

**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.**

**Руководство по применению  
типовых конфигураций**

**Часть 3. Книга 2**

**НМАЦ.460516.001 РЭ2.2**



## Содержание

0 Введение .....	4
1 Типовые схемы организации каналов.....	5
1.1 «Точка-точка» по ЛЭП.....	5
1.2 «Точка-точка» по ЛЭП с выводом сигналов ТФ, ТМ, ПД по медному кабелю .....	7
1.3 «Точка-точка» по ЛЭП и оптическому кабелю .....	8
1.4 Трехконцевая схема .....	9
1.5 Четырехконцевая схема .....	12
1.6 «Точка-точка» по оптическому кабелю.....	13
1.7 Цепочечная схема.....	14
1.8 Параллельная схема.....	15
2 Типы подключения к линии связи, ее основные параметры.....	16
2.1 Подключение по ЛЭП.....	16
2.2 Подключение по оптическому кабелю .....	19
2.3 Подключение по медному кабелю .....	19
3 Типовые конфигурации каналов .....	20
3.1 Конфигурации каналов по ЛЭП, контроль функционирования, расчет порогов ..	20
3.2 Конфигурации каналов по оптическому кабелю, контроль функционирования ...	29
3.3 Интерфейсы подключения оборудования РЗА и ТМ .....	29
3.4 Петлевой тест .....	31
3.5 Конфигурации каналов в симплексном режиме .....	33
3.6 Особенности конфигурации транзитных устройств АКСТ-Ц, устанавливаемых на промежуточных пунктах .....	33
4 Организация внешнего электропитания.....	34
4.1 Типовые схемы.....	34
4.2 Требования к переключателям.....	34
5 Классификация режимов работы аппаратуры .....	35
6 Виды эксплуатации.....	36
6.1 Пробная эксплуатация .....	36
6.2 Опытная эксплуатация .....	36
6.3 Промышленная эксплуатация.....	37
7 Нормативные ссылки .....	38

## 0 Введение

В данной книге даны типовые схемы организации дуплексных и симплексных каналов передачи/приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА, поддерживаемые аппаратурой типы подключения устройств к линии связи, описания типовых конфигураций и основных режимов работы, типовые схемы электропитания, а также эксплуатационные ограничения при стандартном применении перечисленного.

Нетиповые схемы организации каналов, конфигурации устройств, а также нестандартное применение аппаратуры приведены в части 8 руководства (РЭ7). По желанию заказчика производителем могут рассматриваться любые новые предложения по организации каналов и дополнительным функциям аппаратуры.

В данной книге имеются описания организации технологических каналов передачи данных, организованных средствами самой аппаратуры. Данные каналы позволяют осуществлять мониторинг и управление устройствами из состава аппаратуры удаленно через остальные устройства аппаратуры в качестве промежуточных. Внимание к данной теме продиктовано различными условиями и ситуациями на электроэнергетических объектах, когда установленная аппаратура может быть не объединена в единую локальную вычислительную сеть. Типовая настройка удаленного мониторинга и управления рассмотрены в книге 1 части 7 руководства (РЭ6.1).

Настоящая книга формирует понятие о корректном применении аппаратуры. Упоминания некоторых параметров системы мониторинга и управления по тексту книги не являются руководящими, требующими каких-либо конкретных действий от обслуживающего персонала (кроме соблюдения эксплуатационных ограничений).

В случае выявления несоответствий при применении типовых конфигураций аппаратуры следует:

- ознакомиться с перечнем нетиповых конфигураций (при наличии в поставке), приведенных в части 8 руководства (РЭ7);
- проверить наличие отметок и рекомендаций производителя в сопроводительных документах на аппаратуру, паспорте канала и ВЧ-тракта;
- обратиться за рекомендациями в сервисный центр или на предприятие-изготовитель.

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 2 части 2 руководства (РЭ1.2).

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

## 1 Типовые схемы организации каналов

### 1.1 «Точка-точка» по ЛЭП

Тип включения «точка-точка» обеспечивает организацию в аппаратуре каналов связи между различными устройствами передачи/приема дискретных сигналов команд РЗ и ПА (далее оборудование РЗА), сосредоточенными на объектах двух подстанций. \

Включение «точка-точка» применяется в базовых комплектациях аппаратуры АКСТ-Ц1 и АКСТ-Ц3, имеющих в составе два устройства ВЧ связи. Подробнее о базовых комплектациях см. часть 1 руководства (РЭ).

Преимущественно организуются дуплексные каналы с помощью двух устройств АКСТ-Ц3, как показано на схеме рисунка 1.1а). Обеспечивается функционирование технологических каналов данных для удаленного мониторинга и управления.

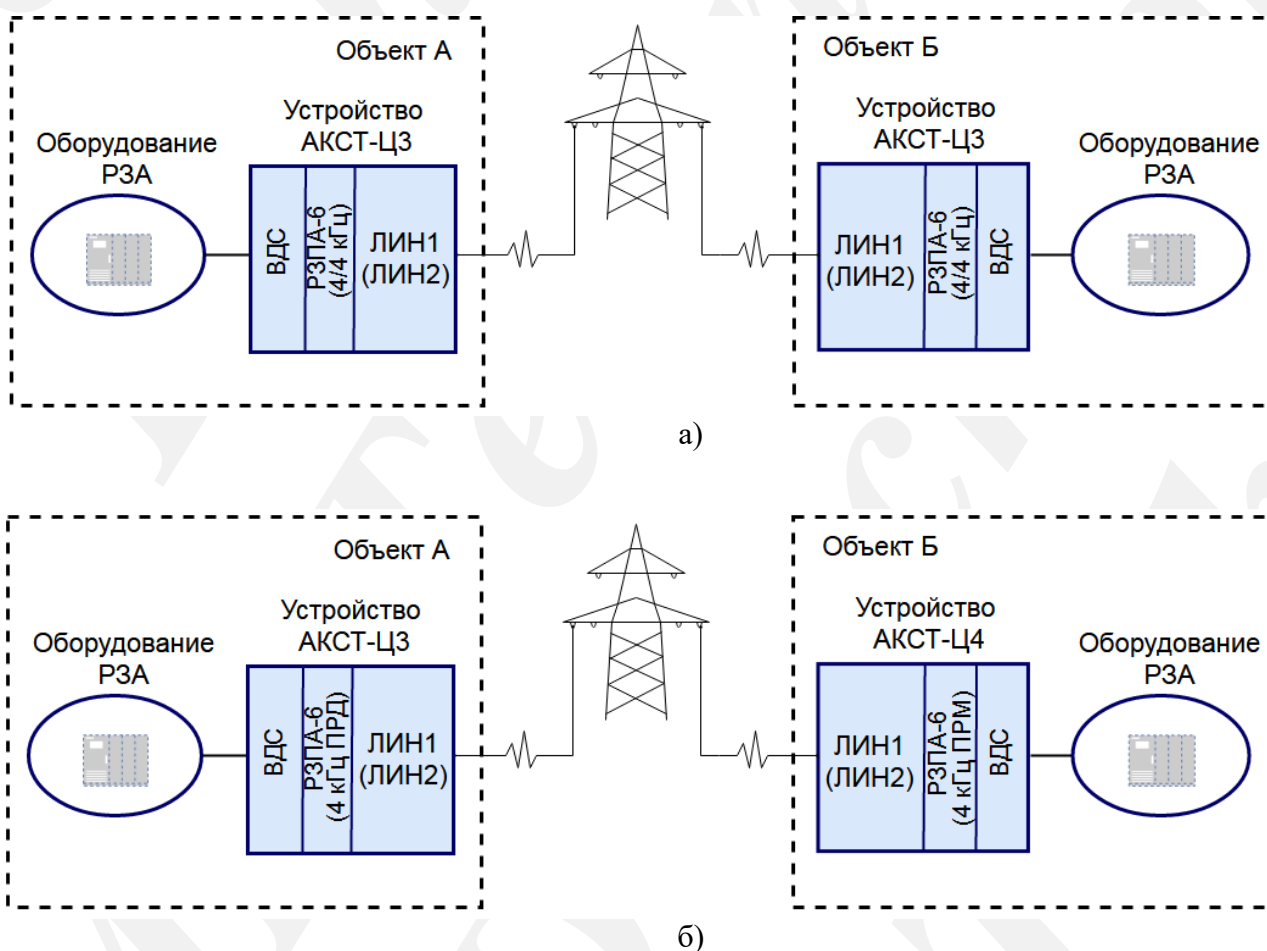


Рисунок 1.1 Схема включения двух устройств УПАСК (АКСТ-Ц3)

а) организация дуплексного канала в полосе 4/4 кГц

б) организация симплексного канала в полосе 4 кГц

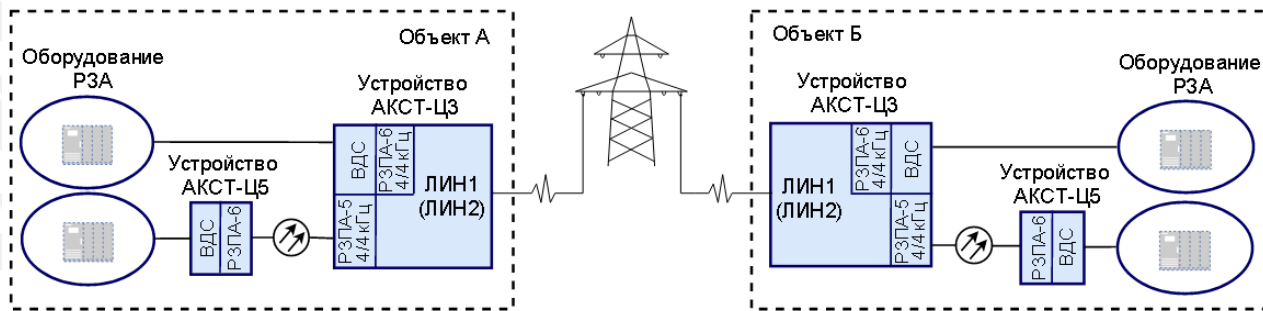


Рисунок 1.2 Схема включения устройств УПАСК (АКСТ-Ц3) для организации передачи/приема ДС команд РЗ и ПА в полосе 8/8 кГц

При необходимости передачи более 24 команд в номинальной полосе от 8 кГц в составе каждого устройства АКСТ-Ц3 применяют 2 и более блоков РЗПА, см. рисунок 1.2. Увеличение количества дискретных входов обеспечивается включением в состав аппаратуры двух устройств АКСТ-Ц5, которые устанавливаются совместно с устройствами АКСТ-Ц3, подключают к дополнительным встроенным блокам РЗПА при помощи оптических патчкордов. Передача сигналов команд разных каналов осуществляется параллельно независимо друг от друга с занижением уровня передачи 6 дБ.

**Примечание** – На схемах сокращение «РЗПА-6», «РЗПА-5» и т.п. обозначает блок РЗПА, установленный в слоте 6, 5 и т.д. Комплектование устройств АКСТ-Ц блоками РЗПА осуществляется, начиная со слота 6. Блок РЗПА, установленный в слоте 6, имеет прямое подключение к блоку ВДС в составе одного устройства.

Аналогично при выборе базовых устройств АКСТ-Ц3 и АКСТ-Ц4 организуются симплексные каналы передачи/приема ДС команд РЗ и ПА, см. рисунок 1.16). При этом технологические каналы и связанные с их работой функции не поддерживаются.

Применение комбинированных вариантов аппаратуры показано на схеме рисунке 1.3.

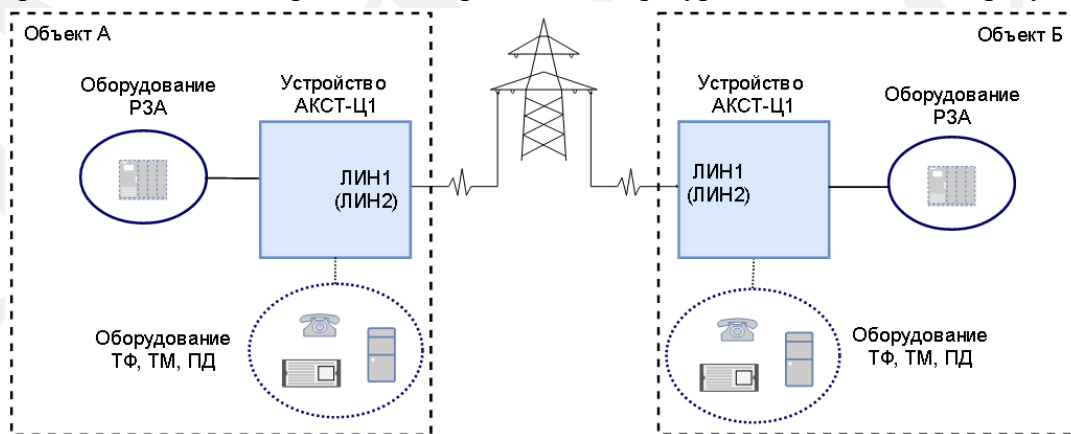


Рисунок 1.3 Схема включения двух базовых устройств ВЧ связи АКСТ-Ц1

Устройства АКСТ-Ц1 могут находиться в ведении службы РЗА или СДТУ (решается на этапе проектирования).

