

Информация по аппаратуре АКСТ РЗПА «Линия-Ц» и АКРЗ «Линия-Р» для рекомендаций по выбору частот

Приложение 1

Таблица 1. Основные данные по параметрам комбинированной аппаратуры ВЧ связи с частотным разделением сигналов различных видов информации

1	2	3	4	5	6	7			8			9		10
						Разнесение частот, при котором вносимое затухание от шунтирующего действия не превосходит:	1 дБ	1,5 дБ	ТФ	ТМ/ЦК ПД/внеш. мод ⁴	ПА	ТФ	ТМ (ЦК ПД, внеш. мод.)	
Тип аппаратуры	Рабочий диапазон частот в ЛЭП, кГц	Номинальная ширина полосы спектра в ЛЭП кГц.	Номинальный (максимальный) уровень передачи аппаратуры, дБм	Чувств. приемника, дБм ¹	Минимальное разнесение частот передатчика и приемника. ²	Разнесение частот, при котором вносимое затухание от шунтирующего действия не превосходит:			Число каналов ³			Полоса частот, кГц, занимаемая в канале ТЧ для:		Расчетный уровень передачи основного сигнала, дБм
АКСТ РЗПА «Линия-Ц»	16-1000	4-48 с шагом 4 (по требованию заказчика с шагом 1)	49-32 в зависимости от диапазона и количества каналов, см. табл. 1а	Минус 50	8 – для собственного приемника и передатчика; 4xN – для стороннего передатчика, где N – количество каналов, но не ближе 8; 8 – для стороннего приёмника по требованию заказчика сближенные (менее 4xN) и смежные – без ограничений в применении	По приему 10 кГц; по передаче 2xΔf кГц, где Δf – ширина рабочей полосы, но не менее 16 кГц и не более 48 кГц	По приему 8 кГц; по передаче равна ширине рабочей полосы, но не менее 8 кГц и не более 24 кГц	12 (до 18)	3(до 6)/1/1, (до 36/6/12) ⁵	1 (24 ком анды)	0,3-1,95...4,0 с шагом 0,001	В произвольной полосе, типовые конфигурации приведены в таблице 1б		Ниже номинального уровня передачи из табл. 1а на величину в соответствии с табл. 1б

¹ По каналу КЧ

² Указать возможность работы на смежных частотах передачи и приема, если она есть, и ограничения в применении смежных частот, если они есть

³ Для основного варианта конфигурации

⁴ В каждом из каналов ТЧ

⁵ Общим количеством до 36 встроенных асинхронных модемов (FSK), до 6 встроенных синхронных модемов (QAM), до 12 дополнительных (к ТФ) каналов для работы внешних модемов – для комплектации аппаратуры до 6 шт. блоков БОС

Таблица 1а – Номинальная мощность каналов аппаратуры

Пиковая мощность оглающей аппаратуры, Вт/дБм	Частотный диапазон, кГц	Номинальная мощность канала, дБм, в аппаратуре с количеством каналов				
		1	2	3	4	5 и более
80/49	от 20 до 300 включительно	49	43	40	38	36
40/46	свыше 300 до 700 включительно	46	40	37	35	33
30/45	свыше 700 до 1000 включительно	45	39	36	34	32

Таблица 1б – Распределение мощности между сигналами в одном канале

Канал ТЧ			Занижения мощности сигналов в канале ТЧ относительно номинальной мощности канала, дБ			
Типовая конфигурация	Подканал ТМ(ЦК ПД)					
	Режим	Полоса, кГц	ТФ	КЧ	Выз	Модем
1. ТФ+КЧ	-	-	3	18	9	-
2. ТФ+КЧ+ТМ	FSK: 3x100 бит/с	2,56-3,7	6	21	12	24
3. ТФ+КЧ+ТМ	FSK: 3x200 бит/с	2,56-3,7	7	22	13	20
4. ТФ+КЧ+ТМ	FSK: 100 бит/с+2x300бит/с	2,56-3,7	7	22	13	24 (100 бит/с); 19 (300 бит/с)
5. ТФ+КЧ+ТМ	FSK: 2x600 бит/с	2,2-3,7	7	22	13	16
6. ТФ+КЧ+ТМ	FSK: 1200 бит/с	2,56-3,7	7	22	13	11
7. КЧ+ТМ	FSK: 1200 бит/с	0,3-2,4	-	22	-	7
8. КЧ+ТМ	FSK: 2400 бит/с	0,3-3,4	-	22	-	7
9. ТФ+КЧ+ТМ	внешний модем	2,5-3,7	7	22	13	19
10. ТФ+КЧ+ЦК ПД	QAM-модем (с ВРС)	2,1-3,95	9	18	15	9/12 ²⁾
11. ЦК ПД	QAM-модем (с ВРС)	0- 4...12	-	-	-	3/8 ²⁾

