

**АППАРАТУРА
КАНАЛОВ ТЕЛЕФОНИИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ,
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ,
ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ КОМАНД
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И
ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ
«ЛИНИЯ-Ц»
(АКСТ РЗПА «ЛИНИЯ-Ц»)**

Руководство по эксплуатации.

**Руководство по эксплуатации оборудования
передачи/приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА.**

Техническое описание.

Часть 3. Книга 1

НМАЦ.460516.001 РЭ2.1



Содержание

0 Введение	4
1 Технические характеристики.....	5
1.1 Технические характеристики ВЧ окончания аппаратуры.....	5
1.2 Технические характеристики устройства для передачи и приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА	8
1.3 Технические характеристики системы мониторинга, регистрации и сигнализации.....	15
1.4 Характеристики программного обеспечения и интерфейса «человек-машина»... ..	21
1.5 Характеристики электропитания	23
2 Устройство и работа	24
2.1 Функциональная схема работы устройства АКСТ-Ц.....	24
2.2 Электропитание	26
3 Описание и работа составных частей.....	27
3.1 Блок релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗПА).....	27
3.2 Блок ввода-вывода дискретных сигналов (ВДС).....	34
3.3 Блок усилителя мощности (УМ).....	35
3.4 Блок устройства линейного согласующего (УЛС).....	35
3.5 Блок управления и контроля состояния (БУКС).....	38
3.6 Плата цифровой обработки сигнала (ЦОС)	42
3.7 Блок питания (БП)	43
3.8 Внутренняя аккумуляторная батарея (АКБ)	44
4 Нормативные ссылки	46
Приложение А (справочное) Логические схемы прохождения сигналов команд	47

0 Введение

В данной книге даны технические характеристики аппаратуры, описание устройства и принципов работы оборудования передачи/приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА, а также описание и работа составных частей аппаратуры

Данная книга предназначена для персонала, осуществляющего работы с оборудованием РЗА.

При совместном применении оборудования каналов ТФ, ТМ, передачи данных с оборудованием передачи/приема дискретных команд РЗ и ПА (АКСТ-Ц1) указанному персоналу необходимо изучить книгу 1 части 2 руководства (РЭ1.1).

Термины, определения, сокращения и обозначения, применяемые в данном документе, приведены в части 1 руководства по эксплуатации (РЭ).

1 Технические характеристики

1.1 Технические характеристики ВЧ окончания аппаратуры

1.1.1 Затухание несогласованности входного сопротивления ВЧ окончаний (по отношению к его номинальному значению 75 Ом) в пределах номинальной полосы частот передачи и приема не менее 12 дБ.

1.1.2 Затухание несогласованности входного сопротивления ВЧ окончаний (по отношению к его номинальному значению 150 Ом) в пределах номинальной полосы частот передачи и приема не менее 12 дБ.

1.1.3 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления аппаратуры ВЧ каналов вне номинальной полосы частот, не более 1,5 дБ при отстройке от края номинальной полосы частот передачи/приема на частоту в соответствии с таблицей 1.1.

Т а б л и ц а 1.1 Частота отстройки при вносимом затухании не более 1,5 дБ

Направление	Частота отстройки (кГц) при ширине полосы передачи/приема, кГц											
	4	8	12	16	20	24	26	32	36	40	44	48
приема	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
передача	8	8	12	16	20	24	24	24	24	24	24	24

1.1.4 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления аппаратуры ВЧ каналов вне номинальной полосы частот передачи/приема, не более 1,0 дБ при отстройке от края номинальной полосы частот на частоту в соответствии с таблицей 1.2.

Т а б л и ц а 1.2 Частота отстройки при вносимом затухании не более 1,0 дБ

Направление	Частота отстройки (кГц) при ширине полосы передачи/приема, кГц											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
приема	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
передачи	12	16	24	32	40	48	48	48	48	48	48	48

1.1.5 Затухание асимметрии симметричного ВЧ окончания относительно земли на частоте 50 Гц не менее 40 дБ.

1.1.6 Номинальная выходная мощность сигналов в диапазоне частот от 16 до 1000 кГц на ВЧ выходе аппаратуры (P_n) не менее указанной в таблице 1.3.

Распределение номинальной мощности аппаратуры между каналами производится программным способом так, чтобы мощность в каждом из каналов (P_k) соответствовала данным таблицы 1.3.

Мощность в каждом канале определяется по формуле (1.1).

$$P_k (\text{дБм}) = P_n (\text{дБм}) - 20 \lg n, \quad (1.1)$$

где n – количество каналов в аппаратуре.

Таблица 1.3 Номинальная мощность в каналах

Номинальная мощность аппаратуры P_n , Вт / дБм	Частотный диапазон, кГц	Номинальная мощность канала, $P_{кз}$ дБм ¹⁾ в аппаратуре с количеством каналов						
		P_n	P_n-6	P_n-9	P_n-12	P_n-14	P_n-15	P_n-21
		1	2	3	4	5	6	12
80/49	от 16 до 300 включительно	49	43	40	37	35	34	28
40/46	свыше 300 до 700 включительно	46	40	37	34	32	31	25
30/45	свыше 700 до 1000 включительно	45	39	36	33	31	30	24

¹⁾ Для перерасчета уровней в дБн от значения в дБм отнимается 9 при несимметричном типе подключения, 6 – при симметричном.

1.1.7 Уровни сигналов ТМ в каждом подканале телемеханики, контрольной частоты, вызывных частот УТА, сигналов ЦП, устанавливаемых на ВЧ выходе с допуском $\pm 0,5$ дБ:

а) в каналах, совмещаемых с блоком РЗПА, ниже уровня в канале на величину, указанную в таблице 1.4;

б) в каналах аппаратуры УПАСК ниже уровня в канале на величину, указанную в таблице 1.5.

Таблица 1.4 Занижение уровней сигналов в каналах, совмещаемых с блоком РЗПА

Типовая конфигурация канала	Метод разделения сигналов	Занижение уровня сигнала, дБ, в подканалах			
		ЦП ¹⁾	ОС	КЧ ²⁾	ТМ
РЗПА	РЗПА	–	6	–	–
РЗПА + КЧ + ТМ (2x600 бит/с)	ЧРС	–	12	18	13
РЗПА + КЧ + ТМ (3x300 бит/с)	ЧРС	–	12	18	16
РЗПА + КЧ + ТМ (4x200 бит/с)	ЧРС	–	12	18	19
РЗПА + КЧ + ТМ (6x100 бит/с)	ЧРС	–	12	18	22
РЗПА + КЧ + ЦП (в полосе 2,9 кГц)	ВРС	13	12	18	–
РЗПА + ЦП (в полосе 3,2 кГц)	ВРС	13	12	–	–

¹⁾ В режимах синхронизации и подачи несущей частоты уровни, измеренные в полосе модема, равны в пределах допуска $\pm 0,5$ дБ.

²⁾ На предприятии-изготовителе устанавливается типовое значение КЧ 120 Гц. Нормируемый уровень распространяется на технологический канал (1.3.1.3а)), дополнительная частота в котором устанавливается 160 Гц.

Таблица 1.5 Занижение уровней сигналов в каналах аппаратуры УПАСК по ЛЭП

Типовая конфигурация канала	Занижение уровня сигнала, дБ, в подканалах	
	ОС	ТМ
РЗПА*	6	–
РЗПА + ТМ (2х600 бит/с)	6	19
РЗПА + ТМ (3х300 бит/с)	6	22
РЗПА + ТМ (4х200 бит/с)	6	25
РЗПА + ТМ (4х100 бит/с)	6	25

* Для симплексных каналов.

1.1.8 Полоса частот, в которой содержится основная энергия спектра передаваемых в линию сигналов, располагается в границах $\pm (2000 \times n - 100)$ Гц и симметрично расположена в пределах номинальной полосы частот канала равной $4000 \times n$ Гц, (где n – число базисных полос частот).

1.1.9 Допустимый уровень паразитных излучений аппаратуры ($P_{прз}$, дБм) вне полосы передачи в пределах базисной полосы частот $B_б$ (4 кГц) соответствует величинам, приведенным в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Уровень паразитных излучений в пределах полосы частот $B_б$

Номинальная выходная мощность аппаратуры, P_n , дБм	Расположение $B_б$ относительно краев полосы частот*		
	Прилегающая	Отстоящая на полосу $B_б$	Отстоящая на полосу $2 B_б$ и более
$\leq (+46)$	- 14	- 24	- 34
$> (+46)$	$P_n - 60$	$P_n - 70$	$P_n - 80$

* При смежном расположении полос передачи/приема положение базисной полосы частот выбирается относительно краев занимаемой аппаратурой полосы частот.

1.1.10 Уровень внеполосного спектра рабочего сигнала аппаратуры ($P_{внс}$, дБм) в полосе частот $B_б$ (4 кГц) не превышает значений, приведенных в таблице 1.7.

Таблица 1.7 Интегральный уровень внеполосного спектра в пределах полосы частот $B_б$

Номинальная выходная мощность аппаратуры, P_n , дБм	Расположение $B_б$ относительно краев полосы частот*		
	Прилегающая	Отстоящая на полосу $B_б$	Отстоящая на полосу $2 B_б$ и более
$\leq (+46)$	- 14	- 24	- 34
$> (+46)$	$P_n - 60$	$P_n - 70$	$P_n - 80$

* При смежном расположении полос передачи/приема положение базисной полосы частот выбирается относительно краев занимаемой аппаратурой полосы частот

1.1.11 Время готовности канала РЗПА к работе после включения аппаратуры не более 1 мин.

1.1.12 При пропадании напряжения питания усилителя мощности цепи ВЧ входа/выхода аппаратуры отключаются от ВЧ кабеля.

1.1.13 При смежном расположении полос передачи и приема передача дискретных сигналов команд РЗ и ПА функционирует в соответствии с требованиями ТУ при балансном затухании ВЧ ДС равном 1 дБ.

1.2 Технические характеристики устройства для передачи и приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА

1.2.1 Общие требования к блоку РЗПА при работе по ЛЭП

1.2.1.1 Блок РЗПА производит передачу и прием 24 команд.

1.2.1.2 Команды передаются сигналами разных частот, расположенными в пределах диапазона ТЧ, с предельным отклонением ± 2 Гц в соответствии с таблицей 1.8 при прямом и инверсном формировании спектра. В режиме покоя (при отсутствии сигналов команд) по каналу в каждом направлении передается охранный сигнал частотой $-(3500 \pm 2)$ Гц. Установка частоты ОС производится программными средствами с шагом 1 Гц в полосе частот от 0,1 до 3,9 кГц на расстоянии не ближе 100 Гц по отношению к команде.

Т а б л и ц а 1.8 Частоты команд блока РЗПА в полосе 4 кГц

№ команды	Частота, Гц	№ команды	Частота, Гц	№ команды	Частота, Гц	№ команды	Частота, Гц
1	650	8	1350	15	2050	22	2750
2	750	9	1450	16	2150	23	2850
3	850	10	1550	17	2250	24	2950
4	950	11	1650	18	2350	25*	3050
5	1050	12	1750	19	2450		
6	1150	13	1850	20	2550		
7	1250	14	1950	21	2650		

* Тестовая команда для организации самотестирования 1.3.2.2.

1.2.1.3 Номинальное время передачи команд типа РЗ и ПА с выключенными задержками в передатчике и приемнике без воздействия помех не более значений T_0 , приведенных в таблице 1.9. Функции команд с параметрами из таблицы 1.9 устанавливаются в приемнике программно, независимо от передатчика.

Таблица 1.9 Номинальное время передачи команд в зависимости от назначенной функции

Тип команды	Функция команды	T0, мс
РЗ-1	Блокировка	13
РЗ-2	Разрешение 1-я зона ступенчатой защиты	18
РЗ-3	Разрешение 2-я, 3-я зоны ступенчатой защиты	18
РЗ-4	Телеотключение	23
ПА	Противоаварийная автоматика	23

1.2.1.4 В блоке РЗПА (УПАСК) обеспечивается возможность организации одного канала для передачи сигналов ТМ по интерфейсу RS-232C и не менее одного технологического канала для обмена информацией о состоянии аппаратуры (1.3.1.3).

Параметры каналов ТМ в блоке РЗПА (УПАСК) соответствуют таблице 1.10 с параметрами интерфейса, указанными в таблице 1.11.

Таблица 1.10 Характеристики модемов в канале ТМ с блоком РЗПА

№ строки	Типовая конфигурация модемов, скорость передачи, бит/с	Нижняя частота, f_n , Гц	Верхняя частота, f_v , Гц	Средняя характеристическая частота, Гц, $f_c = \frac{f_v + f_n}{2}$	Занимаемая модемом полоса частот, Гц	Девияция частоты, Гц	Краевые искажения, %, не более
1	4 x 200	1200	1400	1300	500	± 100	2
2		1700	1900	1800	500	± 100	2
3		2200	2400	2300	500	± 100	2
4		2700	2900	2800	500	± 100	2
5	3 x 300	1200	1400	1300	700	± 100	4
6		1900	2100	2000	700	± 100	4
7		2600	2800	2700	700	± 100	4
8	2 x 600	1200	1600	1400	1200	± 200	4
9		2400	2800	2600	1200	± 200	4

Таблица 1.11 Параметры интерфейса RS-232C

Наименование параметра, единица измерения	Норма
1 Характеристики входных цепей	
1.1 Входное сопротивление, кОм	3 – 7
1.2 Параметры входных импульсов:	
а) двуполярные амплитудой, В	$\pm (3 - 15)$
б) максимально допустимая амплитуда, В	± 25
в) логическая единица, В	минус 15 – 0
г) логический ноль, В	3 – 15
2 Характеристики выходных цепей	
2.1 Амплитуда двуполярных импульсов, В:	
– на нагрузке 3 кОм	$\pm (5 - 15)$
– без нагрузки, не более	± 15
2.2 Импеданс в выключенном состоянии, не менее, Ом	300
2.3 Время преодоления транзитной зоны, не более, % от длительности бита	3
3 Поддерживаемые максимальной скорости, кбит/с*:	
– по ЛЭП	0,1; 0,2; 0,3; 0,6
– по ОК	0,1; 0,2; 0,3; 0,6; 1,2; 2,4

1.2.1.5 Обеспечивается по инициативе оператора программная блокировка передачи и приема любых команд независимо друг от друга в различных сочетаниях.

1.2.2 Характеристики передатчика в блоке РЗПА при работе по ЛЭП

1.2.2.1 В каждый момент времени по каналу ВЧ передается только одна команда. Команды передатчика разбиты по типам на две группы: не менее 4 сигналов типа РЗ группы А высшего приоритета, и команд типа ПА группы Б. Количественное соотношение команд типа РЗ и ПА в передатчике должно устанавливаться программно, независимо от приемника.

1.2.2.2 Используются следующие правила передачи при возникновении нескольких команд:

а) в случае одновременного возникновения команд групп А и Б сначала передаются первые, а затем – вторые;

б) при возникновении команды группы А во время передачи команды группы Б передача команды группы Б прерывается и возобновляется после окончания передачи команды группы А;

в) при одновременном возникновении нескольких команд группы А (или группы Б) они передаются поочередно в порядке приоритета, начиная от меньших номеров к большим;

г) при возникновении во время передачи команды группы А новой команды той же группы более высокого приоритета идущая передача прерывается и передается более приоритетная команда. Прерванная команда вновь передается полностью после передачи более приоритетной команды;

д) если во время передачи команды группы А возникает менее приоритетная команда, то она передается после окончания идущей передачи;

е) при возникновении во время передачи команды группы Б новой команды той же группы любого приоритета она передается после окончания идущей передачи;

ж) стирание команды из памяти в передатчике производится только после ее передачи в течение установленной в соответствии с 1.2.2.3 длительности команды.

1.2.2.3 Для команд групп А и Б в передатчике предусмотрен режим с запоминанием управляющего импульса и передачей каждой команды в течение заданного интервала времени (с фиксированной длительностью команд) независимо от наличия напряжения на управляющем входе. Длительность команды t_k регулируется программными средствами в пределах от 10 до 100 мс с шагом 1 мс и устанавливается на этапе выпуска аппаратуры 50 мс.

1.2.2.4 Предусмотрена возможность переключения программными средствами последней из команд группы Б в режим передачи в течение времени наличия напряжения на управляющем входе («следящий» режим). В этом случае предусмотрены два варианта передачи: без ограничения длительности команды и с ограничением длительности в пределах от 3000 до 15000 мс с шагом 10 мс.

1.2.2.5 В передатчике предусмотрена возможность введения задержки начала передачи команд (антидребезг). Значение времени задержки регулируется отдельно программными средствами для каждой команды в пределах от 0 до 20 мс с шагом 1 мс. Увеличение длительности управляющего импульса на входе передатчика относительно времени задержки не менее чем на 1 мс.

1.2.2.6 В аппаратуре обеспечивается на время передачи команд отключение передаваемых сигналов, как в канале с РЗПА, так и в некоторых других каналах, и увеличение (форсирование) уровня команды на ВЧ выходе до максимально достижимого с учетом отключаемых сигналов в канале. Уровень передачи сигналов команд на ВЧ выходе соответствует номинальному уровню, указанному в таблице 1.3, увеличенному на величину уровня форсирования из таблицы 1.12, с учетом выбранного режима по числу отключаемых каналов, с допуском $\pm 0,5$ дБ. Возобновление работы отключаемых каналов производится с задержкой 500 мс с момента окончания передачи последней команды.