**Примечание** – Программный доступ к оборудованию передачи/приема сигналов ТФ, ТМ, ПД и передачи/приема ДС команд РЗ и ПА между службами жестко разграничен, см. часть 4 руководства (РЭЗ).

## 1.2 «Точка-точка» по ЛЭП с выводом сигналов ТФ, ТМ, ПД по медному кабелю

Данный тип включения применяется в комбинированном варианте аппаратуры АКСТ-Ц1 для передачи сигналов между устройствами РЗА по ЛЭП и между устройствами оборудования ТФ, ТМ, ПД по ЛЭП и медному кабелю, расположенных на рассредоточенных объектах двух подстанций.

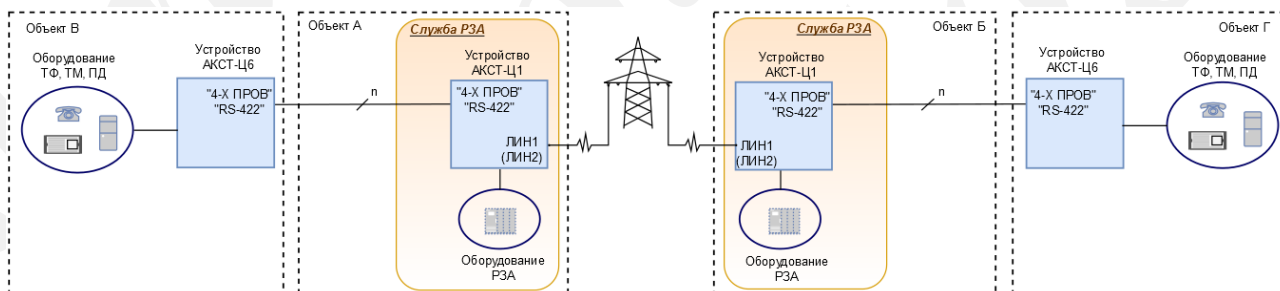


Рисунок 1.4 Схема включения двух базовых устройств ВЧ связи (АКСТ-Ц1) с двумя устройствами НЧ окончаний (АКСТ-Ц6)

Тип включения применяется в комплектации аппаратуры АКСТ-Ц1, отличающейся наличием в составе двух устройств ВЧ связи и одного или нескольких устройств НЧ окончаний (АКСТ-Ц6). На рисунке 1.4 показана схема включения аппаратуры с двумя устройствами НЧ окончаний. Вариант аппаратуры наиболее удобен при совместном применении в аппаратуре оборудования передачи/приема ДС команд РЗ и ПА и оборудования передачи/приема сигналов ТФ, ТМ и данных.

Передача сигналов ТФ, ТМ и данных преимущественно осуществляется по комбинированной среде до устройств НЧ окончаний с дополнительными задержками в канале, определяемыми в технических характеристиках, указанных в книге 1 части 2 руководства (РЭ1.1). При этом возможна организация выделения части сигналов на оборудование ТФ, ТМ, ПД в промежуточном пункте (в устройстве ВЧ связи). При организации каналов в режиме с ВРС на устройство НЧ окончаний западение скорости цифрового потока (ЦП) соответствует ступени адаптации не менее 6-й – при отключенном помехоустойчивом кодировании и не менее 7-й – при его включении.

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются между устройствами аппаратуры попарно:

- по одной линии связи с основными каналами между устройствами ВЧ связи;
- по выделенным линиям связи с устройствами НЧ окончаний.

При помощи программного отключения передатчиков одной стороны возможна организация симплексных каналов передачи ДС команд РЗ и ПА с сохранением дуплексного режима передачи сигналов ТФ, ТМ, данных и работы технологических каналов.

### 1.3 «Точка-точка» по ЛЭП и оптическому кабелю

Данный тип включения применяется для организации передачи между устройствами РЗА по ЛЭП и оптическому кабелю, расположенными на рассредоточенных объектах двух подстанций.

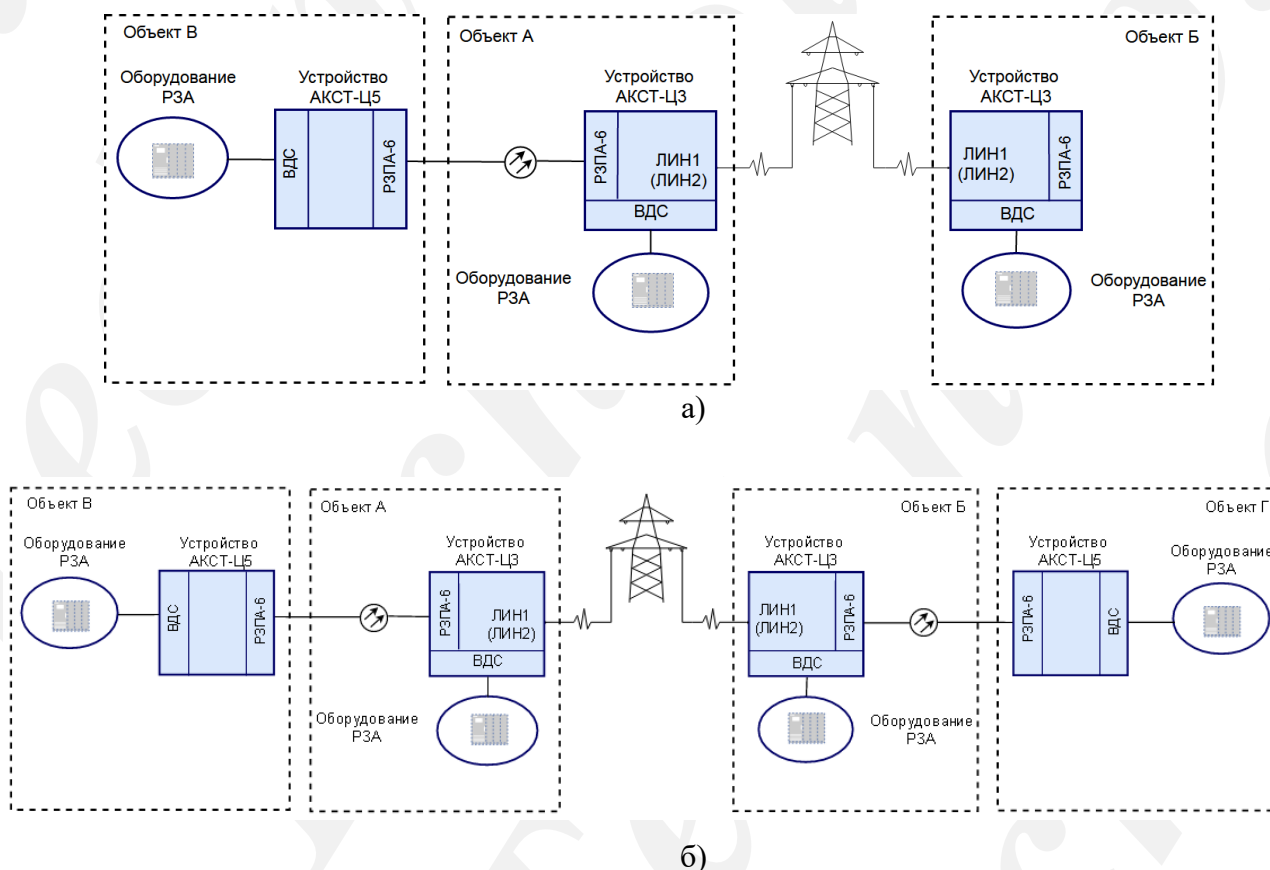


Рисунок 1.5 Схема включения двух базовых устройств ВЧ связи (АКСТ-ЦЗ) с вынесенными устройствами РЗПА (АКСТ-Ц5)

- а) с одним устройством АКСТ-Ц5
- б) с двумя устройствами АКСТ-Ц5

Тип включения применяется в комплектации аппаратуры АКСТ-ЦЗ (и АКСТ-Ц1), отличающейся наличием в составе двух устройств ВЧ связи и одного или нескольких вынесенных устройств РЗПА (АКСТ-Ц5). На рисунке 1.5 показана схема включения аппаратуры с одним и двумя вынесенными устройствами РЗПА. Транзит сигналов команд на вынесенное устройство РЗПА осуществляется по отдельному оптическому кабелю. Время передачи команды за один переприем увеличивается на 1 мс.

Возможна организация выделения части сигналов команд на оборудование РЗА, установленное в промежуточном пункте.



При увеличении базисных полос в комплектации устройств АКСТ-ЦЗ (и АКСТ-Ц1) увеличивается соответственно количество блоков РЗПА. На рисунке 1.6 приведена схема включения двух базовых устройств АКСТ-ЦЗ, организующих два дуплексных канала в полосе 8/8 кГц.

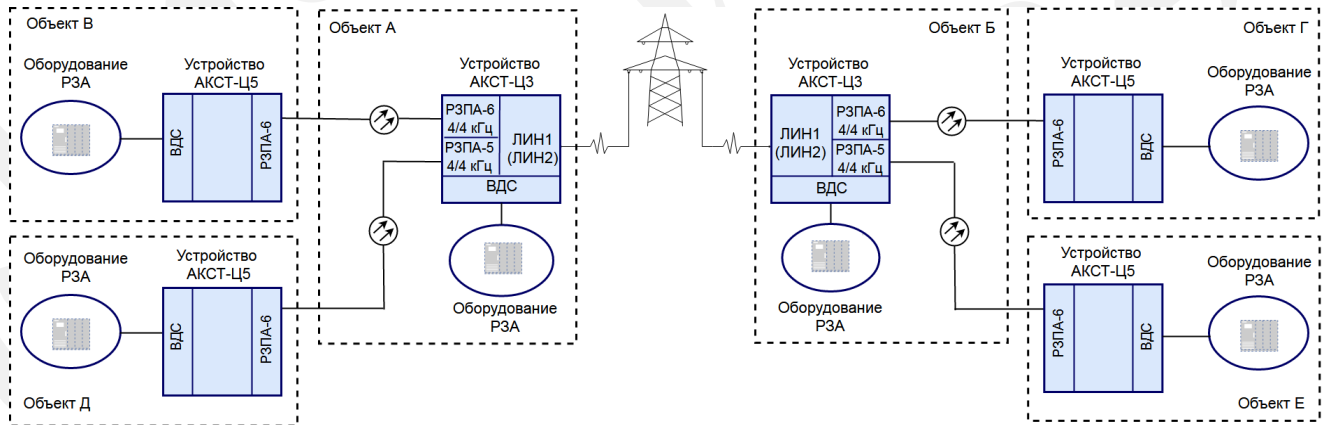


Рисунок 1.6 Схема включения двух базовых устройств ВЧ связи (АКСТ-ЦЗ) с четырьмя вынесенными устройствами РЗПА (АКСТ-Ц5)

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются между устройствами аппаратуры попарно. Каждое устройство может иметь не более 6 соединений с другими устройствами.

Возможна организация симплексных каналов с применением устройств АКСТ-Ц4 по вышеуказанным схемам включения.

