

## 7. Проектирование ВЧ каналов на ETL500

ETL500 используется в энергосистемах для обеспечения передачи сигналов телеметрии и ТМ, данных, сигналов ТЧ, факса, РЗ и ПА по ВЛ с высокими уровнями помех. Независимость параметров каждого ВЧ канала позволяет использовать комплекс при связи точка - точка, точка - много точка или в цепочечной сети.

ETL500 надежное, не требующее обслуживания и периодической настройки устройство, характеризующееся следующими особенностями:

- Диапазон используемых частот 24 ... 500 кГц, шаг настройки линейной части аппаратуры (фильтры приемника и передатчика) стандартно 4 кГц, программно 500 Гц
- Выходная мощность усилителя 5, 40 и 80 Вт. Диапазон программной регулировки выходной мощности +3 ... -80 дБм.
- Одно- ... четырех канальная работа
- Ширина ВЧ канала программируется в диапазоне частот 300 ... 4000 Гц в зависимости от загрузки
- Передача сигналов ТЧ или факса в диапазоне частот 300 ... (2000 ... 3400) Гц
- Три, четыре порта передачи данных от внешних модемов на канал
- При использовании модема NSK5 максимальная скорость передачи данных: 1200 бод при работе в надтональном спектре или 2400 бод в тональном
- Одновременная передача сигналов команд РЗ и последовательная ПА
- Комплексное использование аппаратуры для одновременной передачи сигналов ТЧ, данных, РЗ и ПА по различным ВЧ каналам
- Комплексное использование ВЧ канала для одновременной передачи сигналов ТЧ, данных, РЗ и ПА
- Компенсация неоднородностей линии

Объем передаваемой информации ограничен шириной полосы ВЧ-канала, которая стандартно равна 4 кГц для одноканального оборудования. Нарращивание емкости ВЧ тракта осуществляется либо за счет увеличения числа каналов ВЧ связи до четырех, либо за счет использования цифровых методов передачи (см. Рис. 7-1 ВЧ каналы ETL500 ).

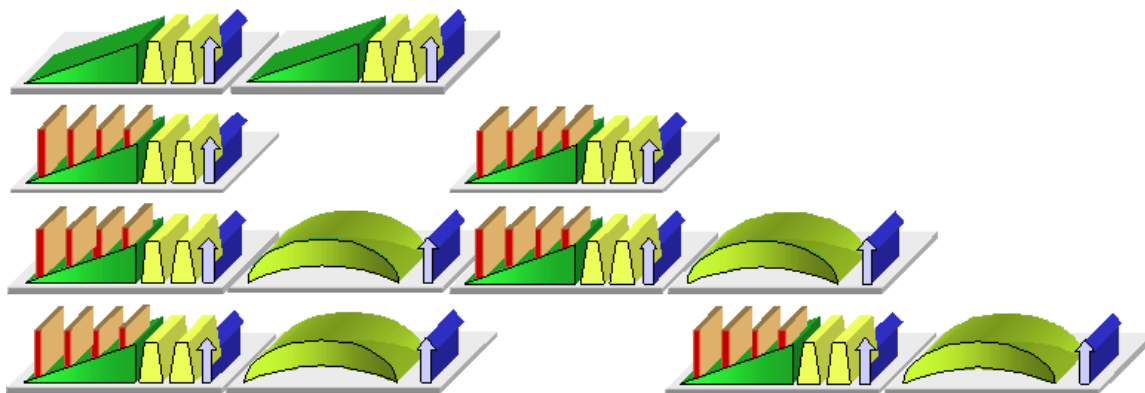


Рис. 7-1 ВЧ каналы ETL500

Расположение полос частот приема и передачи во всех версиях аппаратуры может быть как совмещенным, так и разнесенным. Спектры передаваемых сигналов могут быть как прямыми, так и инверсными.

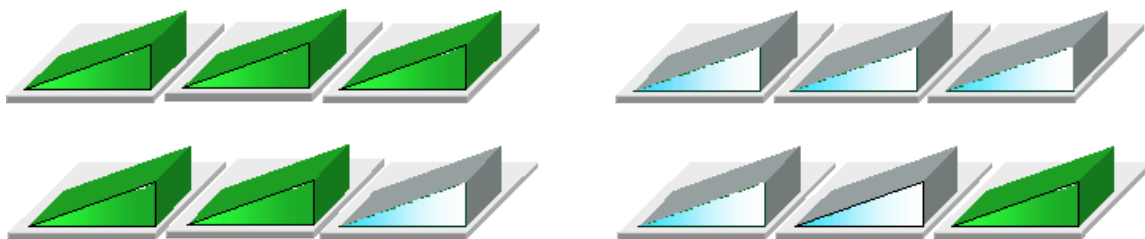


Рис. 7-2 ETL500 ВЧ каналы различных направлений

В трех- и четырех канальной версии аппаратуры расположение каналов по направлениям (прием / передача) может быть как традиционным, так и смешанным, что позволяет уменьшить величины защитных интервалов 12 и 16 кГц до 4 и 8 кГц, а в отдельных случаях до 0 кГц.

## Конструкция

В зависимости от необходимых количества каналов и выходной мощности, могут быть использованы следующие варианты исполнения оборудования:

- ETL505: компактное одноканальное оборудование 5 Вт,
- ETL541, ETL581: одноканальное оборудование 40 и 80 Вт, ширина ВЧ канала 4/8 кГц
- ETL542, ETL582: двухканальное 2 \* 4 кГц оборудование 40 и 80 Вт,
- ETL543, ETL583: трехканальное 3 \* 4 кГц оборудование 40 и 80 Вт,
- ETL544, ETL584<sup>1</sup> (2 \* ETL542): четырехканальное 4 \* 4 кГц оборудование 40 и 80 Вт

На «Рис. 7-3 Модульная конструкция ETL543 - ETL544» показано размещение модулей в стандартных 19" корпусах, устанавливаемых один над другим.

Аппаратура ETL505 с 5 Вт выходным усилителем размещена в одном 19" корпусе 6U высотой. Здесь расположены как линейное и основное оборудования, так и выделено 5 мест для интерфейсных модулей. Эту аппаратуру лучше всего использовать на линиях низкого и среднего напряжения короткой и средней протяженности.

Аппаратура ETL540 с 40 Вт выходным усилителем размещена в двух - четырех 19" корпусах: 6U и 3U (линейная часть) высотой. Здесь расположены как линейное и основное оборудования, так и выделено 7 (14) мест для интерфейсных модулей. Эту аппаратуру рекомендуется использовать на линиях среднего и высокого напряжения короткой и средней протяженности.

Аппаратура ETL580 с 80 Вт выходным усилителем размещена в трех - пяти 19" корпусах: 6U и 3U (линейная часть) высотой. Здесь расположены как линейное и основное оборудования, так и выделено 7 (14) мест для интерфейсных модулей. Эту аппаратуру лучше всего использовать на линиях среднего и высокого напряжения средней и большой протяженности.

Обозначения, принятые на рисунке:

- 1: Универсальный низкочастотный интерфейс O4LE или интерфейс G4AI устройства передачи команд P3 и ПА NSD550, AES550
- 2: Универсальный низкочастотный интерфейс O4LE, интерфейс G4AI системы передачи сигналов команд P3 NSD550 и FSK-модем NSK5 G4AK в случае использования системы NSD550; или интерфейс G4AI устройства передачи сигналов команд P3 и ПА AES550 и FSK-модем NSK5 G4AK в случае использования системы AES550
- 3: ВЧ-гибрид P3LB (P3LK для тестирования и настройки)
- 5: Усилитель мощности P1LA
- 6: Модуль аварийных реле R1BC
- 7: Шасси оборудования канала P7LC
- 8: Шасси усилителя мощности P7LA

Обозначения мест установки плат в корпусе оборудования канала P7LC:

В: Основное оборудование

О: Сменные модули (в зависимости от используемых рабочих частот и выходной мощности)

Интерфейсные платы 1 или 2, устанавливаются в шасси P7LC. Модули O4LE, G4AI и P4LQA связываются между собой по цифровой TDM - с разделением по времени - шине. Модуль G4AK по НЧ аналоговой шине подсоединяется к модулю O4LE и далее по цифровой шине к P4LQA.

В ETL500, использующем систему передачи сигналов команд P3 и ПА AES550, возможно использование только двух плат универсального НЧ-интерфейса O4LE.

Разделение доступного частотного диапазона между системами передачи сигналов команд P3 и ПА NSD550 и AES550 и другими интерфейсами обеспечивается за счет отключения

<sup>1</sup> Поскольку функционально и аппаратно вариант оборудования ETL584 аналогичен исполнению 2 \* ETL542, то лучше использовать последний. В этом случае:

- Повышается надежность и уменьшается время простоя канала
- Сокращается защитный интервал частот
- Снижается стоимость аппаратуры

последних на время передачи команд. При этом вся выходная мощность усилителя используется для посылки команд РЗ и ПА (технология “boosting” - форсирование).

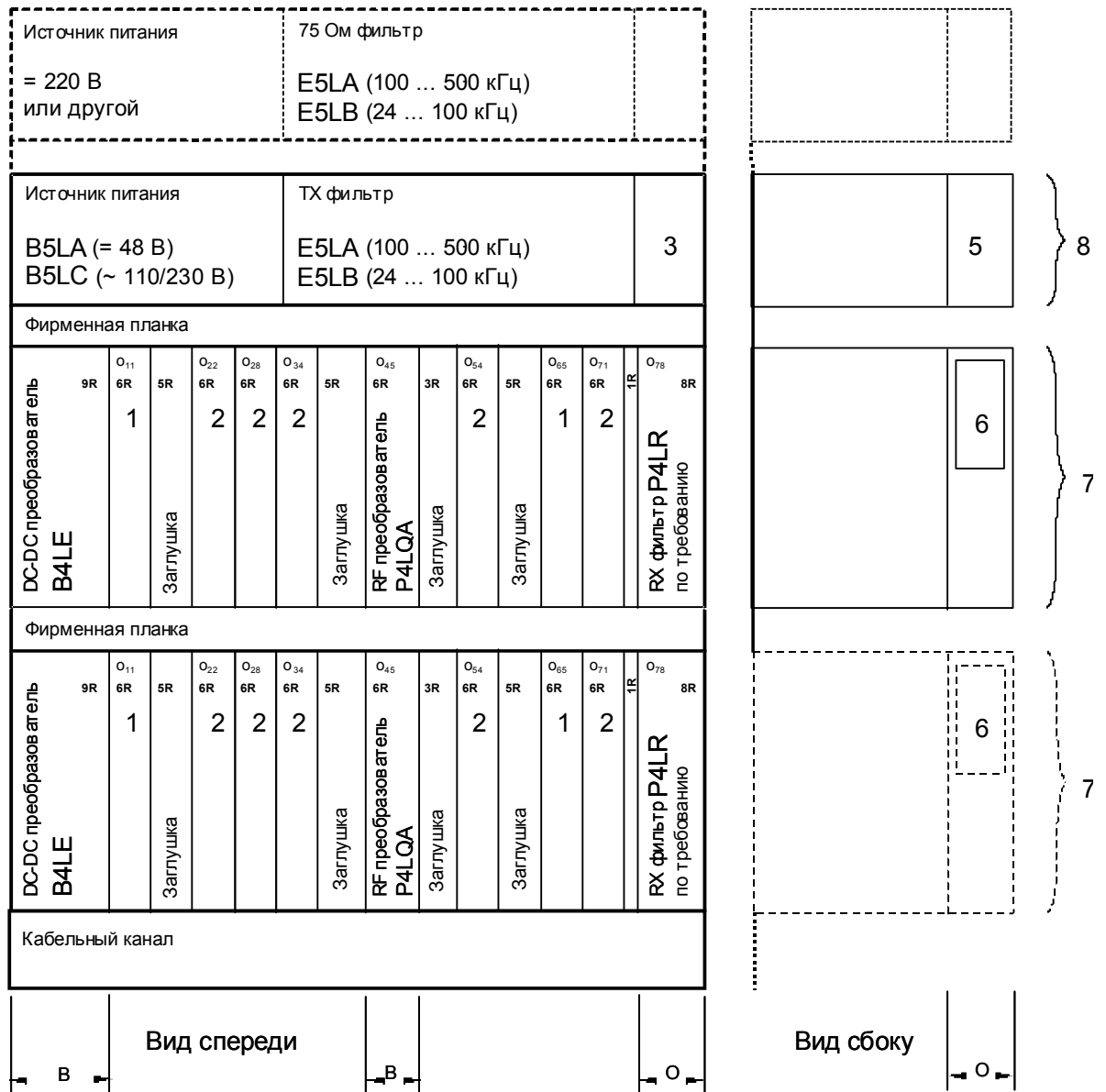


Рис. 7-3 Модульная конструкция ETL543 - ETL544

	ETL	505	541	542	542	543	544	581	582	582	583	584
Высота MIN		9 U	12 U	12 U	19 U	19 U	19 U	16 U	16 U	23 U	23 U	23 U
Высота MAX		9 U	17 U	17 U	26 U	26 U	26 U	23 U	23 U	30 U	30 U	30 U
Планка Опц	1 U							XO	XO	XO	XO	XO
P7LA 3 Опц	3 U							O	O	O	O	O
Планка	1 U		XO	XO	XO	XO	XO	O	O	O	O	O
P7LA 2	3 U		O	O	O	O	O	X	X	X	X	X
Планка	1 U		O	O	O	O	O	X	X	X	X	X
P7LA 1	3 U		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Фирм. планка	1 U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
P7LC 1	6 U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Планка	1 U				X	X	X			X	X	X
P7LC 2	6 U				X	X	X			X	X	X
Кабельный канал	2 U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

В таблице указаны возможные варианты исполнения ETL500 и их высота. X – это обязательные элементы, O – дополнительные, установка которых зависит от конкретной реализации. XO – обозначена планка, установка которой не обязательна, но желательна.

#### Базовый комплект

В шасси P7LC размещаются как минимально необходимые для функционирования аппаратуры модули: источник вторичного питания B4LE и процессорная плата P4LQA, так и модули интерфейсов.

Элементы P7LC, B4LE и P4LQA составляют «Базовый комплект», используемый во всех типах оборудования.

В одно- двух канальных версиях аппаратуры используется один «Базовый комплект», в трех- четырех канальных – два.

#### Основное оборудование

Для 5 Вт оборудования ETL500 в блоке P7LC так же размещается модуль P4LS - линейная (каналообразующая) часть системы ETL505 и/или, если это возможно, источник питания на напряжение =220 VDC, ~220 VAC.

Для 40 и 80 Вт оборудования ETL500 в блоке P7LC может устанавливаться модуль P4LR – приемный фильтр системы (применяется при разнесенных частотах приема / передачи или при числе ВЧ каналов более одного, полоса 8 кГц).

Для всех типов оборудования ETL500 в зависимости от конфигурации аппаратуры и требований Заказчика в блоке P7LA (или P7LC) может размещаться первичный источник питания =48 VDC, =60 VDC, =110 VDC, =220 VDC, ~220 VAC.