Т а б л и ц а 1 . 1 2 Уровень форсирования передачи ДС команд РЗ и ПА

Количество отключаемых каналов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Максимальный уровень форсирования, дБ	0	6	9	12	14	16	17	18	19	20	21	21
Примечание – Сигналы ТМ и ЦП, расположенные в одной базисной полосе с каналом передачи ДС команд, всегда являются отключаемыми.												

1.2.3 Характеристики приемника в блоке РЗПА при работе по ЛЭП

1.2.3.1 Чувствительность на ВЧ входе тракта приема для сигналов команд блока РЗПА – минус 20 дБм. При приёмном уровне сигнала команды на 3 дБ ниже уровня, соответствующего чувствительности по сигналу команд, команды не принимаются.

Предусмотрена возможность уменьшения чувствительности приемника («загрубление») до 22 дБ ступенями по 1 дБ по сигналу всех команд, и отдельно в том же диапазоне для части команд.

1.2.3.2 В приемнике фиксация приема команд происходит в течение не более 200 мс после пропадания ОС или окончания приема команды, если ОС не появился, при отсутствии параллельно функционирующего канала по оптическому кабелю (1.2.4.8).

1.2.3.3 В приемнике предусмотрена возможность введения задержки приема команды (для повышения его помехозащищенности). Значение времени задержки может устанавливаться отдельно программными средствами для каждой команды от 0 до 20 мс с шагом 1 мс.

1.2.3.4 В приемнике предусмотрена возможность введения задержки на возврат замкнутых выходных цепей (запоминание принятых команд) на время от 100 до 1000 мс с шагом 1 мс. Задержка на возврат вводится или исключается программными средствами отдельно для каждой команды.

1.2.3.5 Вероятность приема ложной команды $P_{л.к.}$ при пропадании ОС и одновременном возникновении на ВЧ входе широкополосной помехи типа «белого» шума, превышающей чувствительность ВЧ приёмника на (6 – 35) дБ в полосе 4 кГц, длительностью 200 мс соответствует таблице 1.13.

Т а б л и ц а 1.13 Вероятность приема ложной команды

Тип команды	Функция команды	$P_{л.к.}$
РЗ-1	Блокировка	$< 10^{-3}$
РЗ-2	Разрешение 1-я зона ступенчатой защиты	$< 10^{-4}$
РЗ-3	Разрешение 2-я, 3-я зоны ступенчатой защиты	$< 10^{-3}$
РЗ-4	Телеотключение	$< 10^{-6}$
ПА	Противоаварийная автоматика	$< 10^{-6}$

1.2.3.6 Вероятность пропуска команды $P_{п.к.}$ в течение заданного интервала времени $T_{макс.}$ при длительном воздействии на вход ВЧ приемника помехи типа «белого» шума, при отношении С/П равном 6 дБ в полосе 4 кГц, соответствует таблице 1.14.

Т а б л и ц а 1.14 Вероятность пропуска команды

Тип команды	Функция команды	$T_{макс.}$, мс	$P_{п.к.}$
РЗ-1	Блокировка	15	$< 10^{-3}$
РЗ-2	Разрешение 1-я зона ступенчатой защиты	20	$< 10^{-2}$
РЗ-3	Разрешение 2-я, 3-я зоны ступенчатой защиты	20	$< 10^{-3}$
РЗ-4	Телеотключение	25	$< 10^{-4}$
ПА	Противоаварийная автоматика	25	$< 10^{-4}$

1.2.3.7 Значения вероятности пропуска команды $P_{п.к.}$ не более приведенных в таблице 1.14 при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействии на ВЧ вход приемника помех типа «белого» шума с соотношением С/П 6 дБ в полосе 4 кГц.

1.2.3.8 При передаче последовательности различных команд в произвольных сочетаниях и при различных вариантах возникновения и перебивки одних команд другими не принимаются излишние команды (как при отсутствии помех, так и при соотношении С/П 6 дБ в полосе 4 кГц). Вероятность приема излишней команды при соотношении С/П 0 дБ не более 10^{-6} .

1.2.3.9 Допустимый уровень синусоидальной помехи с частотой, совпадающей с частотой сигнала любой команды, ниже установленной чувствительности приемника не более, чем на 8 дБ. При этом не должно быть ложных команд при снятии ОС.

1.2.3.10 Блок РЗПА работает с выполнением всех его функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе, равном номинальной чувствительности, при воздействии мешающих синусоидальных сигналов вне номинальной полосы частот согласно таблице 1.15.

Таблица 1.15 Уровни мешающих синусоидальных сигналов

Сдвиг частоты мешающего сигнала относительно краев номинальной полосы приема, кГц	0,1	2	4	6	8 и более
Уровень мешающего сигнала на ВЧ входе, дБм ¹⁾	10	15	20	30	40 ²⁾

¹⁾ Относительно уровня приёма основного из передаваемых сигналов.
²⁾ Но не менее +49 дБм.

1.2.4 Характеристики блока РЗПА (УПАСК) при работе по оптическому кабелю

1.2.4.1 Блок РЗПА производит передачу и прием 24 команд.

1.2.4.2 Все команды передаются в «следящем» режиме в момент их поступления.

1.2.4.3 Интерфейс блока РЗПА обеспечивает передачу команд по оптическому кабелю на скорости 2048 кбит/с и соответствует требованиям стандарта IEEE C 37.94 и рекомендациям ITU-T серии G.703.

1.2.4.4 Номинальное время передачи команд (T_0) по оптическому кабелю с выключенными задержками в передатчике и приемнике не более 1 мс. Номинальное время передачи команд на удаленный объект по комбинированной линии связи (ЛЭП + ОК) увеличено на T_0 , взятое из таблицы 1.9, с учетом функции передаваемых команд.

1.2.4.5 При наличии ошибок в потоке данных вследствие изменения характеристик канала связи отсутствуют:

- ложные команды;
- излишние команды при передаче последовательности различных команд в произвольных сочетаниях и при различных вариантах возникновения.

1.2.4.6 Блок РЗПА соответствует 1.2.1.5, 1.2.2.5, 1.2.3.4.

1.2.4.7 Блок РЗПА обеспечивает возможность организации одного канала для передачи сигналов ТМ по интерфейсу RS-232C на скоростях 100, 200, 300, 600, 1200, 2400 бит/с с

параметрами интерфейса, указанными в таблице 1.11, и не менее одного технологического канала для обмена информацией о состоянии аппаратуры (1.3.1.3).

1.2.4.8 Обеспечивается параллельная организация канала передачи/приема ДС команд РЗ и ПА по ЛЭП и оптическому кабелю.

1.2.5 Характеристики блока ввода-вывода дискретных сигналов

1.2.5.1 Дискретные входы (ДВ) передатчика срабатывают при подаче постоянного напряжения, которое должно находиться в пределах:

- от 158 до 170 В (при номинальном напряжении 220 В);
- от 79 до 85 В (при номинальном напряжении 110 В).

1.2.5.2 Ток потребления каждым ДВ (передатчика) при номинальном напряжении от 20 до 25 мА.

1.2.5.3 Дискретный вход передатчика срабатывает только от напряжения прямой полярности и не повреждается при подаче на него напряжения обратной полярности величиной не более $U_n + 10\%$.

1.2.5.4 Напряжение возврата ДВ передатчика в исходное состояние:

- от 154 до 132 В (при номинальном напряжении 220 В);
- от 77 до 66 В (при номинальном напряжении 110 В).

1.2.5.5 Максимально допустимое внутреннее сопротивление ДВ передатчика в закрытом рабочем состоянии (в режиме ожидания) – 60 кОм.

1.2.5.6 Импульс режекции обеспечивает протекание по входной цепи ДВ количества электричества не менее 200 мкКл (произведение среднего значения тока на продолжительность импульса). Продолжительность импульса режекции – не менее 22 мс.

1.2.5.7 Напряжение запуска импульса режекции не превышает:

- 154 В при номинальном напряжении 220 В;
- 77 В при номинальном напряжении 110 В.

1.2.5.8 Емкость входных цепей передатчика относительно корпуса не более 2,2 нФ.

1.2.5.9 Выходные цепи приемника коммутируют постоянное напряжение не менее 250 В при токе не менее 0,25 А и индуктивной нагрузке с постоянной времени не менее 0,05 с.

1.3 Технические характеристики системы мониторинга, регистрации и сигнализации

В аппаратуре предусмотрена система мониторинга состояния аппаратуры и каналов с хронологической фиксацией в энергонезависимой памяти произошедших событий. Должна иметься возможность удаленного доступа к системе мониторинга.

1.3.1 Общие характеристики системы мониторинга

1.3.1.1 Информация о времени регистрируемых событий поступает от часов аппаратуры с дискретностью 1 мс. Предусмотрена возможность коррекции (синхронизации) времени опционально: от сигнала ГЛОНАСС/GPS или по протоколу NTP с точностью 1 мс, а также предусмотрена возможность синхронизации между устройствами через технологический канал (1.3.1.3) по инициативе ведомого устройства с точностью 5 мс.

1.3.1.2 Максимальное число записей в журналах событий – не менее 1000. В случае переполнения последующие записи производятся вместо первых.

1.3.1.3 Обмен информацией между терминалами о результатах мониторинга, управления, синхронизации времени (1.3.1.1), списка событий, результатов самотестирования в аппаратуре (кроме аппаратуры симплексных каналов) осуществляется по технологическим каналам:

а) в аппаратуре с ЧРС по сигналам КЧ скоростью 100 бит/с, либо по выделенным FSK-модемам от 1 до 3;

б) в аппаратуре с ВРС по дополнительно выделенному в ЦП каналу передачи данных скоростью 600 бит/с (или выше);

в) в блоке РЗПА (УПАСК) для ЛЭП по выделенным FSK-модемам от 1 до 3;

г) в блоке РЗПА (УПАСК) по ОК внутри цифрового потока данных.

1.3.1.4 Осуществляется обмен информацией между системой мониторинга, регистрации и сигнализации аппаратуры и АСУ ТП энергообъекта по протоколам:

а) ГОСТ Р МЭК 60870-5-104; при этом аппаратура поддерживает режим обмена с временными метками, включаемый в настройках;

б) SNMP; при этом аппаратура поддерживает автоматическое формирование базы параметров MIB.

Связь АСУ ТП с аппаратурой, установленной на рассредоточенных объектах, осуществляется по технологическим каналам аппаратуры согласно 1.3.1.3.

1.3.2 Характеристики контроля состояния аппаратуры и каналов

1.3.2.1 В аппаратуре обеспечивается постоянный контроль ВЧ тракта, состояния аппаратуры и каналов согласно таблице 1.16. Предусмотрено три вида сигнализации состояния аппаратуры и канала, отображаемой индикаторами на передней панели блоков аппаратуры: нормальное состояние, предупредительная (П) и аварийная (А) сигнализация нештатных ситуаций.

Таблица 1.16 Контролируемые параметры, регистрируемые события, индикация и сигнализация

Контролируемые параметры	Регистрируемые состояния		Наименование блока, обозначение индикатора (цвет, характер свечения)	Выдержка времени на:			
	описание	тип		блокировку приемника РЗПА	внешнюю сигнализацию с выходов блоков		
					ВДС ¹⁾	БУКС ²⁾	
1 Качество приема сигнала от ГЛОНАСС/GPS	Отсутствует или слабый уровень приема от спутников	П	БУКС, GPS (желтый непрерывный)	—	—	< 10 с	
2 Исправность узлов блока РЗПА ⁶⁾	Пропадание напряжения вторичного источника питания	А	РЗПА (полное отсутствие)	0 мс	0 с	< 10 с	
3 Наличие и уровень ОС на приеме блока РЗПА	Уровень ОС ниже установленного порога	П	РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	0 с	< 10 с	
	Пропадание ОС без возникновения команды	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	200 мс	5 с	< 10 с	
4 Наличие сигнала команды одновременно с ОС на приеме блока РЗПА	Сигнал команды одновременно с ОС	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	1000 мс	5 с	< 10 с	
5 Отношение С/П ³⁾	Отношение С/П ниже заданного порога на предупреждение	П	РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	0 с	< 10 с	
	Отношение С/П ниже заданного порога на аварию	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	0 мс	0 с	< 10 с	

Контролируемые параметры	Регистрируемые состояния		Наименование блока, обозначение индикатора (цвет, характер свечения)	Выдержка времени на:		
	описание	тип		блокировку приемника РЗПА	внешнюю сигнализацию с выходов блоков	
					ВДС ¹⁾	БУКС ²⁾
6 Результаты автоматического самотестирования по ЛЭП	Неисправность, выявленная при автоматическом самотестировании	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	0 мс	5 с	< 10 с
7 Состояние оптического канала	Пропадание сигнала в ОК	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	—	0 с	< 10 с
8 Результаты автоматического самотестирования по ОК	Неисправность, выявленная при автоматическом самотестировании	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	0 мс	5 с	< 10 с
9 Наличие внешнего электропитания	Пропадание одного или нескольких источников внешнего питания (не всех)	П	БП, «АКБ 48-60В» (погашен) «≈110-220В» (погашен), РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	5 – 10 с	< 10 с
	Полное пропадание при наличии внутренней АКБ ⁴⁾	А	БП, «АКБ 48-60В» (погашен) «≈110-220В», (погашен) РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	—	10 – 15 с	10 – 15 с
	Выключение	А	Индикаторы на всех блоках погашены	0 с	0 с	0 с

Контролируемые параметры	Регистрируемые состояния		Наименование блока, обозначение индикатора (цвет, характер свечения)	Выдержка времени на:		
	описание	тип		блокировку приемника РЗПА	внешнюю сигнализацию с выходов блоков	
					ВДС ¹⁾	БУКС ²⁾
10 Состояние УМ	Температура УМ выше установленного порога (и др.)	П	УМ, АВАР (красный прерывистый) РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	5 – 10 с	< 10 с
	Аварийная ситуация в УМ	А	УМ, АВАР (красный непрерывный) РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	—	5 – 10 с	< 10 с
11 Вход оператора СРЗА в режим тестирования блока РЗПА	Ввод в действие режима тестирования	П	РЗПА, ПРЕД (желтый прерывистый)	—	0 с	< 10 с
12 Состояние удаленного устройства РЗПА по ОК	Состояние ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	П	РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	0 с	< 10 с
	Состояние АВАРИЯ	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный)	—	0 с	< 10 с
13 Качество информационного обмена между БУКС и блоком РЗПА	Нарушение информационного обмена между БУКС и блоком РЗПА	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный) БУКС, «НОРМА/ АВАР» (красный непрерывный)	—	0 с	< 10 с
14 Качество информационного обмена между БУКС и блоком УМ	Нарушение информационного обмена между БУКС и блоком УМ	А	РЗПА, АВАР (красный непрерывный) БУКС, «НОРМА/ АВАР» (красный непрерывный)	—	5 – 10 с	< 10 с

Контролируемые параметры	Регистрируемые состояния		Наименование блока, обозначение индикатора (цвет, характер свечения)	Выдержка времени на:		
	описание	тип		блокировку приемника РЗПА	внешнюю сигнализацию с выходов блоков	
					ВДС ¹⁾	БУКС ²⁾
15 Состояние ожидания пуска приемника РЗПА	Приемник в ожидании пуска после включения питания или исчезновения аварийной ситуации	П	РЗПА, ПРЕД (желтый непрерывный)	—	0 с	< 10 с
<p>Примечания:</p> <p>1 Для блока РЗПА регистрируемые состояния указаны в рабочем режиме.</p> <p>2 Полный перечень состояний в 3.3.</p> <p>1) Выводимая для службы РЗА.</p> <p>2) Обычно выводимая для СДТУ.</p> <p>3) Измеряемый в заданной программно полосе канала и нормируемый в базисной полосе.</p> <p>4) Переход на питание от внутренней аккумуляторной батареи в течение длительности, установленной в 1.5.4.</p> <p>5) Сопровождается потерей информационного обмена (см. пункт 13).</p>						

Нормальная работа блоков аппаратуры и каналов сопровождается индикацией «НОРМА/АВАР» (зеленый непрерывно) и отсутствием индикации ПРЕД на передней панели БУКС.

Появление неисправностей в блоках сопровождается изменением индикации на передней панели БУКС и формированием на внешнюю сигнализацию предупредительных и аварийных сигналов с выдержкой на срабатывание согласно таблице 1.16:

- при возникновении состояния предупреждения в блоке и отсутствии аварийных ситуаций – индикацией ПРЕД (желтый непрерывно) и сигналом ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ;
- при наличии аварийной ситуации в блоке – индикацией «НОРМА/АВАР» (красный непрерывно) и ПРЕД (желтый непрерывно) и сигналом «АВАРИЯ + ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ»;
- при нарушении информационного обмена между блоками – индикацией «НОРМА/АВАР» (красный непрерывно), при отсутствии предупреждений отсутствием индикации ПРЕД, и сигналом АВАРИЯ.

При изменении состояния блоков информация на внешнюю сигнализацию поступает с запоминанием до момента окончания нештатной ситуации.

Предусмотрена регистрация в энергонезависимой памяти вида и блока согласно таблице 1.16, даты и времени возникновения состояния предупреждения и аварийных ситуаций, а также выход из них.

1.3.2.2 Автоматическое самотестирование (см. пункты 6 и 8 таблицы 1.16) состояния узлов, в которых сигнал присутствует только при передаче команд, производится с устанавливаемым программно интервалом: 3, 6, 12 или 24 ч.