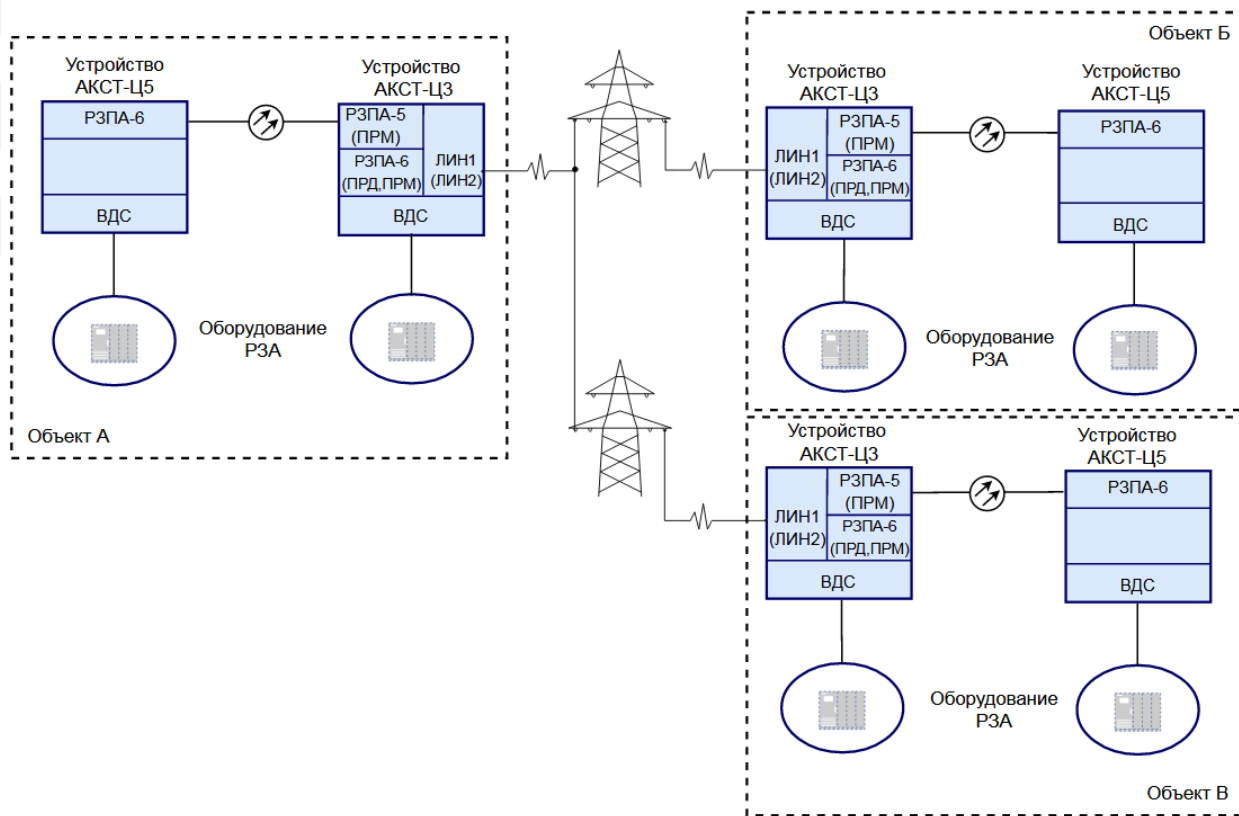
#### 1.4 Трехконцевая схема

Данный тип включения применяется для организации дуплексных каналов по ЛЭП (с отпайкой) между тремя подстанциями. Аппаратура состоит из трех устройств ВЧ связи АКСТ-ЦЗ, включенных по схеме рисунка 1.7. Каждое устройство осуществляет передачу 24-х и прием 48-ми сигналов команд.

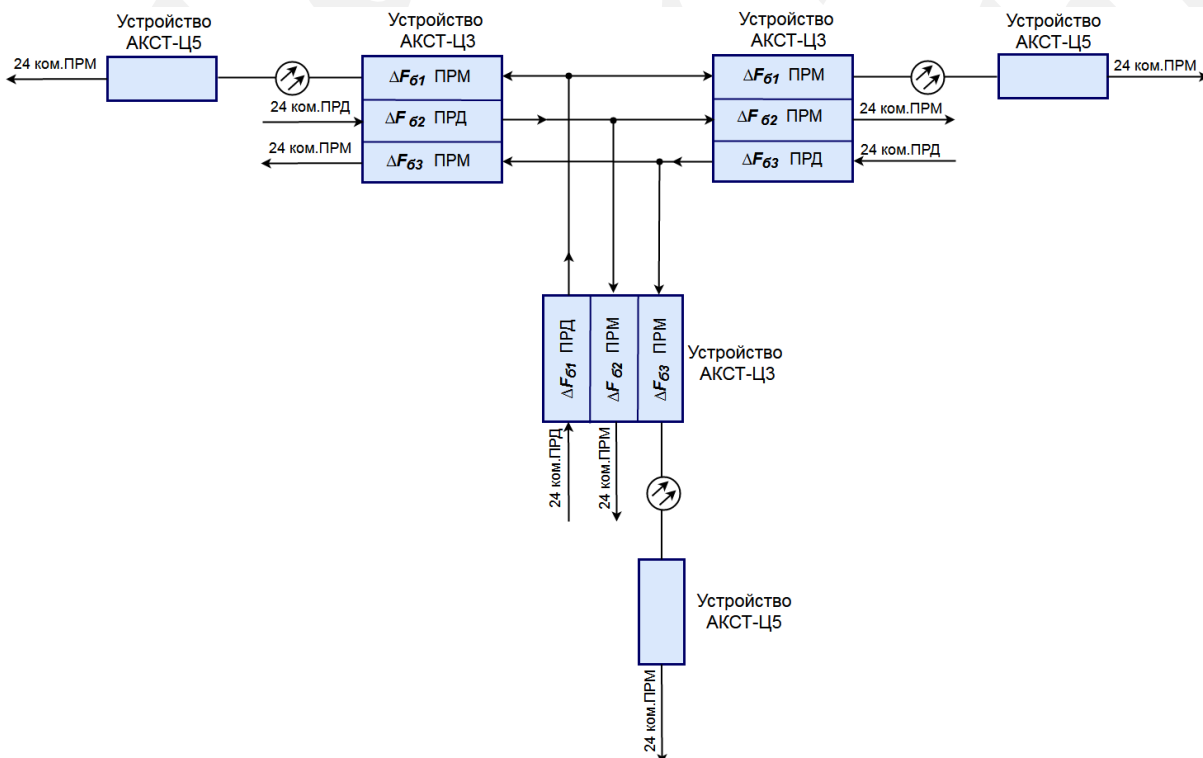
Одно из устройств АКСТ-ЦЗ имеет в составе один передатчик, работающий в базисной полосе  $\Delta F_{61}$ , и два приемника, работающих в полосе  $\Delta F_{62}$  и  $\Delta F_{63}$ . Другие два устройства имеют полосу передачи  $\Delta F_{62}$  и  $\Delta F_{63}$  соответственно. Расположение полос передачи и приема – смежное, общая ширина рабочей полосы передачи и приема – 12 кГц.

Все три устройства АКСТ-ЦЗ имеют в составе по два блока РЗПА. Увеличение количества дискретных входов приемника обеспечивается включением в состав аппаратуры трех устройств АКСТ-Ц5. Каждое из устройств АКСТ-Ц5 устанавливается совместно с устройством АКСТ-ЦЗ, подключают к встроенному блоку РЗПА при помощи оптического патчкорда. Время передачи команды за один переоприем по ОК увеличивается на 1 мс.

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются между устройствами аппаратуры попарно.



а)



б)

Рисунок 1.7 Организация дуплексных каналов по трехконцевой схеме включения

- а) схема соединения устройств АКСТ-Ц
- б) частотное распределение сигналов команд в спектре 12 кГц

Для организации каналов в симплексном режиме вместо одного или двух устройств АКСТ-ЦЗ из состава аппаратуры применяются устройства в варианте АКСТ-Ц4, в соответствии со схемой рисунка 1.8. Излишние устройства АКСТ-Ц5 и блоки РЗПА-5 (относительно варианта по схеме рисунка 1.7) исключаются из комплектации. Расположение полос передачи и приема – смежное, общая ширина рабочей полосы передачи и приема – 8 или 4 кГц.

Между устройствами, работающими только в симплексном режиме, технологические каналы и связанные с их работой функции не поддерживаются.

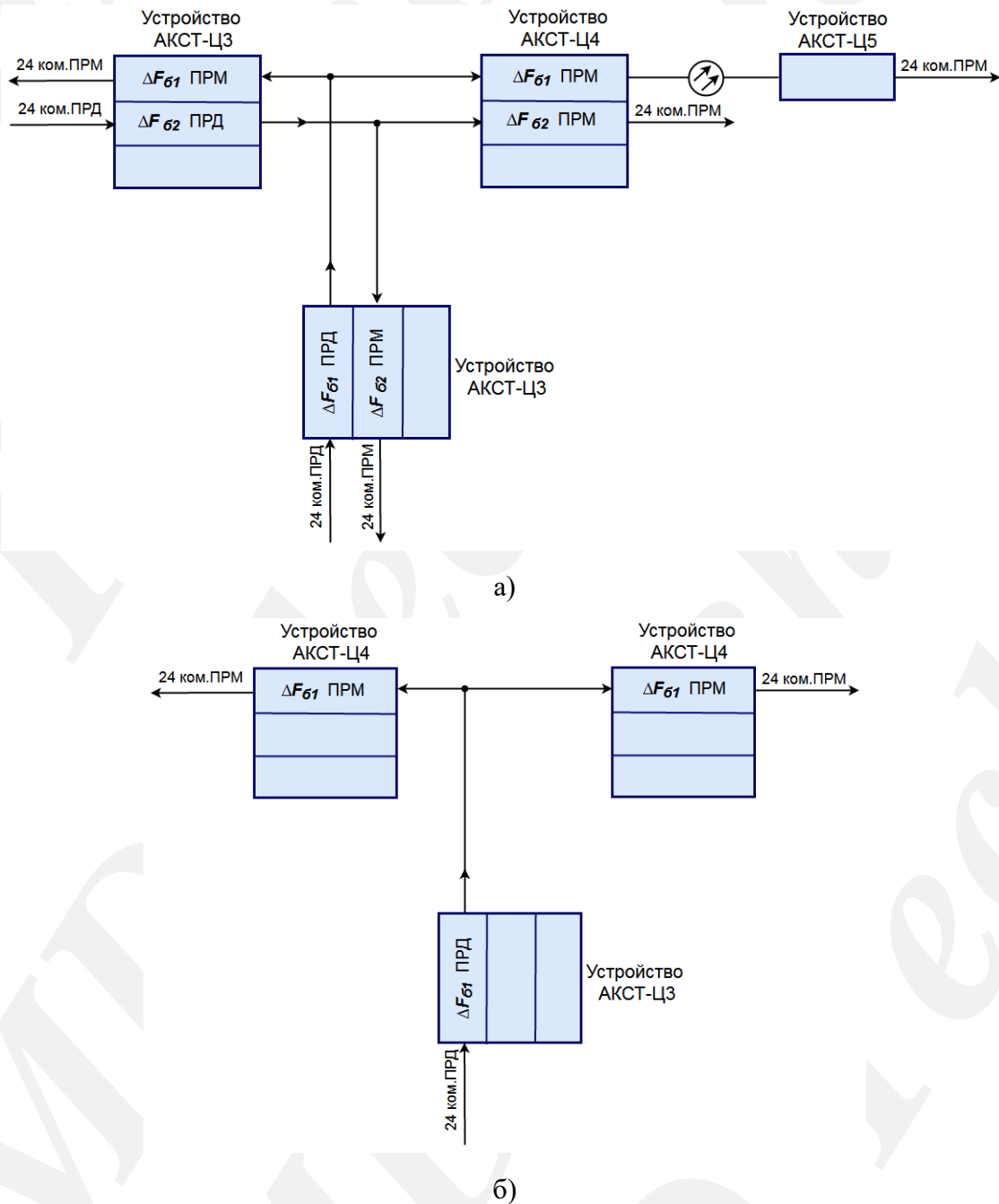


Рисунок 1.8 Частотное распределение сигналов команд в рабочей полосе 8 и 4 кГц при трехконцевой схеме включения

- а) в полосе 8 кГц с одним устройством АКСТ-Ц4 в симплексном режиме
- б) в полосе 4 кГц с двумя устройствами АКСТ-Ц4 в симплексном режиме

### 1.5 Четырехконцевая схема

Организация передачи/приема ДС команд РЗ и ПА на четырехконцевых (и более) линиях осуществляется аналогично 1.4 в соответствии со схемой рисунка 1.9.

В дуплексном режиме каждое из устройств АКСТ-ЦЗ состоит из трех блоков РЗПА (для одного передатчика и трех приемников), устанавливаемых в слоты 6, 5 и 4. Устройства осуществляют передачу 24-х и прием 72-х сигналов команд в общей рабочей полосе 16 кГц. Для увеличения количества дискретных входов приемника к блокам РЗПА-5 и РЗПА-4 при помощи оптического патчкорда подключают устройства АКСТ-Ц5, которые устанавливают совместно с устройствами АКСТ-ЦЗ.