Примечания:

1. При совмещении каналов ТЧ и передачи команд РЗ и ПА все уровни в канале ТЧ дополнительно уменьшаются на 3дБ, не используются типовые конфигурации с сигналом в полосе: 3,7-4,0 кГц – для аналогового режима и 3,4-4,0 кГц – для цифрового режима.
2. В типовых конфигурациях 10-11 для ЦК ПД указаны занижения в режиме потери соединения (подачи несущей) и режиме передачи данных. Для расчётов каналов используется мощность сигнала в режиме передачи данных.
3. По требованию заказчика могут быть рассмотрены нетиповые конфигурации с произвольным расположением каналов ТЧ, ТМ (ЦК ПД) и сигналов КЧ.

Таблица 2. Основные данные по параметрам комбинированной аппаратуры ВЧ связи с **временным** разделением сигналов различных видов информации.

1	2	3	4	5	6	7		8	9	10
Тип аппаратуры	Рабочий диапазон частот в ЛЭП, кГц	Полоса частот, кГц, занимаемая в ВЛ для одного направления передачи, кГц	Номинальный (максимальный) уровень передачи аппаратуры, дБм	Чувствительность приемника ¹ , дБм	Минимальный разнос частот передатчика и приемника ² , кГц. ¹⁾	Разнесение частот, при котором вносимое затух. не превосходит:		Общая скорость передачи, бит/с и варианты ее разделения между различными источниками ³⁾	Расчетный уровень передачи для сигнала цифрового потока	Требуемое соотношение $c/\pi^{3,4)}$, дБ при коэффициенте ошибок 10^{-7}
						1 дБ	1,5 дБ			
АКСТ РЗПА «Линия-Ц»	16-1000	4-48	49-32 в зависимости от диапазона и количества каналов, см. табл. 1а ЦК ПД в полосе более 4 кГц следует считать за один канал	Минус 50	8 – для собственного приемника и передатчика; 4xN – для стороннего передатчика, где N – количество каналов, но не ближе 8; 8 – для стороннего приёмника Смежные частоты - 0, без ограничений	По приему 10 кГц; по передаче 2xΔf кГц, где Δf – ширина рабочей полосы, но не менее 16 кГц и не более 48 кГц	По приему 8 кГц; по передаче равна ширине рабочей полосы, но не менее 8 кГц и не более 24 кГц	В полосе 1,5-48 кГц 1,71 – 337,8 кбит/с согласно таблице 2а; варианты разделения определяются по таблицам 2б и 2в	Согласно таблицам 1а и 1б (типичные конфигурации 10-11)	От 6 до 37 дБ согласно таблице 2а

¹⁾ по каналу КЧ;

²⁾ указать возможность работы на смежных частотах, если она есть, и ограничения в применении смежных частот, если они есть;

³⁾ для основной конфигурации при данной полосе частот;

⁴⁾ помехи в полосе приёма ЦП

Таблица 2а – Общая полезная скорость (V) передачи ЦК на различных ступенях адаптации