Самотестирование не вызывает ложного действия, приостанавливается при передаче команд, не вызывает увеличения времени передачи команд более чем на 5 мс.

1.3.3 Условия блокировки приемника блока РЗПА

1.3.3.1 Не происходит замыкания выходных цепей приемника РЗПА, а производится их блокировка, формируется блоком ВДС сигнал АВАРИЯ на внешнюю сигнализацию, осуществляется индикация на блоке РЗПА и регистрация события в случаях, указанных в пунктах 2 – 6, 8 и 9 таблицы 1.16.

При параллельной передаче команд по ЛЭП и оптическому каналу (1.2.4.8) блокировка выходных цепей приемника производится только в случае, указанном в пункте 2 таблицы 1.16.

1.3.3.2 Ввод в действие приемника после восстановления нормального режима работы, снятия аварийной сигнализации и индикации, а также ввод после включения электропитания, сопровождается регистрацией событий в журнале (пункт 15 таблицы 1.16) и производится одним из способов:

- а) вручную кнопкой на блоке РЗПА;
- б) дистанционно пользователем через программу управления;
- в) автоматически с установленной программной задержкой от 0 до 600 с с шагом 1 с.

1.3.4 Характеристики контроля прохождения команд

1.3.4.1 Предусмотрена регистрация в энергонезависимой памяти номеров переданных и принятых команд с указанием даты и времени с погрешностью 1 мс, начала и окончания передачи и приема каждой из команд (на входах и выходе передатчика, в тракте приема и на выходах приемника).

1.3.4.2 При приеме и передаче команд на блоке РЗПА светятся с запоминанием до ручного сброса индикаторы команд (1.3.3.2а)).

При этом формируются с фиксированной длительностью во внешнюю сигнализацию сигналы о прохождении команд и по отдельности при передаче и приеме команд путем замыкания контактов реле, выведенных на клеммник блока ВДС. Длительность внешней сигнализации регулируется программно от 1 до 60 с с шагом 1 с.

1.3.5 Характеристики системы сигнализации

1.3.5.1 Выходные цепи сигнализации коммутируют постоянное напряжение:

- а) не менее 250 В при токе не менее 0,25 А в блоке ВДС;
- б) не менее 250 В при токе не менее 0,03 А в БУКС.

1.3.5.2 Аппаратура (кроме вариантов УПАСК) обеспечивает возможность организации технологической «голосовой» связи в назначенном программно канале ТФ. Уровень сигнала на ВЧ выходе соответствует уровню действующего канала. Громкость и чувствительность регулируются программно в пределах ± 6 дБ с шагом 1 дБ.

1.4 Характеристики программного обеспечения и интерфейса «человек-машина»

1.4.1 Общие характеристики ПО и ИЧМ

1.4.1.1 Управление режимами аппаратуры, установка ее параметров, просмотр данных мониторинга и информации о событиях производится с помощью ПК через заданный IP-адрес локальной вычислительной сети. Доступ к ПО осуществляется только зарегистрированными пользователями по паролям:

- а) администратора для полного доступа (кроме заводских настроек);
- б) оператора СДТУ для ограниченного доступа к настройкам аппаратуры с возможностью редактирования параметров оборудования ТФ, ТМ и ПД;
- в) оператора службы РЗА для ограниченного доступа к настройкам аппаратуры с возможностью редактирования параметров оборудования передачи/приема сигналов и команд РЗ и ПА;
- г) дежурного для просмотра настроек аппаратуры без права на редактирование.

Исключается возможность редактирования событий журналов и данных мониторинга. Право удаления (полной очистки) защищаемых данных предоставляется только администратору.

1.4.1.2 Осуществляется программно-аппаратная защита от дистанционной перезаписи и перенастройки компонентов программного обеспечения: установленных изготовителем номеров аппаратуры, устройства, MAC-адреса и программной комплектации (заводские настройки). Информация о защищаемых данных доступна для просмотра по инициативе пользователя, либо указана в паспорте на аппаратуру (устройство).

1.4.1.3 Время, прошедшее от момента включения аппаратуры до начала выполнения всех ее функций (с учетом загрузки ПО и проведения первой процедуры опроса блоков согласно 1.4.1.5), не более 3 мин.

1.4.1.4 Время, прошедшее от момента перезагрузки ПО при сбое аппаратуры до начала выполнения аппаратурой всех ее функций, не более 30 с.

1.4.1.5 Проводятся самотестирование блоков и опрос параметров с интервалом 5 с, сопровождающиеся периодическим свечением индикатора ОПРОС (зеленый) на передней панели БУКС. При потере информационного обмена между блоками осуществляется индикация, сигнализация и регистрация события согласно 1.3.2.1 (пункты 13, 14 таблицы 1.16).

1.4.1.6 По запросу пользователя предоставляется согласно 1.4.1.1 подробная информация о текущем состоянии аппаратуры с выводом на ПК (страница «Контроль»). После срабатывания сигнализации на страницу выводится информация о неисправном блоке (таблица 1.16).

1.4.1.7 Осуществляется выборочный мониторинг контролируемых параметров с фиксацией результатов в энергонезависимую память и выводом их в виде графиков.

При выпуске аппаратуры устанавливается мониторинг уровня приема ОС (для каждого канала), отношение С/П в выделенной полосе канала передачи/приема ДС команд РЗ и ПА.

Примечание – Отношение С/П нормируется в полосе 4 кГц, характер помехи – «белый» шум.

В аппаратуре обеспечена возможность произвольного выбора не менее 10-ти контролируемых параметров для одновременного мониторинга.

1.4.1.8 Осуществляется хранение и изменение текущих параметров устройства в энергонезависимой памяти. Обеспечивается хранение до 10-ти различных конфигураций устройства с возможностью быстрой замены текущей.

1.4.1.9 Ведется в автоматическом режиме журнал действий пользователя с количеством записей не менее 60000. В случае переполнения последующие записи производятся вместо первых. Исключена возможность редактирования и очистки журнала.

1.4.1.10 Данные мониторинга, диаграммы, осциллограммы, журналы событий, журнал действий пользователя, конфигурации локального устройства сохраняются на ПК для возможности просмотра отдельно от аппаратуры.

1.4.2 Характеристики ПО и ИЧМ устройств с передачей/приемом ДС команд РЗ и ПА

1.4.2.1 Осуществляется режим тестирования блока РЗПА, в котором по инициативе оператора службы РЗА должны выполняться:

- а) проверка исправности индикаторов;
- б) проверка состояния ДВ приемника и передатчика;
- в) просмотр спектра канала в полосе приема в реальном времени;
- г) пробный пуск команд (1.4.2.2).

Вход и выход из тестового режима производятся программно согласно пункту 11 таблицы 1.16 и с учетом требований 1.3.2.1, 1.4.1.1.

1.4.2.2 Пробный пуск 24 команд осуществляется отдельно для каждой команды или несколькими командами одновременно:

- а) по каналу ЛЭП, в том числе с форсированием уровня передачи;
- б) по оптическому каналу;
- в) на выходные цепи приемника.

Фиксирование прохождения команд в журнале событий со стороны передатчика отличается от штатного прохождения команд.

1.4.2.3 Осуществляется построение диаграмм поэтапного прохождения команд и блокировки приемника по журналу событий блока РЗПА.

1.4.2.4 Приемником РЗПА ведется регистрация с записью в энергонезависимую память входного сигнала в автоматическом режиме по событиям, выбираемым программно:

- а) прием команды;
- б) прием сигнала команды вместе с ОС;
- в) пропадание охранного сигнала.

Обеспечивается запись сигнала в произвольный момент времени по команде оператора через программу управления. Просмотр записанного сигнала осуществляется в форме осциллограмм и панорамы частот в полосе канала. Временной промежуток записи не менее 100 мс до момента инициирующего события и 100 мс после.

Обеспечивается циклическая запись и хранение осциллограмм от 1 до 6 локальных и удаленных приемников суммарным количеством не менее 120. Обмен осциллограммами осуществляется по технологическим каналам (1.3.1.3).

1.5 Характеристики электропитания

1.5.1 Аппаратура соответствует требованиям ТУ при питании от сети постоянного тока с характеристиками:

- а) номинальное напряжение 220 или 110 В с допустимым отклонением от плюс 10 % до минус 20 %;
- б) пульсация не более 10 %.

1.5.2 Кондуктивные помехи при питании от сети постоянного тока, измеренные на входных клеммах блока питания аппаратуры, не более 3 мВ псофометрических.

1.5.3 Аппаратура соответствует требованиям ТУ при питании от внешней аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 48 или 60 В и допустимым отклонением от плюс 10 % до минус 20 %.

1.5.4 При пропадании внешнего питания производится в автоматическом режиме переход на питание от внутренней аккумуляторной батареи без потери качества функционирования. При этом осуществляется сигнализация согласно 1.3.2.1 (п. 9 таблицы 1.16).

Аппаратура, организующая передачу/прием ДС команд РЗ и ПА, функционирует в соответствии с требованиями ТУ при питании от внутренней батареи в течение 10 – 15 с с отключением (блокировкой) цепей внутреннего питания через последующие 30 с (автоотключение через 40 – 45 с после стойкого пропадания внешнего питания).

1.5.5 В нормальном режиме питания осуществляется подзарядка внутренней аккумуляторной батареи в автоматическом режиме.

1.5.6 Оборудование передачи/приема ДС команд РЗ и ПА сохраняет работоспособность и соответствует требованиям ТУ, в том числе без возникновения ложных команд, после:

- а) пропадания и восстановления напряжения электропитания;
- б) медленных (более 10 с) изменений напряжения электропитания от номинального значения до нуля и от нуля до номинального значения.

2 Устройство и работа

Аппаратура построена по функционально-блочному принципу, состоит из двух и более устройств, устанавливаемых на подстанциях, сообщающихся между собой по линии электропередачи. Возможна организация передачи/приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА по ЛЭП и оптическому кабелю на удаленный объект подстанции с выделением части команд на промежуточном пункте.

Схемы соединения различных видов устройств аппаратуры, обеспечиваются их комплектностью (составом блоков), представленной в части 1 руководства (РЭ). Типовые схемы соединения перечислены в книге 2 части 3 руководства (РЭ2.2).

2.1 Функциональная схема работы устройства АКСТ-Ц

На рисунке 2.1 приведена структурная схема устройства полной комплектации.

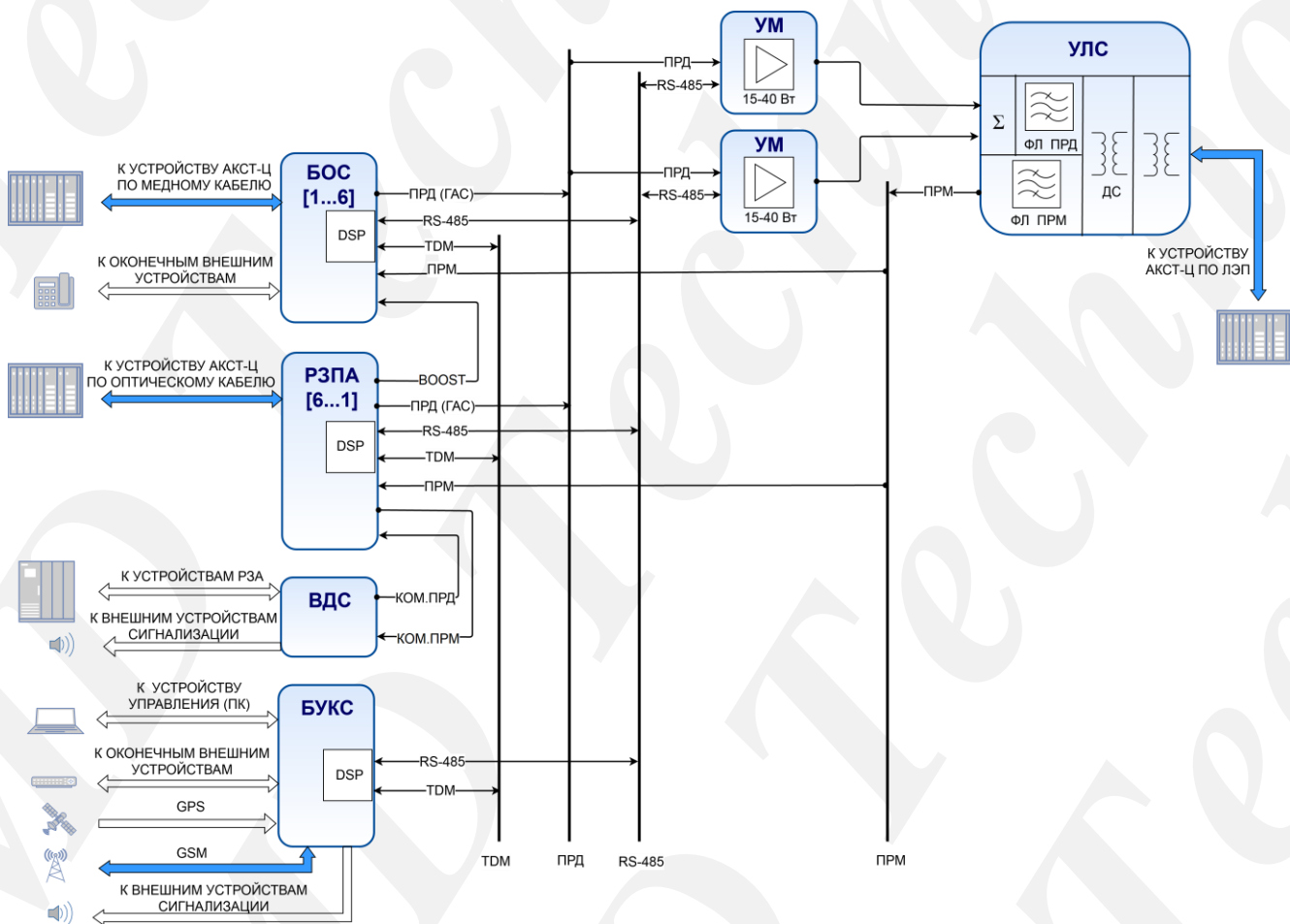


Рисунок 2.1 Структурная схема устройства в составе аппаратуры

В блоке обработки сигнала (БОС) речевые сигналы от абонентов поступают на четырехпроводный или двухпроводный вход. Сигналы с входа 4-х и 2-х проводного интерфейса преобразуются в цифровую форму, затем поступают на DSP-процессор (сигнальный процессор), где происходит преобразование ТФ сигнала. Входные сигналы ТМ и ПД также преобразуются в цифровую форму.

В тракте передачи из цифровых сигналов ТФ, ТМ и ПД формируется групповой цифровой сигнал (ГЦС). Из ГЦС и сигнала КЧ (контрольной частоты) БОС образует объединенный НЧ сигнал соответствующего уровня, который далее преобразуется в модулированный сигнал, затем в групповой аналоговый ВЧ-сигнал (ГАС) шириной 4, 8 или 12,0 кГц.

При передаче дискретных сигналов команд возможен выборочный вариант отключения каналов (в том числе полное отключение каналов). Степень важности каждого канала устанавливается перед началом эксплуатации аппаратуры.

После передачи сигналов команд возобновление работы каналов с ВРС осуществляется менее, чем за 4 с.

С выхода передатчика БОС групповой аналоговый сигнал по последовательной шине поступает на вход блоков усилителей мощности (УМ).

Сигналы команд в блоке РЗПА формируются аналогично преобразованиям, происходящим в БОС, которые так же поступает на вход блоков УМ.

В блоке УМ происходит усиление группового ВЧ сигнала, который поступает на вход ФЛ ПРД (фильтр линейный передачи), расположенного в блоке устройства линейного согласующего (УЛС).

В блоке УЛС расположены линейные фильтры ПРД и ПРМ (фильтр линейный приема) и линейный согласующий трансформатор.

С выхода ФЛ ПРД групповой ВЧ сигнал поступает на первичную обмотку трансформатора линейного согласующего, со вторичной обмотки которого ВЧ сигнал поступает в линию связи.

Трансформатор линейный согласующий предназначен для согласования выходного сопротивления, разделения передаваемого и принимаемого ВЧ сигналов по трактам передачи и приема. В тракте приема ВЧ сигнал поступает на вход приема устройства линейного согласующего. В тракте приема блока УЛС сигнал приходит на вход ФЛ ПРМ, где так же, как и в ФЛ ПРД, происходит развязывание полных сопротивлений аппаратуры ВЧ связи. Кроме того, в ФЛ ПРМ осуществляется ослабление уровня несущих частот собственного передающего тракта. Распределение ВЧ сигнала по входам приема БОС и блоков РЗПА производится по шине приема.

При смежном расположении рабочих частот ФЛ ПРД и ФЛ ПРМ подключаются к дифсистеме (ДС).

В тракте приема БОС происходит обратное преобразование ВЧ сигнала индивидуального канала и его перенос в спектр ТЧ. ВЧ сигнал с выхода ФЛ ПРМ поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), где преобразуется в цифровую форму для дальнейшего преобразования в цифровом виде. Все цифровые преобразования осуществляются в DSP процессорах. С его выхода суммарный ТЧ сигнал подается на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). После чего сигналы усиливаются, согласуются по выходному сопротивлению и поступают через соответствующие выходные разъемы к

абонентам. Сигналы команд, принятые блоком РЗПА, поступают через блок ВДС на исполнительные устройства.