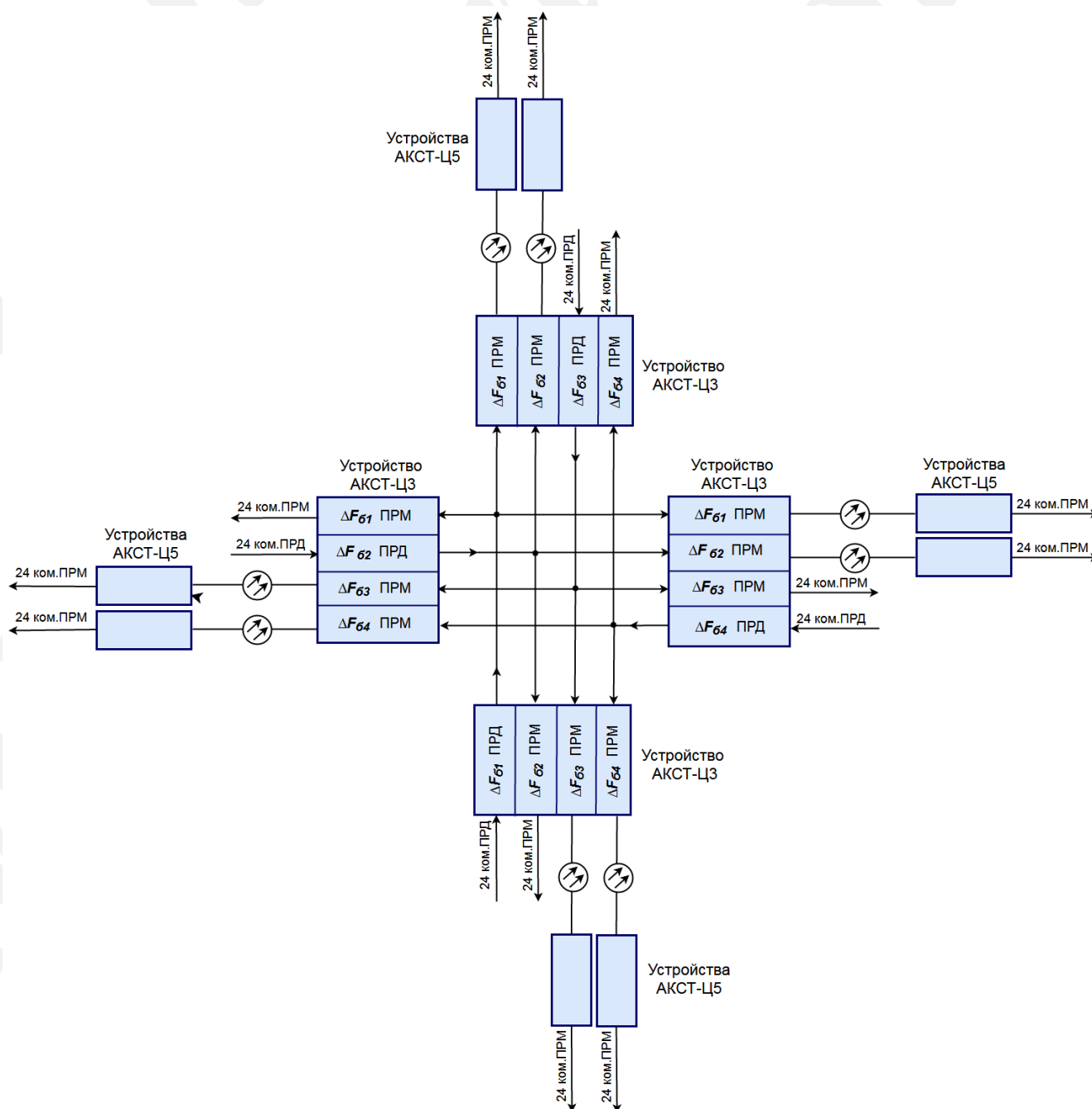


Рисунок 1.9 Частотное распределение сигналов команд в рабочей полосе 16 кГц при четырехконцевой схеме включения

### 1.6 «Точка-точка» по оптическому кабелю

Применение данного типа включения обеспечено возможностью исключения ВЧ окончания из комплектации устройств аппаратуры (аппаратура АКСТ-Ц4). Передача сигналов между устройствами РЗА организуется между устройствами АКСТ-Ц5 через оптический интерфейс. Устройства АКСТ-Ц5 могут быть соединены на прямую (рисунок 1.10) или через мультиплексор (рисунок 1.11).

Команды передаются параллельно в «следающем» режиме, время передачи команд при прямом соединении – 1 мс, при передаче через мультиплексор – зависит от параметров промежуточных устройств, через которые организован ОК.

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются между устройствами аппаратуры внутри цифрового потока, передаваемого по ОК.

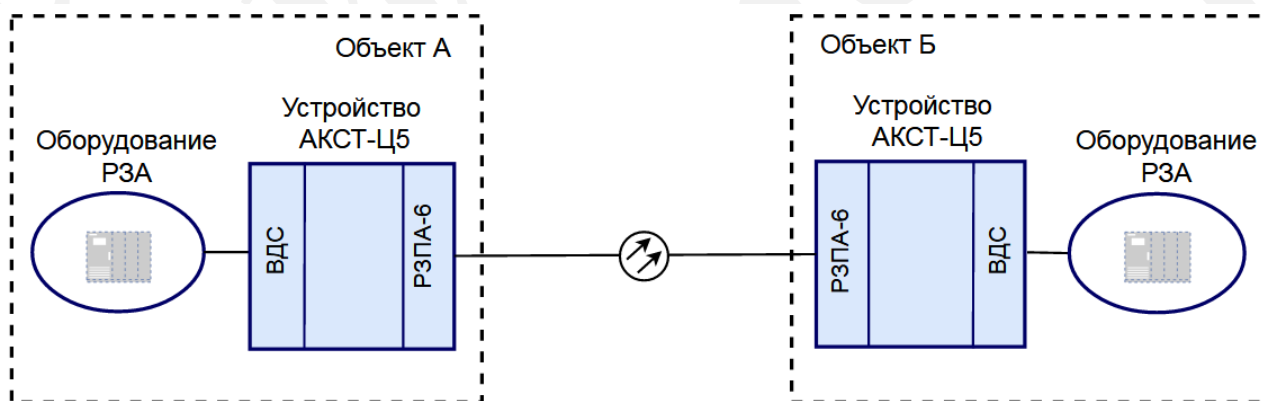


Рисунок 1.10 Прямое соединение двух базовых устройств АКСТ-Ц5 аппаратуры АКСТ-Ц4

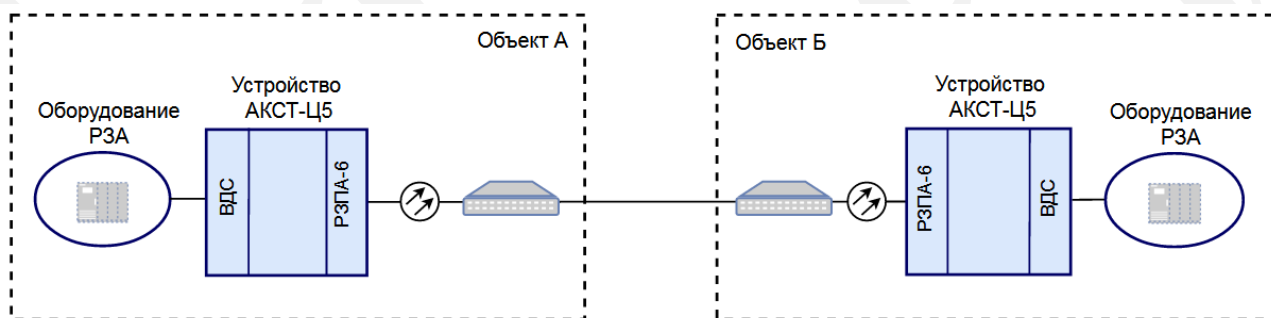


Рисунок 1.11 Соединение двух базовых устройств АКСТ-Ц5 аппаратуры АКСТ-Ц4 через мультиплексор

Имеется возможность работы устройств АКСТ-Ц5 в симплексном режиме с сохранением функции удаленного мониторинга и управления.

### 1.7 Цепочечная схема

Данный тип включения применяется для организации передачи сигналов (преимущественно на длительные расстояния) между устройствами оборудования РЗА двух подстанций через одну или несколько промежуточных подстанций. Пример схемы включения приведен на рисунке 1.12.

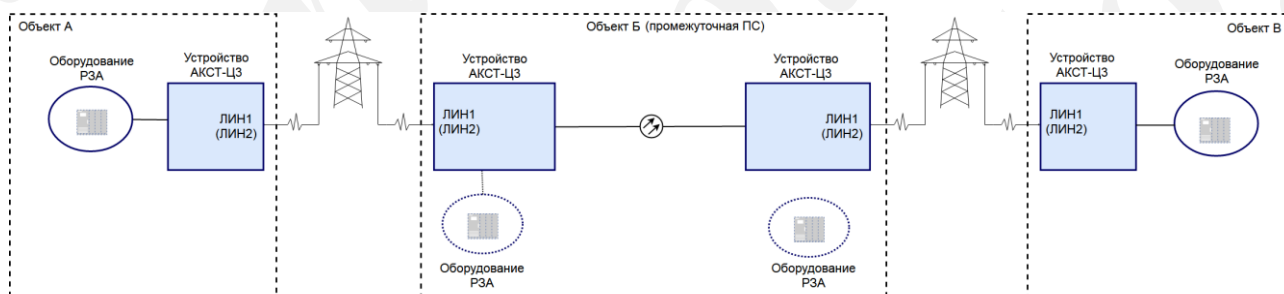


Рисунок 1.12 Цепочечная схема включения устройств АКСТ-ЦЗ между двумя подстанциями с транзитом и выводом части сигналов на промежуточном пункте

Тип включения применяется в комплектации аппаратуры АКСТ-Ц1 и АКСТ-Ц3 состоящей из 4 и более устройств ВЧ связи.

Передача сигналов команд преимущественно осуществляется между окончательными подстанциями с дополнительной задержкой 1 мс при каждом переприеме на промежуточном пункте. При этом возможна организация выделения части сигналов на оборудование РЗА промежуточной подстанции.

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются между любыми устройствами из состава аппаратуры. Каждое устройство может иметь не более 6 соединений с другими устройствами. Конфигурация согласовывается с заказчиком на стадии заказа.

На промежуточных пунктах устройства в составе аппаратуры располагаются рядом (оптимально в одном шкафу). Транзит сигналов обеспечивается оптическими патчкордами, которыми соединяют оптические интерфейсы рядом стоящих устройств.

Возможен транзит команд «релейным» способом с управлением передатчика от внешнего источника питания.

### 1.8 Параллельная схема

Данный тип включения соответствует схеме рисунка 1.13, применяется в аппаратуре АКСТ-Ц1 и АКСТ-Ц3 для повышения надежности передачи сигналов команд между устройствами оборудования РЗА двух подстанций.

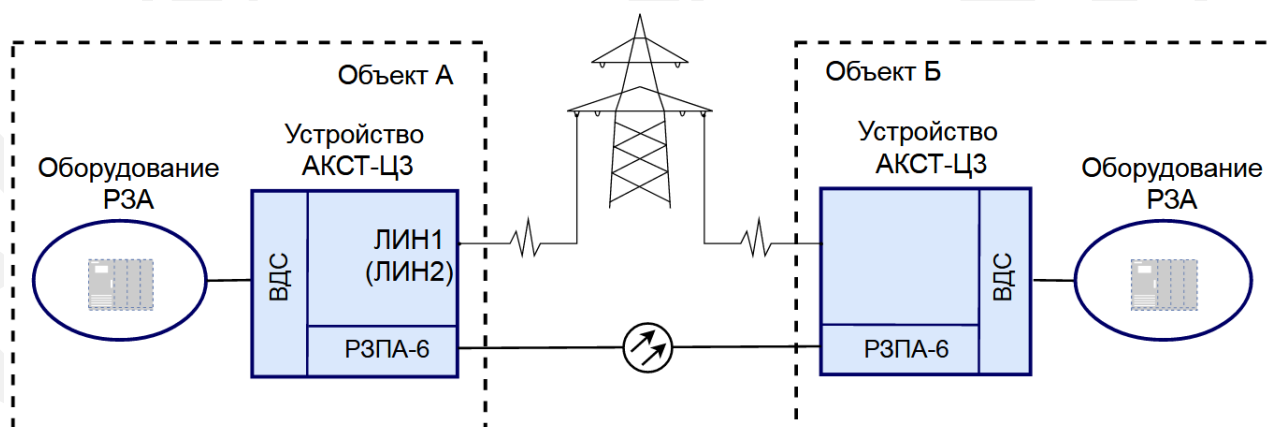


Рисунок 1.13 Параллельная схема включения между двумя подстанциями

Технологические каналы данных для удаленного мониторинга и управления организуются через оптический канал по схеме «точка-точка».

## 2 Типы подключения к линии связи, ее основные параметры

### 2.1 Подключение по ЛЭП

2.1.1 Подключения аппаратуры к ЛЭП производится по схеме «провод-земля» с номинальным сопротивлением нагрузки 75 Ом (несимметричный тип подключения), либо по схеме «провод-провод» с номинальным сопротивлением нагрузки 150 Ом (симметричный тип подключения). Передача/прием сигналов осуществляется в диапазоне частот от 16 до 1000 кГц.

При передаче заказчику аппаратура уже настроена на указанные параметры линии.