Для 40 Вт оборудования ETL500 в блоке P7LA располагаются следующие модули:

B5LA/B5LC	– первичный источник питания =48 VDC, ~220 VAC
P1LA	– усилитель мощности 50 Вт
E5LA/E5LB	– фильтр передатчика (8 или 16 кГц)
P3LB/P3DA	– ВЧ-гибрид

Для 80 Вт оборудования ETL500 в первом блоке P7LA размещаются следующие модули:

B5LA/B5LC	– первичный источник питания =48 VDC, ~220 VAC
P1LA	– усилитель мощности 50 Вт
E5LA/E5LB	– фильтр передатчика (8 или 16 кГц)
P3LB	– ВЧ-гибрид

во втором блоке P7LA располагаются следующие модули:

B5LA/B5LC	– первичный источник питания =48 VDC, ~220 VAC
P1LA	– усилитель мощности 50 Вт
E5LA/E5LB	– фильтр передатчика (8 или 16 кГц)
P3LC/P3LD	– ВЧ-комбайнер (сумматор)

При необходимости питания аппаратуры от первичного источника напряжения =220 VDC (или других), дополнительные модули питания B5LCP могут устанавливаться либо в шасси P7LC, либо в дополнительное шасси P7LA, либо непосредственно на DIN-рейку при поставке ETL500 в шкафу.

При использовании системы ETL500 для передачи сигналов команд релейной защиты и противоаварийной автоматики (PЗ и ПА), при разнесенных частотах приема / передачи дополнительные фильтры приемника, обеспечивающие входной импеданс системы 75 Ом, в случае необходимости, так же устанавливаются в вспомогательное шасси P7LA.

Эти наборы модулей и корпусов, в комбинации с «Базовым комплектом», составляют «Основное оборудование» ETL500. «Основное оборудование» определяет тип аппаратуры, и зависит от заданных параметров линейного тракта (ВЛ или кабеля) и напряжения питания на месте эксплуатации.

#### Оборудование

В зависимости от конкретных требований по загрузке каналов, на места не занятые «Основным оборудованием», могут устанавливаться *интерфейсные модули различных типов*. В 40 и 80 Вт оборудовании может быть использовано до 7 интерфейсных плат, а в 5 Вт - до 5. Этим определяется разнообразие возможных конфигураций «Оборудования».

Модули интерфейсов обеспечивают гальваническую развязку входных сигналов и преобразуют их в форму, пригодную для НЧ-мультиплексирования с частотным разделением (FDM).

Разделение доступного диапазона частот между системой передачи сигналов команд РЗ и ПА и другими интерфейсами обеспечивается за счет отключения этих интерфейсов на время передачи команд. При этом вся выходная мощность усилителя используется для посылки сигналов команд РЗ и ПА (технология "boosting" - форсирование).

Для некоторых важных подканалов, например телемеханики, предусмотрен не отключаемый на время действия сигналов команд РЗ и ПА режим работы. При этом только часть выходной мощности усилителя используется для посылки сигналов команд РЗ и ПА.

Интерфейсные модули размещаются в корпусе P7LC и имеют следующее функциональное назначение:

- O4LE - универсальный низкочастотный интерфейс (телефония и внешняя телемеханика)
- G4AI - интерфейсный модуль систем передачи сигналов команд РЗ и ПА NSD550, AES550
- G4AK - FSK-модем NSK5 (может устанавливаться в P7LC или использоваться самостоятельно)
- R1BC - вспомогательный модуль 8 аварийных реле

В каждом из шасси P7LC должен быть установлен, по крайней мере, один модуль O4LE или G4AI.

В тех случаях, когда Заказчику необходимо изменить загрузку уже работающего канала связи, возможна независимая поставка этих модулей.

#### *Трех- четырех канальная работа*

Добавлением шасси типа P7LC, укомплектованного соответствующими модулями, ETL500 может быть расширен для трех- четырех канальной работы. Причем приемники / передатчики могут парно использоваться в любых комбинациях, например, 4 приемника - 2 передатчика.

Все каналы приема / передачи абсолютно не зависимы, и, следовательно, каждый терминал ВЧ связи ETL500 может использоваться в схемах точка-точка или точка-многоточка.

#### *Подстройка мощности передачи. Защита от перегрузок*

Уровень передачи устанавливается в соответствии с используемой схемой размещения канала вплоть до максимально возможной пиковой мощности передатчика 5/40/80 Вт, и определяется простым суммированием весов напряжений подканалов пользователя.

Для увеличения срока службы аппаратуры, возможна работа при сниженной мощности передачи.

В ETL500 есть дополнительная регулировка выходной мощности усилителя P1LA для компенсации несогласованности между ВЧ выходом аппаратуры и устройством присоединения.

Усилитель мощности P1LA изолирован по постоянному току от остальных цепей ETL500 установленными на его входах и выходах трансформаторами, имеющими высокий уровень изоляции.

#### *Назначение ВЧ-гибрида P3LB (диффсистемы)*

ВЧ-гибрид предназначен для увеличения переходного затухания между приемным и передающим трактом аппаратуры. Настройка диффсистемы (RLC-схемы) всегда выполняется на месте эксплуатации, на действительное сопротивление линии (устройства присоединения).

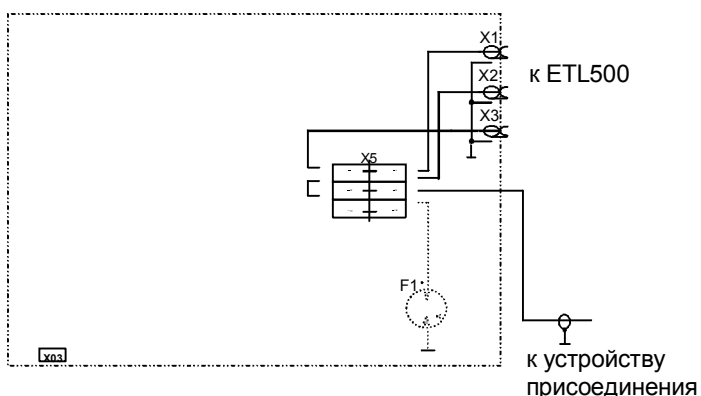
В случае Аварии тракта передачи (TX ALARM - перегрузка выхода, отказ питания и т.д.), вспомогательное реле в P3LB отключает усилитель P1LA от фильтра передатчика, за счет чего устраняется любое нежелательное взаимное влияние между параллельными устройствами ВЧ связи.

#### *ВЧ-размножитель A9CS. Выравнивающие и защитные устройства*

Обычно подключение ETL500 к устройству присоединения выполняется ВЧ коаксиальными кабелями сопротивлением 75 Ом с BNC-розетками через трехпроходный соединитель, смонтированный на устанавливаемой в шкафу плате A9CS.

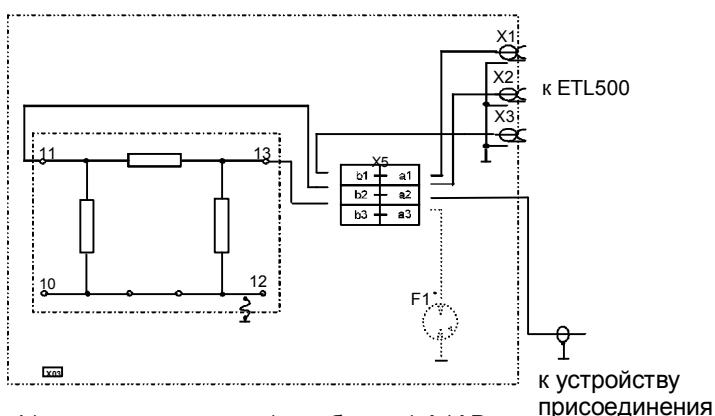
Трехпроходный соединитель позволяет подключать ETL500 к двум коаксиальным кабелям, ведущим к двум фильтрам присоединения (подключение фаза – фаза), или подключать два ВЧ терминала к одному фильтру присоединения.

Газонаполненные защитные разрядники на 350 В (для систем напряжением 220 кВ и выше) могут быть установлены по каждому ВЧ-выходу.



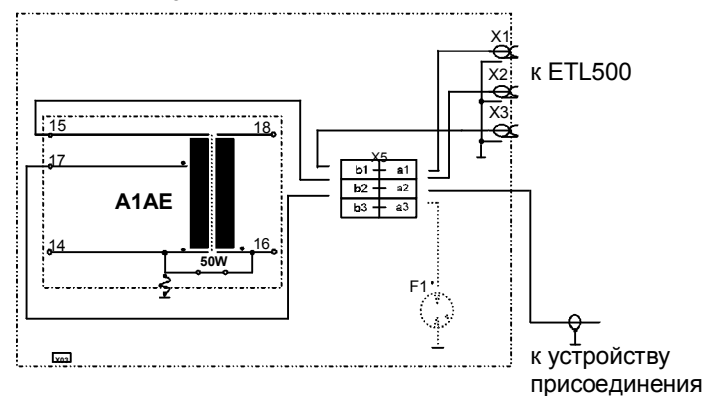
а) Стандартное ВЧ соединение 75/125 Ом, несимметричное

На рис. а) показано стандартное подключение 75 или 125 Ом не симметричных ВЧ кабелей.



б) магазин затухания (ослабитель) A1AD

*Примечание:* Атенюатор A1AD должен быть установлен на плату A9CS в ВЧ-окончание со стороны аппаратуры. Если же в качестве устройства присоединения используется MCD80, то A1AD должен быть установлен прямо в нем.



с) Конвертер сопротивления A1AE, 75/50 Ом, несимметричный

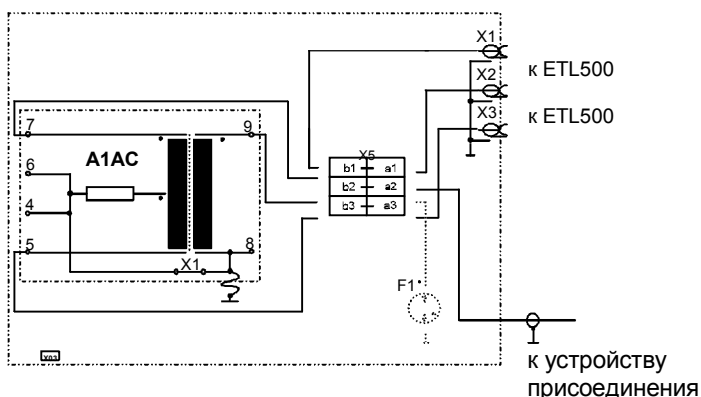
Плата A9CS поставляется в следующих версиях:

- Для стандартного 75 или 125 Ом не симметричного кабеля
- С гибридным трансформатором A1AC
- С аттенюатором 3 или 5 дБ A1AD
- С трансформатором сопротивления A1AE для 150 Ом симметричного кабеля (гальванически изолированного) или 50 Ом не симметричного кабеля

и реализует различные схемы присоединения.

В ситуациях, когда плохое согласование не может быть улучшено другими средствами, на плату A9CS может быть установлен дополнительный аттенюатор A1AD (рис. в)), увеличивающий возвратные потери увеличением затухания присоединения на 3 или 5 дБ. Использование аттенюаторов допускается на коротких линиях, или когда минимум возвратных потерь в диапазоне передачи становится меньше 10 дБ.

При использовании трансформатора A1AE (см. рис. с)) аппаратура ETL может быть подключена к коаксиальным кабелям 150 Ом симметричный или 50 Ом не симметричный, по выбору.



д) Разделение ВЧ терминалов трансформатором A1AC

Если частоты параллельных ВЧ устройств расположены ближе, чем указано в Главе 4, то соответствующее уменьшение взаимного влияния и потерь достигается использованием гибридного (дифференциального) трансформатора A1AC (см. рис. d)).

Возможны и другие варианты подключения, для более подробной информации обращайтесь в компанию АББ ВЭИ Метроника.

#### Модули питания

В целом, система питания ETL500 состоит из трех контуров:

- первичный блок питания, обслуживающий все оборудование, и изолированный от станционных цепей
- вторичный преобразователь постоянного тока (питание каждой канальной стойки P7LC, изолированный по постоянному току от первичного блока)
- третичные источники питания, в случае необходимости, включенные в состав отдельных модулей ETL500

#### Кабели

Модуль	Кабель	Назначение
O4LE	V9OA	Универсальный кабель, требуемый <ul style="list-style-type: none"> <li>- для подключения устройств телефонии и телемеханики</li> <li>- для выполнения транзитных операций</li> <li>- для подключения внешних устройств РЗ и ПА, например, NSD 70С</li> </ul>
G4AI	V9MM	Требуется для подключения входных / выходных цепей передачи сигналов команд РЗ и ПА
G4AK	V9OB	Требуется для подключения к модему линейных цепей и цепей данных
R1BC	V9MR	Требуется для подключения дополнительных цепей аварийной сигнализации
P4LQA	V9MQ	Требуется для подключения цепей аварийной сигнализации модуля P4LQ. Для подключения к ПК (SUB-D разъем на лицевой панели P4LQA) дополнительно требуется 9-полюсной RS232 кабель Для подключения к модему (SUB-D разъем на лицевой панели P4LQA) также требуется 9-полюсной нуль-модемный RS232 кабель.
P7LA	V9MX	Вспомогательный ВЧ коаксиальный кабель длиной 3.5 м (для подключения к А9СS) Для подключения к станционным цепям питания требуется дополнительный трехжильный кабель
P7LC	V9MY V9MT	Плоский кабель, соединяющий шасси P7LA и P7LC Кабель питания, соединяющий шасси P7LA и P7LC
R9AE		Кабельный канал, необходимый для укладки интерфейсных кабелей ETL500
P7LA в ETL580	V9LH V9LL V9LN	Плоский кабель, соединяющий два шасси P7LA Кабель питания, соединяющий два шасси P7LA Вспомогательный сигнальный кабель, соединяющий два шасси P7LA

#### Вспомогательные устройства

##### Программы наблюдения и конфигурации - MMI-AES и MMI500

Windows программы человеко-машинного интерфейса необходимые для выполнения всех операций по конфигурации, настройке и наблюдению терминалов ETL500. Русская версия программы MMI-AES позволяет выполнять конфигурацию и настройку оборудования с установленной системой AES550. Все программы входят в комплект поставки оборудования.

##### ПК

Компьютер, на который устанавливаются программы MMI, должен работать под управлением операционных систем Windows 2000, Windows NT, Windows 95 или 98. Он должен иметь один свободный COM порт и, желательно, быть подключенным к Принтеру для периодической распечатки системных данных ETL500 (Статус, частотные отклики, сообщения об Авариях и т.д.). Не входит в комплект поставки.

**B9AS**

Автомат защиты, изолирующий ETL500 от цепей станционного питания. Входит в комплект поставки.

**Набор для установки ETL500 в шкафу**

Для установки ETL500 в шкафах E40A.R, PT33.R, PT15.R и других требуются дополнительные аксессуары, такие как: DIN-рейки, кабельные каналы, кабели и др. Входит в комплект поставки.

**R7AP - набор для подключения ETL500 к шине управления RS-485**

Набор содержит адаптеры и кабели, необходимые для подсоединения RS-232 порта ETL500 к RS-485 шине подстанции для дистанционного управления. Не входит в комплект поставки.

