограмм на флеш память в формате Comtrade)		
	два пользовательских курсора на дисплее с отображением времени текущего момента осциллограммы и разницы во времени между двумя курсорами		
36.	Журнал событий (регистрация действий и неисправностей): - Общее количество событий	255 с автоматическим стиранием ранее записанных	Норматива на количество не найдено
	- Фильтрация событий	5 фильтров - Система электропитания - Взаимодействие с терминалом РЗ - Команды автоматики (для «ОРИОН» УПЗА) - Неисправности - Ввод пароля	
	- Просмотр событий	- Дисплей ПРМД	Без вывода из работы обслуживаемой

№	Наименование	«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
		- ПК (сохранение журнала событий на внешнюю флеш память в форматах текстовый(txt) и Excel (xls))	мой ВЧ-защиты
37.	<u>Тестовые режимы для выполнения технического обслуживания ПРМД и диагностики при неисправностях:</u>		
37.1	- Тест светодиодной индикации лицевой панели	Включение всех светодиодов ЛП	
37.2	- Тест входов управления от терминала РЗ	- Пуск РЗ - Останов РЗ - БИП - Манипуляция - Внешняя кнопка дежурного	
37.3	- Тест ВЧ канала: поочередный запуск ПРД в канале, согласно номерам	Вывод на дисплей таблицы измерений по каждому из 4х аппаратов	Возможность проверки ВЧ канала одним оператором
37.4	- Тест манипуляции: Измерение тока приема, длительности, скважности (°) между пакетами свой/дальний, взаимное расположение ВЧ пакетов свой/дальний	Отображение информации на дисплее ПРМД	Используется при фазировке токовых цепей РЗ и проверке фазной характеристики
37.5	- Тест модуля реле и сигнализации	Срабатывание по команде оператора реле внешней сигнализации и КА	Опробование действия на ЦС и внешние устройства РЗА
37.6	- Тест модуля дискретных входов (МВ) (для «ОРИОН» УПЗА)	Включение/выключение дискретных входов	Опробование действия от «внешних» устройств РЗА
37.7	- Тест компараторов ПРМ	- Компаратор «ПРМ» - Компаратор «High» - Компаратор «Low» - Компаратор «АК»	Диагностика уставок (порогов) настройки ПРМ и проверка канала

№	Наименование		«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
	37.8	- Тест команд автоматики (для «ОРИОН» УПЗ(А))	- Передача КА оператором - Дешифровка принятых КА	Диагностика функций приема/передачи команд автоматики (КА)
	37.9	- Тест спектра сигналов на выходе ПРМД (меню «Измерения»)	- Отображение спектра сигналов на выходе ПРМД в номинальной полосе ($\Delta F_{\text{НОМ}}$)	Контроль сигналов своего и «дальних» ПРМД; Проверка наличия сигналов помех
38.	<u>Сервис для оперативного персонала:</u>			
	38.1	- Оперативный пуск ПРД с выводом на дисплей основных параметров ($I_{\text{ПРМ}}$, $I_{\text{ВЫХ}}$)	- Кнопка на лицевой панели ПРМД - Внешняя кнопка на панели	Для классического обмена сигналами
	38.2	- Оперативный пуск автоконтроля (АК)	- Кнопка на лицевой панели ПРМД	Для внеочередного автоконтроля
	38.3	- Оперативный вывод автоконтроля	- Внешний ключ или тумблер с индикацией на дисплее и светодиоде факта вывода	Индикация вывода автоконтроля не оговорена
	38.4	- Оперативный вывод функции КА (передача/приём команд автоматики) (для «ОРИОН» УПЗ(А))	- Внешний ключ с индикацией факта вывода на дисплее	
	38.5	- <u>Полуавтоматический обмен сигналами по каналу оперативным дежурным</u> любого из объектов ВЧ канала	- При заданном режиме «прогр. пуск ПРД» - кнопка «Пуск» - Табличное отображение результатов на дисплее: $I_{\text{ПОК}}$, $I_{\text{СВОЙ}}$, $I_{\text{ДАЛЬНИЙ}}$, $I_{\text{СОВМ}}$, $I_{\text{ВЫХ}}$. Контроль наличия манипуляции	Без участия оперативного персонала противоположных концов ВЧ канала
	38.6	- Вывод информации на дисплей при срабатывании сигнализации	- <u>Кнопка «Инф»</u> . Запись и расшифровка сигналов предупредительной, аварийной сигнализации, сигналов автокон-	Сброс (квитирование) сигнализации: предупредительной, аварийной, работы разреша-