2.1.2 К проводам ЛЭП аппаратура подключается через специальное оборудование присоединения и обработки линии (см. СТО 56947007-33.060.40.045 и СТО-56947007-33.060.40.052), состоящее из конденсатора связи, заградителя и элементов защиты, которое обеспечивает передачу/прием электрического сигнала высокой частоты (ВЧ).

2.1.3 Выбор типа подключения, частотного диапазона, подбор оборудования присоединения и обработки линии определяются проектной документацией энергообъекта, в которой должны быть соблюдены основные требования к линии связи:

- затухание тракта, колебания которого определяются наличием ГИО, сезонными и суточными колебаниями, и уровень помех от короны на выходе тракта, определяемые сухой или дождливой погодой, должны быть такими, чтобы обеспечить необходимое для канала связи отношение сигнала и помехи (С/П) при нормируемом (допустимом) запасе по затуханию;
- максимальная неравномерность входного сопротивления, затухания (АЧХ) и группового времени запаздывания (ГВП) тракта, вызванная многократно отраженными от мест нарушения однородности ВЛ волнами, не должна превышать допустимую для канала связи, организуемого по рассматриваемому тракту;
- нестабильность входного сопротивления, затухания и группового времени запаздывания тракта, вызванная переключениями высоковольтного оборудования на подстанциях, входящих в схему тракта, не должна превышать допустимую.

2.1.4 Основными параметрами линии, влияющими на качество функционирования аппаратуры являются неравномерность и нестабильность:

- входного сопротивления линии;
- затухания линии;
- группового времени прохождения сигнала;
- уровня помех.

2.1.5 Входное сопротивление линии обычно отличается от номинального сопротивления нагрузки аппаратуры. При существенных отличиях на рабочих частотах передачи снижается эффективная мощность передатчика аппаратуры, на рабочих частотах приема – возникают потери на входе приемника.



Для повышения эффективно передаваемой мощности ВЧ окончание аппаратуры имеет встроенную аппаратную регулировку сопротивления нагрузки, устанавливаемую при проведении пусконаладочных работ и, при необходимости, при плановом техобслуживании, проводимом с периодичностью, указанной в части 10 руководства (РЭ9).

Аппаратура рассчитана на функционирование в соответствии с заявленными характеристиками при изменениях входного сопротивления линии в пределах  $\pm 20\%$  относительно рабочего значения, измеренного при нормальном состоянии линии (2.1.7). Отклонения входного сопротивления линии в аппаратуре проявляются в виде повышения затухания тракта (в пределах указанной нормы – не более 1 дБ), специального контроля нестабильности входного сопротивления в аппаратуре не предусмотрено, поэтому в дальнейшем в рамках настоящей книги изменения данного параметра учтены в изменении затухания линии.

2.1.6 Аппаратура при максимальной мощности передатчика рассчитана на работу при затухании линии в пределах от 12 до 60 дБ (при уровне помех ниже чувствительности). При меньшем затухании (свойственным коротким линиям) к входным цепям аппаратуры подключается встроенный аттенюатор (удлинитель), обеспечивающий постоянное ослабление сигнала на величину 20 – 21 дБ (страница «Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход»). Подключение удлинителя производится программным способом на этапе пусконаладочных работ.

2.1.7 Для автоматического контроля параметров линии в аппаратуре устанавливаются пороги, которые рассчитываются при помощи следующих расчетных величин:

- рабочее затухание линии ( $a_{\text{раб.}}$ , дБ);
- максимальное затухание линии ( $a_{\text{макс.}}$ , дБ);
- номинальный уровень помех ( $p_{\text{ном.}}$ , дБм);
- максимальный уровень помех ( $p_{\text{макс.}}$ , дБм).

Значения  $a_{\text{раб.}}$ ,  $p_{\text{ном.}}$  определяются на этапе пусконаладочных работ по методике части 10 руководства (РЭ9) в нормальном состоянии линии связи, то есть при:

- погоде без осадков;
- отсутствии гололедно-изморозевых отложений (ГИО) на проводах ЛЭП;
- отсутствии переключений высоковольтного оборудования вблизи линии связи.

Значения  $a_{\text{макс.}}$ ,  $p_{\text{макс.}}$  уточняются средствами самой аппаратуры в процессе эксплуатации при помощи выборочного мониторинга параметров «Уровень ОС на приеме», «Уровень ОС/шум» на странице «Администрирование: мониторинг параметров: графики», либо по желанию потребителя независимыми средствами измерений. При первом запуске данные параметры устанавливаются согласно проектной документации.

Средства автоматического контроля выдают сигнал АВАРИЯ и/или ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ при критичных изменениях параметров линии, ухудшающих качество функционирования каналов (3.1.6, 3.1.7).

Фактический запас по затуханию,  $a_{зап.}$ , рассчитывается отдельно для ОС и сигнала команды двумя способами параллельно: по уровню чувствительности и по уровню помех в соответствии с формулами (2.1) и (2.2).

$$a_{зап.} \text{ (дБ)} = L_{ПРД} - p_{ч.} - a_{макс.} \quad (2.1)$$

$$a_{зап.} \text{ (дБ)} = L_{ПРД} - p_{макс.} - a_{макс.} \quad (2.2)$$

где  $L_{ПРД}$  (дБм) – уровень передачи ОС или уровень передачи сигнала команды за вычетом 22 дБ;

$p_{ч.}$  (дБм) – уровень чувствительности приемника, равный минус 20 дБм;

$a_{макс.}$  (дБ) – максимальное затухание линии;

$p_{макс.}$  (дБм) – уровень помех в полосе сигнала 4 кГц.

Уровень помех  $p_{макс.}$  в полосе 4 кГц пересчитывается относительно измеренного уровня  $p_{изм.}$  в полосе  $\Delta f$  согласно формуле (2.3).

$$p_{макс.} \text{ (дБм)} = p_{изм.} + 10 \lg (4,0 / \Delta f) \quad (2.3)$$

где  $p_{изм.}$  (дБм) – измеренный уровень помех;

$\Delta f$  (кГц) – полоса измерения помех.

Все вычисленные значения запаса по затуханию должны быть больше нуля. При несоответствии норме необходимо исследование состояния линии с проведением анализа причин и устранение несоответствий.

При плановом техническом обслуживании с периодичностью, указанной в части 10 руководства (РЭ9), проводятся повторные измерения, в результате которых могут быть пересмотрены расчетные значения параметров линии и значения порогов.

#### Эксплуатационные ограничения:

1. Входное сопротивление линии не должно выходить за пределы установленной нормы от 18 до 210 Ом при несимметричном подключении и от 65 до 210 Ом – при симметричном подключении.

2. Запрещается эксплуатация аппаратуры с отрицательным фактическим запасом по перекрываемому затуханию.

## **2.2 Подключение по оптическому кабелю**

Подключение аппаратуры к линии связи, организованной по оптическому кабелю, осуществляется через оптический интерфейс, который представляет собой сменный модуль SFP. Модуль устанавливается в процессе пусконаладочных работ в блок РЗПА. Параметры модулей в составе аппаратуры выбираются на этапе проектирования в зависимости от параметров оптического кабеля: длины и типа волокна.

Подключаемый к аппаратуре мультиплексор должен поддерживать технологию PDH. Оптический интерфейс мультиплексора, подключаемый к устройству АКСТ-Ц5, должен поддерживать линейный код NRZ или CMI и скорость 2 Мбит/с.

## **2.3 Подключение по медному кабелю**

Подключение устройств по медному кабелю для вывода сигналов ТФ, ТМ и ПД (см. 1.2) подробнее описано в книге 2 части 2 руководства (РЭ1.2).

### 3 Типовые конфигурации каналов

В данном разделе перечислены типовые конфигурации канала передачи ДС команд РЗ и ПА в базисной полосе 4 кГц, в том числе при комбинированном использовании указанной полосы с каналами ТФ, ТМ и ПД в режиме с ЧРС и ВРС.

#### 3.1 Конфигурации каналов по ЛЭП, контроль функционирования, расчет порогов

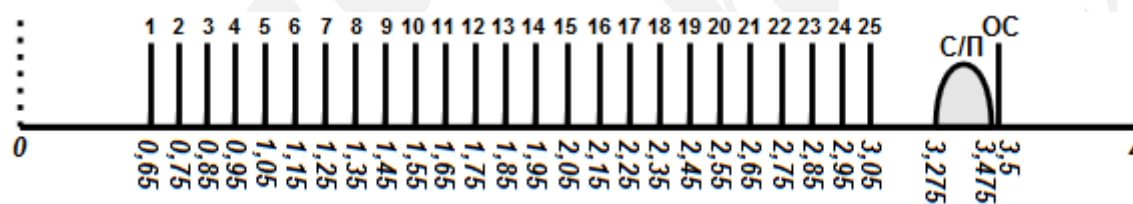
##### 3.1.1 Распределение спектра

3.1.1.1 Спектр рабочей полосы передачи/приема задается программно в блоке РЗПА.

Центральные частоты РЗПА устанавливаются параметрами:

- «Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: центральная частота»;
- «Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: центральная частота».

3.1.1.2 Каждый блок РЗПА может быть запрограммирован на полосу шириной 4 или 2 кГц по передаче и приему. Конфигурации канала в базисной полосе 2 кГц даны в части 8 руководства (РЭ7). Частоты команд при прямом формировании спектра приведены на рисунке 3.1.



1–24 – сигналы команд с 1-й по 24-ю

25 – сигнал тестовой команды

С/П – частотный интервал для контроля отношения С/П (зона тишины)

ОС – охранный сигнал

Рисунок 3.1 Распределение сигналов передатчика в спектре базисной полосы частот 4 кГц

Типовые варианты использования спектра базисной полосы 4 кГц приведены в таблице 3.1. В таблице приведен перечень наиболее востребованных конфигураций при прямом и инверсном формировании спектра. Тип формирования спектра задается параметрами:

- «Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: спектр»;
- «Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: спектр».

Конфигурации 1 – 5 реализуются при помощи одного блока РЗПА (без БОС), при этом к пользовательскому интерфейсу RS-232C подключается последний из модемов FSK. Остальные каналы ТМ по мере надобности используются для технологических целей.

В комбинированных с РЗПА каналах передача сигналов ТФ организуется только в режиме с ВРС.

Количество модемов и характеристики модемов определяются на этапе проектирования.

Таблица 3.1 Типовые варианты использования спектра базисной полосы 4 кГц

№ и обозначение типовой конфигурации канала	Метод разделе- ния сигналов	Спектр сигналов в базисной полосе (от 0 до 4,0 кГц)	
		прямой	инверсный
1. РЗПА			
2. РЗПА + ТМ (2x600 бит/с)	ЧРС		
3. РЗПА + ТМ (3x300 бит/с)	ЧРС		
4. РЗПА + ТМ (4x200 бит/с)	ЧРС		
5. РЗПА + ТМ (4x100 бит/с)	ЧРС		
6. РЗПА + КЧ + ТМ (2x600 бит/с)	ЧРС		
7. РЗПА + КЧ + ТМ (3x300 бит/с)	ЧРС		
8. РЗПА + КЧ + ТМ (4x200 бит/с)	ЧРС		
9. РЗПА + КЧ + ТМ (6x100 бит/с)	ЧРС		
10. РЗПА + КЧ + ЦП (в полосе 2,9 кГц)	ВРС		
11. РЗПА + ЦП (в полосе 3,2 кГц)	ВРС		

Условные обозначения:  
 ..... – крайние частоты базисной полосы 0 и 4 кГц;  
 ----- – центральная частота базисной полосы 2 кГц;  
 – область команд (показана только в конфигурации без сигналов ТМ и ЦП);  
 – охранный сигнал канала передачи/приема ДС команд РЗ и ПА с полосой контроля отношения С/П;  
 – сигнал(ы) контрольной частоты (КЧ); при организации технологического канала используется дополнительная частота на 40 Гц выше относительно основной;  
 – сигналы встроенных модемов ТМ (FSK) в режиме ЧРС, представленные нижней и верхней характеристической частотой; ширины полос, занимаемые модемами, приведены в книге 1 части 3 руководства (РЭ2.1);  
 – сигналы цифрового потока в режиме ВРС, организованного встроенным синхронным модемом, с указанием крайних частот, несущей частоты, занимающей центральное положение в полосе ЦП.

3.1.1.3 Гибкость конфигурирования спектра обеспечена следующими программными возможностями аппаратуры:

а) установка центральной частоты канала с шагом 1 кГц в параметрах: «*Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: центральная частота*», «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: центральная частота*»);

б) установка частоты ОС с шагом 1 Гц, «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: частота ОС*»;

в) установка полосы измерения 200 Гц отношения С/П в пределах базисной полосы с шагом 1 Гц в параметре: «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: центральная частота полосы измерения шума*»;

г) отключение передачи и приема части команд на странице «*Настройка: РЗПА: коммутация команд*»;

д) автоподбор ширины полосы сигнала ЦП при установке максимальной ширины в параметрах: «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее: модулятор: ширина модема*», «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее: демодулятор: ширина модема*»; шаг установки – 1 Гц;

е) установка несущей частоты синхронного модема (центральной частоты ЦП) в параметрах: «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее: модулятор: смещение частоты несущей*», «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее: демодулятор: смещение частоты несущей*»; шаг установки – 1 Гц.