**Эксплуатационный комплект**

Комплект содержит различные: адаптеры для настройки, удлинители печатных плат и другие аксессуары, необходимые для технического обслуживания ETL500. Эксплуатационный комплект не является обязательными элементами поставки и заказываются отдельно.

Ниже указан примерный состав оборудования ETL500, в зависимости от канальности и выходной мощности.

Модуль	ETL505	ETL540		ETL580	
	1 канал	1 – 2 канала	3 - 4 канала	1 – 2 канала	3 - 4 канала
Базовый комплект					
Шасси P7LC	1	1	2	1	2
DC-DC преобразователь B4LE (=48 В)	1	1	2	1	2
Процессор P4LQA (ВЧ преобразователь)	1	1	2	1	2
Основное оборудование					
Фильтр приемника P4LR <sup>2</sup> (применяется при разнесенных частотах приема / передачи или при числе ВЧ каналов более одного)		1	2	1	2
Шасси P7LA		1	1	2	2
Источник питания B5LA или B5LC <sup>3</sup>		1	1	2	2
Фильтр передачи E5LA или E5LB		1	1	2	2
ВЧ-гибрид P3LB или P3DA (P3LB используется совместно с P4LR)		1	1	1	1
Комбайнер P3LC или P3LD (сумматор сигналов с P1LA)				1	1
Усилитель 50 Вт P1LA		1	1	2	2
5 Вт линейная часть P4LS с интерфейсом линии G1DA	1				
Вспомогательные средства					
Шасси P7LA (используется в случаях, описанных в примечаниях 1 и 2)	1	1	1	1	1
A9CS, B9AS, MMI	1	1	1	1	1
R9AE	1	1	1 - 2	1	1 - 2

<sup>2</sup> При использовании системы ETL500 для передачи сигналов команд релейной защиты и противоаварийной автоматики (P3 и ПА), при разнесенных частотах приема / передачи дополнительные фильтры приемника, обеспечивающие входной импеданс системы 75 Ом, в случае необходимости, так же устанавливаются в вспомогательное шасси P7LA.

<sup>3</sup> При использовании первичных источников питания на =220 VDC B5LCP или других не штатных, рекомендуется дополнительно устанавливать в P7LA фильтрующий и развязывающий источник питания B5LA (=48 VDC) (обязательно для ПС 220 кВ и выше, и для всех применений с P3 и ПА)



Шкафы стандартной поставки имеют установочную высоту 15, 33 и 40 U, отображаемую в их названии РТ15, РТ33 и Е40А.Р

В один шкаф могут устанавливаться несколько терминалов ETL500, если это позволяет установочный размер шкафа.

Конструкции шкафов различны:

Е40А.Р – это шкаф с открывающейся металлической передней дверью и поворотной рамой для внутреннего монтажа. Кабельный ввод возможен как сверху шкафа, так и снизу. Может быть установлен у стены. Проход спереди – не менее 90 см. Передняя дверь – съемная. Степень защиты IP54. Размеры 2200\*800\*800 мм.

РТ33 – это шкаф с открывающейся металлической передней дверью и съемными задними и боковыми панелями для внутреннего монтажа. Кабельный ввод - снизу шкафа. Не может быть установлен у стены. Проход спереди и сзади – не менее 70 см. Передняя дверь – съемная. Степень защиты IP54. Размеры 2200\*800\*800 мм.

РТ15 – это шкаф типа «Книжка», в основном предназначенный для подвески на стены, но может быть установлен на столе. Имеет три раскрывающиеся секции для внутреннего монтажа. Кабельный ввод - снизу шкафа. Не желательна установка на полу. Проход спереди – не менее 90 см. Степень защиты IP54. Размеры 2200\*800\*800 мм.



**Рис. 7-4**  
Внешний вид аппаратуры ETL582 размещенной в шкафу E40A.R.

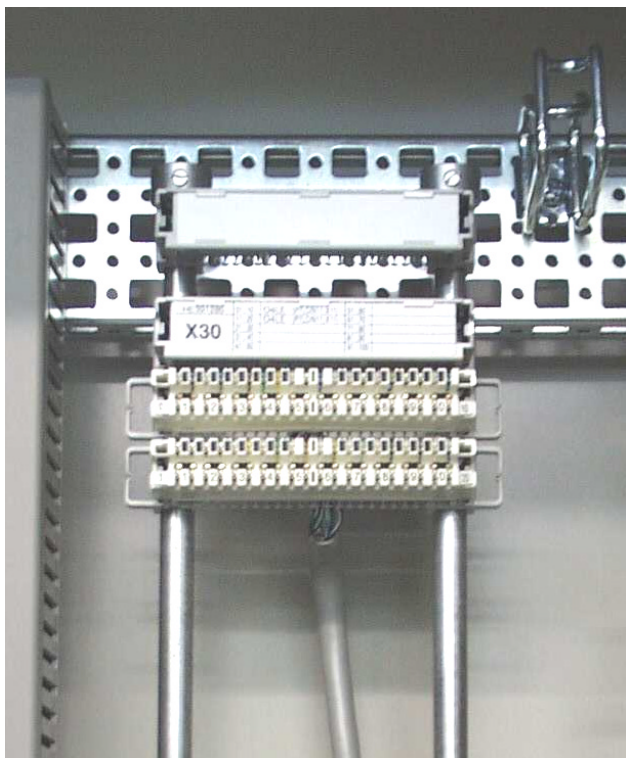


**Рис. 7-5**  
Внешний вид аппаратуры ETL541 размещенной в открытом фрейме (настенная установка)

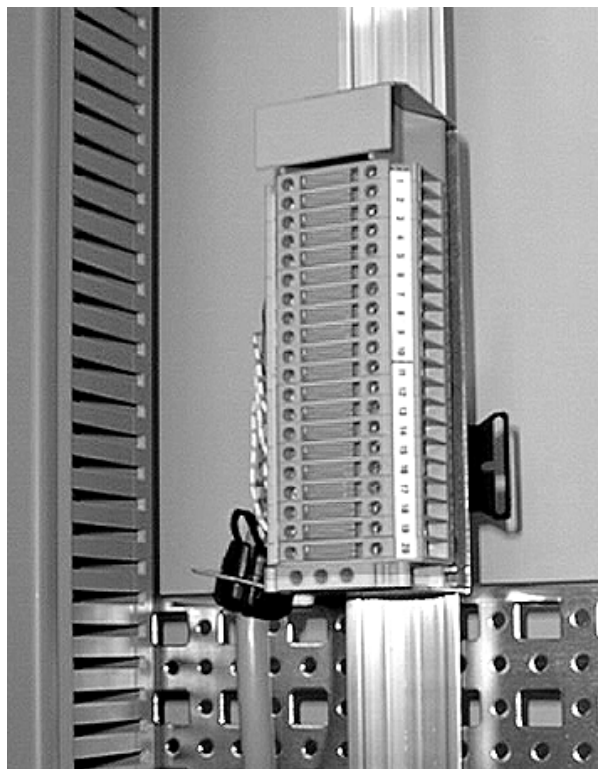
Поставка ETL500 в шкаф – наиболее оптимальный, поскольку обеспечиваются защиты от пыли, вандализма и т.д. способ, но не обязательный. ETL500 может быть установлен на открытом фрейме, на столе, в любом подходящем шкафу на ПС и так далее.

При поставке ETL500 в шкаф в нем размещаются все необходимые силовые и коммутационные элементы, предназначенные для подключения к сигнальным и питающим цепям Заказчика. Для этого используются такие вспомогательные элементы конструкции шкафа как: кабельные каналы, DIN рейки, цилиндрические направляющие, соответствующие кабели и установочные изделия.

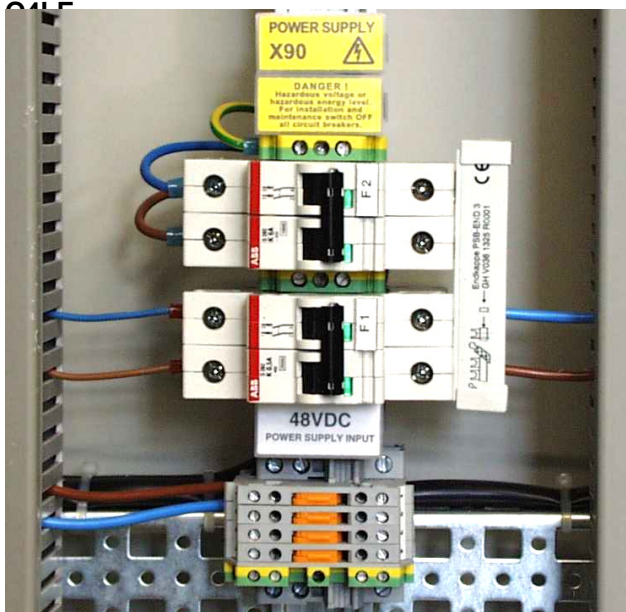
Все присоединительные цепи и элементы имеют соответствующую маркировку.



**Рис. 7-6**  
**Монтаж соединителей типа «Кроне»,**  
 используемых для подключения устройств  
 передачи данных и телефонии к модулю  
 X30



**Рис. 7-7**  
**V9MM - соединитель систем передачи сигналов**  
 команд РЗ и ПА NSD550 и AES550



**Рис. 7-8**  
**Блок выключателей для подсоединения це-**  
 пей питания

### Внешние соединения

#### Питание

Подключение источника питания должно осуществляться через выключатель В9АS к верхним контактам (имеют маркировку 220 или 48 В) с левой стороны шасси усилителя мощности Р7LА.



**Рис. 7-9**  
**Плата A9CS для подключения ВЧ-кабелей**

Присоединения должны выполняться либо к клеммам постоянного, либо переменного тока:

+	положительный полюс батареи постоянного тока
-	отрицательный полюс батареи постоянного тока
L	фазный провод источника переменного тока
N	нейтральный провод источника переменного тока
PE	«земляная» клемма



### ОПАСНОСТЬ

Фастон-соединители шасси P7LA должны быть закрыты изолирующими заглушками и втулками.

#### ВЧ-коаксиальный кабель

Высокочастотный BNC коаксиальный соединитель расположен с задней стороны шасси усилителя P7LA, и таким образом, подключение ВЧ-кабеля может быть выполнено непосредственно к аппаратуре ETL500.

Однако желательно подключать его через плату A9CS (см. Рис. 7-9

Плата A9CS для подключения **ВЧ-кабелей**). Это защитит аппаратуру от механических повреждений, связанных с коммутациями и подвижками таких «жестких» кабелей как РК-75-12.



#### Замечание:

Использование платы A9CS рекомендуется во всех случаях, поскольку она оснащена ограничителями перенапряжения, и выполняет функции защиты линейных цепей аппаратуры от разрушения.

#### Устройства пользователя. Интерфейсы

Место присоединения различных интерфейсов пользователя обычно расположено на задней стенке шкафа. В приведенной ниже таблице указаны типы интерфейсных модулей и соответствующие им типы кабелей и соединителей. Здесь же приведены рекомендуемые диаметры жил кабелей для этих присоединений и диапазон допустимых значений.

Модуль	Кабель	Тип соединителя	Рекомендуемый диаметр жилы	Диапазон допустимых диаметров провода
P4LQ	V9MQ	Соединитель под винт (Phoenix) <b>X10</b>	1.5 мм <sup>2</sup>	Одножильный: 0.2 ... 4.0 мм <sup>2</sup> . Многожильный: 0.2 ... 2.5 мм <sup>2</sup>
P4LQ	R7AP	LSA Plus Quick соединитель <b>X10</b>	Одножильный 0.5 мм в ПВХ изоляции 0.2 мм	Одножильный: 0.4 ... 0.8 мм. Одножильный, двух проводной: 0.4 ... 0.65 мм, оба провода должны иметь одинаковый диаметр
R1BC	V9MR	Соединитель под винт (Phoenix) <b>X10</b>	1.5 мм <sup>2</sup>	Одножильный: 0.2 ... 4.0 мм <sup>2</sup> . Многожильный: 0.2 ... 2.5 мм <sup>2</sup>
O4LE	V9OA *)	LSA Plus Quick соединитель <b>X30</b>	Одножильный 0.5 мм в ПВХ изоляции 0.2 мм	Одножильный, один провод: 0.4 ... 0.8 мм. Одножильный, два провода: 0.4 ... 0.65 мм, оба провода должны быть одного диаметра
G4AI	V9MM	Соединитель под винт (Phoenix) <b>X20</b>	1.5 мм <sup>2</sup>	Одножильный: 0.2 ... 4.0 мм <sup>2</sup> . Многожильный: 0.2 ... 2.5 мм <sup>2</sup> .
G4AK	V9OB *)	LSA Plus Quick соединитель <b>X10</b>	Одножильный 0.5 мм в ПВХ изоляции 0.2 мм	Одножильный, один провод: 0.4 ... 0.8 мм, Одножильный, два провода: 0.4 ... 0.65 мм, оба провода должны быть одного диаметра

\*) В некоторых случаях возможно использование кабеля длиной 20 м без LSA Plus Quick соединителя, который, в этом случае, может быть установлен на главном распределительном щите.



### Низкочастотные интерфейсы модуля O4LE

Универсальный низкочастотный модуль O4LE имеет следующие функциональные интерфейсы:

- телефонии;
- телемеханики;
- подключения внешнего оборудования релейной защиты.

Контакты для внешних присоединений распределены по двум соединителям типа «Кроне».

#### Телефония

O4LE обычно используется в режимах удаленного абонента и “горячая линия”. Режим удаленного абонента обеспечивает телефонный сервис для станций, которые не оборудованы АТС. Режим “горячей линии” осуществляет связь между двумя фиксированными станциями.

Для подключения телефонного интерфейса предназначен первый (верхний) соединитель «Кроне» (см. Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE.)

#### □ 2-проводный интерфейс удаленного абонента:

- для соединений точка-точка (контакты 10a /10b) или
- для подключения удаленного абонента(контакты 10a /10b) к
  - 2-х проводной АТС (контакты 8a /8b) или
  - 4-х проводной АТС (контакты 1a /1b, 2a /2b, 4a /4b, 5a /4b и 6a, 6b и 7a)

#### 2 / 4-проводный интерфейс с E- и M-сигнализацией, соединение АТС - АТС:

2-проводная телефонная линия должна подключаться к контактам 8a / 8b;

линия передачи 4-проводного телефонного интерфейса должна подключаться к контактам 1a / 1b, линия приема 4-проводного телефонного интерфейса должна подключаться к контактам 2a / 2b;

M-сигнал (контакт 4a) активируется положительным потенциалом, поступающим с контакта 4b. То есть, АТС должна иметь свободные не нагруженные выводы M-сигнализации;

линия E-сигнализации должна быть подключена к контактам 3a / 3b;

Режим работы транзит / компандер (контакт 5a) активируется положительным потенциалом, поступающим с контакта 4b. То есть, АТС должна иметь свободные не нагруженные выводы управления;

сигнал управления блокированием АТС при снижении отношения сигнал/шум может сниматься с релейных контактов (6a, 6b и 7a).