Ступень адаптации	кГц	1,5	1,9	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	48
	К-во модемов (N)	1					2			3			4			6
15	a_{с/п}, дБ	28	29	32	35	37	35	36	37	36	36	37	36	37	37	35
	V, кБит/с	11,26	14,27	30,03	60,06	90,09	112,6	139,1	168,9	197,1	224,0	253,4	278,2	307,4	337,8	337,8
14	a_{с/п}, дБ	26	27	30	33	35	33	34	35	34	34	35	34	35	35	33
	V, кБит/с	11,14	14,11	29,71	59,40	89,11	111,4	137,6	167,1	194,9	221,6	250,6	275,2	304,1	334,2	334,2
13	a_{с/п}, дБ	25	26	29	32	34	32	33	34	33	33	34	33	34	34	32
	V, кБит/с	9,84	12,46	26,22	52,44	78,66	98,33	121,5	147,5	172,1	195,6	221,2	242,9	268,4	295,0	295,0
12	a_{с/п}, дБ	23	24	27	30	32	30	31	32	31	31	32	31	32	32	30
	V, кБит/с	9,72	12,32	25,93	51,84	77,77	97,21	120,1	145,8	170,1	193,4	218,7	240,2	265,4	291,6	291,6
11	a_{с/п}, дБ	22	23	26	29	31	29	30	31	30	30	31	30	31	31	29
	V, кБит/с	8,41	10,65	22,41	44,82	67,23	84,04	103,8	126,1	147,1	167,2	189,1	207,6	229,4	252,1	252,1
10	a_{с/п}, дБ	20	21	24	27	29	27	28	29	28	28	29	28	29	29	27
	V, кБит/с	8,29	10,51	22,12	44,23	66,34	82,92	102,4	124,4	145,1	165,0	186,6	204,9	226,4	248,8	248,8
9	a_{с/п}, дБ	19	20	23	26	28	26	27	28	27	27	28	27	28	28	26
	V, кБит/с	6,98	8,84	18,60	37,20	55,81	69,75	86,17	104,6	122,1	138,8	157,0	172,3	190,4	209,3	209,3
8	a_{с/п}, дБ	17	18	21	24	26	24	25	26	25	25	26	25	26	26	24
	V, кБит/с	6,87	8,70	18,31	36,61	54,91	68,64	84,79	103,0	120,1	136,6	154,4	169,6	187,4	205,9	205,9
7	a_{с/п}, дБ	16	17	20	23	25	23	24	25	24	24	25	24	25	25	23
	V, кБит/с	5,55	7,03	14,79	29,58	44,38	55,47	68,52	83,21	97,06	110,4	124,8	137,0	151,4	166,4	166,4
6	a_{с/п}, дБ	14	15	18	21	23	21	22	23	22	22	23	22	23	23	21
	V, кБит/с	5,44	6,89	14,50	28,99	43,48	54,35	67,14	81,53	95,11	108,1	122,3	134,3	148,4	163,1	163,1
5	a_{с/п}, дБ	13	14	17	20	22	20	21	22	21	21	22	21	22	22	20
	V, кБит/с	4,12	5,22	10,98	21,96	32,95	41,18	50,87	61,78	72,06	81,93	92,67	101,7	112,4	123,6	123,6
4	a_{с/п}, дБ	11	12	15	18	20	18	19	20	19	19	20	19	20	20	18
	V, кБит/с	4,02	5,09	10,72	21,43	32,14	40,18	49,63	60,27	70,31	79,93	90,41	99,27	109,7	120,5	120,5
3	a_{с/п}, дБ	10	11	14	17	19	17	18	19	18	18	19	18	19	19	17
	V, кБит/с	2,69	3,41	7,17	14,35	21,52	26,90	33,23	40,35	47,07	53,51	60,52	66,45	73,43	80,69	80,69
2	a_{с/п}, дБ	8	9	12	15	17	15	16	17	16	16	17	16	17	17	15
	V, кБит/с	2,59	3,28	6,91	13,81	20,72	25,89	31,99	38,84	45,31	51,51	58,26	63,97	70,69	77,68	77,68
1	a_{с/п}, дБ	6	7	10	13	15	13	14	15	14	14	15	14	15	15	13
	V, кБит/с	1,71	2,16	4,55	9,11	13,66	17,08	21,09	25,61	29,88	33,97	38,42	42,19	46,62	51,23	51,23

Примечание – Соотношение с/п определяется (нормируется) в полосе 4 кГц.

Таблица 2б – Распределение полезной скорости ЦК между различными источниками данных в зависимости от количества модемов (N, от 1 до 6) и ширины занимаемой ими общей полосы (B, кГц, от 1,5 до 48 кГц)

Тип источника	Тип интерфейса	Скорость источника (V), бит/с	Требуемая полезная скорость, бит/с
ТФ	2-проводный, 4-проводный, МТ (микротелефонная трубка), RS232 (переприём).	–	1800 или 3800 бит/с (по желанию заказчика).
ТМ	RS232, RS422	100, 200, 300, 600, 1200, 2400	V*4
ПД(UART)	RS232 (с возможностью включения аппаратного управления), RS422, расположенные в БОС ¹⁾	50, 110, 150, 200, 300, 600, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200	V*8/L + B/(19,2*N) где L – длина символа в битах (от 7 до 12), рассчитывается по формуле: L = <старт-бит: 1> + <биты данных: 5, 6, 7, 8> + <контрольный бит: 0, 1> + <стоп-бит: 1, 2>
	RS232 (с возможностью включения аппаратного управления), расположенные в БУКС ²⁾	9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400	V*8/L + B/19,2 где L – длина символа в битах (от 7 до 12), рассчитывается по формуле: L = <старт-бит: 1> + <биты данных: 5, 6, 7, 8> + <контрольный бит: 0, 1> + <стоп-бит: 1, 2>
ПД (LAN)	Ethernet (в БУКС ²⁾)	Произвольная ³⁾	Равна сумме максимальных скоростей потоков данных всех подключаемых к интерфейсу источников
Технологическая ПД	Не используются	100, 150, 200, 300, 600, 1200	V*0,9 + B/(134,4*N)