3.1.1.4 Особые требования при смежном расположении полос передачи и приема отсутствуют.

3.1.1.5 Отключение передачи сигналов ТМ и ЦП (или их части) производится в коммутаторе БОС на странице «*Настройка: БОС: передатчики каналов*». Индивидуальное отключение модемов FSK производится при помощи параметра «*Настройка: БОС: FSK-модемы: модулятор: коммутатор входа*» или «*Настройка: РЗПА: коммутация интерфейсов: коммутация входов FSK*», отключение синхронного модема – в параметре «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее: модулятор: режим*».

3.1.1.6 Типовые настройки модемов FSK приведены на странице «*Настройка: БОС: FSK-модемы*» книги 2 части 5 руководства (РЭ4.2) и «*Настройка: РЗПА: FSK-модемы*» книги 2 части 6 руководства (РЭ5.2). Количество отображаемых FSK-модемов на один БОС устанавливается заводом-изготовителем в соответствующем параметре на странице «*Администрирование*». Данный параметр может быть изменен на этапе наладки или эксплуатации пользователем с правами доступа администратора.

Типовые настройки синхронного модема приведены на странице «*Настройка: БОС: синхронный модем: общее*» книги 2 части 5 руководства (РЭ4.2). В параметре «*Режим*» может быть задана полоса в пределах базисной полосы 4 кГц, либо полоса в пределах рабочей полосы БОС от 4 до 12 кГц.

3.1.1.7 Максимальная ширина канала передачи/приема ДС команд РЗ и ПА, организуемого одним блоком РЗПА, 4 кГц. При совместном использовании спектра (типовые конфигурации 6 – 11), выделяемого для работы каналов БОС и блока РЗПА, действуют дополнительные требования по размещению сигналов:

а) характеристические частоты канала ТМ (в режиме ЧРС) и несущей частоты канала ЦП должны размещаться строго на средней частоте интервала между соседними командами, либо отстоять не менее чем на 100 Гц относительно ближайшей команды;

б) полоса, занимаемая каналом ТМ (в режиме ЧРС) или каналом ЦП, должна отстоять не менее чем на 200 Гц относительно охранного сигнала и 75 Гц относительно полосы контроля отношения С/П.

Эксплуатационные ограничения:

1. Не допускается совмещение в спектре одного канала передачи/приема сигналов ТФ (в режиме ЧРС) и ДС команд РЗ и ПА.
2. Все изменения по инициативе потребителя частот в канале, совмещаемом с передачей/приемом ДС команд РЗ и ПА, должны быть согласованы с изготовителем и производиться на выведенной из работы аппаратуре.

3.1.1.8 При выпуске аппаратуры с целью достижения максимального качества функционирования каналов и улучшения их характеристик изготовитель с согласования заказчика оставляет за собой право изменить расположение сигналов в пределах отведенной полосы блока РЗПА.

**3.1.1 Номинальные уровни передачи**

3.1.2 Номинальная выходная мощность сигналов в диапазоне частот от 16 до 1000 кГц на ВЧ выходе аппаратуры ( $P_n$ ) и в каждом канале ( $P_k$ ) устанавливается программными средствами и при выпуске аппаратуры соответствует нормам, приведенным в таблице 3.2. В общем случае мощность в каждом канале определяется по формуле (3.1).

$$P_k (\text{дБм}) = P_n (\text{дБм}) - 20 \lg n, \quad (3.1)$$

где  $n$  – количество каналов в аппаратуре.

Т а б л и ц а 3.2 Номинальная мощность в каналах

Номинальная мощность аппаратуры $P_n$ , Вт / дБм	Частотный диапазон, кГц	Номинальная мощность канала, $P_k$ , дБм <sup>1)</sup> , 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

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

3.1.3 Уровни сигналов КЧ, ТМ, сигналов ЦП, устанавливаемых на ВЧ выходе с допуском  $\pm 0,5$  дБ, следующие:

а) в каналах, совмещаемых с блоком РЗПА, ниже уровня в канале на величину, указанную в таблице 3.3;

б) в каналах аппаратуры УПАСК ниже уровня в канале на величину, указанную в таблице 3.4.

Таблица 3.3 Занижение уровней сигналов в каналах, совмещаемых с блоком РЗПА

Типовая конфигурация канала	Метод разделения сигналов	Занижение уровня сигнала, дБ, в подканалах			
		ЦП <sup>1)</sup>	ОС	КЧ <sup>2)</sup>	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	–	–

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

<sup>2)</sup> На предприятии-изготовителе устанавливается типовое значение КЧ 120 Гц. Нормируемый уровень распространяется на технологический канал, дополнительная частота в котором устанавливается 160 Гц.

Таблица 3.4 Занижение уровней сигналов в каналах аппаратуры УПАСК по ЛЭП

Типовая конфигурация канала	Занижение уровня сигнала, дБ, в подканалах	
	ОС	ТМ
РЗПА*	6	–
РЗПА + ТМ (2x600 бит/с)	6	19
РЗПА + ТМ (3x300 бит/с)	6	22
РЗПА + ТМ (4x200 бит/с)	6	25
РЗПА + ТМ (4x100 бит/с)	6	25

\* Для симплексных каналов.



3.1.3.2 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 3.2, увеличенному на величину уровня форсирования из таблицы 3.5, 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 3.5 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.

Количество отключаемых каналов и уровень форсирования могут быть изменены в процессе эксплуатации с помощью настроек «Настройка: БОС: передатчики каналов: Выкл при форс.» и «Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: уровень форсирования команд» соответственно.

Для определения необходимого количества отключаемых каналов сначала по формуле (3.2) рассчитывается достаточный уровень форсирования.

$$P_{\text{форс}} \text{ (дБм)} = p_{\text{макс.}} + 6 + a_{\text{макс.}} + 22 - P_{\text{к}} \quad (3.2)$$

где  $p_{\text{макс.}}$  (дБм) – уровень помех в базисной полосе приема 4 кГц;

6 дБ – запас по шуму для уверенного детектирования сигнала команды;

$a_{\text{макс.}}$  (дБ) – максимальное затухание линии (см. 2.1.7) в состоянии отсутствия КЗ;

22 дБ – прирост затухания линии при КЗ;

$P_{\text{к}}$  (дБм) – номинальный уровень канала в соответствии с таблицей 3.2.

При получении отрицательного значения по формуле (3.2) уровень форсирования следует считать нулевым.

Далее по таблице 3.5 определяется количество отключаемых каналов. При получении большего количества отключаемых каналов относительно общего количества в аппаратуре, следует говорить о недостаточном запасе по перекрываемому затуханию. В этом случае уровень форсирования выбирают по таблице 3.5 для существующего числа каналов в аппаратуре, обращаются за консультацией в сервисном центре.

Для команд, не принимаемых при КЗ, (кратко «команды без КЗ») форсирование отключают на странице «Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: команды».

3.1.4 На этапе пусконаладочных работ, а также в процессе эксплуатации, возможна подстройка уровней передачи отдельных сигналов: ОС, КЧ, ТМ и ЦП для увеличения помехозащищенности наиболее приоритетных каналов за счет ее снижения у других каналов.

Для этого повышают уровень передачи высокоприоритетных каналов и понижают уровень передачи низкоприоритетных каналов. При этом следует проконтролировать, чтобы

сумма уровней в Вольтах не увеличилась. Уровни частот регулируются по методикам, приведенным в книге 1 части 6 руководства (РЭ5.1).

3.1.4.1 Длительность передачи сигналов команд, «следающий» режим устанавливается на странице «*Настройка: РЗПА: передатчик: ВЧ выход: команды*», при выпуске аппаратуры значение длительности устанавливается 50 мс, «следающий» режим отключается. Во время эксплуатации вышеперечисленные параметры могут быть изменены для каждой команды индивидуально. Рекомендуется длительность передачи сигнала команды устанавливать в два раза больше максимального времени передачи через тракт.

Эксплуатационные ограничения:

- 1) Недопустимо превышение уровня форсирования для соответствующего числа отключаемых каналов значения, указанного в таблице 3.5.
- 2) Количество отключаемых каналов не должно быть менее указанного в таблице 3.5 для соответствующего уровня форсирования.
- 3) Длительность передачи сигнала команды должна быть больше максимального времени передачи через тракт.
- 4) Изменения по инициативе потребителя уровней сигналов на ВЧ выходе аппаратуры, имеющей в составе оборудование передачи/приема ДС команд РЗ и ПА, должны быть согласованы с изготовителем и производиться на выведенной из работы аппаратуре.

### 3.1.5 *Настройка приемника*

3.1.5.1 В приемнике на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ выход*» аналогично передатчику заданы центральная частота канала, частота ОС и спектр. Чувствительность приемника устанавливается изготовителем минус 20 дБм. При приёмном уровне сигнала команды на 3 дБ ниже уровня, соответствующего чувствительности по сигналу команд, команды не принимаются.

3.1.5.2 «Загрубление» чувствительности по сигналу команды регулируется на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ выход*» от 0 до 22 дБ с шагом 1 дБ в параметрах:

- «*Загрубление чувствительности*» – для всех сигналов команд;
- «*Загрубление чувствительности для команд без КЗ*» – для выбранных команд.

Команды, не принимаемые при КЗ, могут быть выбраны произвольно по желанию потребителя на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: команды*».

«Загрубление» чувствительности по ОС регулируется параметром «*Порог ОС*».

3.1.5.3 Функции и задержки приема команд устанавливаются на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: команды*» по желанию потребителя.

3.1.5.4 В приемнике программно реализованы измерители:

- входного уровня ОС;
- уровня помех;
- отношения С/П.

По входному уровню ОС определяют текущее затухание тракта, вычитая указанный уровень из уровня передачи на ВЧ выходе.

Показания измерителя на странице «*Контроль*» выводятся с перерасчетом для базисной полосы частот 4 кГц.

3.1.5.5 Типовые параметры блокировки на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ выход*»:

- интервал ожидания команды – 200 мс;
- выдержка времени на блокировку при приёме сигнала команды вместе с ОС – 1000 мс;
- выдержка времени на АВРИЮ – 5000 мс.

Примечание – Регулировка вышеперечисленных параметров предусмотрена только в случае изменений на них норм в нормативных документах эксплуатирующей организации.

3.1.5.6 Режим автопуска включается на необслуживаемых объектах. Параметры «*Задержка автопуска при включении*» и «*Задержка автопуска при аварии*» устанавливаются на странице «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ выход*» по желанию потребителя.

При выпуске аппаратуры режим автопуска отключен, в вышеперечисленных параметрах установлено значение «0».

### 3.1.6 Параметры автоматического контроля состояния канала

Автоматический контроль состояния канала обеспечивается средствами, указанными в таблице 3.6, путем сравнения текущих показаний измеряемых параметров с пороговыми значениями, при переходе через которые система автоматического контроля выдает сигнал АВАРИЯ или ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ (на блок ВДС).

Т а б л и ц а 3.6 Перечень средств автоматического контроля канала (линии связи)

Компонент контроля	Контролируемые характеристики канала	
	Входной уровень ОС (затухание)	Отношение С/П
<b>Количественная оценка:</b>		
Контролируемый параметр	«Уровень ОС на ВЧ входе»	«Уровень ОС/шум»
Порог на ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	«Порог ОС на предупреждение»	«Порог ОС/шум на предупреждение»
Порог на АВАРИЮ	«Порог ОС»	«Порог ОС/шум на аварию»
<b>Качественная оценка:</b>		
Контролируемый параметр	Наличие ОС	—
Критическое значение	Отсутствие ОС	—

Для визуального контроля на соответствующей странице выводятся значения всех вышеперечисленных параметров, вычисляется запас по уровню ОС и отношению С/П («Запас ОС», «Запас ОС/шум»).

### 3.1.7 Расчет «загрубления» чувствительности и порогов

3.1.7.1 «Загрубление» чувствительности приемника по сигналу команды рассчитывается по формуле (3.3).

$$P_{\text{загруб.}} (\text{дБ}) = p_{\text{ч.}} - 3 - P_{\text{к.}} - P_{\text{форс}} + a_{\text{макс.}} + 22 \quad (3.3)$$

где  $p_{\text{ч.}}$  (дБм) – уровень чувствительности приемника, равный минус 20 дБм;

3 дБ – запас по затуханию на неравномерность АЧХ;

$P_{\text{к.}}$  (дБм) – номинальный уровень передачи в канале;

$P_{\text{форс}}$  (дБ) – уровень форсирования;

$a_{\text{макс.}}$  (дБ) – максимальное затухание линии (см. 2.1.7) в состоянии отсутствия КЗ;

22 дБ – прирост затухания линии при КЗ.