№	Наименование		«ОРИОН» УПЗ(А)	Примечания
			троля, сигналов работы по функции КА.	ется только после обращения оперативного персонала к табло «информация»
	38.7	- Запрос результатов автоконтроля с удаленного аппарата	- Отображение результатов на дисплее	В случае, если протокол АК поддерживает эту функцию
39.	Блокировка пуска ПРД		- Физическая (джампер на УМ) или - Программная (меню пользователя)	Требуется при подключении внешнего генератора к аппарату
40.	Наличие служебной связи		- Симплексная - Под паролем - Автоматический вывод через заданное время - Адресный сигнал вызова с определением номера вызываемого аппарата	Используется при наладке ВЧ канала
41.	Интерфейс		- Большой цветной дисплей с функцией экономрежима - Светодиодная индикация (20 светодиодов) - Языки интерфейса: Русский/Украинский	
42.	Клавиатура навигатора		Механическая, с четкой фиксацией нажатия	
43.	АСУ ТП		Протоколы: - Modbus (RS485) - Modbus TCP (Ethernet)	
44.	Синхронизация времени		SNTP	
45.	Порт связи с ПК		USB-B	
46.	Конфигурирование функций, уставок, параметров		- <u>Под паролем</u> - С помощью клавиатуры навигатора; - С помощью ПК	
47.	Просмотр параметров, уставок, журнала событий, осциллограмм		- <u>Без пароля</u> - <u>Без вывода из работы обслуживаемой защиты</u>	
48.	Интерфейс для внешней памяти		USB-A	

Техническое обоснование и особенности выбора отдельных параметров при разработке ПРМД «ОРИОН» УПЗ(А)

О необходимом уровне выходной мощности ПРД

Расчет параметров ВЧ каналов; нормативы на применяемую аппаратуру (уровни передачи и приема, порог чувствительности, избирательность, запас по перекрываемому затуханию и т.д.) приводятся в дБм.

«Типовые технические требования к аппаратуре ВЧ связи по ЛЭП» устанавливают верхний предел в диапазоне частот

$$16 \div 1000 \text{ кГц} - (+ 50 \text{ дБм}) \approx 100 \text{ Вт}$$

Уровень выходного сигнала в пределах +45/+42 дБм (31 ÷ 16 Вт) обеспечивается всеми ПРМД, как выпускаемыми в настоящее время (ПВЗ –ВЛ, «ОРИОН» УПЗ, ПВЗУ – Е), так и уже снятыми с производства, но еще находящимися в эксплуатации (АВЗК – 80, ПВЗ – 90М, ПВЗ).

Разработка и производство аппаратуры с выходным уровнем всего на 5 дБм выше оговоренного, требует существенного увеличения мощности модуля питания (минимум в 3÷4 раза), увеличения номиналов активных и пассивных элементов усилителя мощности и линейного фильтра. Кроме того, ужесточаются требования по внеполосным излучениям ПРД. В результате – увеличение габаритов, веса, теплоизлучения аппарата. Возрастает себестоимость ПРМД.

Очень незначительная разница в уровне передач ≈ 1дБм с лихвой может быть компенсирована возможностью применения универсального (для всей линейки аппаратуры «ОРИОН») модуля питания и разработкой модуля усилителя, обеспечивающего весь рабочий частотный диапазон 24 ÷ 1000 кГц (без модификаций).

О размещении измерительных, режимных гнезд, клемм; регулировочных элементов на лицевой панели ПРМД

Наличие измерительных («режимных») гнезд, клемм, регулирующих элементов, переключателей на лицевой панели аппарата является недостатком аппаратуры, разработанной ранее. Такое исполнение не исключает возможных ошибочных (или преднамеренных) действий обслуживающего персонала на введенной в работу аппаратуре, что может привести к изменению рабочих характеристик вплоть до неправильных действий аппарата и обслуживаемого терминала РЗ.