2.2 Электропитание

2.2.1 Питание обозначенных на схеме рисунка 2.1 блоков в составе устройства аппаратуры осуществляется двумя независимыми блоками питания, обеспечивающими 100 % горячее резервное питание. БП выполнен на основе модуля питания AC/DC с входным переменным напряжением от 85 до 264 В, 50 Гц и выходным постоянным напряжением 48 В для других блоков устройства.

Кроме этого, имеется схема контроля выходного напряжения, формирующая для БУКС сигнал наличия питания.

2.2.2 Аппаратура укомплектована внутренней аккумуляторной батареей (АКБ) номинальным напряжением 36 В и емкостью не менее 0,8 А/ч, которая при отключении внешнего питания обеспечивает нормальное функционирование каналов с характеристиками 1.5.4, 1.5.5.

2.2.3 Вторичные источники питания, применяемые в остальных блоках, преобразуют входное постоянное напряжение 48 В в напряжения, необходимые для питания различных составляющих частей блоков.

Примечание – Источники питания соответствуют стандарту по ЕМІ излучениям EN55022, Class A and FCC, level A, сертификат безопасности с UL/UL 60950, IEC/EN 60950.

2.2.4 Включение/выключение устройств аппаратуры заключается в подаче/прекращении подачи напряжения на внутренние цепи питания блоков УМ, УЛС, БОС, БУКС и др. от первичных источников питания, в том числе внутренней АКБ.

3 Описание и работа составных частей

Настоящий раздел содержит в общем виде описание составных частей в составе устройства аппаратуры (кроме блока БОС и платы УТА), информацию об их назначении, а также из каких основных составных частей более мелкого уровня деления они состоят.

Аналогичные сведения о блоке БОС и плате УТА, а также о некоторых других функциях блока БУКС, приведены в книге 1 части 2 руководства (РЭ1.1).

Электрическая схема присоединения (НМАЦ.465419.001 Э5, НМАЦ.465419.003 Э5, НМАЦ.465419.004 Э5, НМАЦ.465419.005 Э5) интерфейсных окончаний блоков к линии связи и внешнему оборудованию входит в комплект эксплуатационной документации, поставляемый с каждым устройством аппаратуры. Распределение цепей на контактах разъемов для различных видов блоков приведено в инструкции по монтажу, пуску, регулированию. Информация о физическом расположении составных частей дана в части 1 руководства (РЭ).

3.1 Блок релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗПА)

3.1.1 В комплекте аппаратуры блок РЗПА может функционировать в качестве оконечного, транзитного или вынесенного приёмо-передатчика. Тип блока определяется подключением к ЛЭП, ОК и устройствам РЗА через дискретные входы блока ВДС:

- оконечный подключен к ЛЭП и ВДС;
- транзитный подключен к ЛЭП, ОК и (при выводе команд на промежуточном пункте) ВДС;
- удалённый подключен к ОК и ВДС.

Варианты подключения к линии связи приведены в книге 2 части 3 руководства (РЭ2.2).

Структурная схема блоков РЗПА представлена на рисунке 3.1.

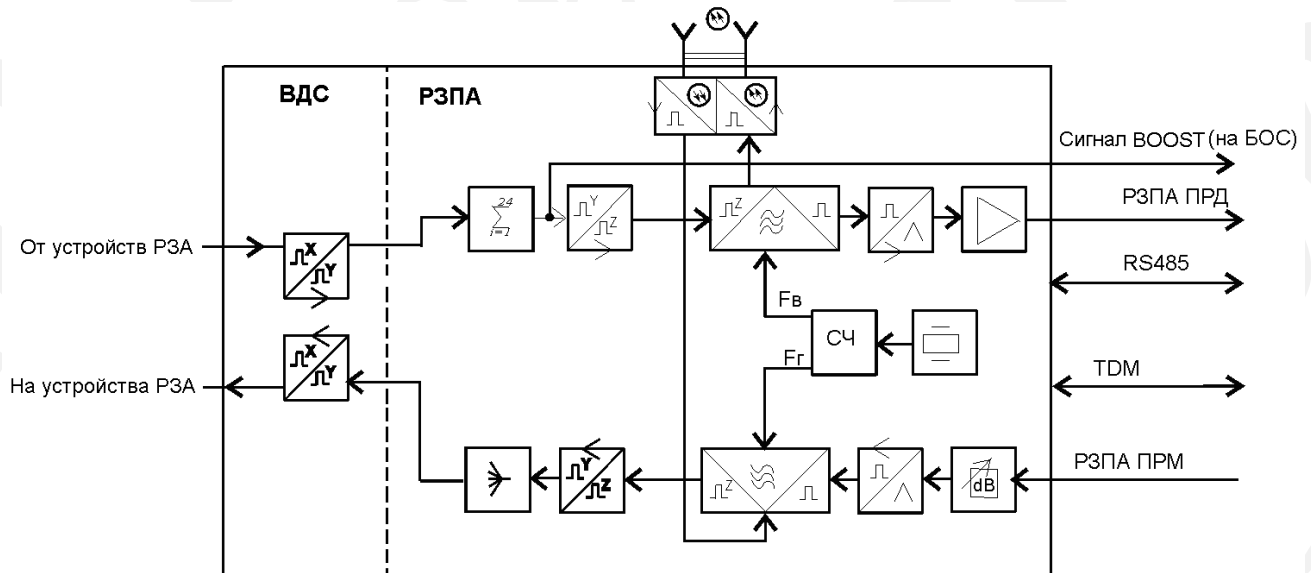


Рисунок 3.1 Структурная схема блока РЗПА и ВДС

В передатчике сигналы от исполнительных устройств суммируются, преобразуются в цифровую форму. При отсутствии команд передатчик генерирует сигнал ОС. Затем происходит преобразование (перенос) этих сигналов в линейный спектр на требуемую частоту, и поступают на выход ПРД блока РЗПА. Уровни сигналов регулируются усилителями. В тракте приема для реализации помехоустойчивости применена система ШОУ, в которой имеется ограничитель и набор узкополосных фильтров на каждую частоту. В тракте приема встроен регулируемый усилитель для настройки чувствительности. Для приема ОС реализован собственный узкополосный фильтр с регулировкой порога чувствительности.

При транзите по оптическому каналу сигналы команд передаются в цифровом виде. Преобразуясь в оптический сигнал, они поступают на оптический коннектор модуля SFP. С выхода оптического коннектора сигнал передается по оптическому кабелю на вынесенный комплект РЗПА или другие промежуточные устройства. Сигнал ОС по ОК не передается.

Прохождение команд в различных конфигурациях блока РЗПА представлено в приложении А.

Шина RS-485 предназначена, для управления блоком от БУКС. По шине TDM передаются сигналы синхронизации времени и записи в журнал событий.

Все входные цепи гальванически развязаны и защищены от внешних воздействий.

Передача команд может быть организована в частотном диапазоне 4 или 2 кГц в пределах выделенного спектра. В процессе передачи команд по сигналу BOOST, поступающему в блоки БОС, может прерываться передача базисных каналов, достаточных по принципу помехоустойчивого приема команд и значимости связного канала (1.2.2.6) для потребителя. Вместе с этим в блоке РЗПА с точностью 1 мс фиксируется соответствующее событие, которое по шине RS-485 поступает в журнал команд на блоке БУКС. Точность фиксации событий передачи команд, обеспечивается с помощью различных внешних источников синхронизации (1.3.1.1). По окончании передачи команд с выдержкой 0,5 с подача сигнала BOOST прекращается, работа каналов ТМ и ПД восстанавливается.

3.1.2 Блок РЗПА предназначен для организации передачи и приема 24 дискретных сигналов команд РЗ и ПА. На рисунке 3.2 приведен алгоритм работы очереди команд (одна итерация бесконечного цикла). Количественное соотношение команд РЗ (группы А) и ПА (группы Б) устанавливается программно.

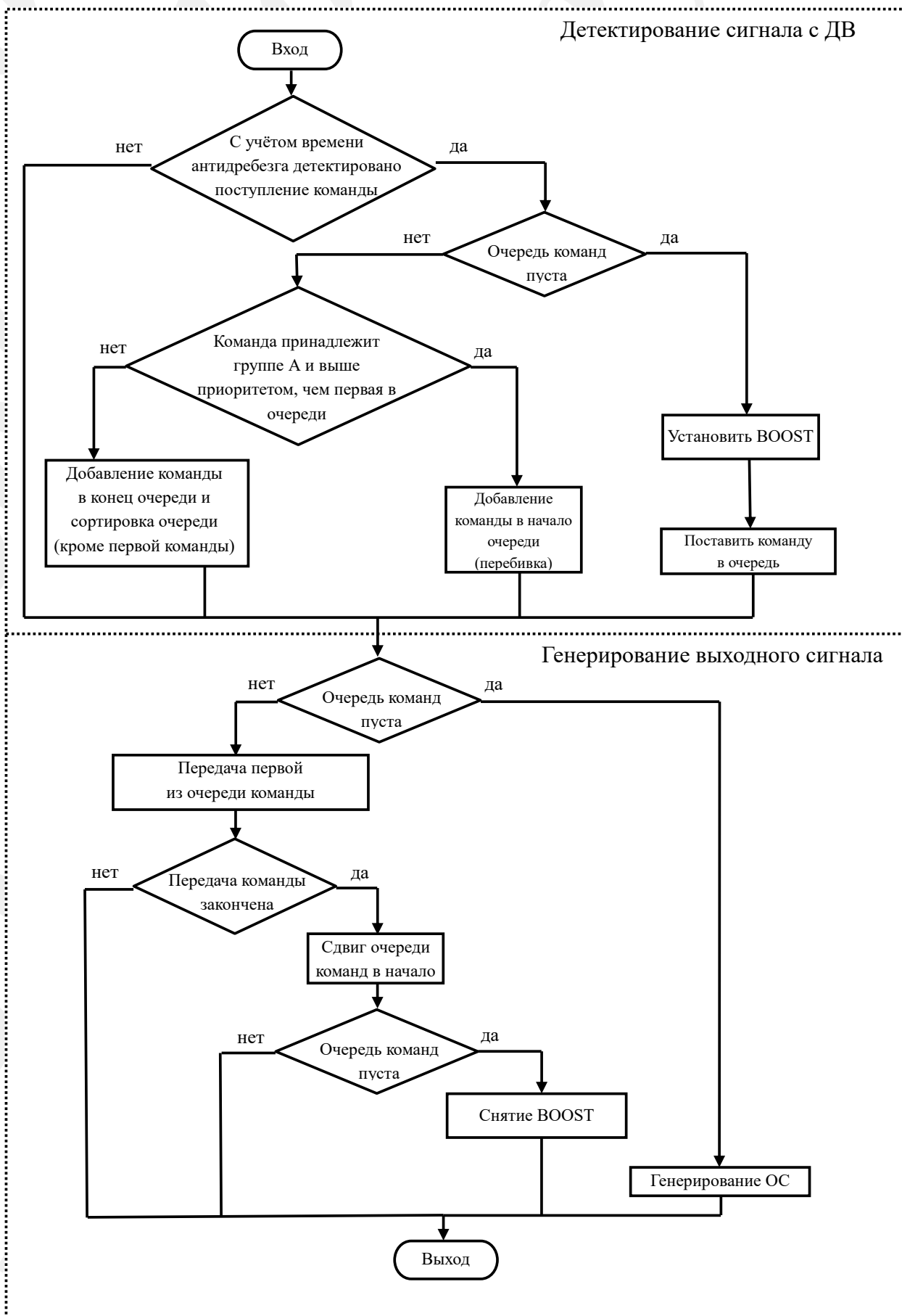


Рисунок 3.2 Алгоритм работы очереди команд

3.1.3 Логика работы приёмника блока РЭПА представлена в форме графа на рисунке 3.3. В каждый момент времени приемник находится в одном из состояний (0) – (5). При наступлении определённых условий или действий (на рисунке обозначены стрелками) происходит смена состояния приёмника.

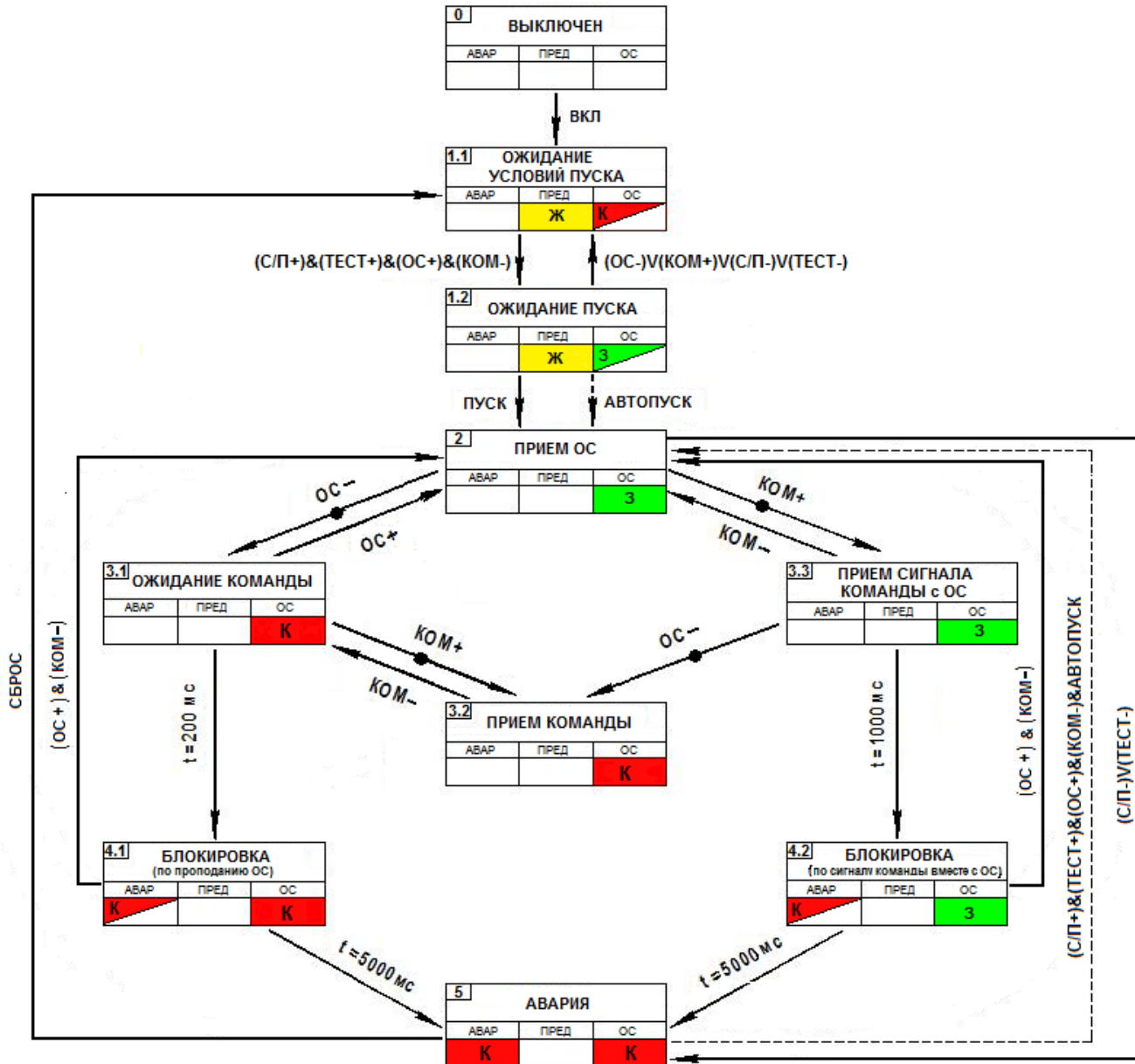


Рисунок 3.3 Логика работы приёмника блока РЭПА (типичные переходы)











Переходы:

- Стандартные переходы;
- Стандартные переходы с функцией осциллографирования (включается в настройках);
- - - → Переходы в режиме «Автопуск» (устанавливается в настройках).

События переходов:

- ВКЛ** – включение приемника; из любого состояния 1–5 возможен переход в состояние 0 (отключение приемника производится в настройках);
- «**ОС +/-**» – наличие/отсутствие охранного сигнала;
- «**КОМ +/-**» – наличие/отсутствие сигнала команды;
- «**С/П +/-**» – отношение С/П выше/ниже установленного порога;
- «**ТЕСТ +/-**» положительный/отрицательный результат автоматического самотестирования;
- СБРОС** – нажатие кнопки СБРОС, сброс индикации команд; удержание в течение 5 с кнопки СБРОС в состояниях 2–5 переводят приемник в состояния 1.1 или 1.2;
- ПУСК** – нажатие кнопки ПУСК; нажатия данной кнопки в состояниях, отличных от состояния 1.2, игнорируются;
- АВТОПУСК** – автоматический пуск приемника (только в режиме «Автопуск»);
- t** – истекло время выдержки на блокировку или сигнализацию (задается в настройках); начало отсчета осуществляется каждый раз при входе в состояние 3.1 или 3.3;
- (С/П+) & (ТЕСТ+) & (ОС+) & (КОМ-)**– наступление условия наличия ОС одновременно с отсутствием сигнала команды, отношение С/П в норме, наличие положительного результата при последнем сеансе самотестирования;
- (ОС-) V (КОМ+) V (С/П-) V (ТЕСТ-)** – наступление условия отсутствия ОС и/или наличия сигнала команды и/или отношение С/П ниже установленного порога и/или наличия отрицательного результата последнего сеанса самотестирования.