Полученное по формуле (3.3) положительное значение устанавливается на странице «Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход», при отрицательных значениях «загрубления» следует обратиться в сервисный центр.

Если измерения максимального затухания ( $a_{\text{макс.}}$ ) не проводились, его следует рассчитать по формуле (3.4).

$$a_{\text{макс.}} (\text{дБ}) = a_{\text{раб.}} + \Delta a_{\text{гол.}} \quad (3.4)$$

где  $a_{\text{раб.}}$  (дБ) – рабочее затухание (среднее в канале),

$\Delta a_{\text{гол.}}$  (дБ) – прирост затухания при ГИО по СТО 56947007-33.060.40.045, но не менее 9 дБ.

Для команд, не принимаемых при КЗ, с учетом отключенного форсирования по 3.1.3.2 «загрубление» чувствительности устанавливается по формуле (3.5).

$$P_{\text{загруб.}} (\text{дБ}) = p_{\text{ч.}} - 3 - P_{\text{к.}} + a_{\text{макс.}} \quad (3.5)$$

где  $p_{\text{ч.}}$  (дБм) – уровень чувствительности приемника, равный минус 20 дБм;

3 дБ – запас по затуханию на неравномерность АЧХ;

$P_{\text{к.}}$  (дБм) – номинальный уровень передачи в канале;

$a_{\text{макс.}}$  (дБ) – максимальное затухание линии (см. 2.1.7) в состоянии отсутствия КЗ.

При неравномерности АЧХ более 3 дБ следует получить консультацию в сервисном центре.

3.1.7.2 Порог ОС устанавливается по формуле (3.6).

$$a_{\text{ос}} (\text{дБм}) = P_{\text{ос}} - a_{\text{макс.}} - 3 \quad (3.6)$$

где  $P_{\text{ос}}$  (дБм) – уровень передачи ОС;

$a_{\text{макс.}}$  (дБ) – максимальное затухание линии (см. 2.1.7) в состоянии отсутствия КЗ;

3 дБ – запас по затуханию на неравномерность АЧХ.

3.1.7.3 Порог ОС на предупреждение устанавливается на 6 дБ выше значения, рассчитанного по формуле (3.6).

3.1.7.4 «Порог ОС/шум» устанавливается равным 4 дБ, «Порог ОС/шум на предупреждение» – 10 дБ.

Установка вышеприведенных порогов, а также «загрубления» чувствительности, производится по методикам, описанных в книге 1 части 6 руководства (РЭ5.1).

### 3.1.8 Осциллографирование

На странице «*Настройка: РЗПА: приемник: ВЧ вход: управление осциллограммами*» выбираются события, по которым ведется запись входного сигнала.

Заводская настройка событий:

- «по пропаданию ОС»;
- «по приему команды»;
- «по приему сигнала команды вместе с ОС».

При случае частых пропаданий ОС, возникающих вследствие неблагоприятных условий на линии, запись осциллограмм по событию пропадания ОС рекомендуется отключить.

## 3.2 Конфигурации каналов по оптическому кабелю, контроль функционирования

3.2.1 На странице «*Настройка: РЗПА: коммутация команд*» устанавливается коммутация «ДВ-ВОЛС» и «ВОЛС-ДВ», для всех команд или выборочно.

При транзите каналов по схемам рисунков 1.2, 1.5 – 1.7, 1.8а), 1.9, 1.12, 1.13 на устройствах АКСТ-ЦЗ (или АКСТ-Ц1) параллельно вышеуказанной используется коммутация «ВЧ-ВОЛС» и «ВОЛС-ВЧ».

3.2.2 Контроль состояния ОК осуществляется встроенными средствами модулей SFP с выводом сигнала АВАРИЯ при его отсутствии.

3.2.3 Блокировка приема сигналов команд в действующем ОК не предусмотрена, кроме использования в комбинированном канале ЛЭП + ОК.

3.2.4 Прием из ОК функционирует только в режиме автопуска.

## 3.3 Интерфейсы подключения оборудования РЗА и ТМ

### 3.3.1 Типовые настройки дискретных входов

При выпуске аппаратуры задержки начала передачи команд выключены, задержка на возврат ДВ приемника – 500 мс.

В качестве дополнительной возможности для ДВ приемника реализован режим «*Замыкание до СБРОС*», обеспечивающий запоминание состояния ДВ после приема команды и действующий до момента нажатия кнопки СБРОС.

Во время эксплуатации вышеперечисленные параметры могут быть изменены индивидуально для каждой команды (см. страницы «*Настройка: РЗПА: передатчик: дискретные входы*», «*Настройка: РЗПА: приемник: дискретные входы*»).

### 3.3.2 Типовые настройки интерфейса RS-232C блока РЗПА

Настройка интерфейса RS-232C блока РЗПА заключается в установке скорости соответствующего встроенного в блок модема FSK на странице «*Настройка: РЗПА: настройка интерфейсов и служб*».

**ВНИМАНИЕ!** Изменение скорости модема влечет автоматическую перестройку его характеристических частот, что может нарушить работу канала.

Эксплуатационные ограничения:

Изменения по инициативе потребителя скорости встроенного в блок РЗПА модема, должны быть согласованы с изготовителем и производиться на выведенной из работы аппаратуре.

**3.3.3 Настройка внутренних интерфейсов блока РЗПА**

На рисунке 3.2 показан пример применения коммутации внутренних интерфейсов блока РЗПА, при котором обеспечивается работа технологических каналов с целью функционирования осциллографирования, удаленного мониторинга и управления (на рисунке кратко «удаленное управление»).

№	Интерфейс	Источник	
<b>Коммутация цифровых выходов</b>			
1	UART 1 БУКС	Осциллограммы 1	← Сохранение осциллограмм на устройстве А
2	UART 2 БУКС	FSK 1	← Удаленное управление устройством Б
3	UART 3 БУКС	UART 2 ВОЛС	← Удаленное управление устройством В
4	UART 4 БУКС	Нет	
5	UART 1 ВОЛС	Осциллограммы 2	← Передача осциллограмм на устройство В
6	UART 2 ВОЛС	UART 3 БУКС	← Удаленное управление устройством А со стороны устройства В
7	UART 3 ВОЛС	FSK 3	← Удаленное управление устройством В со стороны устройства Б (транзит)
8	UART 4 ВОЛС	Нет	
<b>Коммутация входов FSK</b>			
1	FSK 1	UART 2 БУКС	← Удаленное управление устройством А со стороны устройства Б
2	FSK 2	Осциллограммы 3	← Передача осциллограмм на устройство Б
3	FSK 3	UART 3 ВОЛС	← Удаленное управление устройством Б со стороны устройства В (транзит)
4	FSK 4	RS232	← Передача сигналов ТМ по интерфейсу RS-232С
<b>Коммутация входов осциллограмм</b>			
1	Осциллограммы 1	UART 1 БУКС	← Получение подтверждений от БУКС устройства А
2	Осциллограммы 2	UART 1 ВОЛС	← Получение подтверждений от БУКС устройства В
3	Осциллограммы 3	FSK 2	← Получение подтверждений от БУКС устройства Б
4	Осциллограммы 4	Нет	

Рисунок 3.2 Пример коммутации внутренних интерфейсов блока РЗПА на устройстве А, см. схему рисунка 1.5а)

Настройка коммутации осуществляется на странице «Настройка: РЗПА: коммутация интерфейсов» в зависимости от варианта устройства АКСТ-Ц и схемы включения. На рисунке 3.2 приведены настройки устройства АКСТ-Ц3, установленного на объекте А.

Для устройств АКСТ-Ц3, включенных по схеме рисунка 1.1а), отсутствует коммутация «UART ВОЛС». Для устройств АКСТ-Ц1 и АКСТ-Ц5 отсутствует коммутация к модемам FSK (для устройств АКСТ-Ц1 ввиду организации технологических каналов в блоках БОС).

### 3.3.4 Типовые настройки интерфейса сигнализации

Настройки функционирования сигнализации блока ВДС расположены на странице «Настройка: РЗПА: сигнализация».

Вывод аварийных сигналов должен быть скоммутирован на нормально замкнутый выход «СИГН.1».

Остальные сигналы потребитель вправе настроить, исходя из особенностей организации системы мониторинга энергообъекта.

При выпуске аппаратуры вывод предупредительных сигналов осуществляется на реле «СИГН.2», передача и прием сигналов команд – на реле «СИГН.3» и «СИГН.4» соответственно, общая сигнализация прохождения команд – на реле «СИГН.5». Для всех видов сигнализации устанавливается «следящий» режим работы с задержкой на возврат 1000 мс.

**Примечание** – Настройка функционирования сигнализации блока БУКС не предусмотрена.

#### Эксплуатационные ограничения:

Не допустима эксплуатация аппаратуры при отсутствии вывода аварийных и предупредительных сигналов в систему мониторинга за состоянием оборудования энергообъекта.

## 3.4 Петлевой тест

### 3.4.1 Схемы включения

Петлевой тест организуется по желанию потребителя в каждом дуплексном канале (4/4 кГц) между двумя оконечными устройствами. Одно из данных устройств, с которого ведется запуск теста и анализ результатов, выбирается активным (предпочтительно обслуживаемая подстанция). Во время эксплуатации возможен перенос активации теста с первого на второе оконечное устройство. Схемы включения самотестирования приведены на рисунке 3.3.

Петлевой тест не функционирует в симплексных каналах, в том числе организованных с применением устройств АКСТ-Ц4, см. схемы на рисунках 1.16), 1.8.

Допускается в одном канале параллельная активация петлевого теста с обоих концов.

#### Эксплуатационные ограничения:

Не рекомендуется активация петлевого теста на промежуточном устройстве.

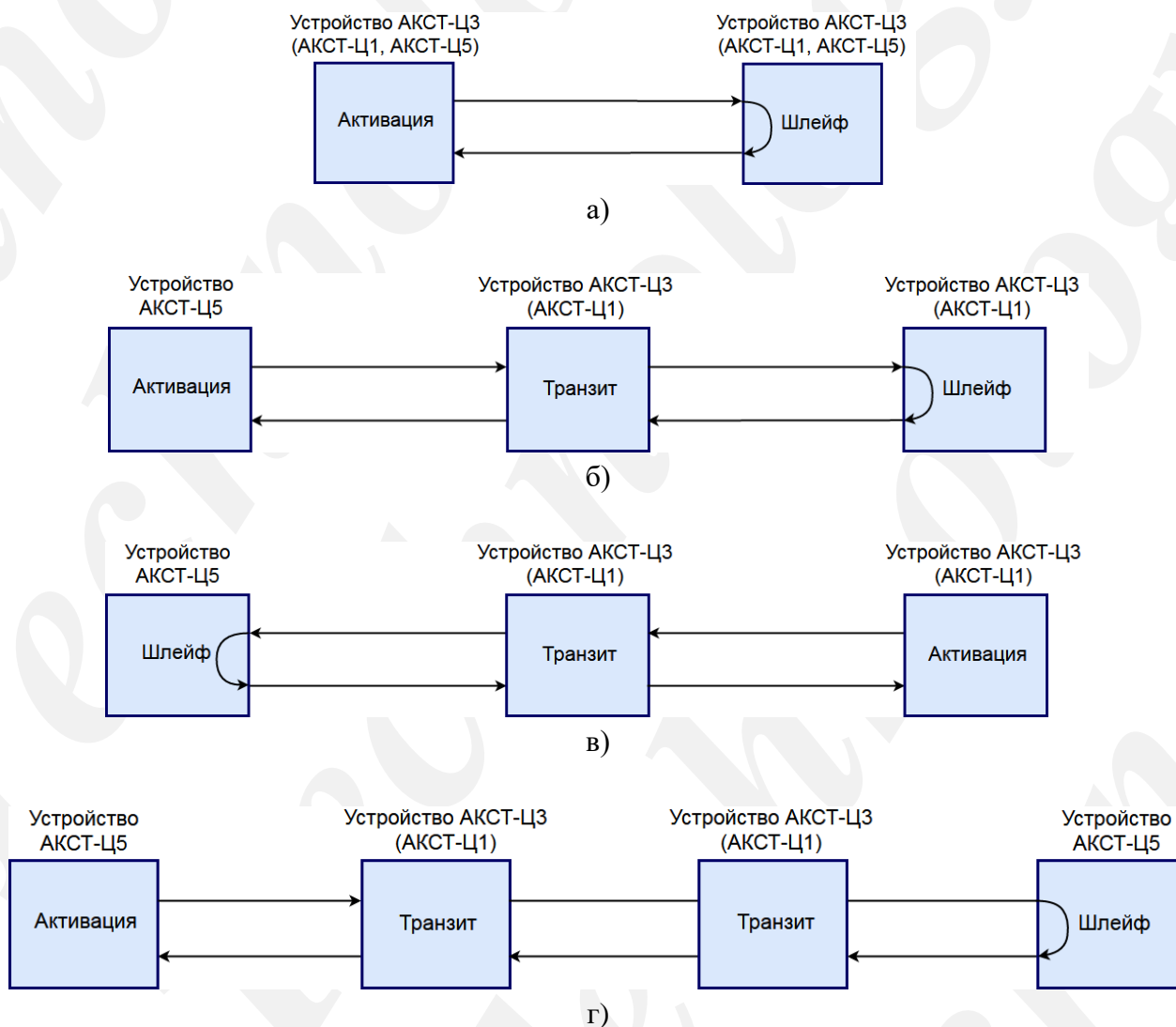


Рисунок 3.3 Схемы включения самотестирования

- а) между двумя оконечными устройствами
- б) между двумя оконечными устройствами с транзитом через одно промежуточное устройство с активацией теста на устройстве АКСТ-Ц5
- в) между двумя оконечными устройствами с транзитом через одно промежуточное устройство с активацией теста на устройстве АКСТ-Ц3 (АКСТ-Ц1)
- г) между двумя оконечными устройствами с транзитом через два промежуточных устройства

### 3.4.2 Типовые настройки

Настройки петлевого теста расположены на странице «*Настройка: РЗПА*». На оконечных устройствах АКСТ-Ц устанавливается режим коммутации «*Шлейф ВЧ*» (АКСТ-Ц1, АКСТ-Ц3) или «*Шлейф ВОЛС*» (АКСТ-Ц5), на промежуточных устройствах – «*Транзит ВЧ ↔ ВОЛС*». Интервал активации петлевого теста устанавливается по желанию заказчика, производителем рекомендуется устанавливать трехчасовой интервал самотестирования.