#### 4-проводный интерфейс с E- и M-сигнализацией, соединение АТС - АТС:

линия передачи 4-проводного телефонного интерфейса должна подключаться к контактам 1a / 1b,

линия приема 4-проводного телефонного интерфейса должна подключаться к контактам 2a / 2b;

M-сигнал (контакт 4a) активируется положительным потенциалом, поступающим с контакта 4b. То есть, АТС должна иметь свободные не нагруженные выводы M-сигнализации;

линия E-сигнализации должна быть подключена к контактам 3a / 3b;

сигнал управления блокированием АТС при снижении отношения сигнал/шум может сниматься с релейных контактов (6a, 6b и 7a).

#### Телемеханика и внешние устройства P3

Второй (нижний) соединитель типа «Кроне» предназначен для подключения устройств телемеханики и внешней релейной защиты (см. Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE.).

Для пользователя доступны четыре 4-проводных входных / выходных порта: AF1, AF2, AF3 и AF4.

Порт AF1 обычно используется для подключения канала телефонии. Когда ТФ канал отсутствует, порт может использоваться для передачи сигналов телемеханики.

Вход – 1a / 1b (Телефонный (верхний) соединитель на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

Выход – 2a / 2b (Телефонный (верхний) соединитель на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

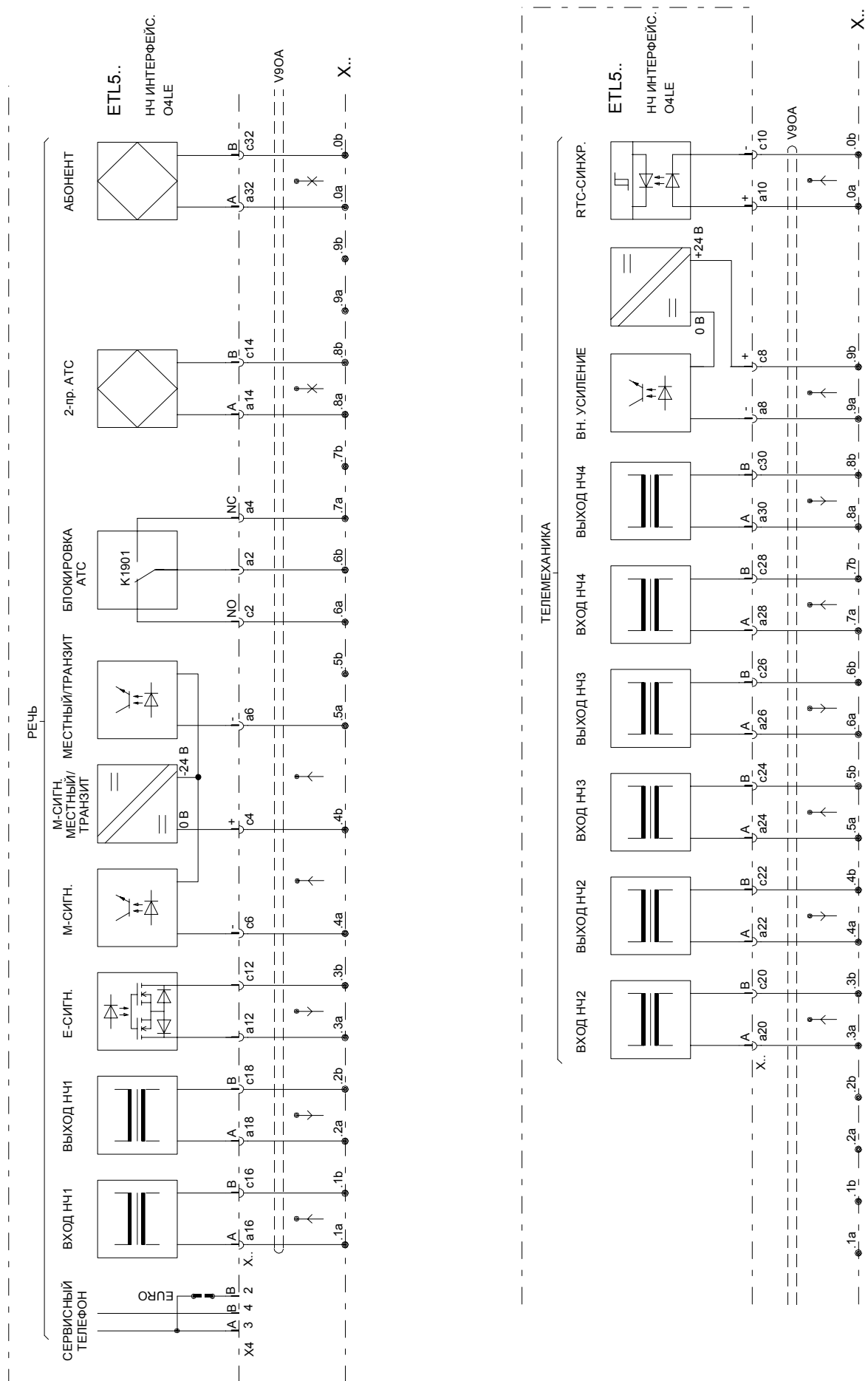


Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE

**Порт AF2**

Вход – 3a / 3b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

Выход – 4a / 4b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

**Порт AF3**

Вход – 5a / 5b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

Выход – 6a / 6b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

**Порт AF4**

Вход – 7a / 7b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»)

Выход – 8a / 8b (Соединитель телемеханики (нижний) на «Рис. 7-10 Подключение низкочастотных интерфейсов к модулю O4LE»).

Внешнее устройство релейной защиты может быть подключено только к порту AF4. Сигнал управления форсированием для внешнего оборудования РЗ (контакт 9a) активируется положительным потенциалом, поступающим с контакта 9b. То есть, устройство защиты должно иметь свободные, не нагруженные выходные контакты (например, релейные).

**Модуль интерфейса релейной защиты G4AI**

Пользователям доступны следующие интерфейсы:

- четыре входных линии с оптронной изоляцией
- четыре выходных линии, оснащенные MOS – FET транзисторами
- два релейных выхода

Доступ к интерфейсам осуществляется через кабель V9MM, показанный на «Рис. 7-12 Подключение модуля релейной защиты G4AI».

**Внимание**

При подключении, необходимо соблюдать полярность сигналов.

**Осторожно**

Опасное напряжение на модуле и выходящих кабелях.

<b>Вход 1</b> Контакт 1 (- минус) Контакт 2 (+ плюс)	<b>Выход 1</b> Контакт 9 (- минус) Контакт 10 (+ плюс)	<b>Релейный выход 1</b> Контакт 17 (- минус) Контакт 18 (+ плюс)
<b>Вход 2</b> Контакт 3 (- минус) Контакт 4 (+ плюс)	<b>Выход 2</b> Контакт 11 (- минус) Контакт 12 (+ плюс)	<b>Релейный выход 2</b> Контакт 19 (- минус) Контакт 20 (+ плюс)
<b>Вход 3</b> Контакт 5 (- минус) Контакт 6 (+ плюс)	<b>Выход 3</b> Контакт 13 (- минус) Контакт 14 (+ плюс)	
<b>Вход 4</b> Контакт 7 (- минус) Контакт 8 (+ плюс)	<b>Выход 4</b> Контакт 15 (- минус) Контакт 16 (+ плюс)	

Кабель V9MM содержит следующие элементы:

- 20-контактный терминальный блок (соединитель)
- F- фиксатор присоединений
- 25-проводный экранированный кабель (каждый провод диаметром 0.25 мм<sup>2</sup>)

Отдельные изолированные контакты позволяют тестировать модуль G4AI или работу системы РЗ при установленном кабеле V9MM. Выходные контакты реле подключены к терминальному окончанию через два провода, выдерживающие длительное воздействие тока 5 А при температуре 45°С .

Использование соединителей LSA Plus Quick (см. Рис. 7-6) позволяет без пайки осуществлять быстрые низкочастотные присоединения. Наилучшие результаты получаются при использовании одножильного провода диаметром 0.5 мм в ПВХ изоляции толщиной 0.2 мм.

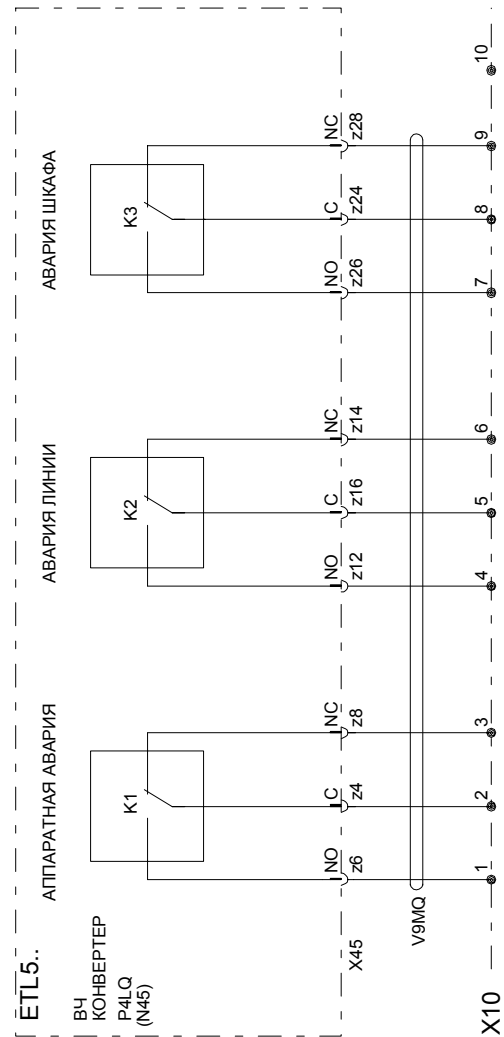
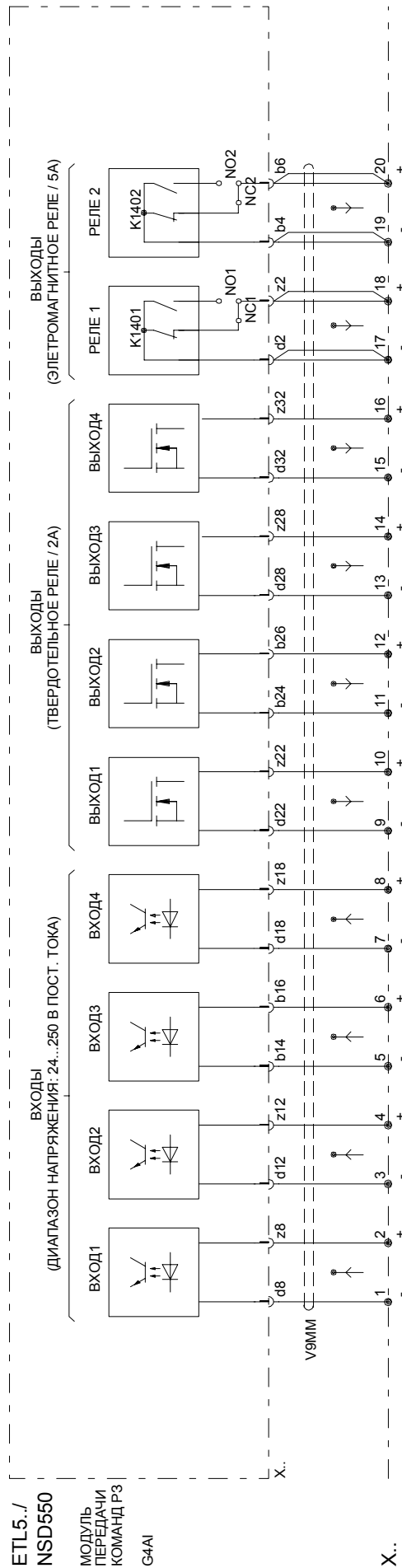