Индикация состояния:

- АВАР** – индикация аварии:  – нет;  – свечение красным;  – мигание красным;
- ПРЕД** – индикация предупреждения:  – нет;  – свечение желтым;
- ОС** – индикация охранного сигнала:  – нет;  – свечение красным;
-  – мигание красным;  – свечение зеленым;  – мигание зеленым.

ВНИМАНИЕ! При использовании данной схемы для определения состояния приемника по индикации необходимо убедиться в отсутствии других отказов и предупреждений блоков: пропадание внешнего питания (БП), неисправность, перегрузка или перегрев УМ, неисправность БУКС, пропадание ВОЛС. Перечисленные события также отражаются на аварийной и предупредительной индикации и сигнализации блока РЗПА. В этом случае определение состояния приемника необходимо осуществлять при помощи страницы «Контроль».

Примечания:

- 1 Состояние 3.2 отличается от состояния 3.1 мерцанием индикатора принимаемой команды.
- 2 В состояниях 1.1 и 5 индикатор ОС не свидетельствует о наличии или отсутствии охранного сигнала, его характер свечения помогает отличить одно состояние от другого.
- 3 Поступление в приемник сигнала команды, выключенной в настройках, игнорируется (состояние 3.2), к блокировке не приводит (состояние 4.2), в журнале не фиксируется.

После включения приёмника происходит автоматический переход в состояние ожидания условий пуска (1.1), в котором производится непрерывное определение условий тракта (наличие ОС, отношение С/П, прием сигнала команды, результат последнего сеанса самотестирования). При достаточном высоком уровне ОС и отношении С/П (определяются порогами) с учетом отсутствия сигнала команды и наличием положительного результата последнего сеанса самотестирования состояние (1.1) является кратковременным, приёмник автоматически переходит в состояние ожидания пуска (1.2). В состоянии (1.2) при нарушении вышеперечисленных условий пуска возможен возврат приемника в состояние (1.1).

После нажатия кнопки ПУСК приёмник переходит в состояние приема ОС (2). Пока детектируется ОС приём команд невозможен, работают совмещаемые с блоком РЗПА каналы ТМ и/или ЦП. При снижении отношения С/П ниже установленного порога возможен переход в состояние блокировки с выдачей на цепи сигнализации сигнала АВАРИЯ (5).

При пропадании ОС приёмник переходит в состояние (3.1). Далее при приеме сигнала команды переходит в состояние приёма команд (3.2). По окончании приема сигнала команды приемник переходит в состояние (3.1). Длительность данного состояния (окна команд) не превышает 200 мс и может быть задана в настройках в пределах от 0 до 60000 мс. По истечению окна команд приёмник переходит в состояние блокировки (4.1). В состоянии блокировки (4.1) до появления сигнала АВАРИЯ появление ОС возвращает приёмник в состояние (2). Максимальная длительность состояния блокировки равна 4800 мс и может быть задана в настройках в пределах от 0 до 60000 мс.

По истечению выдержки времени на АВАРИЮ приёмник, при отсутствии условий возвращения в состояние (2), переходит в состояние аварии (5). Длительность состояния аварии может длиться неограниченно долго, определяется нажатием кнопки СБРОС.

Нажатие кнопки СБРОС переводит приёмник в состояние (1.1), цикл повторяется.

В режиме автоматического пуска, устанавливаемого программно по инициативе оператора, приёмник из состояния (5) при появлении ОС, достаточном отношении С/П и положительном результате последнего сеанса самотестирования переходит сразу в состояние (2).

Аналогичным образом производится блокировка приемника в ситуации приема сигнала команды вместе с ОС.

На схеме рисунка 3.3 изображены только типичные переходы приемника из одного состояния в другое. Дополнительно в приемнике введена реакция на нажатие кнопки СБРОС в состоянии (2) – (5), при которой индикация команд приводится к исходному состоянию для дальнейшего визуального контроля прохождения команд. По инициативе оператора всегда существует возможность программного выключения приемника, то есть перехода из состояния (1) – (5) в состояние (0).

3.1.4 Назначение индикаторов:

- 1) ПЕРЕДАЧА, ПРИЕМ 1...24 индивидуально для каждой команды:
 - горит красным прерывистым при непосредственном прохождении команды по ЛЭП;
 - горит красным непрерывным при запоминании прохождения команды;
 - гаснет при стирании команды из памяти (по нажатию кнопки СБРОС);

2) ОС:


- (при нормальных условиях на линии) горит зеленым при наличии ОС;
- (при нормальных условиях на линии) горит красным при его пропадании во время приема команды;
- (при неблагоприятных условиях на линии) индикация согласно схеме рисунка 3.3;

3) АВАР:

- загорается или мигает красным при блокировке по одной из причин: пропадания ОС, наличия сигнала команды одновременно с ОС, отношение С/П ниже установленного порога, отрицательный результат последнего сеанса самотестирования, см. состояния (4.1), (4.2), (5) в схеме рисунка 3.3;
- загорается красным в состояниях, приведенных в пунктах 2, 6 – 10, 12 – 14 таблицы 1.16.

4) ПРЕДУПР:

- загорается желтым при ожидании приемником пуска, см. состояния (1.1) и (1.2) в схеме рисунка 3.3;
- загорается желтым в состояниях, приведенных в пунктах 3, 5, 9 – 12, 15 таблицы 1.16;
- мигает желтым при включении режима тестирования или, когда настройки блока не загрузились;

5) «» – загорается зеленым/красным при наличии/отсутствии оптического канала; не горит, если подключение по ВОЛС не используется;

6) ТХ – мигает зеленым в такт с передаваемой информацией от оборудования ТМ;

7) RX – мигает зеленым в такт с принимаемой информацией на оборудование ТМ.

3.1.5 Особенности индикации на транзитном блоке РЗПА в режиме запрета индикации и кнопок приведены в книге 2 части 3 руководства (РЭ2.2).

3.1.6 Встроенный в блок программный модуль тестирования осуществляет автоматическое самотестирование канала в форме петлевого теста. Организация петлевого теста в блоке РЗПА приведена по схеме рисунка 3.4.

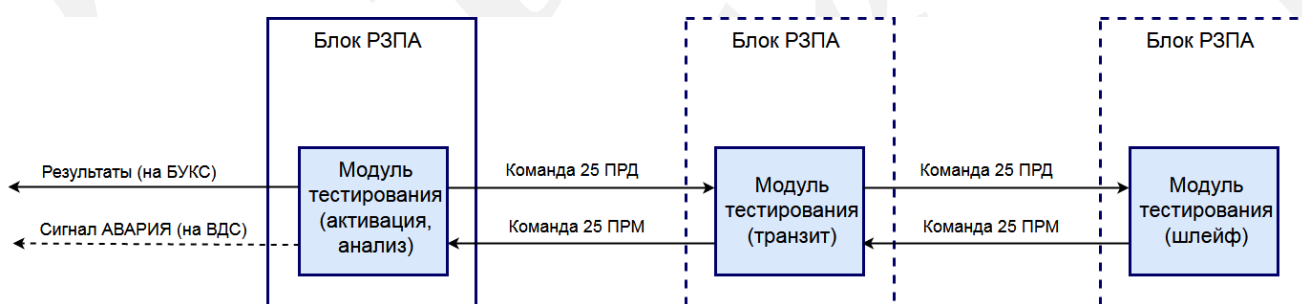


Рисунок 3.4 Схема организации петлевого теста в блоке РЗПА

Запуск теста (активация) производится с установленной периодичностью (1.3.2.2) сигналом команды 25, длительность передачи – 50 мс, без форсирования. При возврате сигнала на активном конце фиксируются значение времени передачи, дата и время ее начала, которые по шине RS-485 поступают в БУКС для контроля результатов оператором. При отсутствии возврата сигнала в течение 5 с модуль тестирования генерирует сигнал АВАРИИ, производится запись в журнал событий.

3.2 Блок ввода-вывода дискретных сигналов (ВДС)

3.2.1 Блок ВДС изготавливается в двух вариантах исполнения: для номинального напряжения 220 и 110 В постоянного тока. Структурная схема блока ВДС представлена на рисунке 3.1. Основные характеристики дискретных входов передатчика и приемника перечислены в 1.2.5.

3.2.2 Блок не имеет собственного программного обеспечения, все сигналы на выходе блока формируются блоком РЗПА.

3.2.3 Через блок ВДС выведены цепи внешней сигнализации «СИГН 1» ... «СИГН 6» блока РЗПА. Коммутационная способность указана в 1.3.5.1а). Реле «СИГН 1» относится к нормально замкнутому типу, в выключенном состоянии устройства АКСТ-Ц на реле формируется сигнал АВАРИЯ.

3.2.4 Подключение внешних цепей к блоку осуществляется через съемные соединители: однорядные для передачи сигналов управления и двухрядные для приема сигналов команд и сигнализации. Внешний вид блока ВДС показан на рисунке 3.5. К одному дискретному входу приемника, а также входу сигнализации может быть подключено несколько различных устройств РЗА и контроля.

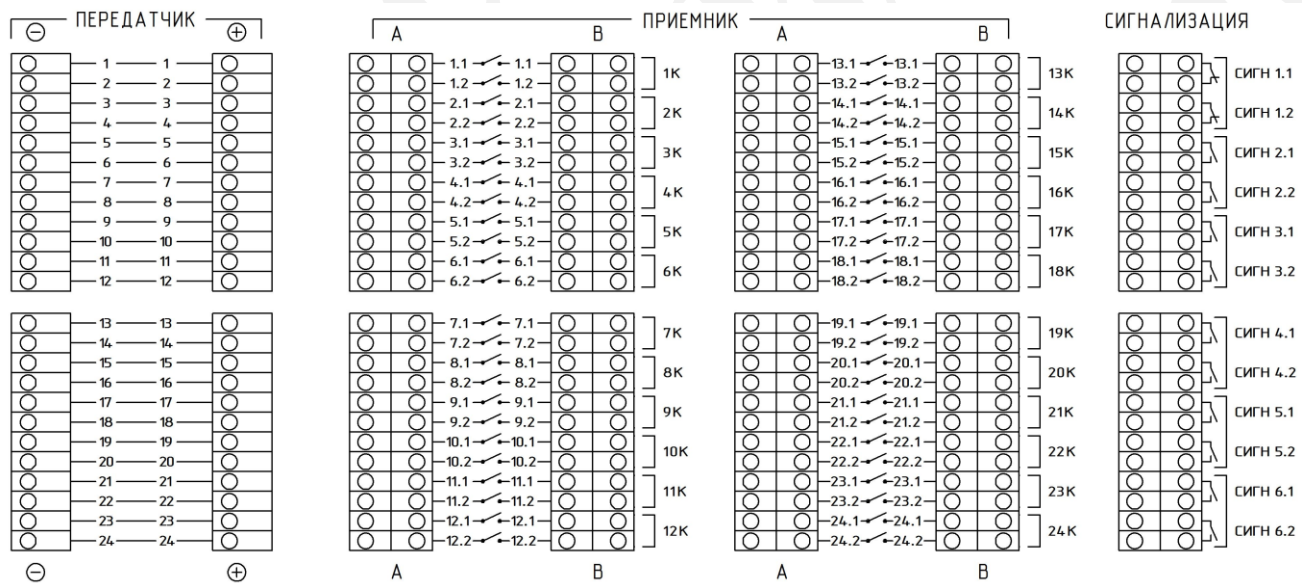


Рисунок 3.5 Внешний вид блока ВДС с установленными однорядными и двухрядными съемными соединителями

3.3 Блок усилителя мощности (УМ)

Технические данные:

- эффективно передаваемая полоса частот от 16 до 1000 кГц;
- максимальная эффективная мощность передачи одночастотного сигнала 40 Вт;
- АЧХ в диапазоне частот от 16 до 1000 кГц прямолинейна с неравномерностью 4 дБ по отношению к усилению на частоте 32 кГц;
- потребляемый ток при максимальной нагрузке должен быть не более 2 А.

Блок УМ имеет расчетные входное и выходное сопротивления для обеспечения заданного затухания несогласованности в рабочем диапазоне частот на ВЧ выходе для тракта передачи.

Применение двух блоков УМ, работающих параллельно, обеспечивает максимальную мощность путем ее суммирования в блоке УЛС с сохранением согласования с ВЧ трактом, и горячее резервирование при аварии одного из них. При работе от одного блока УМ уровень сигнала на ВЧ выходе уменьшается на 6 дБ.

При отклонении контролируемых величин от нормы цепь напряжения питания источника отключается и на лицевой панели блока УМ загорается индикатор АВАР, а в систему контроля аппаратуры формируется сигнал АВАРИЯ. Если выходное напряжение в пределах нормы, система контроля формирует сигнал НОРМА, индикатор АВАР в погашенном состоянии. Состояние предупреждения сопровождается миганием индикатора АВАР.

Управление работой блока УМ и его контроль осуществляется ПО с использованием БУКС, с которым он связан по внутренней шине данных (RS-485).

Назначение индикатора АВАР:

- не горит – состояние НОРМА;
- красный прерывистый – перегрузка по выходному уровню (возможны искажения выходного сигнала, повышение уровня паразитных излучений), превышен верхний порог температуры;
- красный непрерывный – перегрузка по выходному уровню (искажения выходного сигнала, повышение уровня паразитных излучений), пропадание выходного сигнала, включена защита по току (блокировка КЗ).

3.4 Блок устройства линейного согласующего (УЛС)

Блок УЛС предназначен для сопряжения тракта передачи и приёма устройства с линией, состоит из трансформатора суммирующего, фильтра передачи, трансформатора согласующего, трансформатора дифференциального, фильтра приёма. Кроме того блок УЛС содержит встроенные нагрузки мощностью 60 Вт (не более 10 мин) на 75 и 150 Ом.

Трансформатор суммирующий предназначен для объединения сигналов двух усилителей мощности в тракт передачи.

Фильтр передачи (ФЛ ПРД) и фильтр приёма (ФЛ ПРМ) предназначены для развязывания полных сопротивлений аппаратур ВЧ связи по ЛЭП, параллельно включенных в одну и ту же линию, действующих на разных канальных частотах.

Трансформатор согласующий предназначен для согласования выходного сопротивления устройства в составе аппаратуры с устройством присоединения к линии при однофазном и двухфазном включении.

Трансформатор дифференциальный предназначен для вычитания выходного сигнала из тракта приёма при смежном и сближенном расположении частот.

Технические характеристики фильтров:

- 1) диапазон используемых частот от 16 до 1000 кГц;
- 2) ширина рабочей полосы пропускания $4 \text{ кГц} \times n$, где n – от 1 до 12 (соответствует количеству базисных полос 4 кГц);
- 3) затухание в рабочей полосе пропускания для ФЛ ПРД не более 3 дБ, для ФЛ ПРМ не менее 20 дБ;
- 4) неравномерность АЧХ затухания в рабочей полосе пропускания не более 0,5 дБ;
- 5) затухание несогласованности со стороны входа по отношению к активному сопротивлению 75 Ом , не менее 12 дБ.

Каждый фильтр представляет собой пассивный двухполосник, состоящий из одного или нескольких параллельно соединённых резонансных контуров с индивидуально настраиваемой полосой пропускания.

Каждый резонансный контур состоит из набора катушек и конденсаторов. Настройка на заданную частоту и полосу пропускания осуществляется установкой расчетных значений индуктивности последовательным соединением катушек и емкости последовательно-параллельным соединением конденсаторов.

Фильтр передачи с полосой пропускания $4 - 16 \text{ кГц}$ настраивается по одноконтурной схеме, с полосой пропускания $20 - 48 \text{ кГц}$ – по двухконтурной схеме. Фильтр приёма может иметь от 1 до 4 резонансных контуров.

На лицевой панели блока УЛС имеется гнездо с маркировкой КОНТР ВЧ, подключенное параллельно линейному выходу через мощный резистор 100 Ом , в котором контролируются относительно корпуса уровень сигнала при пусконаладочных и профилактических работах. Занижение уровня сигнала в гнезде КОНТР ВЧ (на нагрузке 75 Ом) составляет 11 дБ.

Блок УЛС обеспечивает выходное сопротивление 75 Ом при несимметричном подключении линии и 150 Ом – при симметричном. Положение переключателей для различных подключений приведено в инструкции по монтажу, пуску, регулированию.

Для обеспечения оптимального согласования с линией производится регулировка УЛС на входное сопротивление от 18 до 210 Ом при несимметричном подключении и от 65 до 210 Ом – при симметричном подключении. Регулировка производится перепайкой переключателей по методике, приведённой в части 10 руководства (РЭ9).

Схема линейной части УЛС в соответствии с рисунком 3.6.