### 3.5 Конфигурации каналов в симплексном режиме

В симплексном режиме конфигурации каналов соответствуют вышеперечисленным лишь с той разницей, что на передающем устройстве отключается приемник, а на принимающем – передатчик блока РЗПА. Выключается петлевой тест. Отключение производится программно на странице «*Настройка: РЗПА*».

На странице «*Настройка: РЗПА: коммутация команд*» отключается коммутация для соответствующего направления передачи.

### 3.6 Особенности конфигурации транзитных устройств АКСТ-Ц, устанавливаемых на промежуточных пунктах

При организации каналов по схемам рисунков 1.5, 1.6, 1.12 на транзитных устройствах АКСТ-Ц без выделения сигналов команд на промежуточном пункте возможна установка программного запрета на обработку срабатываний кнопок СБРОС и ПУСК, а также на вывод индикации команд на блоке РЗПА. Запрет устанавливается в аппаратуре необслуживаемых подстанций, в остальных случаях по желанию потребителя.

При установленном запрете на срабатывание кнопок и индикации обслуживание канала переносится на вынесенное устройство РЗПА (АКСТ-Ц5). Индикаторы ОС, АВАР и ПРЕД транзитного устройства переходят на упрощенный режим работы: ОС непрерывно зеленый – НОРМА, АВАР непрерывно красный – сигнал аварии, ПРЕД непрерывно желтый – сигнал предупреждения. Индикация вынесенного устройства переходит в режим работы, как для транзитного устройства до установки запрета.

#### Эксплуатационные ограничения:

Не рекомендуется установка запрета на срабатывание кнопок и индикации в устройствах с выводом команд на встроенный блок ВДС.

## 4 Организация внешнего электропитания

### 4.1 Типовые схемы

4.1.1 Аппаратура осуществляет питание от сети постоянного тока 220 или 110 В, а также от внешних аккумуляторных батарей номинальным напряжением 60 или 48 В. Допускается электропитание от сети переменного тока 220 В, 50 Гц.

4.1.2 Каждое устройство в составе аппаратуры имеет один или два, идентичных по исполнению, блока питания (БП), один из которых выполняет роль основного, другой – резервного. Электропитание может быть подано независимо на любые разъемы БП:

- « $\approx 110 - 220$  В» от сети постоянного тока 220 или 110 В, либо переменного тока 220 В;
- «АКБ 48 – 60 В» от внешней аккумуляторной батареи 60 или 48 В.

Устройство АКСТ-Ц функционирует при наличии питания хотя бы от одного внешнего источника.

4.1.3 Электропитание устройств вариантов исполнения АКСТ-Ц1, АКСТ-Ц3, АКСТ-Ц4, АКСТ-Ц5 осуществляется от двух БП. Для обеспечения резервирования электропитания блоки БП подключаются к разным фидерам, а также, при необходимости, к аккумуляторным батареям. Примеры схем электропитания приведены на рисунке 4.1.

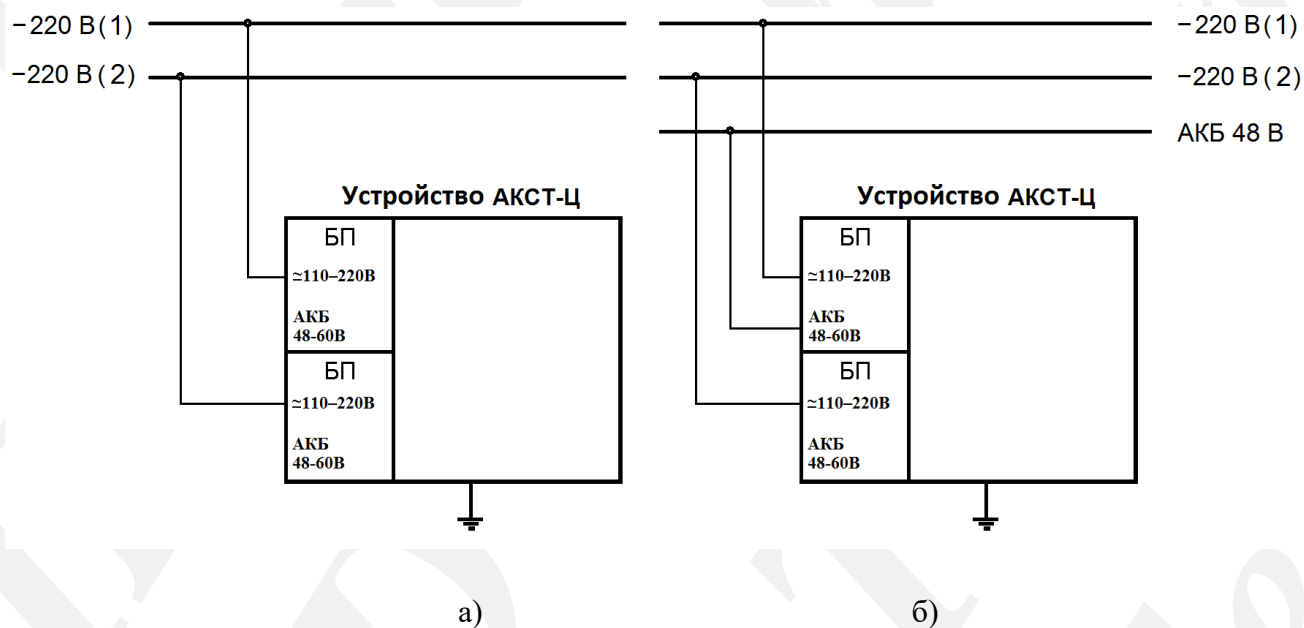


Рисунок 4.1 Примеры организации электропитания

а) с резервированием

б) с двойным резервированием

### 4.2 Требования к переключателям

Подача внешнего питания должна производиться с помощью переключателей номинальным током не менее 4 А и токовой характеристикой типа «С».

## 5 Классификация режимов работы аппаратуры

- 1) **Нормальный режим работы:** В нормальном режиме работы выполняются установленные требования к аппаратуре по надежности и качеству.
- 2) **Вынужденный режим работы:** Вынужденный режим работы отличается наличием одного или нескольких факторов:
  - снижение части требований по качеству;
  - снижение части требований по надежности;
  - ограниченная длительность работы;
  - повышение вероятности возникновения аварии.Основными причинами вынужденного режима являются:
  - действие взаимоисключающих режимов работы (отключение передачи сигналов ТФ, ТМ, ПД при передаче команд);
  - ухудшение условий на линии связи;
  - незначительная неисправность собственного оборудования аппаратуры;
  - нарушение условий эксплуатации.
- 3) **Аварийный режим:** Полная неработоспособность собственного оборудования аппаратуры по причине критических условий работы или неисправности. Подлежит устранению путем вмешательства оперативно-ремонтного персонала.
- 4) **Тестовый режим:** Включение и/или имитация различных режимов работы аппаратуры с помощью подключения специальных устройств и/или включения специальных функций, режимов для уточнения причин отказов, либо проверки качества функционирования во внеэксплуатационных условиях.

Диагностику различных режимов работы аппаратуры, а также руководящие указания для оперативного персонала по выходу из вынужденных и аварийных режимов приведены в книге 3 части 3 руководства (РЭ2.3).

Применение тестовых режимов при ремонте и техобслуживании аппаратуры приведено в части 10 руководства (РЭ9).

## **6 Виды эксплуатации**

### **6.1 Пробная эксплуатация**

Аппаратура АКСТ РЗПА «ЛИНИЯ-Ц» относится к особо сложным устройствам. Для проверки качества пусконаладочных работ рекомендуется проведение пробной эксплуатации оборудования передачи/приема ДС команд РЗ и ПА в течение одного месяца. В комбинированных вариантах оборудование передачи/приема сигналов ТФ, ТМ и ПД может быть введено в промышленную эксплуатацию по истечению 72 часов непрерывной работы.

Пробная эксплуатация аппаратуры производится в состоянии полной готовности собственного и внешнего оборудования РЗА, но с отключенными ключами ввода и вывода команд.

Порядок действий оперативного персонала при отказах оборудования передачи/приема ДС команд РЗ и ПА приведен в книге 3 части 3 руководства (РЭ2.3).

Отказы оборудования из-за неполных данных о параметрах линии на момент наладки должны устраняться по рекомендациям производителя. Для их устранения используются встроенные средства измерения (3.1.5.4), применяется подстройка чувствительности и порогов (3.1.7). При этом пробная эксплуатация не прерывается.

При отказах оборудования, связанных с качеством проведения монтажных работ и неисправностями аппаратуры, проводятся мероприятия по восстановлению работоспособности. Пробная эксплуатация повторяется.

При существенной переконфигурации устройств АКСТ-Ц1, АКСТ-Ц3 и АКСТ-Ц4 (изменение распределения сигналов в спектре, уровней передачи, «загрубление» чувствительности, функций команд, задержек на приеме), модернизации пробная эксплуатация повторяется.

### **6.2 Опытная эксплуатация**

Опытная эксплуатация проводится с целью отработки новых функциональных возможностей аппаратуры, повлекших существенные архитектурные изменения аппаратуры (или ее части), либо отработки уже существующих функций в принципиально новых условиях. Опытной эксплуатации подлежат варианты аппаратуры с новыми функциями, проверка которых затруднительна в заводских условиях.

Начало опытной эксплуатации устанавливается после 72 часов непрерывной работы аппаратуры в условиях работающего основного электротехнического оборудования объекта.

Опытную эксплуатацию проводят в соответствии с программой опытной эксплуатации, в которой указывают:

- условия и режим функционирования аппаратуры (ее части);
- продолжительность опытной эксплуатации, достаточную для проверки правильности функционирования аппаратуры, при выполнении каждой функции аппаратуры и готовности персонала к ее работе;
- порядок устранения недостатков, выявленных в процессе опытной эксплуатации.

Во время опытной эксплуатации ведется рабочий журнал, в который заносят сведения:

- о продолжительности функционирования;
- о результатах наблюдения за правильностью функционирования в целом, отдельных функций аппаратуры;
- об отказах, сбоях, аварийных ситуациях;
- об изменениях условий на объекте эксплуатации (в том числе погодных) и проводимых корректировках документации.

По результатам опытной эксплуатации принимают решение о возможности (или невозможности) дальнейшего применения новых функций аппаратуры (или ее части) с составлением соответствующего акта или иного замещающего его документа.

### **6.3 Промышленная эксплуатация**

Промышленная эксплуатация подразумевает эксплуатацию аппаратуры с целью ее применения по назначению, включая работы по ремонту и техобслуживанию согласно части 10 руководства (РЭ9).

## 7 Нормативные ссылки

Таблица 7.1

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта, подпункта РЭ
СТО 56947007-33.060.40.045-2010	Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ	2.1.2, 3.1.7
СТО-56947007-33.060.40.052-2010	Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». Методические указания по расчету параметров и выбору схем высокочастотных трактов по линиям электропередачи 35–750 кВ переменного тока	2.1.2