Примечания:

- 1) Низкоскоростная передача данных осуществляется через интерфейсы блоков обработки сигналов (БОС).
- 2) Высокоскоростная передача данных осуществляется при помощи встроенного механизма мультиплексирования через интерфейсы блока БУКС (RS232 и Ethernet).
- 3) Пользовательская скорость источника рассчитывается, как:
 - V – (B/19,2)*(1+1/L), если тип соединения «точка-точка», транспортный протокол UDP;
 - V – (B/19,2)*(1+29/L), если тип соединения мост или маршрутизатор, транспортный протокол UDP;
 - V – (B/19,2)*(1+41/L), если тип соединения мост или маршрутизатор, транспортный протокол TCP;
 где L – длина сообщения, байт (от 1 до 1460 байт).

Таблица 2в – Количество подключаемых источников данных к различным интерфейсам

Количество подключаемых источников данных к интерфейсам БОС ¹⁾ , не более	Общее (на один модем/максимальное)	7/42	
	ТФ (на один модем/максимальное)	2/12	
	ТМ (на один БОС/максимальное):	– через интерфейс RS232	3/18
		– через интерфейс RS422	2/12
	ПД (на один БОС/максимальное):	– через интерфейс RS232	1/6
– через интерфейс RS422		1/6	
Количество подключаемых источников ПД к интерфейсам БУКС ^{1) 2)} , не более	через интерфейс RS232	1	
	через интерфейс Ethernet (на один БОС/максимальное):	– в режиме «точка-точка»	4/12
		– в режиме «моста» или «маршрутизатора»	Не ограничено
	технологические ⁴⁾ (на один БОС/максимальное)	4/12	
<p>Примечания:</p> <p>1. Общее количество БОС (блок обработки сигнала) одной станции от 1 до 6, БУКС (блок контроля и управления станцией) – 1. В одном БОС не более 1 синхронного модема.</p> <p>2. Для обслуживания источников ПД через интерфейсы БУКС используется встроенный механизма мультиплексирования: в одном или нескольких БОС выделяются цифровые потоки, которые объединяются/распределяются на выходе/входе интерфейса БУКС (RS232 или Ethernet).</p> <p>3. При наличии достаточной скорости источники ПД, подключенные к различным интерфейсам БОС и БУКС (RS232, RS422 и Ethernet), могут работать одновременно.</p> <p>4. Технологические каналы ПД используются для синхронизации времени, осуществления телесигнализации по «сухим» контактам, организации удалённого контроля и управления.</p>			

Таблица 3 Основные данные по параметрам специализированной аппаратуры каналов ВЧ защиты.

Тип аппаратуры	Напряжение питающей батареи, В	Диапазон рабочих частот, кГц	Полоса пропускания приемника, кГц	Уровень передачи, $p_{\text{пер}}$, дБм	Уровень аппаратного порога чувствительности $p_{\text{ч.АПП}}$, дБм	Уровень аппаратного порога запираения. $p_{\text{з}}$, дБм
АКРЗ «Линия-Р»	110, 220	16-1000	2	42-45 в зависимости от диапазона	минус 16	минус 18 ¹⁾

1) При снижении уровня входного сигнала на 2 дБ относительно установленного порога чувствительности сигнал не принимается приемником (см. СТО 56947007- 33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи» п.8.12).

Таблица 4 Основные данные по параметрам специализированной аппаратуры каналов РЗ и ПА.