При этом такое несанкционированное действие не сопровождается действием сигнализации. На лицевой панели следует размещать: дисплей, кнопочный навигатор (клавиатуру), светодиодную индикацию и гнезда подключения ПК и Flash-накопителя.

Вся необходимая информация и действия оперативного персонала (обмен сигналами, внеочередной автоконтроль, сигналы неисправности и работы) и эксплуатационного персонала (журнал событий, осциллограммы, просмотр конфигурации и уставок, измерение параметров) должны быть реализованы через вышеперечисленные элементы лицевой панели ПРМД.

Все действия с аппаратом, которые могут привести к изменению конфигурации, уставок, тестовых действий и т.п. должны быть постоянно «закрыты» паролем доступа. Ввод пароля доступа должен обязательно включать аварийную сигнализацию аппарата (с выходом на панель ЦС объекта). Обязательны запись доступа в журнал.

«Переднее» или «заднее» обслуживание аппарата

На лицевой панели располагаются элементы (дисплей, кнопочный навигатор, светодиодное табло, гнезда для ПК и Flash), обеспечивающие так называемое «переднее» обслуживание аппарата для оперативного и эксплуатационного персонала.

На задних панелях, вставляемых в аппарат модулей, могут располагаться элементы (переключатели, измерительные гнезда, разъёмы), которые используются при наладке и диагностики модулей вне аппарата.

Кроме того, на задних панелях модулей размещаются клеммники для подключения «внешних» цепей. Необходимо отметить, что в аппаратуре «ОРИОН» клеммники являются элементами модулей (без выхода на кроссплату). Такое решение обеспечивает физическое «удаление» «высоковольтных» сигналов внешних цепей от сети цифровых сигналов кроссплаты.

Настройка (перестройка) линейного фильтра

Дифференциально-мостиковый линейный фильтр применяется в ВЧ аппаратуре с 70х годов прошлого столетия (УПЗ – 70, ВЧТО – М и др.).

Одной из особенностей этого пассивного фильтра (индуктивности, высоковольтные конденсаторы, трансформаторы) является невозможность обеспечить приемлемые характеристики (рабочее затухание, полоса пропускания, вносимое затухание, входное сопротивление) во всем заявленном частотном диапазоне аппарата (24 ÷ 1000 кГц) без изменения обмоточных данных трансформаторов и катушек индуктивности.

Поэтому при разработке ЛФ, заявленный частотный диапазон разбивается на поддиапазоны (обычно 3 – 6) в пределах которых рассчитываются необходимые обмоточные данные трансформаторов и катушек индуктивности. Настройка ЛФ в пределах поддиапазона на необходимую номинальную полосу ПРМД осуществляется изменением величины емкости в контурах. Вторая особенность заключается в наличии температурной зависимости характеристик фильтра в заявленном диапазоне рабочих температур (изменение характеристик ЛФ приводит к изменению выходного уровня ПРД, порога чувствительности ПРМ и др.). Чтобы минимизировать данный фактор необходимо: применять конденсаторы с положительными/отрицательными ТКЕ в различном соотношении, применять обмоточный провод с разными характеристиками, применять различные виды секционирования катушек.

Указанные меры позволяют получить хорошие характеристики линейного фильтра при заводском изготовлении. Перестройка ЛФ в условиях эксплуатации ПРМД не рекомендуется (хотя и допускается). При этом следует помнить, что перестройка в «полевых» условиях, как правило приводит к ухудшению основных характеристик ПРМД и потере гарантий от изготовителя аппаратуры.

При возникновении форс-мажорных обстоятельств (ошибка проектирования, обнаружение несоответствий параметров ВЧ канала и т.п.) следует обратиться к производителю для замены модуля на аналогичный с заводской регулировкой на нужную номинальную полосу $\Delta F_{\text{ном}}$. При этом сохраняются гарантийные обязательства изготовителя на ПРМД.