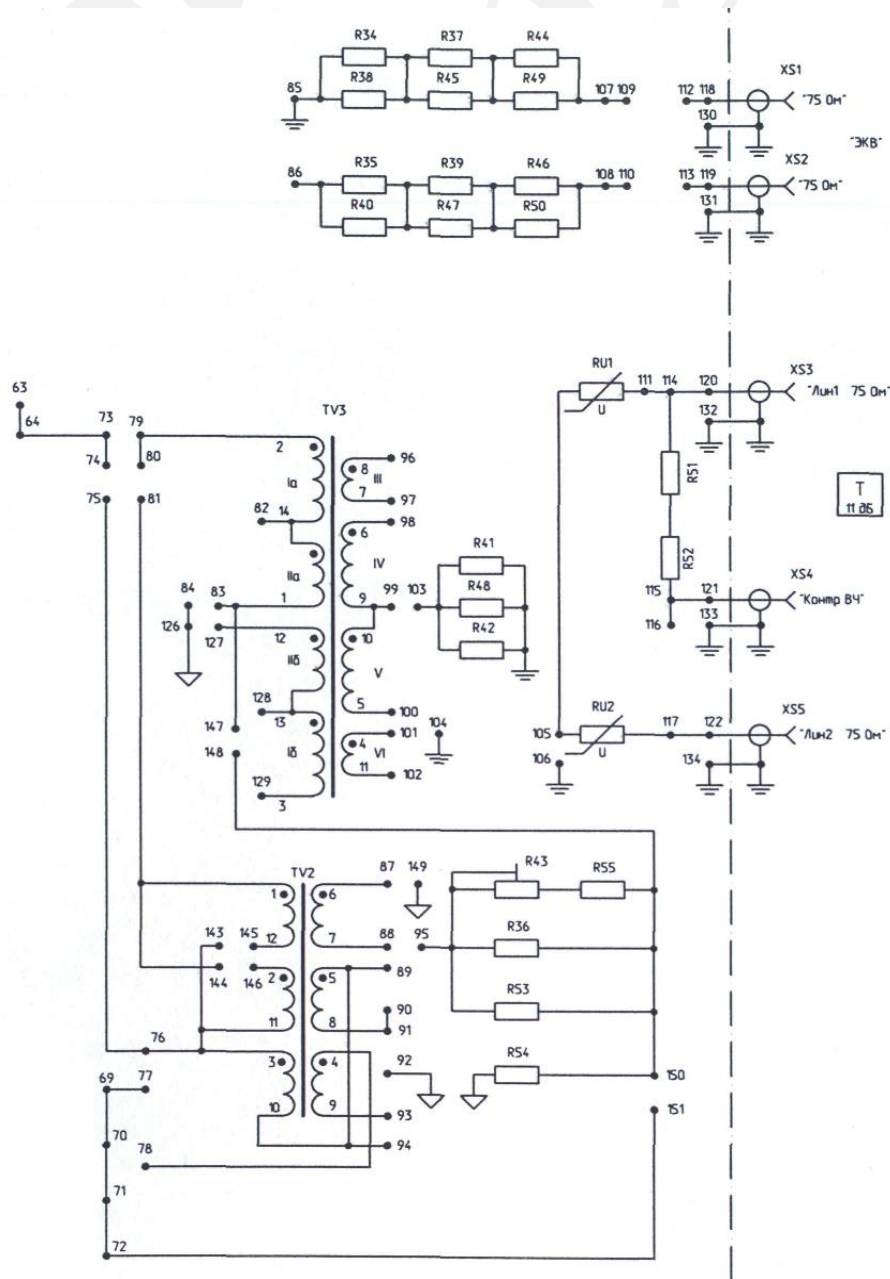


Рисунок 3.6 Схема линейной части УЛС

УЛС обеспечивает возможность перестройки фильтров ПРМ и ПРД на любую полосу частот в диапазоне от 16 до 1000 кГц. Все переключения производятся перепайкой перемычек, и обеспечивают данные характеристики без установки дополнительных ЭРЭ. Перестройка по частоте производится по соответствующей инструкции силами специализированных организаций.

Характеристики по вносимому затуханию блока УЛС приведены в требованиях 1.1.3 и 1.1.4.

3.5 Блок управления и контроля состояния (БУКС)

3.5.1 БУКС обеспечивает контроль, диагностику и управление аппаратуры в целом. Отображение информации происходит на мониторе ПК. Связь БУКС с ПК осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Структурная схема БУКС представлена на рисунке 3.7.

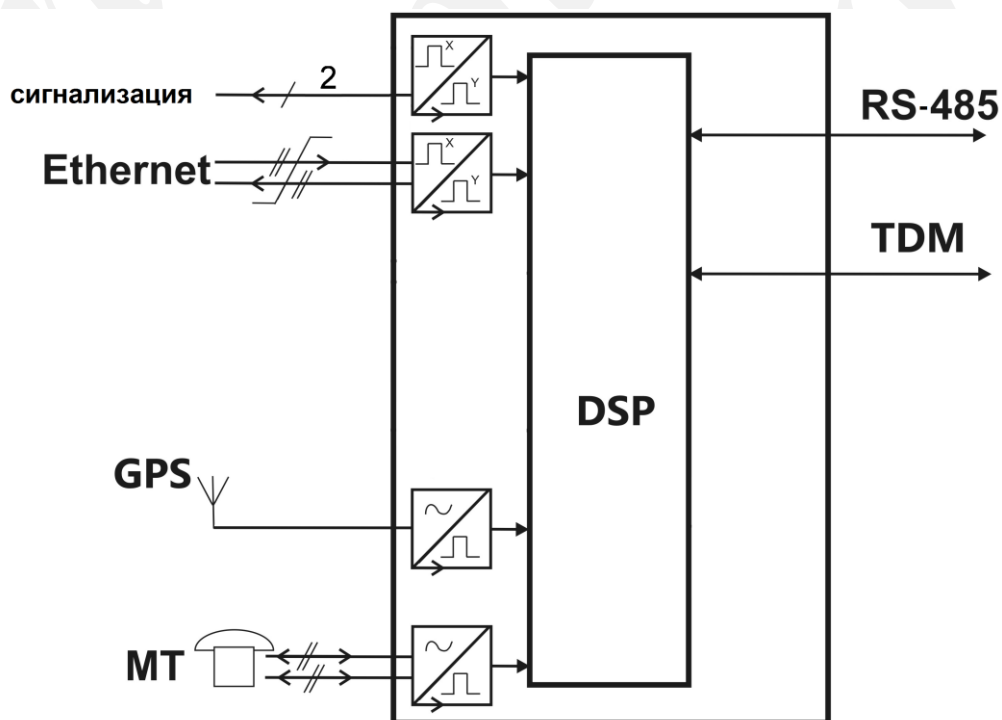


Рисунок 3.7 Структурная схема БУКС

Схема БУКС выполнена на микросхемах программируемой логики и сигнального микропроцессорах.

Все входные цепи гальванически развязаны и защищены от внешних воздействий.

Сигналы от внешних устройств подаются через трансформаторы с гальванической развязкой на интерфейсные преобразователи (RS-232C, Ethernet, аналогово-цифровой преобразователь и др.) для преобразования в цифровой вид. Далее цифровые сигналы передаются на процессор для обработки. Все цепи имеют элементы защиты от внешних воздействий.

Управление работой устройства в составе аппаратуры и его контроль производится по шинам TDM и RS-485.

3.5.2 На лицевой панели БУКС расположены разъемы:

- СК – для внешней аварийной и предупредительной сигнализации;
- МТ – для подключения в режиме четырехпроводной трубки МТ при организации технологической связи по каналам БОС, а также в режиме двухпроводного телефонного аппарата (не входит в комплект поставки); переключение данного режима производится джамперами внутри блока БУКС;

- GPS – для подключения внешней антенны ГЛОНАСС/GPS (если функция указана в карте заказа); антенна имеет магнитное крепление и требует нахождения точки приема сигналов спутников с достаточным уровнем;
- LAN – для организации канала пакетной передачи данных (ППД) по протоколу Ethernet, в частности ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, и обеспечения управления через ПК;
- «RS232» – для организации канала передачи данных (ПД), в частности по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-101.

3.5.3 В блоке содержится коммутатор цифровых потоков (ПЛИС) в соответствии с рисунком Рисунок 3.8. В коммутаторе осуществляется мультиплексирование и демультимплексирование данных от высокоскоростных источников ПД и ППД, передача/прием данных технологических каналов (1.3.1.3) для работы служб удаленного мониторинга и управления, синхронизации времени (1.3.1.1).

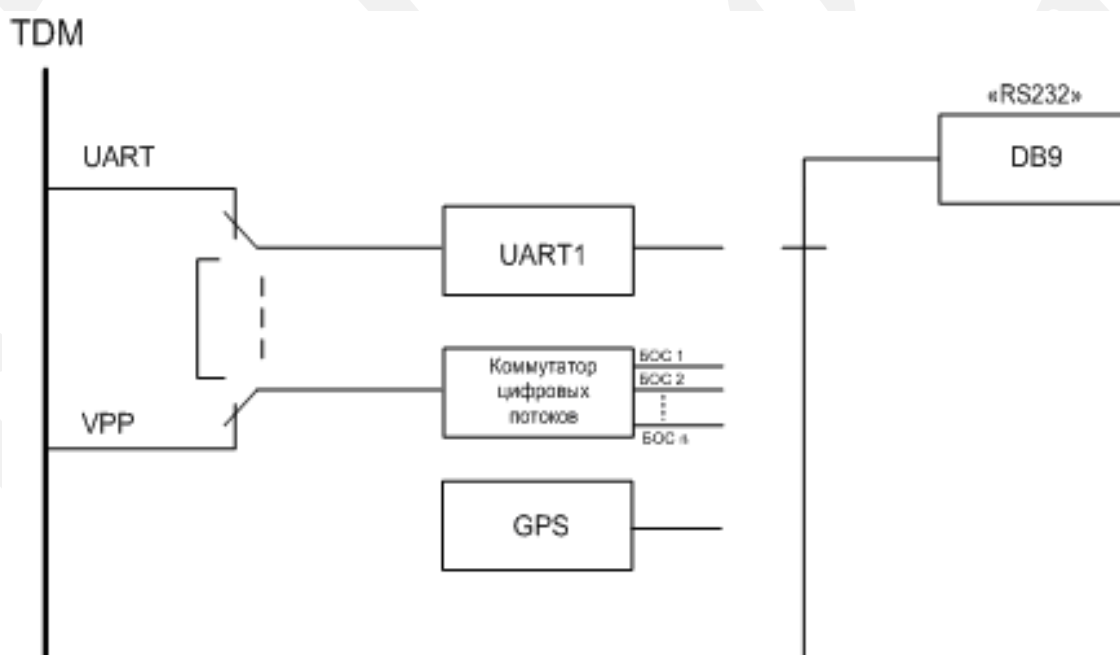


Рисунок 3.8 Схема коммутатора цифровых потоков в БУКС

3.5.4 БУКС имеет собственные (системные) часы, работающие с дискретностью $\frac{1}{4}$ мс. Системное время транслируется на блоки РЗПА и БОС для оперативного фиксирования событий данных блоков. События блоков УМ и БП фиксируются с точностью до 10 с.

БУКС позволяет корректировать собственное время вручную или автоматически, используя следующие источники синхронизации:

- 1) ГЛОНАСС/GPS с точностью 1 мс и длительностью не более одной секунды (холодный запуск 5–10 мин);
- 2) внешний РТР-сервер с точностью $\frac{1}{4}$ мс и длительностью до двух минут;
- 3) другое устройство АКСТ-Ц по технологическому каналу (1.3.1.3), организованному по линии связи, с точностью 5 мс и длительностью не более трёх минут;
- 4) встроенные в БУКС аппаратные часы (ручной режим) с точностью 1 с и длительностью не более одной секунды.

Механизм синхронизации представляет собой постоянный или периодический с заданным интервалом обмен информацией с источником времени, по окончании которого вычисляется коррекция системного времени устройства. Если вычисленная коррекция превышает заявленную точность времени, то с помощью иницируемого источником управляющего импульса производится коррекция системных часов БУКС.

Для работы синхронизации по модулю ГЛОНАСС/GPS необходимо, чтобы модуль принимал сигнал одновременно от трёх и более спутников. При первом включении аппаратуры на новом месте (при правильно установленной антенне) требуется 5-10 минут для поиска спутников. При повторных включениях модуль вычисляет предположительные координаты спутников и находит спутники значительно быстрее, в пределах 3 мин.

Для синхронизации времени аппаратура поддерживает протокол RTP v2.0. В качестве механизма синхронизации используется «Delay request-response mechanism» (стандарт IEEE-1588-2008, пункт 11.3). Из-за невысокой для данного протокола дискретности системного времени ($\frac{1}{4}$ мс) не поддерживаются механизмы синхронизации «Peer delay mechanism» и «Management message». Корректировка системного времени по внешнему RTP-серверу происходит в несколько этапов через заданный интервал синхронизации. На каждом этапе время уточняется. Для достижения максимальной точности синхронизации требуется не более трёх минут при интервале синхронизации восемь секунд.

Синхронизация времени по другому устройству АКСТ-Ц обычно организуется в выделенном технологическом канале связи. При этом противоположное устройство назначается ведущим, имеющим условно эталонное время, которое может быть синхронизировано по другому источнику (NTP, GPS/ГЛОНАСС). Механизм синхронизации заключается в отправке ведомым устройством 16-ти синхронизирующих запросов с интервалом 10 секунд на ведущее устройство. По результатам ответов на данные запросы вычисляется и применяется коррекция времени на ведомом устройстве.

Допускается совмещение синхронизации времени с удалённым управлением (УУ). Для этого рекомендуется использовать технологические каналы скоростью более 200 бит/с. В этом случае производится автоматическая приостановка работы УУ, действующая на протяжении всего сеанса синхронизации, по окончании которого УУ автоматически восстанавливается.

БУКС имеет встроенные аппаратные часы, которые позволяют работать аппаратуре в отсутствии или временной недоступности внешних источников времени. После включения питания аппаратуры системное время сначала устанавливается с аппаратных часов, а потом при наличии внешних источников корректируется с заданным в настройках интервалом. Любая коррекция времени производит корректировку времени на аппаратных часах.

При отключенном питании аппаратуры работа часов осуществляется от автономного элемента питания (литиевая батарейка), установленного в БУКС. Элемент питания аппаратных часов БУКС следует вовремя менять с периодичностью, указанной в части 10 руководства (РЭ9).

Устройства в составе аппаратуры, синхронизируя собственное время по ГЛОНАСС/GPS или аппаратным часам, могут работать в режиме РТР-сервера (мастера), обеспечивая точным временем другие устройства ЛВС.

3.5.5 Система автоматического контроля, диагностирования оборудования и управления реализуется программно-аппаратным способом и выполняет следующие функции:

- 1) автоматический контроль и самотестирование состояния оборудования местного и удаленного устройства АКСТ-Ц с измерением параметров и выявлением неисправного блока или устройства;
- 2) управление и тестирование оборудования местного и удаленного устройства АКСТ-Ц;
- 3) измерение уровня сигналов;
- 4) непрерывный учет технического состояния устройств аппаратуры и канала.

Автоматическим контролем охвачены все блоки, при этом производится измерение и оценка их состояния с выдачей сигнала АВАРИЯ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, АВАРИЯ + ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ или НОРМА на цепи внешней сигнализации.

Система управления предоставляет возможность обслуживающему персоналу осуществлять оперативно (без вывода из работы):

- 1) коррекцию порогов на предупреждение по уровню ОС, отношению С/П;
- 2) программную блокировку команд (1.2.1.5);
- 3) изменение задержки на возврат (1.2.3.4);
- 4) выключение автоматического самотестирования (петлевой тест), его включение при условии его предварительной настройки и проверки на выведенной из работы аппаратуре, изменение интервала самотестирования;
- 5) включение и выключение режима АВТОПУСК и настройка его параметров;
- 6) выбор событий для осциллографирования (при условии предварительной настройки службы на выведенной из работы аппаратуре);
- 7) отключение каналов ТМ.

Аппаратура обеспечивает сбор, и хранение в течение всего времени эксплуатации информации о своем состоянии, количество записей в общем журнале не менее 1300, в журнале РЗПА – не менее 1500.

3.5.6 На лицевой панели БУКС расположены индикаторы:

- «НОРМА/АВАР» – загорается красным при потере внешнего контролируемого питания, при неисправности или перегрузке усилителей мощности, неисправности БОС, а также встроенного и вынесенного блока РЗПА, в остальных случаях горит зеленым; после включения питания, пока не запущена управляющая программа, временно не горит;
- ПРЕД – загорается желтым при наличии любого предупреждения от БУКС, БП, усилителей мощности, БОС, местного и удаленного блока РЗПА;
- ОПРОС – загорается зеленым при опросе параметров других блоков по шине RS-485 с интервалом 5 с;
- LAN – мигает зеленым при получении пакетов; загорается красным при отсутствии ЛВС, либо при отключенном контроле подключения к ЛВС наблюдаются редкие кратковременные мигания индикатора красным;

- GPS – загорается зеленым при наличии 3 и более спутников ГЛОНАСС/GPS; в остальных случаях загорается красным.

При загорании индикаторов «НОРМА/АВАР» и ПРЕД соответственно красным и желтым цветом срабатывают реле аварии и предупреждения разъема СК блока БУКС, в журналы событий фиксируются соответствующие события, список которых приведен в части 10 руководства (РЭ9).

3.6 Плата цифровой обработки сигнала (ЦОС)

Плата ЦОС входит в состав блоков БОС, БУКС и РЗПА. На плате установлены DSP-процессор, микросхемы оперативной и энергонезависимой памяти, реализованы интерфейсы для подключения к располагаемым на основных платах блоков коммутатору ПЛИС и внутренней шине RS-485, а также для подключения к периферийным устройствам на плате БУКС: аппаратные часы, модуль ГЛОНАСС/GPS, Ethernet-контроллер, хранилища данных и т.п.