Рис. 7-11 Релейные выходы «Авария» модуля P4LQA

Рис. 7-12 Подключение модуля релейной защиты G4AI

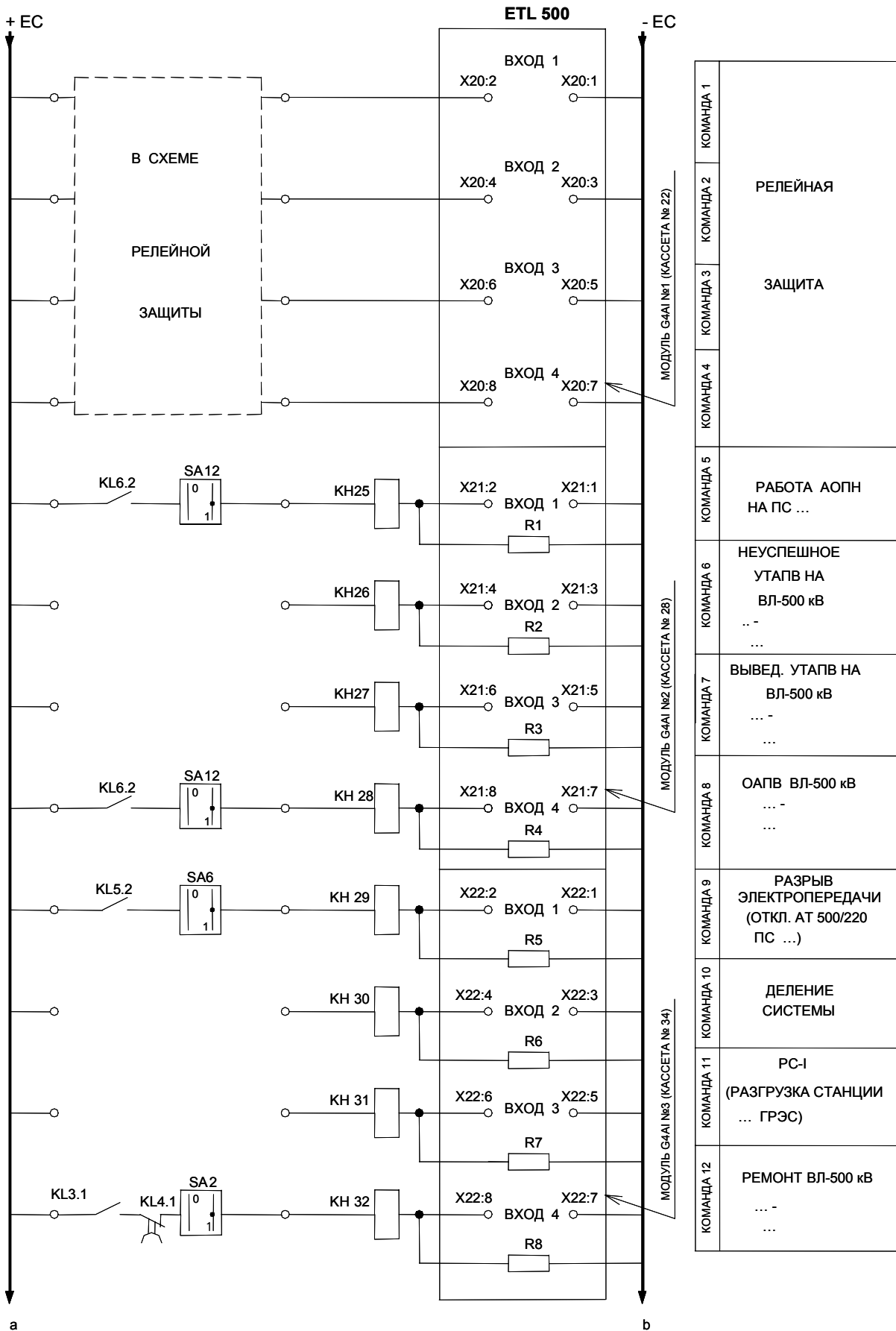
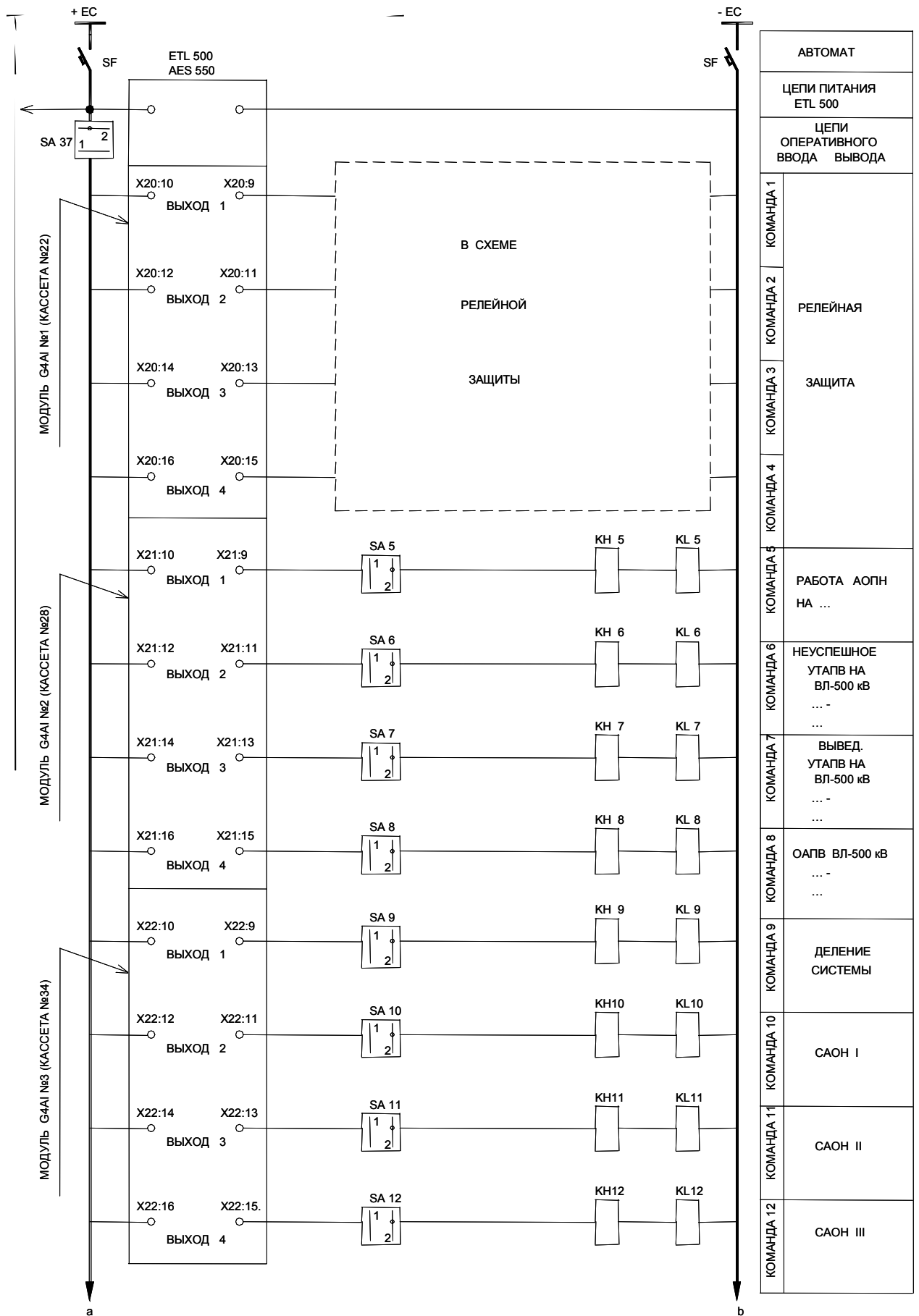


Рис. 7-13 Вариант подключения входных цепей систем передачи сигналов команд РЗ и ПА NSD550 и AES550





**Рис. 7-14** Вариант подключения выходных цепей систем передачи сигналов команд РЗ и ПА NSD550 и AES550

Величину шунтирующего сопротивления, устанавливаемого параллельно входным контактам модуля G4A1, приблизительно можно оценить по формулам

Uкоманды := 220

- входное напряжение сигнала команды РЗ и ПА, В

Ietl := .0087

- входной ток сигнала команды РЗ и ПА в G4A1, мА

Rреле := 915

Iреле := .016

- активное сопротивление обмотки указательного реле, Ом при токе срабатывания, мА

Kзапаса := 1.5

- коэффициент запаса по току срабатывания указательного реле

Тогда

$$R_{\text{шунт}} := \frac{(U_{\text{команды}} - K_{\text{запаса}} \cdot R_{\text{реле}} \cdot I_{\text{реле}})}{(K_{\text{запаса}} \cdot I_{\text{реле}} - I_{\text{etl}})}$$

$R_{\text{шунт}} = 1.294 \times 10^4$  - активное сопротивление шунта по входу G4A1, Ом

$$U_{\text{etl}} := (I_{\text{реле}} \cdot K_{\text{запаса}} - I_{\text{etl}}) \cdot R_{\text{шунт}}$$

$U_{\text{etl}} = 198.04$  - напряжение сигнала команды, действующее на входе G4A1, В

$$P_{\text{шунт}} := \frac{U_{\text{etl}}^2}{R_{\text{шунт}}}$$

$P_{\text{шунт}} = 3.03$  - активная мощность сопротивления шунта по входу G4A1, Вт (сопротивление **C5-35B-10B†**)

$$I_{\text{etl}} + \frac{U_{\text{etl}}}{R_{\text{шунт}}} = 0.024$$

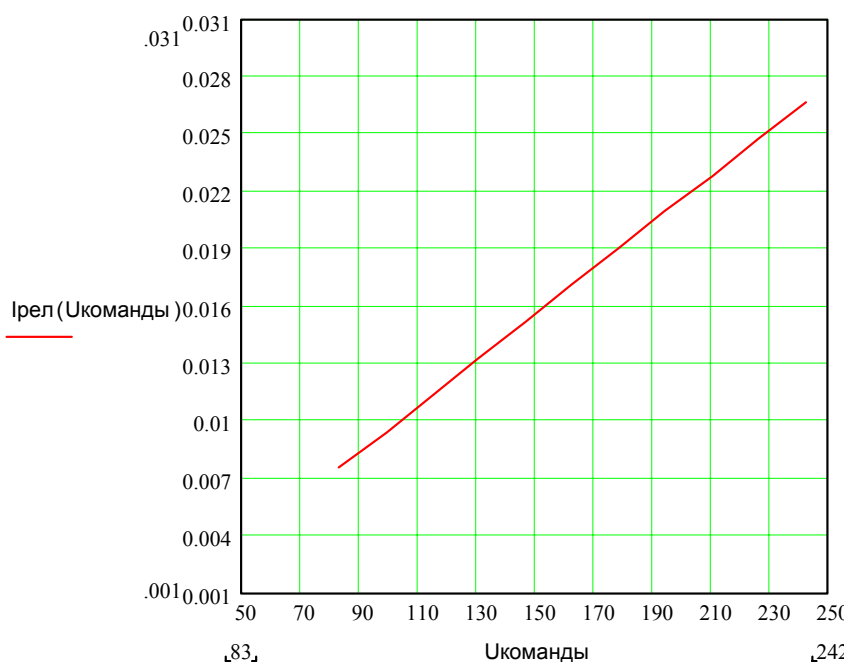
- ток обмотки указательного реле, мА (**РЭУ11-20-0.016** сопротивление обмотки 824 ... 936 Ом)

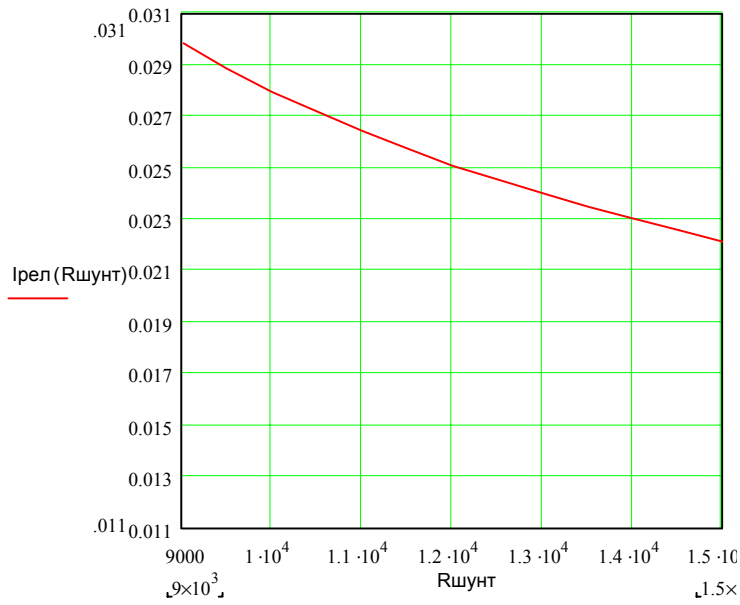
С запасом по току реле можно взять  $R_{\text{шунт}} = 12 \text{ кОм}$ .

Здесь подразумевается, что в модуле G4A1 по входным цепям установлена перемычка ".С". При этом диапазон рабочих напряжений по сигналам команд **на входе** модуля G4A1 составляет 110 ... 220 В (минимальное напряжение срабатывания 83 В).

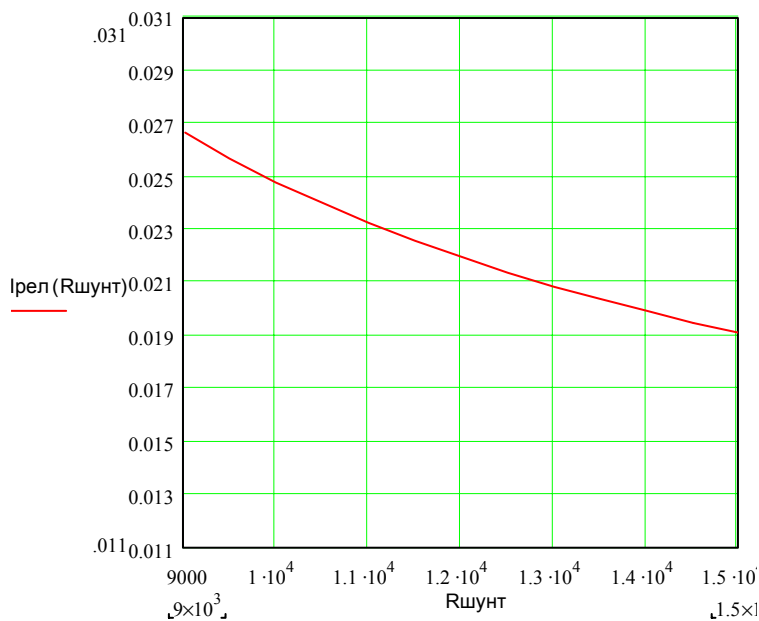
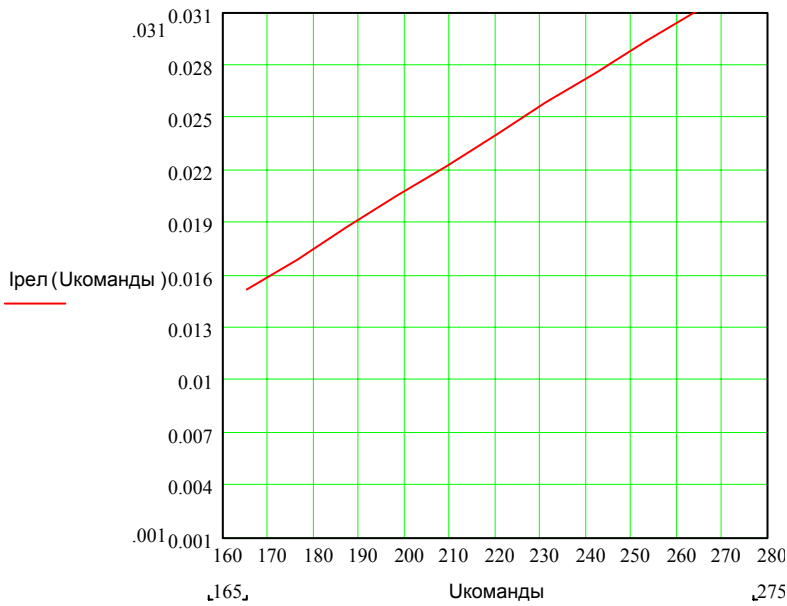
Если величину минимального напряжения срабатывания необходимо ограничить напряжением 165 В, то в модуле G4A1 по входным цепям следует установить перемычку ".D". При этом диапазон рабочих напряжений по сигналам команд **на входе** модуля G4A1 составит 220 ... 250 В (минимальное напряжение срабатывания 165 В). Тогда при входном напряжении команды 220 В величина  $R_{\text{шунт}}$  должна составлять 10 кОм.