Тип аппаратуры	Напряжение батареи питания В	Назначение и число команд	Принятое кодирование сигнала команды	Диапазон рабочих частот, кГц	Номинальная полоса частот приема, кГц	Время передачи сигнала-команды, мс	Требуемое соотношение сигнала и помехи в полосе 4 кГц	Уровень передачи сигнала-команды/охранного сигнала, дБм	Уровень порога чувствительности приемника, дБм	Уровень порога ограничения приемника, дБм ¹⁾
АКСТ РЗПА «Линия-Ц»	110 – 220, 48 – 60	24 (4 группы А, 20 группы Б)	Одночастотное кодирование	16-1000	4	25 (без учёта задержек на входе и выходе канала); дополнительная задержка на каждый пере приём по ВОЛС к вынесенному блоку РЗПА не более 0,6	-	Команда: 49-32 ОС: 34-21, см. табл.4а; уровень команды может быть увеличен на величину из табл.4б в зависимости от количества непрерываемых каналов	Минус 20±1 (максимальная чувствительность минус 40)	-

¹⁾ Для приемников системы ШОУ

Таблица 4а – Номинальная мощность передачи сигналов

Количество каналов в аппаратуре		1	2	3	4	5 и более
Номинальная мощность передачи сигналов, дБм	Команда	49	43	40	38	36
	Охранный сигнал	34	28	25	23	21
Примечания						
1 В частотном диапазоне свыше 300 до 700 кГц включительно действует занижение уровней команды и охранного сигнала на 3 дБ.						
2 В частотном диапазоне свыше 700 до 1000 кГц включительно действует занижение уровней команды и охранного сигнала на 4 дБ.						
3 При совместном использовании полосы канала с каналом ТЧ действует дополнительное занижение уровня охранного сигнала на 3 дБ.						

Таблица 4б – Уровень форсирования передачи сигнала-команды

Количество каналов в аппаратуре	1		2		3			4			5 и более				
	0	1	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3
Количество непрерываемых каналов ТЧ в аппаратуре	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	3	4 и более
Максимальный уровень форсирования от номинального, дБ	0	6	0	9	6	0	11	9	6	0	13	11	9	6	0
Примечания															
1 В прерываемом канале ТЧ передача сигналов ТФ, ТМ, ПД и КЧ прекращается на время передачи команды.															
2 Канал ТЧ, совмещённый с передачей сигналов команд РЗ и ПА, всегда является прерываемым.															

Таблица 5. Допустимая разность уровней синусоидальной помехи вне номинальной полосы частот и принимаемого сигнала для каждого из видов аппаратуры.

АКСТ РЗПА «Линия-Ц» ¹⁾

Сдвиг частоты мешающего сигнала относительно краев номинальной полосы частот приема аппаратуры, Гц	Относительный уровень мешающего сигнала на ВЧ входе аппаратуры, дБм ²⁾
100	+10
4000	+20
8000	+40 ³⁾

АКРЗ «Линия-Р» ¹⁾

Сдвиг частоты мешающего сигнала относительно краев номинальной полосы частот приема аппаратуры, Гц	Относительный уровень мешающего сигнала на ВЧ входе аппаратуры, дБм ²⁾
100	+10
4000	+20
8000	+40 ³⁾

1) Определяется в соответствии со СТО 56947007- 33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи» (п.6.4 для комбинированной аппаратуры ЧРС; п.7.14 для комбинированной аппаратуры ВРС; п.8.13 для аппаратуры ВЧ защит и п.9.4.2 для устройствам передачи/приема аварийных сигналов и команд).

2) Относительно уровня приема основного из передаваемых сигналов

3) Но не менее +49 дБм

Указать допустимый уровень синусоидальной помехи в пределах номинальной полосы частот для каждого из приведенных ниже видов аппаратуры в соответствии со СТО 56947007- 33.060.40.177-2014 «Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре высокочастотной связи по линиям электропередачи»:

- для аппаратуры ВРС по п.7.12 и п.10.5.10. Уровень мешающего синусоидального сигнала произвольной частотой в пределах номинальной полосы приёма относительно сигнала модема по таблицам 1а и 1б.

Степень адаптации	$P_{меш}$, дБм
15	минус 30
14	минус 28
13	минус 27
12	минус 25
11	минус 24
10	минус 22
9	минус 21
8	минус 19
7	минус 18
6	минус 16
5	минус 15
4	минус 13
3	минус 12
2	минус 10
1	минус 9

- для аппаратуры ВЧ защит по п.8.14 и п.10.6.8;

Допустимый уровень синусоидальной помехи в пределах номинальной полосы частот, дБ ¹⁾	
АКРЗ «Линия-Р»	Значение по СТО (п.8.14)
9	≤ 10

1) Ниже установленного уровня чувствительности по принимаемому сигналу.

- для аппаратуры передачи команд РЗПА по п.9.4.3 и п.10.7.13. Максимально допустимый уровень синусоидальной помехи с частотой, совпадающей с частотой сигнала любой команды, не более минус 8 дБ относительно уровня сигнала частоты команды.