Функциональное назначение платы ЦОС существенно зависит от ее применения в том или ином блоке и установленного программного обеспечения.

В блок БОС устанавливается две таких платы, на одной из них имеются специальные кодеки для преобразования цифрового сигнала в аналоговый, выводимого на четырехпроводные окончания блока.

3.7 Блок питания (БП)

3.7.1 БП выполнен на основе модуля питания AC/DC с входным переменным напряжением от 85 до 264 В, 50 Гц и выходным постоянным напряжением 48 В. Модуль питания имеет встроенную защиту от короткого замыкания в выходных цепях, соответствует EMC совместимость EN 61000-6-1, сертификат безопасности с UL/UL EN 60950, EMI излучение: EN55011 Class B, EN 55022, Class B and FCC, level B EN61000-3-2.

Пусковой ток не более 10 А длительностью менее 1 мс. Максимальный рабочий ток не более 4 А.

БП имеют дополнительно схему защиты входных цепей, выполненную на базе LC фильтра и варистора, предназначенную для защиты от проникновения в сеть электропитания импульсных помех аппаратуры и защиты аппаратуры от грозовых импульсов и электромагнитных помех.

В гнездо « \sim 110-220 В» подается питание сети \sim 220 В или постоянный ток от внешней АКБ номинальным напряжением 110 – 220 В. Внутри блока ввода питания имеются два предохранителя по 10 А 5×20.

В гнездо «АКБ 48-60 В» подается постоянный ток от внешней АКБ номинальным напряжением 48 – 60 В. Цепь внешней АКБ защищена предохранителем 10 А 5×20, установленным в гнездо внутри блока.

Замена предохранителей производится с соблюдением мер безопасности согласно описанию в части 10 руководства (РЭ9).

Информация о типовых схемах организации электропитания приведена в книге 2 части 3 руководства (РЭ2.2). Порядок планового включения и выключения аппаратуры указан в книге 3 части 3 руководства (РЭ2.3).

3.8 Внутренняя аккумуляторная батарея (АКБ)

Внутренняя АКБ состоит из трех последовательно включенных аккумуляторов номинальным напряжением 12 В и емкостью не менее 0,8 А/ч.

АКБ полностью перезаряжаема, высокоэффективна и непроливаема, работает при температуре от минус 40 до плюс 60 °С, оптимальная рабочая температура плюс 25 °С.

Срок службы АКБ до восьми лет в буферном режиме (то есть АКБ постоянно подключена к источнику постоянного тока) или более 260 циклов заряда-разряда в циклическом режиме (то есть АКБ полностью заряжается, а затем разряжается до минимально допустимого напряжения и снова заряжается).

В аппаратуре АКБ работает в буферном режиме. Срок службы АКБ в зависимости от температуры окружающей среды соответствует рисунку 3.9.

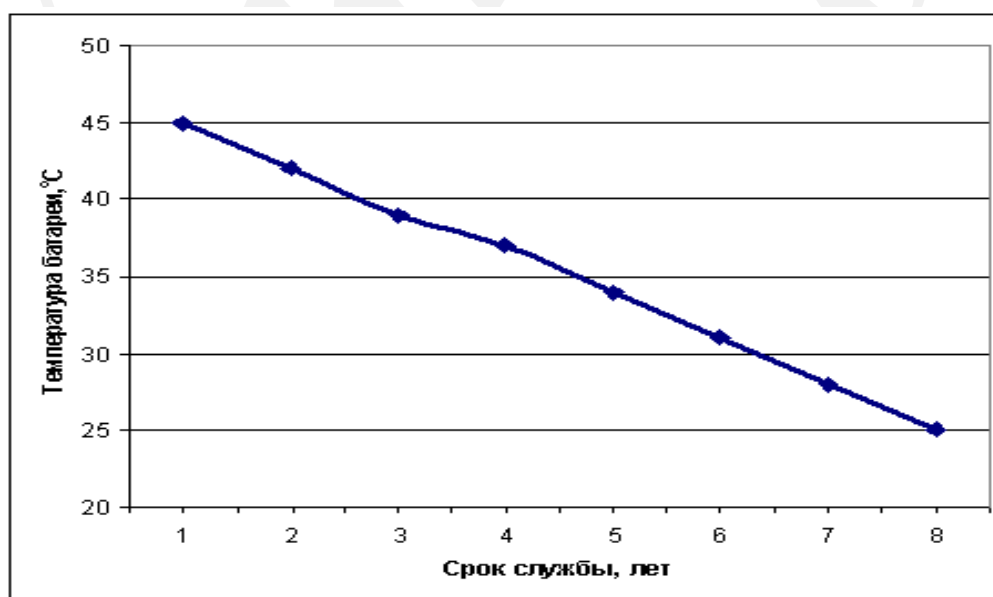


Рисунок 3.9 Зависимость срока службы герметизированной свинцово-кислотной батареи от температуры при работе в буферном режиме

АКБ обладает низким саморазрядом ~ 3% в месяц при 20 °С. В таблице 3.1 указаны рекомендуемые сроки хранения АКБ без подзарядки, при которых сохраняется ее работоспособность.

Таблица 3.1 Рекомендуемые сроки хранения внутренней АКБ без подзарядки

Температура хранения	Срок, мес
20 °С и ниже	9
20-30 °С	6
30-40 °С	3
40-50 °С	1,5

При выпуске аппаратуры АКБ полностью заряжена и смонтирована в аппаратуре. Подзарядка АКБ на протяжении периода хранения аппаратуры в складских условиях не предусмотрена.

Проверка исправности проводится по окончании хранения на этапе пусконаладочных работ, а также при плановом техобслуживании по методике части 10 руководства (РЭ9).

Преждевременный выход из строя внутренней АКБ в течение гарантийного срока на аппаратуру подлежит гарантийному ремонту.

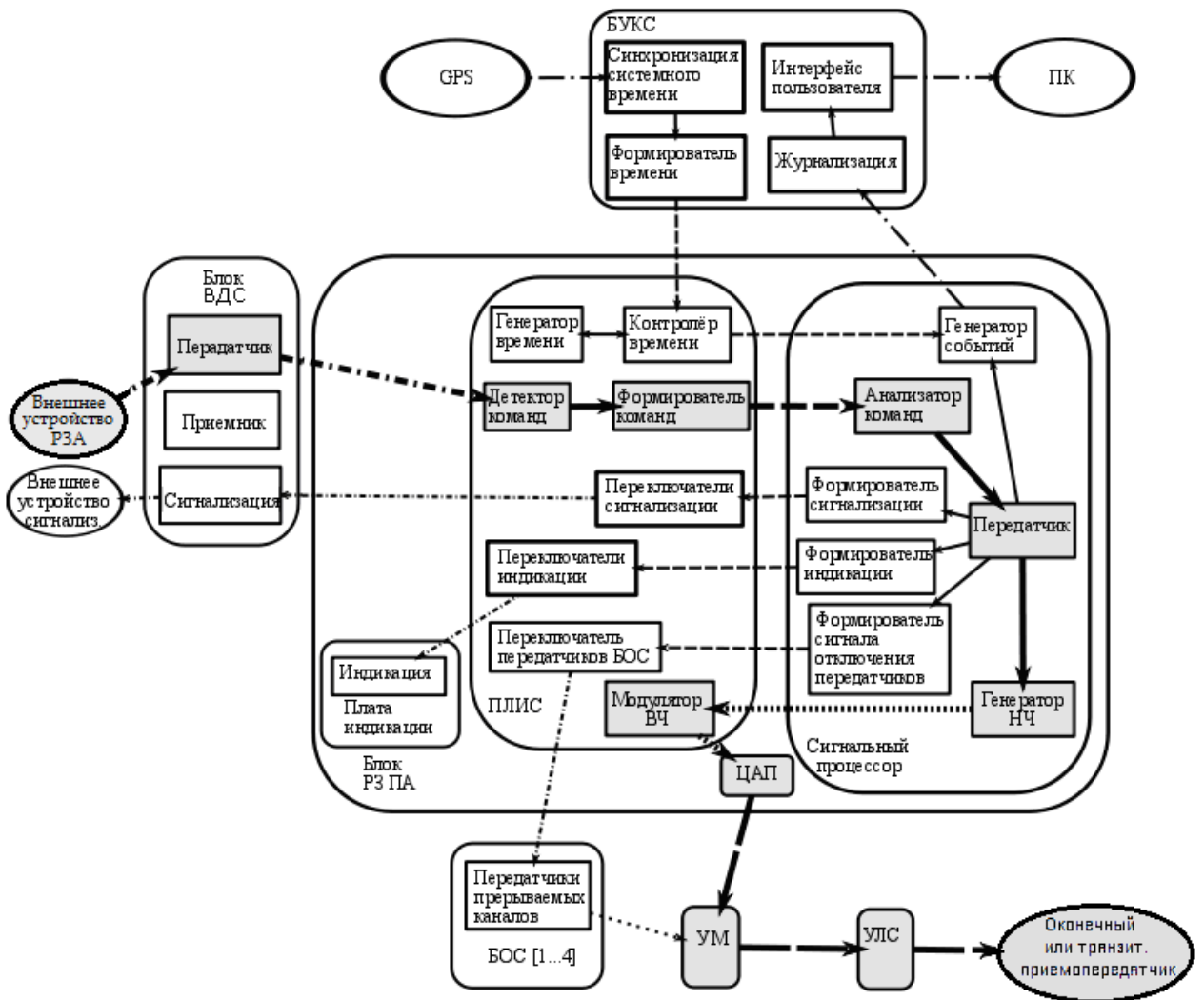
4 Нормативные ссылки

Таблица 4.1

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта, подпункта РЭ
IEEE-1588-2008 PTPv2	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems	3.5.4
IEEE C37.94-2002	Standard for N Times 64 Kilobit Per Second Optical Fiber Interfaces Between Teleprotection and Multiplexer Equipment	1.2.4.3
ITU-T G.703 (04.2016)	Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces	1.2.4.3
ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики	3.5.2
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей	1.3.1.4а) 3.5.2

Приложение А
(справочное)

Логические схемы прохождения сигналов команд



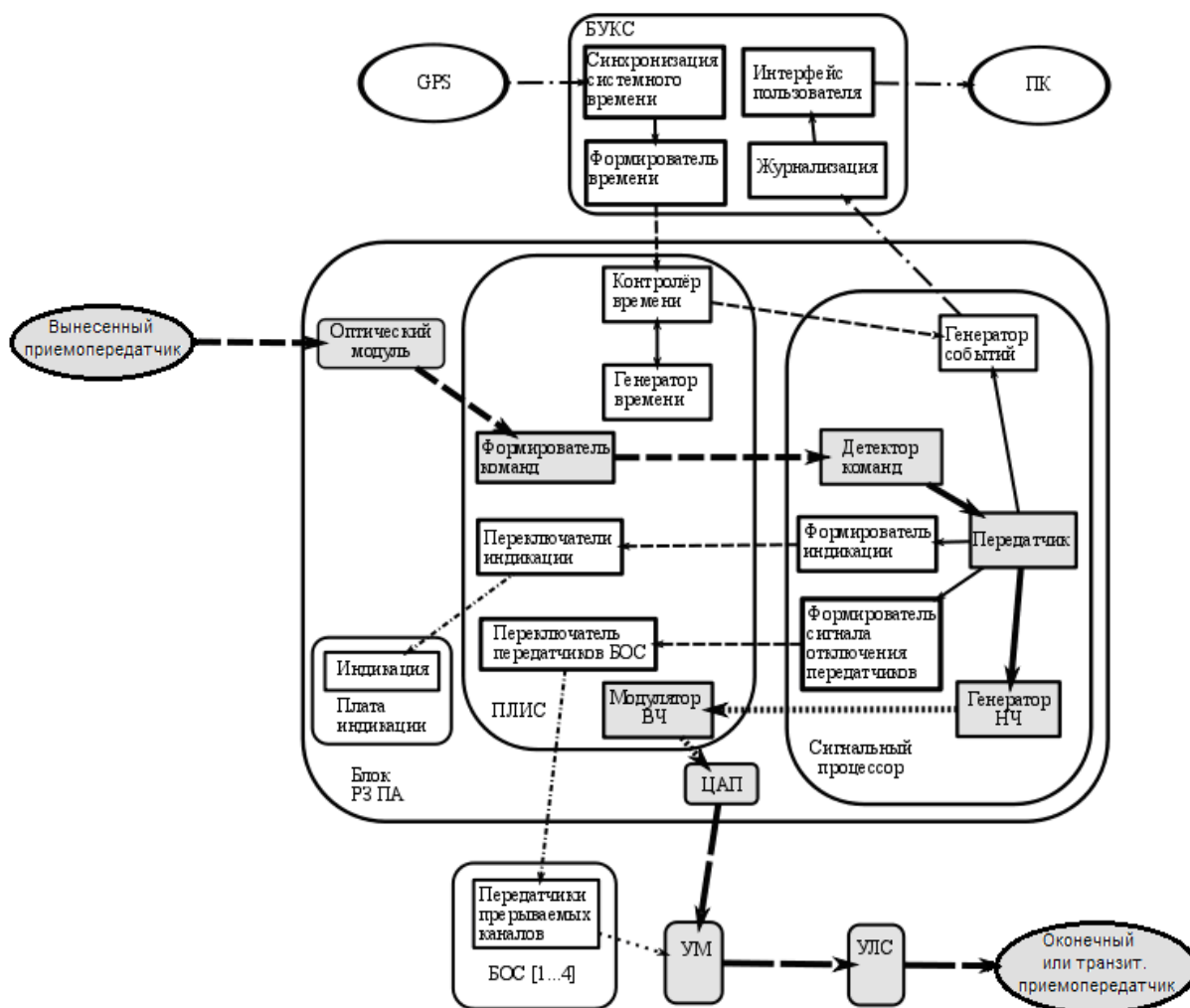
Прохождение команды:

- > (жирная сплошная) - внутренняя обработка сигнала
- > (жирный длинный пунктир) - аналоговый сигнал
-> (жирные части точки) - ИКМ-сигнал
- > (жирный короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
- > (жирный короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Прохождение других данных:

- > (сплошная) - внутренняя обработка сигнала
- > (короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
- > (длинный пунктир с точкой) - цифровой сигнал в других протоколах
- > (короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал
-> (редкие точки) - прерываемый командой сигнал

Рисунок А.1 Схема передачи команды на окончном приемепередатчике



Прохождение команды:

- > (жирная сплошная) - внутренняя обработка с сигнала
- > (жирный длинный пунктир) - аналоговый сигнал
-> (жирные частые точки) - ИКМ-сигнал
- > (жирный короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
- > (жирный короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Прохождение других данных:

- > (сплошная) - внутренняя обработка с сигнала
- > (короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
- > (длинный пунктир с точкой) - цифровой сигнал в других протоколах
- > (короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал
-> (редкие точки) - прерываемый командой сигнал