Разработка «универсального» линейного фильтра, обеспечивающего перестройку на требуемую номинальную полосу $\Delta F_{\text{ном}}$ в диапазоне 24 ÷ 1000 кГц переключением (перепайкой) перемычек представляется нам не правильным решение по следующим причинам:

- 1) необходимость изготавливать катушки индуктивности с несколькими отпайками в диапазоне от 0.1 мГн до 2.0 мГн (причём обмоточный провод на всю катушку надо принимать по максимальному необходимому сечению и максимальному количеству жил);
- 2) необходимость применять входной и выходной трансформаторы с несколькими отпайками для обеспечения различных $K_{\text{тр}}$;
- 3) применения магазинов емкостей с широким диапазоном номиналов (C_{Σ} примерно от 100 пФ до 50000 пФ); учитывая зависимость рабочего напряжения конденсаторов от частоты их так же нужно применять по «худшему» диапазону.

Отсюда неоправданный расход дорогих комплектующих (высоковольтные конденсаторы, высокочастотный обмоточный провод) – рост себестоимости изделия в целом, увеличение габаритов и веса.

Условия и требования разноса частот передачи и приема

Директивными материалами разрешается работа ПРМД:

- 1) на одной частоте для двух ПРМД в канале: $F_{\text{прд}} = F_{\text{прм}}$;
(при этом номинальная полоса $\Delta F_{\text{ном}}$ принимается $\Delta F_{\text{баз}}/2 = 2$ кГц);
- 2) с разносом частот передачи на 0.5 кГц для каждого аппарата по отношению к «соседям» при трех ПРМД в ВЧ канале для предотвращения «нулевых» биений сигналов на входе ПРМ при равенстве их амплитуд ($\Delta F_{\text{ном}} = \Delta F_{\text{баз}} = 4.0$ кГц);
- 3) с разносом частот между $\Delta F_{\text{прд}}/\Delta F_{\text{прм}}$ 1.5 кГц при двух ПРМД в канале для подавления отраженного сигнала «своего» ПРД от противоположного конца канала ($\Delta F_{\text{ном}} = \Delta F_{\text{баз}} = 4.0$ кГц).

ПРМД «ОРИОН» УПЗ(А) занимает номинальную полосу $\Delta F_{\text{ном}} = \Delta F_{\text{баз}} = 4.0$ кГц.

Выбор частот передачи ($F_{\text{прд}}$) и приема ($F_{\text{прм}}$) с учетом требований директивных материалов: 1), 2), 3) осуществляется автоматически программным обеспечением ОРИОН – УПЗ по заданным параметрам: $\Delta F_{\text{ном}}$, №ПРМД, количество ПРМД в канале. Разнос частот $F_{\text{прд}}$ с учетом 4х ПРМД в канале: 0.48/0.64 кГц; полоса приемника 2.4 – 2.6 кГц; шаг изменения $F_{\text{сред}}$ номинальной полосы $\Delta F_{\text{ном}}$ 0.1 кГц.

Оперативный ток ПРМД

Директивные материалы требуют осуществлять питание ПРМД, АПК, терминалов РЗ и ПА в условиях эксплуатации только от постоянного оперативного тока (аккумуля-

торная батарея) с уровнями 220 В или 110В (+ 10%, - 20%). Это гарантированное по надежности электропитание.

Универсальный модуль питания линейки «ОРИОН» рассчитан на работу от источника оперативного постоянного тока с уровнями 220 или 110 В (+ 10%, - 20%). В лабораторных условиях (при наладке и диагностике) допускается питание от сети переменного тока 110/127/220 В (без перестройки).

Согласование ПРМД с ВЧ каналом

Входное сопротивление ВЧ канала, как правило отличается от номинального (75 Ом) в широких пределах. Оно определяется характеристиками аппаратуры обработки и присоединения, а также параметрами ВЛ, по которой организуется ВЧ канал.

В аппаратуре «прошлого» поколения согласование с ВЧ каналом выполнялось, как правило, на выходном трансформаторе фильтра ЛФ (совмещение функций). Недостатки такого решения – изменение характеристик ПРМД ($P_{\text{вых}}$, $Z_{\text{вх}}$, $a_{\text{раб}}$, $a_{\text{внос}}$, $U_{\text{чПРМ}}$) при изменении отпаек выходного трансформатора и малое количество ступеней согласования.