перемычка ".С" (110 ... 220 В),  $R_{\text{шунт}} = 12 \text{ кОм}$





перемычка ". D " (220 ... 250 В), Rшунт = 10 кОм



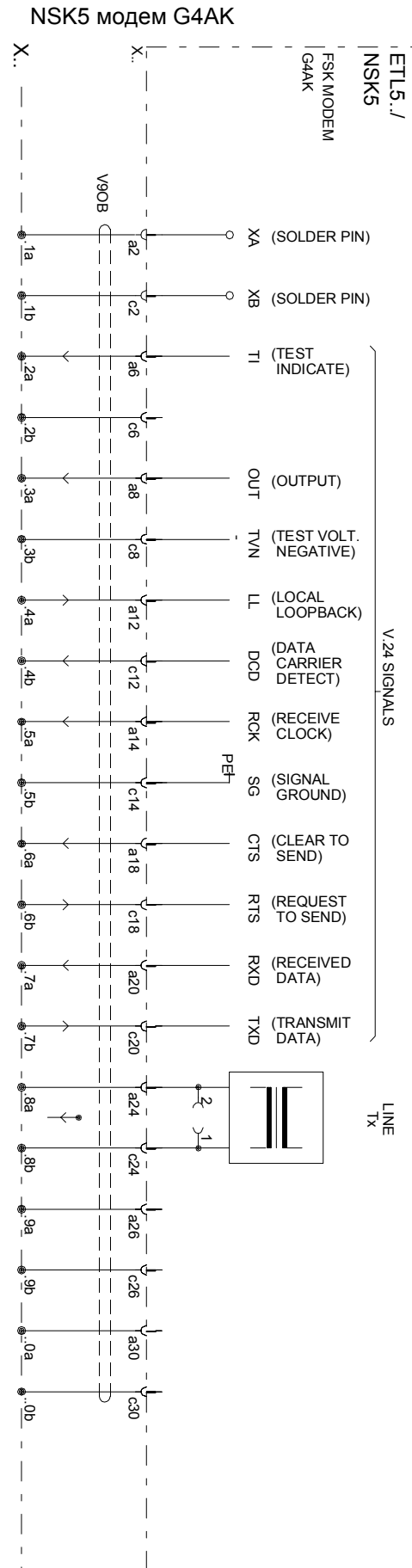
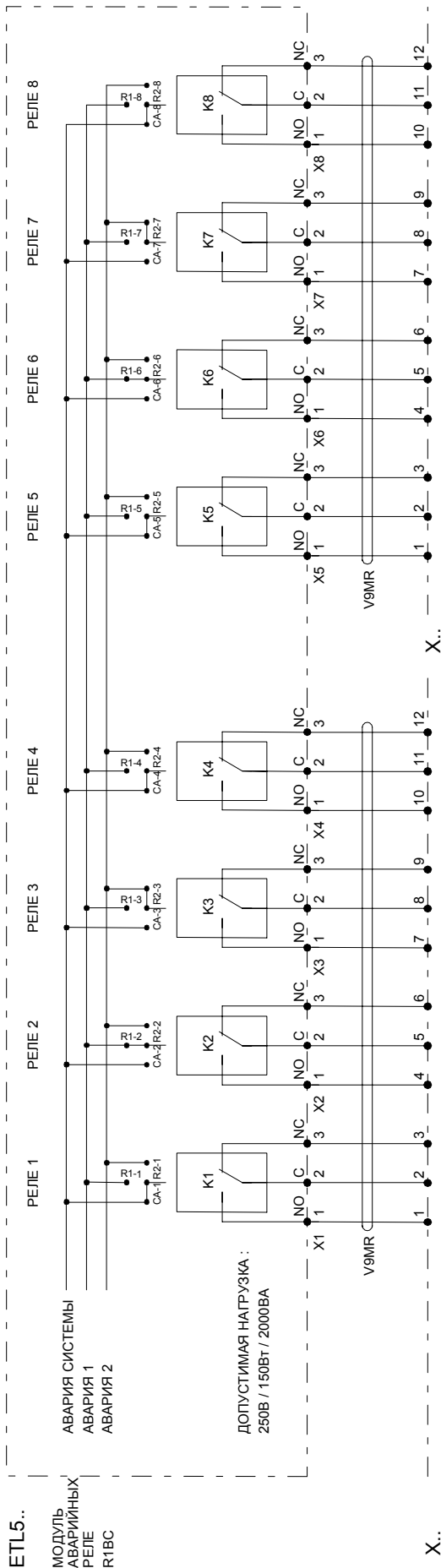


Рис. 7-15 Подключение к модулю Аварий R1BC Рис. 7-16 Подключение модема NSK5 (G4AK)

**ВЧ-конвертер P4LQA****ОПАСНОСТЬ**

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 1 и 3 кабеля V9MQ. Разрешается подключать нагрузку между контактами 1 и 2, или 2 и 3 кабеля V9MQ.

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 4 и 6 кабеля V9MQ. Разрешается подключать нагрузку между контактами 4 и 5, или 5 и 6 кабеля V9MQ.

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 7 и 9 кабеля V9MQ. Разрешается подключать нагрузку между контактами 7 и 8, или 8 и 9 кабеля V9MQ.

**Модуль аварий R1BC**

Доступны контакты восьми релейных групп. Каждое реле или аварийный контакт может быть подключен к одной из трех шин Аварий. Каждая шина Аварий может быть запрограммирована в MMI500 на сигнализацию желательной комбинации сигналов Аварий или Предупреждений (Тревог).

При безаварийной работе выходы всех реле Аварий могут устанавливаться в заданное положение (замкнутое/разомкнутое состояние выходных контактов). Это состояние указано пунктирной линией на соответствующем релейном выходе.

*Пример:* Контакты 1 и 2 кабеля V9MR в нормальном состоянии замкнуты.

Контакты 2 и 3 закрыты при возникновении Аварии.

Контакты 2 и 3 закрыты, когда отсутствует или выключено напряжение питания ETL500.

**ОПАСНОСТЬ**

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 1 и 3 кабеля V9MR. Разрешается подключать нагрузку между контактами 1 и 2, или 2 и 3 кабеля V9MR.

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 4 и 6 кабеля V9MR. Разрешается подключать нагрузку между контактами 4 и 5, или 5 и 6 кабеля V9MR.

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 7 и 9 кабеля V9MR. Разрешается подключать нагрузку между контактами 7 и 8, или 8 и 9 кабеля V9MR.

Недопустимо подключение нагрузки между контактами 10 и 12 кабеля V9MR. Разрешается подключать нагрузку между контактами 10 и 11, или 11 и 12 кабеля V9MR.

**Сигнализации ETL500 и NSD550 или AES550**

Для общесистемной Сигнализации рекомендуется использовать выходы Аварий модуля P4LQ (кабель V9MQ входит в комплект поставки, релейные выходы, 3 шт.), а для сигнализации Аварий каналов РЗ и ПА использовать релейные выходы модуля G4AI, установленные в режим сигнализации Аварий. Для сигнализации приема/передачи любой из команд AES550 (для NSD550 - передачи каждой из команд), так же можно использовать релейные выходы модуля G4AI.

Тогда полный набор сигнализаций (при передаче / приеме 8 и более команд) будет состоять из: P4LQ, кабель V9MQ

1. **Авария шкафа** - сигнализация любого отказа или неисправности в системе (обычно выводится на лампочку вверх шкафа)

2. **Авария системы** - сигнализация любого отказа "железа" (в том числе G4AI)

3. **Авария линии** - сигнализация любой аварии связи (не только NSD550 или AES550), например, о невозможности удаленного конфигурирования или прицельной помехе в канале.

G4AI, кабель V9MM

4. **Авария линии AES550** - сигнализация аварии связи NSD550 или AES550, по критериям снижения уровня сигнала, ухудшению отношения сигнал/шум, 3-х кратному непрохождению автоматического петлевого теста - единственным влияющим на работу систем РЗ и ПА (19-20 контакты кабеля V9MM первого модуля G4AI)

5. **Авария оборудования AES550** - сигнализация аварии "железа", непосредственно связанного с системами NSD550 или AES550 (17-18 контакты кабеля V9MM первого модуля G4AI)

6. **Подтверждение передачи любой из команд** - (19-20 контакты V9MM второго модуля G4AI)

7. **Подтверждение приема любой из команд** - (17-18 контакты V9MM второго модуля G4AI)

Причем истинно Аварийными для систем РЗ и ПА являются 4 и 5-я сигнализации, а 1-3-я - предупредительные или информационные (для сигнализации Аварий можно использовать любой из 6-и выходов модуля G4AI).

## Технические данные системы

ETL500 удовлетворяет требованиям по электромагнитной совместимости 89/336/ЕЕС и безопасности 72/23/ЕЕС.

ETL500 удовлетворяет или превышает требования IEC 60495, второе издание, сентябрь 1993, в части: оборудование ВЧ-связи с одной боковой полосой.

ETL500 удовлетворяет или превосходит требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 30428-96, ГОСТ Р 50033-92, ГОСТ Р 50932-96 и Нормы 9-93.

Интегрированное оборудование релейной защиты NSD550 и противоаварийной автоматики AES550 выполняет или превышает требования IEC 60834-1 "Оборудование релейной защиты систем энергетики - характеристики и тестирование - часть 1: Системы передачи команд"<sup>4</sup>.

## Параметры системы

Тип оборудования	ETL505	ETL540	ETL580
Максимальная выходная мощность (PEP), включая пилот-сигнал, для согласованной нагрузки на ВЧ-выходе	5 Вт (+37 дБм)	40 Вт (+46 дБм)	80 Вт (+49 дБм)

	Количество ВЧ каналов	Ширина полосы ВЧ канала, кГц <sup>5</sup>	Ширина ВЧ спектра, кГц	Максимальное затухание, дБ	Практический предел, обусловленный шумами линии (худший случай), дБ	Разнос частот между параллельно работающей на общей линии аппаратурой, кГц				Затухание искусственной линии при проведении измерений, дБ	Примечание
						передатчик - собственный приемник	передатчик - сторонний передатчик <sup>6</sup>	передатчик - сторонний приемник <sup>7</sup>	приемник - сторонний приемник		
ETL505	1	4	4	51	25 ... 30	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0	22	
ETL541	1	4	4	60	35 ... 40	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0	31	
ETL542	2	4	8	54	30 ... 35	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0	25	
ETL543	3	4	12	50	25 ... 30	≥ 0	≥ 12	≥ 4	≥ 0	21	
ETL544	4	4	16	48	23 ... 28	≥ 0	≥ 16	≥ 4	≥ 0	19	
ETL581	1	4	4	63	38 ... 43	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0	34	
ETL582	2	4	8	57	33 ... 38	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0	28	
ETL583	3	4	12	53	28 ... 33	≥ 0	≥ 12	≥ 4	≥ 0	24	
ETL584	4	4	16	51	26 ... 31	≥ 0	≥ 16	≥ 4	≥ 0	22	
ETL541	1	8	8	57	32 ... 37	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0		(в AES550 нет)
ETL581	1	8	8	60	35 ... 40	≥ 0	≥ 8	≥ 4	≥ 0		

## Местное и удаленное взаимовлияние

Интермодуляционные искажения в речевой полосе частот	≤ -50 дБм0п
Интермодуляционные искажения в речевой полосе частот при многоканальном функционировании	≥ 50 дБ
Уровень собственного шума в речевой полосе частот	≤ -55 дБм0п <sup>8</sup>
Уровень собственного шума в полосе частот 2100 Гц (чувствительность)	≤ -47 дБм

<sup>4</sup> На линиях электропередачи России рекомендуется использование команд группы В. Использование команд группы А без согласования с АББ ВЭИ Метроника и ВНИИЭ не допускается!

<sup>5</sup> Ширина полосы ВЧ канала программируется в диапазоне частот 300 ... 4000 Гц

<sup>6</sup> При снижении выходной мощности из-за параллельно работающей аппаратуры ≤ 1.5 дБ

<sup>7</sup> При снижении выходной мощности из-за параллельно работающей аппаратуры ≤ 1.0 дБ

<sup>8</sup> Измерения проводятся при загрузке каждого ВЧ канала: речь  $S_{\text{речь}}=1,41 \Delta f=300...2400$  Гц; ТМ 200 Бод; пилот-сигнал:  $\Sigma S_{\text{value}}=2,26$  при отключенном шумоподавители

**Передатчик:**

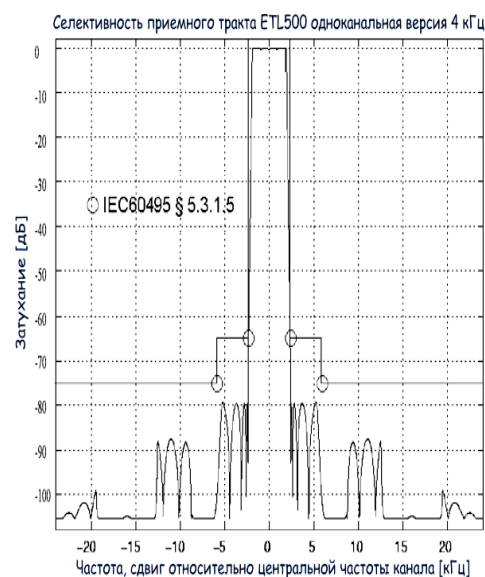
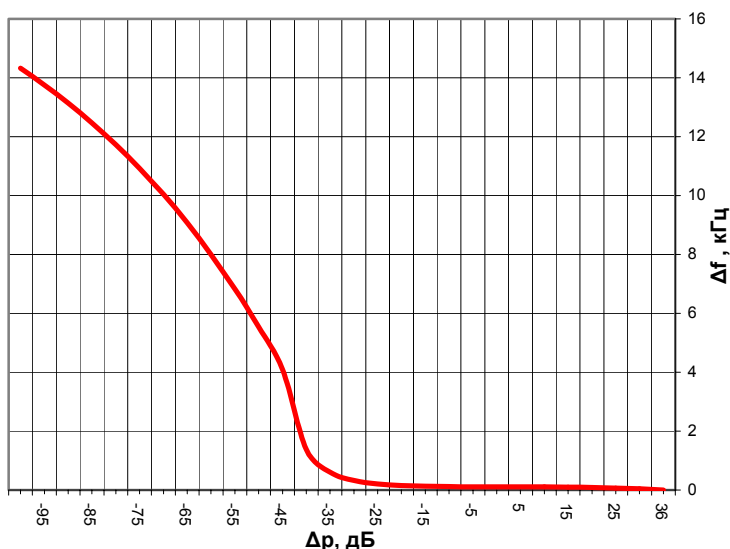
Уровень паразитных сигналов для каждого ВЧ канала	в пределах полосы пропускания	≥ 60 дБ
	за пределами полосы пропускания	≥ 80 дБ
	гармонические искажения	≥ 80 дБ
	подавление помех по зеркальному каналу	≥ 80 дБ

**Приемник**

Минимальный уровень пилот-сигнала на ВЧ входе при синхронном режиме работы		-30 дБм
Избирательность каждого ВЧ канала:	≥ 0.3 кГц от границ канала	≥ 65 дБ
	≥ 4 кГц от границ канала	≥ 75 дБ
Подавление помех по зеркальному каналу		≥ 75 дБ

Зависимость необходимого разноса частот  $\Delta f$  между краем полосы частот приемника ETL500 и краем полосы частот влияющего канала от значения разности  $\Delta p$  уровня приемного и влияющего сигналов:

$\Delta p$ , дБ	36	0	-29	-45	-58	-86
$\Delta f$ , кГц	В полосе приема	0,1	0,3	4,0	8,0	12,0

**Интерфейсный модуль O4LE, ширина ВЧ канала 4 кГц**

В каждом ВЧ-канале в режиме телефонии может использоваться только одна плата O4LE<sup>9</sup>. Каждый речевой ВЧ-канал независимо устанавливается в один из следующих режимов работы:

Режим телефонии	ММИ установки для терминала А	ММИ установки для терминала В
Точка-точка прямой телефон	"горячая линия"	"горячая линия"
Удаленный абонент АТС	удаленный абонент	АТС 2-проводное подключение
Удаленный абонент АТС	удаленный абонент	4-проводное подключение
Соединение АТС	4-проводное подключение через порт AF1 с Е и М-сигнализацией	4-проводное подключение через порт AF1 с Е и М-сигнализацией
Соединение АТС	4/2-проводное подключение через порт AF1 с Е и М-сигнализацией и управлением режимом	4/2-проводное подключение через порт AF1 с Е и М-сигнализацией и управлением режимом
Транзит для Е и М-сигналов	доступен	доступен
Служебный телефон <sup>10</sup>	доступен	доступен

**Интерфейсный модуль O4LE, ширина ВЧ канала 8 кГц (в AES550 не используется)**

Только один модуль O4LE<sup>11</sup> применяется для работы при ширине канала 8 кГц.

<sup>9</sup> Однако, если сигналы телефонии передаются с использованием сигнализации АДАСЭ или любой другой внутри-частотной сигнализации, а также в случаях четырех проводного переключения, одна плата O4LE может обслуживать два ВЧ канала: например, порт AF1 – первый ВЧ канал, порт AF2 – второй ВЧ канал. Для таких речевых каналов становятся недоступными функции плавного ограничения и шумоподавления, но появляется возможность оставить их в работе на время передачи сигналов команд (второй канал).