Рисунок А.2 Схема передачи команды на транзитном приемопередатчике

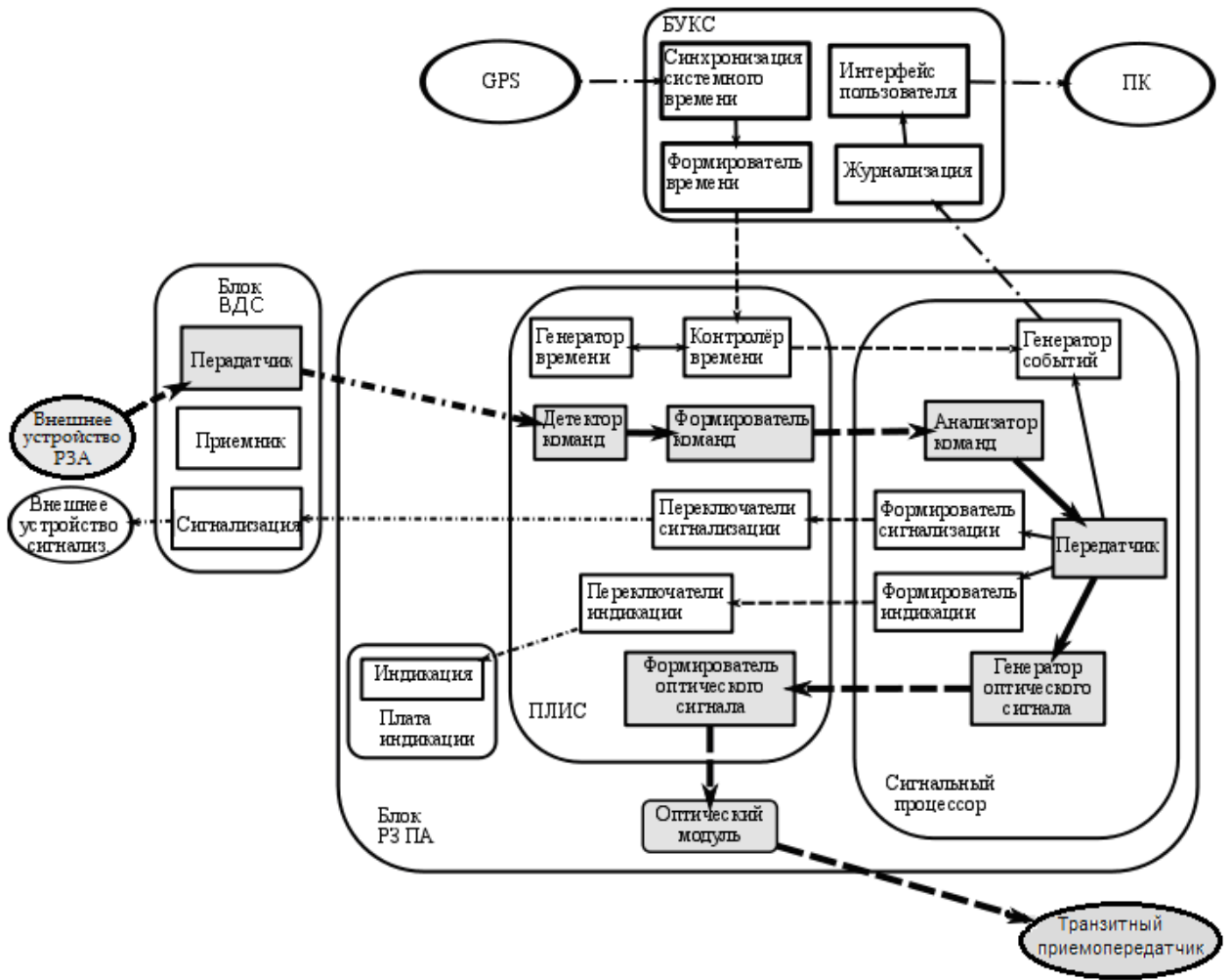
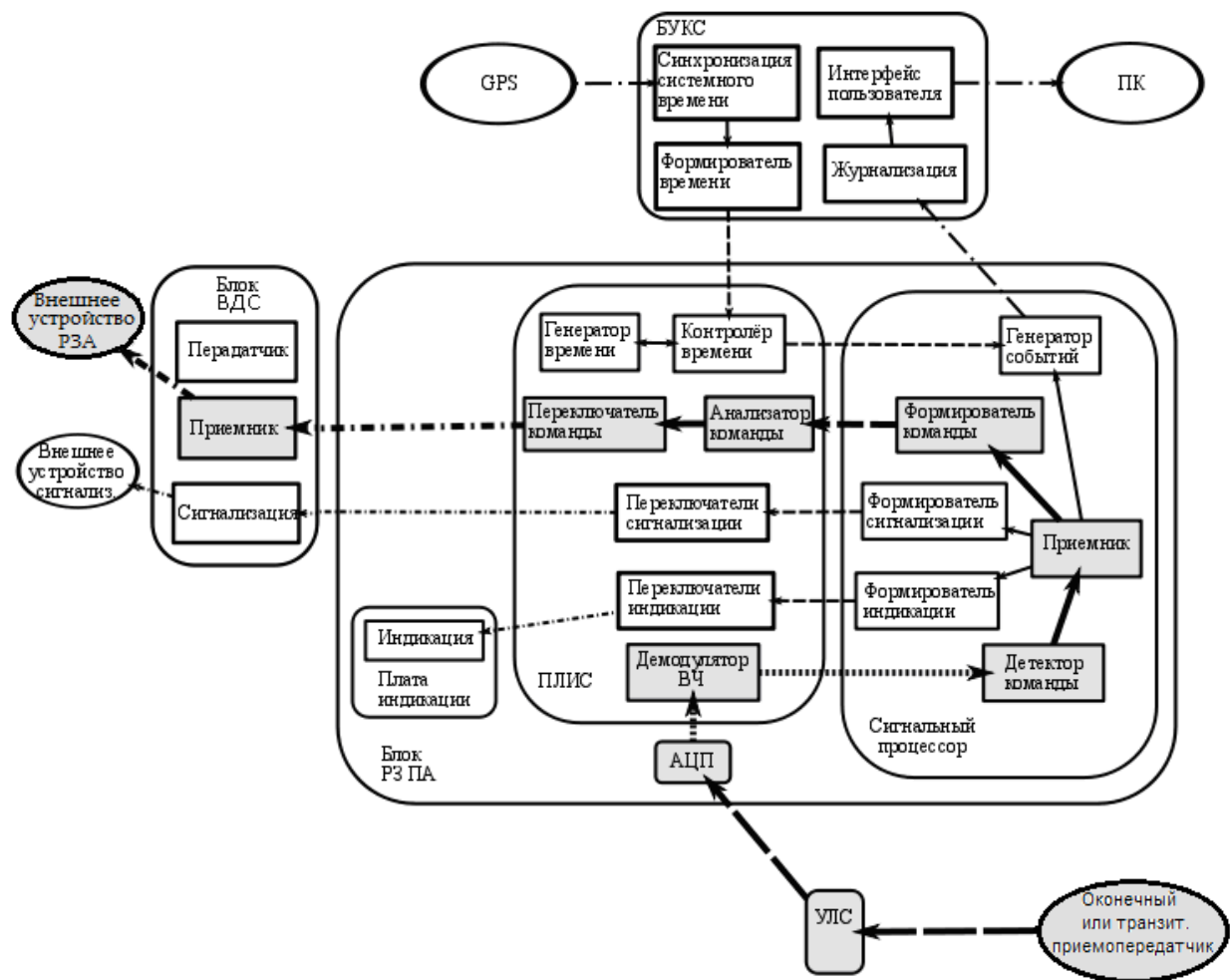


Рисунок А.3 Схема передачи команды на вынесенном приемопередатчике



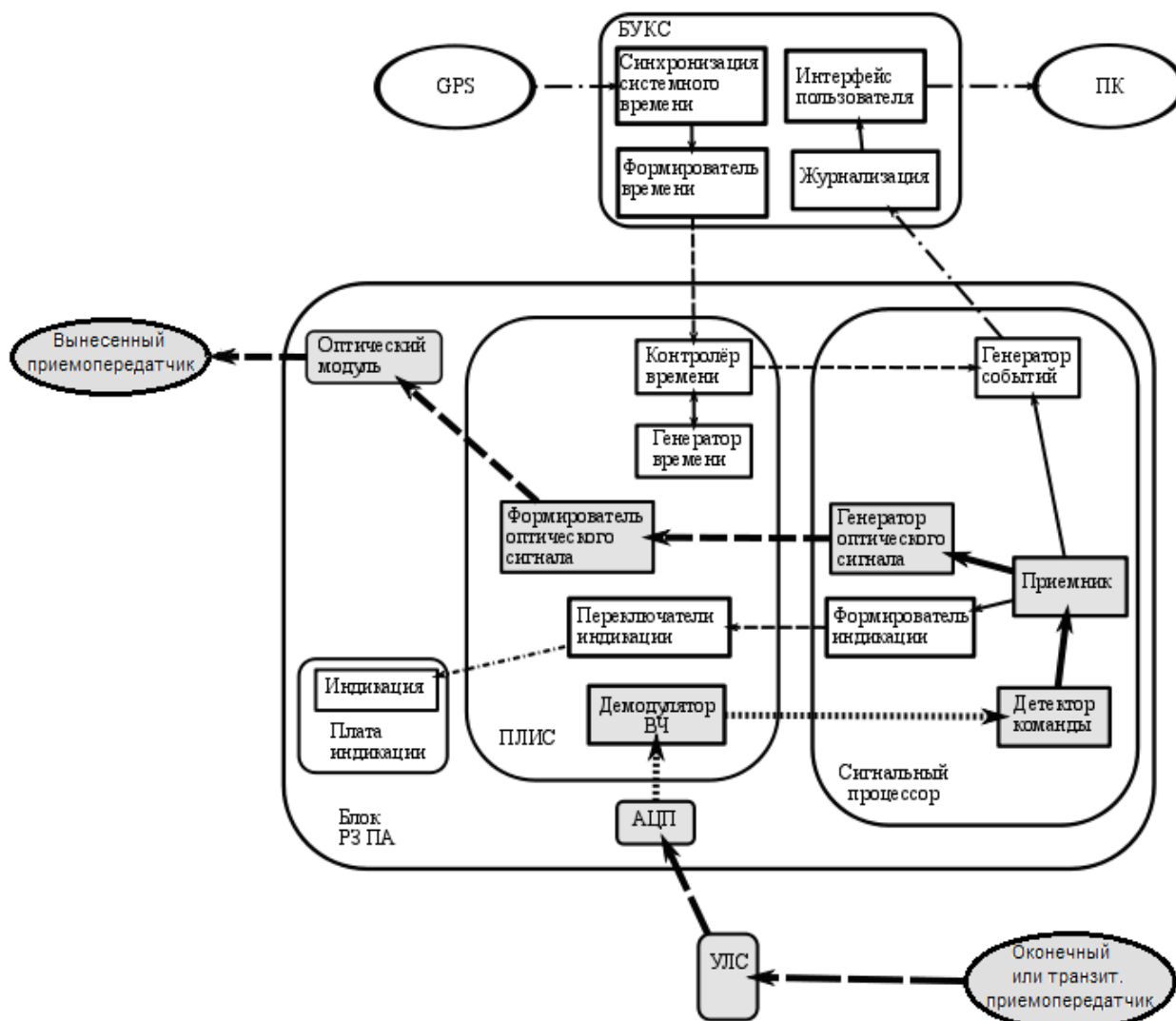
Прохождение команды:

- > (жирная сплошная) - внутренняя обработка сигнала
- > (жирный длинный пунктир) - аналоговый сигнал
-> (жирные частые точки) - ИКМ-сигнал
- > (жирный короткий пунктир) - цифровой сигнал в кадровой организации
- > (жирный короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Прохождение других данных:

- > (сплошная) - внутренняя обработка сигнала
- > (короткий пунктир) - цифровой сигнал в кадровой организации
- > (длинный пунктир с точкой) - цифровой сигнал в других протоколах
- > (короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Рисунок А.4 Схема приема команды на оконечном приемопередатчике



Прохождение команды:

- > (жирная сплошная) - внутренняя обработка сигнала
- > (жирный длинный пунктир) - аналоговый сигнал
-> (жирные частые точки) - ИКМ-сигнал
- > (жирный короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
-> (жирный короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Прохождение других данных:

- > (сплошная) - внутренняя обработка сигнала
-> (короткий пунктир) - цифровой сигнал кадровой организации
-> (длинный пунктир с точкой) - цифровой сигнал в других протоколах
-> (короткий пунктир с точкой) - электрический логический сигнал

Рисунок А.5 Схема приема команды на транзитном приемопередатчике

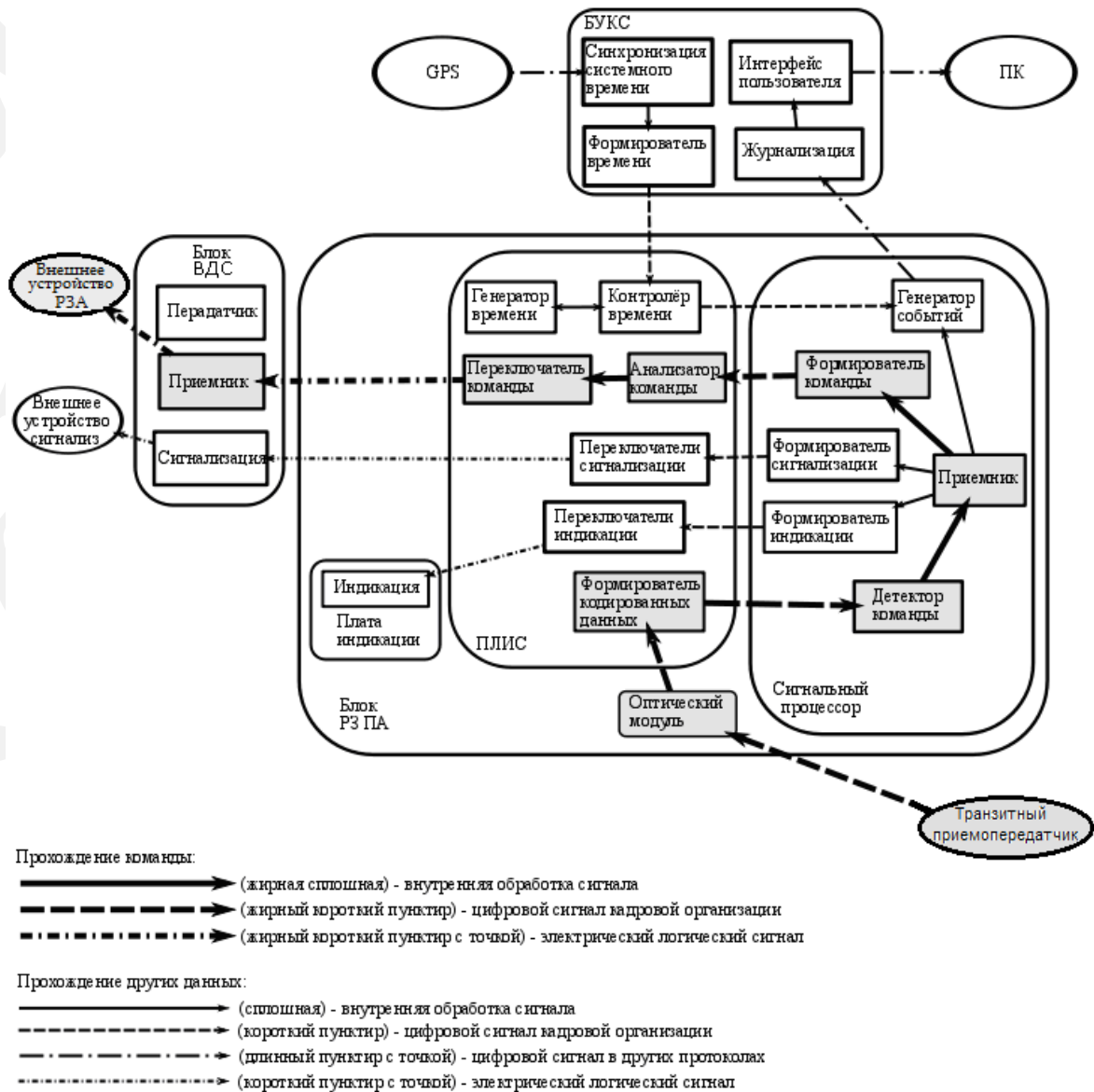


Рисунок А.6 Схема приема команды на вынесенном приемепередатчике

Каждая схема отражает механизм прохождения (передачу или приём) сигнала команды, а также других сопутствующих сигналов на оконечном, транзитном или вынесенном приемепередатчике РЗПА.

Внутренние шины приемепередатчика, по которым осуществляется прохождение сигнала команд, имеют дополнительную защиту от помех. Типы шин перечислены в таблице А.1.

Обработка внутреннего сигнала, обозначенная на схемах, производится в одной микросхеме – в сигнальном процессоре или в ПЛИС. Прохождение ИКМ-сигнала и всех цифровых сигналов кадровой организации между ПЛИС и процессором производится по отдельной полнодуплексной шине TDM. По шине TDM между блоками БУКС и РЗПА обеспечивается доставка текущего времени от первого из указанных блоков ко второму. Прохождение сигналов от ПЛИС до платы индикации и блока ВДС производится по отдельным шинам TTL.

Таблица А.1 Типы шин для передачи сигналов

Тип сигнала	Тип шины, характеристики передачи данных	Используемые протоколы высокого уровня	Используемые типы дополнительной защиты сигнала/данных
1 Электрический логический	ТТЛ	–	Антидребезг
2 Аналоговый	Аналоговая	–	Регулир. задержка (в приемнике)
3 ИКМ-сигнал	TDM (16 ТС по 16 бит с частотой 32 кГц)	ИКМ (16-битный с частотой дискретизации 32 кГц)	DSP-обработка
4 Цифровой сигнал кадровой организации	TDM (16 ТС по 16 бит с частотой 32 кГц) или ВОЛС (64 бита с частотой 2 МГц)	Собственные протоколы	CRC 16
5 Цифровой сигнал в других протоколах	UART, ethernet	Modbus, NMEA, TCP	CRC 8 CRC 16
6 Внутренний сигнал	Параллельная	–	–

Подробнее прохождение команды рассмотрим на примере, приведённом на рисунке А.5. Электрический логический сигнал команды, поступивший с ключа на соответствующий дискретный вход передатчика (блока ВДС), преобразуясь в ТТЛ-сигнал, поступает в детектор команд. Детектор команд, имеющий 24 независимых входа, согласно настройке временного интервала антидребезга сохраняет задетектированную команду в определённом регистре памяти ПЛИС. Формирователь команд помещает состояние всех регистров команд, соответствующих текущему состоянию дискретных входов передатчика (блока ВДС), в виде 24-битной маски на определённую позицию очередного формирующегося кадра (фрейма) в буфере передачи шины TDM. Поступившее в приёмник TDM 24-битное число с состоянием дискретных входов передатчика поступает в анализатор команд. Анализатор согласно приоритетам принимает решение о передаче той или иной команды (новых или поступивших ранее) передатчиком, остальные команды запоминает. Передатчик в зависимости от типа (оконечный, транзитный, вынесенный) определяет дальнейший сценарий работы. В частности, на рисунке А.5 команда поступает в генератор НЧ, в котором формируется ИКМ-сигнал (аналоговый оцифрованный сигнал), спектр которого не содержит ОС, но содержит сигнал команды. В модуляторе ВЧ производится перенос НЧ спектра сигнала в ВЧ полосу передачи устройства АКСТ-Ц. Преобразованный из формата ИКМ при помощи ЦАП аналоговый сигнал после усиления в блоках УМ поступает через аппаратный фильтр блока УЛС на ВЧ выход устройства АКСТ-Ц.