Поэтому для согласования ПРМД «ОРИОН» УПЗ(А) используется «выносной» универсальный для всей линейки ВЧ терминалов ОРИОН согласующий (для несимметричных ВЧ каналов «фаза-земля») или симметрирующий (для симметричных ВЧ каналов «фаза-фаза») трансформатор УТ14. Указанный трансформатор поставляется в составе ЗИП для терминалов «ОРИОН» или по отдельному заказу для использования с аппаратурой других производителей (стойки связи, АПК).

Преимущества данного технического решения:

- при изменении отпаек согласующего трансформатора не меняются параметры ПРМД;
- большое количество ступеней согласования в широких пределах $Z_{\text{вх}}$;
- возможность использовать в составе совмещаемых терминалов (два аппарата через один УТ14).

Цепи управления от терминалов релейной защиты

Цепи управления ПРМД от обслуживаемого терминала Р.З. это:

- 1) контактный пуск от Р.З. – «сухие» контакты (НО/НЗ) электромеханических или твердотельных реле (коммутируемое напряжение должно быть не менее 24 В);
- 2) контактный останов от Р.З. – аналогично 1) «сухие» контакты или твердотельное реле;

Если для управления (пуск/останов) используется уровень ТТЛ, то в пределах панели (шкафа) обычно объединяют GND ПРМД и ОВ терминала релейной защиты;

- 3) манипуляция – это переменное напряжение (0 ÷ 120В, 50 Гц) изолированное от корпуса и от цепей вторичного тока и напряжения защиты;
- 4) безынерционный пуск – выпрямленное напряжение (0 ÷ 20 В) также изолированное от корпуса, цепей переменного вторичного тока и напряжения и опертока.

(P.S. ЧЭАЗ была выпущена небольшая партия панелей типа ДФ3504 (порядка 50 единиц), в которых цепь БИП была физическим проводом внутреннего монтажа связана с «-» опер.тока. Этот дефект легко устраняется в условиях эксплуатации).

Таким образом, для взаимодействия ПРМД с релейными терминалами всех типов нет необходимости усложнять схему ПРМД дополнительными изолированными от GND (корпуса) источниками, которые необходимо контролировать.

Регистрация событий; журнал; внутренний осциллограф

Количество регистрируемых событий и «внутренних» осциллограмм нормативными документами не регламентируется. Поэтому при выборе количества регистрируемых событий и осциллограмм следует ориентироваться на какую-никакую статистику и здравый смысл. Нельзя ограничиться и слишком малым количеством, но и не следует выбирать очень большой объем, чтобы не затруднять поиски нужной информации.

При разработке устройств регистрации (журнал событий и внутренний осциллограф) ПРМД «ОРИОН» УПЗ(А) предусмотрена возможность сохранения информации на внешний носитель (Flash память). Данная процедура может выполняться обслуживающим персоналом в любое время без вывода из работы ВЧ защиты.

Опыт эксплуатации ПРМД «ОРИОН» УПЗ(А) показал вполне достаточным количество регистрируемых событий 200 – 300 на промежутки времени между техническими обслуживаниями аппарата.

Длительность аварийной осциллограммы обеспечивает запись аварийного события в высоковольтной сети (КЗ с учетом успешного/неуспешного АПВ). Количество осциллограмм 16 (1-2 аварийных ситуации в месяц в течение года).

Осциллографирование процесса автоконтроля рассматривается как вспомогательная процедура при отладке автоконтроля в ВЧ канале – поэтому достаточной является одна осциллограмма, сохраняемая до следующего цикла автоконтроля.

Список используемой литературы

1. Л1. «Руководящие указания по выбору частот каналов по ЛЭП 35-750 кВ» (четвертое издание – 2007г.)
2. Л2. «Типовые технические требования к аппаратуре ВЧ связи по ЛЭП», 2014г.
3. Л3. «Правила устройства электроустановок», Украина 2009г.
4. Л4. «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей»
5. Л5. «Правила технического обслуживания устройств РЗА электростанций и подстанций 110-750 кВ», 1989г.
6. Л6. «Высокочастотный приемопередатчик «ОРИОН» УПЗ(А).

- Руководство по эксплуатации», 2021г.
7. Л7. «Аппаратура высокочастотная защиты ПВЗ – ВЛ (У27.1 – 32431587 – 016.00.00.000РЭ)», Одесса 2021г.

*Консультация по техническим вопросам
Сазонов В.В.
тел. 0503680331*