<sup>10</sup> Служебный телефон может использоваться в комбинации с любым из перечисленных режимов. Однако, он всегда имеет низший приоритет

<sup>11</sup> В 16 кГц полосе частот ВЧ канала могут быть организованы два подканала по 8 кГц (используется два модуля O4LE). Поскольку 1, 2 и 3, 4 ВЧ подканалы по-парно функционально не зависимы, и могут использовать различные подсистемы NSD550 и AES550, то возможна организация ВЧ тракта в комбинации 4 + 4 + 8 кГц.

**Системы передачи сигналов команд релейной защиты и противоаварийной автоматики NSD550 и AES550<sup>12</sup>****Передатчик**

уровень	контрольная или ETL пилот-сигнал	-6 дБм0
	команда без форсирования, тест-сигнал	0 дБм0
Форсирование сигналов команд	программируемое в диапазоне	0 ... 10 дБ

**Приемник**

уровень	контрольная или ETL пилот-сигнал	-6 дБм0
	команда без форсирования, тест-сигнал	0 дБм0
Динамический диапазон		30 дБ (до 40 дБ с учетом форсирования)
	минимальный уровень	-15 дБм0 (до -25 дБм0 с учетом форсирования)
	максимальный уровень	+15 дБм0

Защищенность против специальных сигналов в речевом диапазоне

DTMF сигнализация  
MFC сигнализация  
Сигналов речи  
Скользящего тона  
Тест-тона ETL500

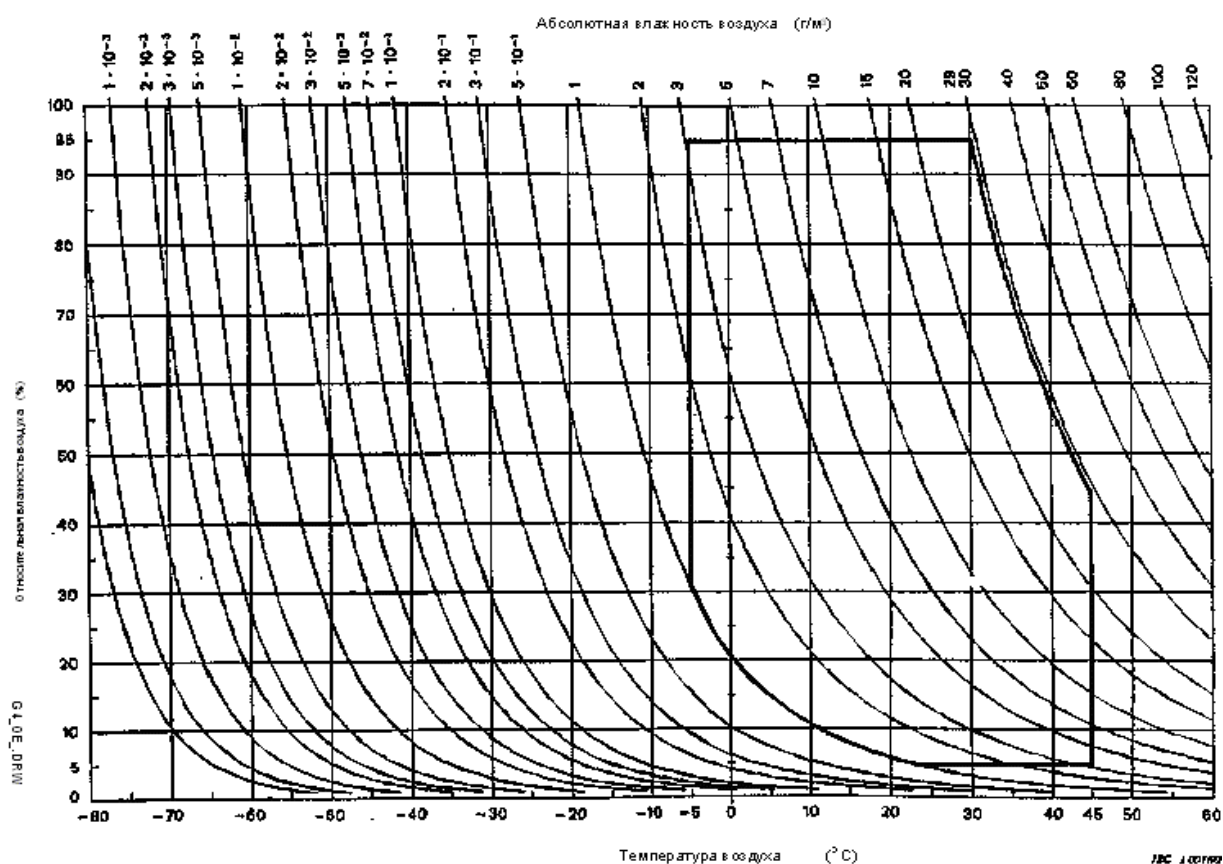
**Эксплуатационные характеристики**

Рисунок С.1 - Климатограмма для класса ЗК5 (от IEC 721-3-3, рисунок В5)

<sup>12</sup> Обычно сигналы команд всегда передаются в первом ВЧ канале. Но модульная конструкция ETL500 позволяет реализовать и другие режимы работы.

Например, для двух канальной версии аппаратуры, первый ВЧ канал может работать с системой NSD550 и передавать сигналы команд релейной защиты, а второй ВЧ канал, с использованием второго «базового комплекта», может работать с системой AES550 и передавать сигналы команд РЗ и ПА. Тоже относится и к трех- четырех канальным версиям аппаратуры ETL500.

При этом следует иметь в виду, что две такие подсистемы являются абсолютно независимыми, и могут передавать сигналы команд одновременно. Однако, общая энергетика линии при этом снижается.

Если необходимо сохранить энергетика линии и, в тоже время, сохранить приоритет одной из систем, то рекомендуется использовать внешние устройства передачи сигналов команд РЗ типа NSD70С (внутренняя система всегда имеет приоритет над внешней, форсирование осуществляется в полном объеме).

В трех- четырех канальных версиях аппаратуры ETL500, только один ВЧ канал использующих для передачи сигналов РЗ и ПА, для увеличения энергетика линии рекомендуется использовать имеющийся в оборудовании «Вход внешнего управления форсированием сигналов». При этом 3 и 4 ВЧ каналы могут быть полностью отключены внешним сигналом – признаком перехода в режим передачи сигналов команд.



**Размеры и вес**

Шасси:  
Шасси P7LA  
Шасси P7LC

19"-шасси в соответствии с IEC 60297 и DIN 41494  
3 единицы высотой (1 единица (юнит) = 44.45 мм)  
6 единицы высотой

	Размеры и вес				MTBF – время наработки на отказ, лет В соответствии с MIL-HDBK 217 версия F, редакция 2, февраль 1995, НУ, 40°С	Потребляемая мощность			
	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Вес без кабелей <sup>13</sup> , кг		~ 220 VAC		= 48 VDC	
						Речь + 600 Бод	РЗ и ПА	Речь + 600 Бод	РЗ и ПА
<b>ETL505</b>	400	482	350	< 16	18,2 <sup>14</sup>			110	130
<b>ETL541</b>	533	482	350	< 26	16,3 <sup>15</sup>	180	335	125	235
<b>ETL542</b>	533	482	350	< 26		190	345	135	245
<b>ETL543</b>	889	482	350	< 40		305	460	210	380
<b>ETL544</b>	889	482	350	< 40		315	470	220	390
<b>ETL581</b>	711	482	350	< 38	13,2 <sup>16</sup>	235	475	165	325
<b>ETL582</b>	711	482	350	< 38		245	485	175	335
<b>ETL583</b> <sup>17</sup>	1067	482	350	< 52		360	600	250	410
<b>ETL584</b>	1067	482	350	< 52		370	610	260	420
<b>ETL541</b>	533	482	350	< 26	16,3	180	335	125	235
<b>ETL581</b>	711	482	350	< 38	13,2	235	475	165	325

*Все технические данные могут быть без объявления изменены.*

<sup>13</sup> Максимальный вес полностью снаряженного (со всеми установленными модулями и устройствами) оборудования без кабелей

<sup>14</sup> ETL505 в конфигурации: Шасси P7LC с установленными модулями/устройствами B4LE, O4LE, G4AI, P4LQ, P4LS

<sup>15</sup> ETL540 в конфигурации: Шасси P7LA с установленными модулями/устройствами P1LA, B5LA, E5LB, P3LB + Шасси P7LC с установленными модулями/устройствами B4LE, O4LE, G4AI, P4LQ, P4LR

<sup>16</sup> ETL580 в конфигурации: Шасси P7LA с установленными модулями/устройствами P1LA, B5LA, E5LB, P3LB + Шасси P7LA с установленными модулями/устройствами P1LA, B5LA, E5LB, P3LC + Шасси P7LC с установленными модулями/устройствами B4LE, O4LE, G4AI, P4LQ, P4LR

<sup>17</sup> С точки зрения эксплуатационных показателей и функциональности аппаратура ETL583 и ETL584 полностью аналогична соответствующим комбинациям аппаратуры ETL541 и ETL542.

Упрощенный вариант из ETL541 и ETL542 оборудования может иметь преимущество в смысле экономии частотного плана, поскольку защитный интервал между параллельно работающей аппаратурой может быть уменьшен до 8 кГц.

## Загрузка ВЧ канала

Верхняя часть полосы ВЧ канала, должна быть свободной, так как используется для «пилот-сигнала». Различные варианты размещения спектров сигналов в ВЧ-канале, обеспечиваются благодаря:

- программированию ширины полосы речевого канала,
- программированию ширины полосы канала данных, в зависимости от требуемой скорости передачи информации,
- программированию центральной частоты канала данных,
- программированию частоты пилот-сигнала.

Преимущество данной технологии состоит в том, что, изменяя параметры программного обеспечения, можно изменить множество канальных установок, в том числе: частоты передачи TxRF и приема RxRF, частоты пилот-сигналов, S-значение и т.д.

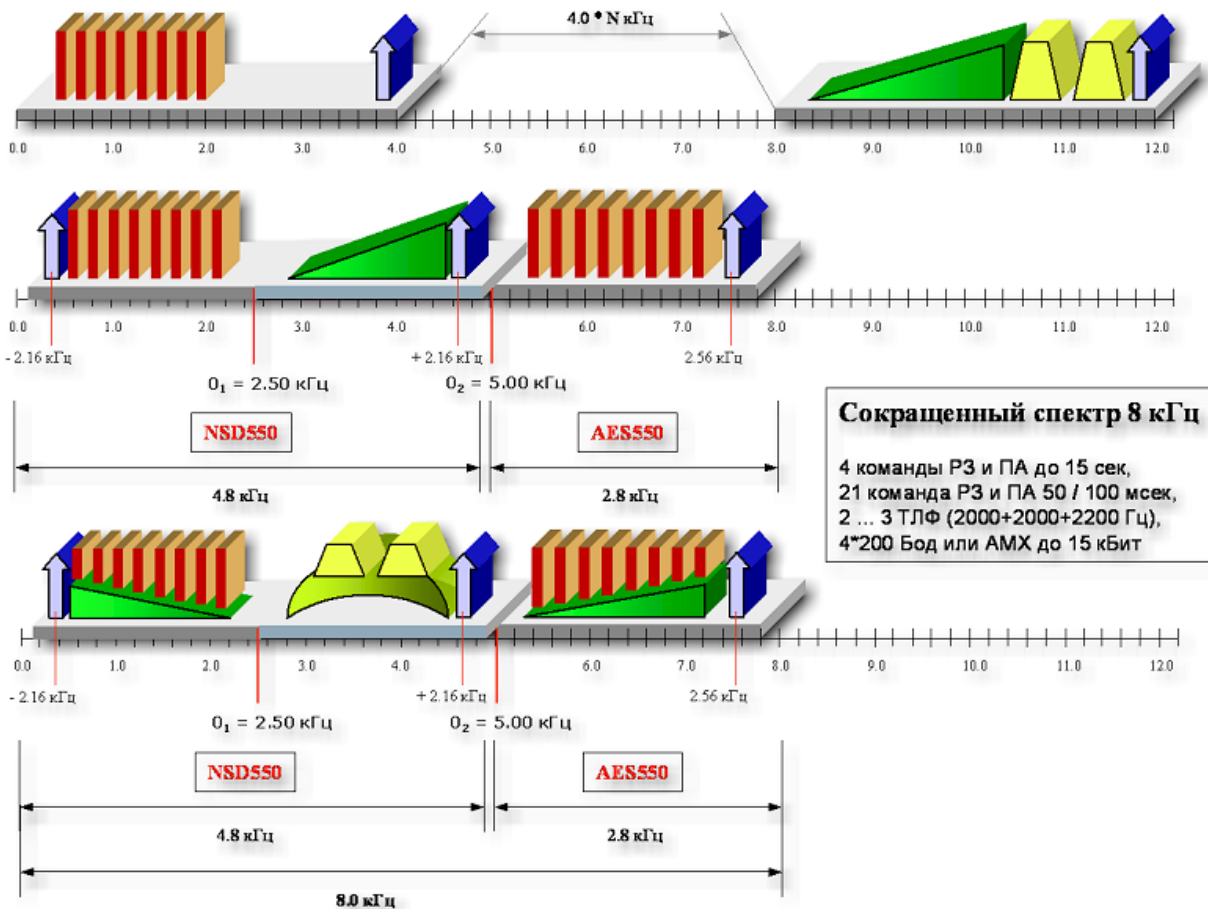


Рис. 7-17 Типичная и сжатая схемы распределения спектров сигналов в ВЧ канале ETL500

На «Рис. 7-18 Использование полосы частот» приведены возможные варианты размещения сигналов пользователя в ВЧ-канале. Допускаются любые их комбинации, показанные на рисунке, если они не перекрывают друг друга.

На рисунке заштрихованные области обозначают участки частотного диапазона, которые могут быть заняты другими устройствами, поскольку являются избыточными для данной конфигурации загрузки. Эти участки достаточно эффективно можно использовать для «сжатия» спектра ВЧ канала.

Итак, 4-х канальная версия аппаратуры передачи сигналов телефонии в классическом виде занимает спектр ВЧ частот 16 кГц. Однако, для технологической телефонии 300 ... 2400 Гц это много. Реально достаточно  $4 \cdot 2100 = 8400$  Гц. В ETL500 с учетом защитных интервалов и «контрольных» это занимает 10260 Гц ВЧ частот (экономия частот 5740 Гц). Для телефонии 300 ... 2000 Гц достаточно  $4 \cdot 1700 = 5800$  Гц. В ETL500 с учетом защитных интервалов и «контрольных» это занимает 8820 Гц ВЧ частот (экономия частот 7180 Гц).

Аналогичная процедура применима для «сжатия» любых конфигураций загрузки ВЧ канала.

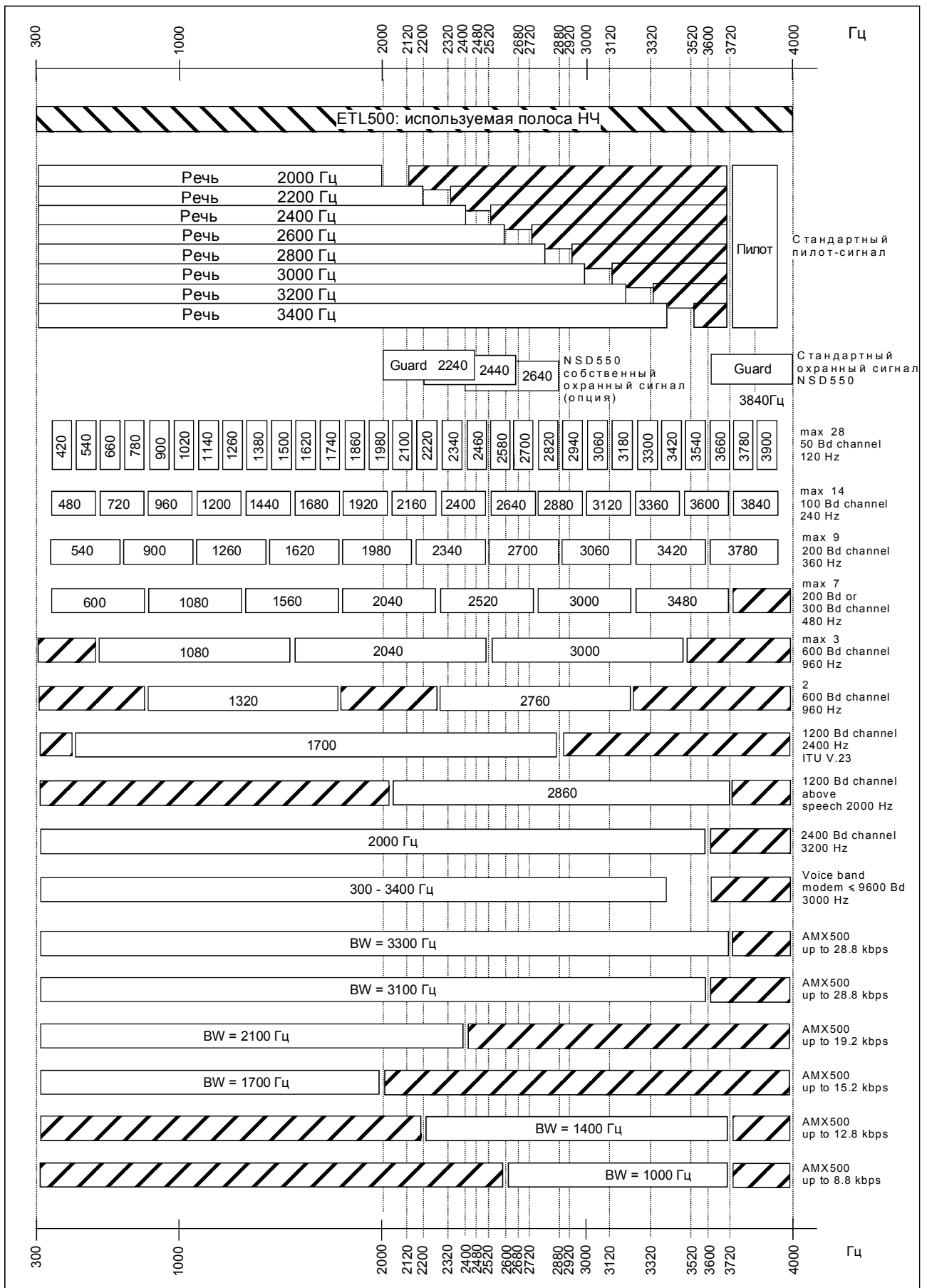


Рис. 7-18 Использование полосы частот

Тип [ETL505, ETL540, ETL580]	Р, дБм	ТФ		Данные						Пилот	S полное	Мощ-ть ПРД в линии, дБм	S bad полное	Мощ-ть ПРД в линии bad, дБм	S vbad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	Полный спектр	Сжатый спектр
		есть/нет	F срез ТФ, Гц	50	100	200, 300	600	1200	1200+ ТФ									
ETL505	37	1	2400							1	1,91	<b>31,37</b>	1,50	<b>33,47</b>	1,35	34,39	3660	2340
		1	2400	2						1	2,41	<b>29,36</b>	2,00	<b>30,97</b>	1,85	31,66	3660	2820
		1	2400	3						1	2,66	<b>28,50</b>	2,25	<b>29,95</b>	2,1	30,56	3660	3060
		1	2400		1					1	2,26	<b>29,91</b>	1,85	<b>31,65</b>	1,7	32,39	3660	2820
		1	2400		2					1	2,61	<b>28,66</b>	2,20	<b>30,15</b>	2,05	30,76	3660	3300
		1	2200		3					1	2,96	<b>27,57</b>	2,55	<b>28,87</b>	2,4	29,40	3660	3660
		1	2400			1				1	2,62	<b>28,63</b>	2,21	<b>30,11</b>	2,06	30,72	3660	3300
		1	2000					1		1	2,62	<b>28,63</b>	2,21	<b>30,11</b>	2,06	30,72	3660	3660
							1	1	2,50	<b>29,04</b>	2,50	<b>29,04</b>	2,35	29,58	3560	3560		

ETL540	46	1	2400						1	1,91	<b>40,37</b>	1,50	<b>42,47</b>	1,35	43,39	3660	2340
		1	2400	2					1	2,41	<b>38,36</b>	2,00	<b>39,97</b>	1,85	40,66	3660	2820
		1	2400	3					1	2,66	<b>37,50</b>	2,25	<b>38,95</b>	2,1	39,56	3660	3060
		1	2400		1				1	2,26	<b>38,91</b>	1,85	<b>40,65</b>	1,7	41,39	3660	2820
		1	2400		2				1	2,61	<b>37,66</b>	2,20	<b>39,15</b>	2,05	39,76	3660	3300
		1	2200		3				1	2,96	<b>36,57</b>	2,55	<b>37,87</b>	2,4	38,40	3660	3660
		1	2400			1			1	2,62	<b>37,63</b>	2,21	<b>39,11</b>	2,06	39,72	3660	3300
		1	2000					1	1	2,62	<b>37,63</b>	2,21	<b>39,11</b>	2,06	39,72	3660	3660
							1	1	2,50	<b>38,04</b>	2,50	<b>38,04</b>	2,35	38,58	3560	3560	

ETL580	49	1	2400						1	1,91	<b>43,37</b>	1,50	<b>45,47</b>	1,35	46,39	3660	2340
		1	2400	2					1	2,41	<b>41,36</b>	2,00	<b>42,97</b>	1,85	43,66	3660	2820
		1	2400	3					1	2,66	<b>40,50</b>	2,25	<b>41,95</b>	2,1	42,56	3660	3060
		1	2400		1				1	2,26	<b>41,91</b>	1,85	<b>43,65</b>	1,7	44,39	3660	2820
		1	2400		2				1	2,61	<b>40,66</b>	2,20	<b>42,15</b>	2,05	42,76	3660	3300
		1	2200		3				1	2,96	<b>39,57</b>	2,55	<b>40,87</b>	2,4	41,40	3660	3660
		1	2400			1			1	2,62	<b>40,63</b>	2,21	<b>42,11</b>	2,06	42,72	3660	3300
		1	2000					1	1	2,62	<b>40,63</b>	2,21	<b>42,11</b>	2,06	42,72	3660	3660
							1	1	2,50	<b>41,04</b>	2,50	<b>41,04</b>	2,35	41,58	3560	3560	

Тип [ETL505, ETL540, ETL580]	Р, дБм	ТФ		Данные						Пилот	S полное	Мощ-ть ПРД в линии, дБм	S bad полное	Мощ-ть ПРД в линии bad, дБм	S vbad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	Полный спектр (речь 2400 Гц)	Сжатый спектр (речь 2400 Гц)	Урезанный спектр (речь 2000 Гц)
		есть/нет	F срез ТФ, Гц	50	100	200, 300	600	1200	1200+ ТФ										
ETL540	46	2	2400							1	3,82	<b>34,35</b>	3,00	<b>36,45</b>	2,7	37,37	7620	4980	4260
		2	2400	2						1	4,32	<b>33,29</b>	3,50	<b>35,11</b>	3,2	35,90	7620	5460	4740
		2	2400	3						1	4,57	<b>32,80</b>	3,75	<b>34,51</b>	3,45	35,24	7620	5700	4980
		2	2400		2					1	4,52	<b>32,89</b>	3,70	<b>34,63</b>	3,4	35,37	7620	5940	5220
		2	2400		3					1	4,87	<b>32,25</b>	4,05	<b>33,85</b>	3,75	34,52	7620	6420	5700
		2	2400		4					1	5,22	<b>31,64</b>	4,40	<b>33,13</b>	4,1	33,74	7620	6900	6180
		2	2400			2				1	5,24	<b>31,61</b>	4,42	<b>33,09</b>	4,12	33,70	7620	6900	6180
		2	2000					2		1	5,24	<b>31,61</b>	4,42	<b>33,09</b>	4,12	33,70	7620	7620	
							2	1	3,00	<b>36,45</b>	3,00	<b>36,45</b>	2,7	37,37	7420	7420			

ETL580	49	2	2400							1	3,82	<b>37,35</b>	3,00	<b>39,45</b>	2,7	40,37	7620	4980	4260
		2	2400	2						1	4,32	<b>36,29</b>	3,50	<b>38,11</b>	3,2	38,90	7620	5460	4740
		2	2400	3						1	4,57	<b>35,80</b>	3,75	<b>37,51</b>	3,45	38,24	7620	5700	4980
		2	2400		2					1	4,52	<b>35,89</b>	3,70	<b>37,63</b>	3,4	38,37	7620	5940	5220
		2	2400		3					1	4,87	<b>35,25</b>	4,05	<b>36,85</b>	3,75	37,52	7620	6420	5700
		2	2400		4					1	5,22	<b>34,64</b>	4,40	<b>36,13</b>	4,1	36,74	7620	6900	6180
		2	2400			2				1	5,24	<b>34,61</b>	4,42	<b>36,09</b>	4,12	36,70	7620	6900	6180
		2	2000					2		1	5,24	<b>34,61</b>	4,42	<b>36,09</b>	4,12	36,70	7620	7620	
							2	1	3,00	<b>39,45</b>	3,00	<b>39,45</b>	2,7	40,37	7420	7420			

В таблицах для одно- четырех канальных версий аппаратуры показаны значения выходной мощности в линии, и возможные полосы ВЧ спектров, в зависимости от загрузки канала.

Если в аппаратуре используются модули РЗ и ПА NSD550 и AES550, то их сигналы суммируются с ОБП сигналом первого ВЧ канала «базового комплекта».

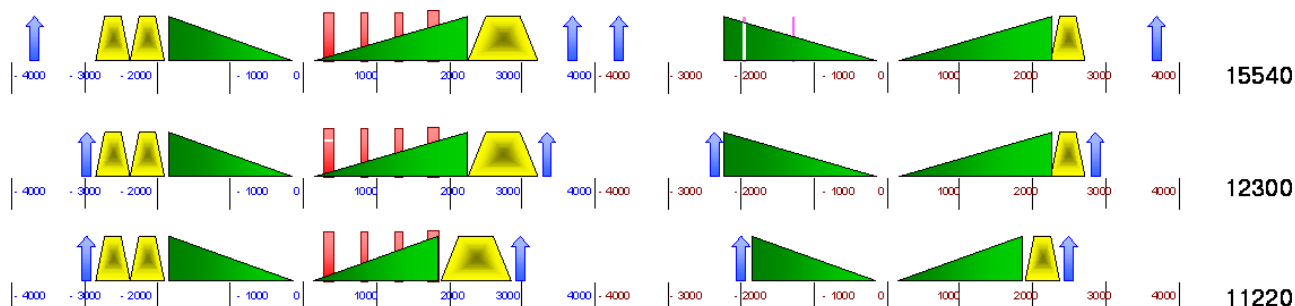
Тип [ETL505, ETL540, ETL580]	Р, дБм	ТФ		Данные						Пилот	S полное	Мощ-ть ПРД в линии, дБм	S bad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	S vbad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	Полный спектр (речь 2400 Гц)	Сжатый спектр (речь 2400 Гц)	Урезанный спектр (речь 2000 Гц)
		есть/нет	F среза ТФ, Гц	50	100	200, 300	600	1200	1200+ ТФ										
ETL540	46	3	2400							1	5,73	<b>30,83</b>	4,50	<b>32,93</b>	4,05	33,85	11580	7620	6540
		3	2400	3						1	6,48	<b>29,76</b>	5,25	<b>31,59</b>	4,8	32,38	11580	8340	7260
		3	2400	5						1	6,98	<b>29,12</b>	5,75	<b>30,80</b>	5,3	31,51	11580	8820	7740
		3	2400		3					1	6,78	<b>29,37</b>	5,55	<b>31,11</b>	5,1	31,85	11580	9060	7980
		3	2400		4					1	7,13	<b>28,93</b>	5,90	<b>30,58</b>	5,45	31,27	11580	9540	8460
		3	2400		5					1	7,48	<b>28,52</b>	6,25	<b>30,08</b>	5,8	30,73	11580	10020	8940
		3	2400			3				1	7,86	<b>28,09</b>	6,63	<b>29,57</b>	6,18	30,18	11580	10500	9420
		3	2000			1	1	2		1	8,21	<b>27,71</b>	6,98	<b>29,12</b>	6,53	29,70	11580	11580	11340
2	2000							1	5,32	<b>31,48</b>	4,50	<b>32,93</b>	4,05	33,85	11480	8840	8120		

ETL580	49	3	2400							1	5,73	<b>33,83</b>	4,50	<b>35,93</b>	4,05	36,85	11580	7620	6540
		3	2400	3						1	6,48	<b>32,76</b>	5,25	<b>34,59</b>	4,8	35,38	11580	8340	7260
		3	2400	5						1	6,98	<b>32,12</b>	5,75	<b>33,80</b>	5,3	34,51	11580	8820	7740
		3	2400		3					1	6,78	<b>32,37</b>	5,55	<b>34,11</b>	5,1	34,85	11580	9060	7980
		3	2400		4					1	7,13	<b>31,93</b>	5,90	<b>33,58</b>	5,45	34,27	11580	9540	8460
		3	2400		5					1	7,48	<b>31,52</b>	6,25	<b>33,08</b>	5,8	33,73	11580	10020	8940
		3	2400			3				1	7,86	<b>31,09</b>	6,63	<b>32,57</b>	6,18	33,18	11580	10500	9420
		3	2000			1	1	2		1	8,21	<b>30,71</b>	6,98	<b>32,12</b>	6,53	32,70	11580	11580	11340
								1	2,50	<b>41,04</b>	2,50	<b>41,04</b>	2,35	41,58	11480	8840	8120		

Тип [ETL505, ETL540, ETL580]	Р, дБм	ТФ		Данные						Пилот	S полное	Мощ-ть ПРД в линии, дБм	S bad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	S vbad полное	Мощ-ть ПРД в линии vbad, дБм	Полный спектр (речь 2400 Гц)	Сжатый спектр (речь 2400 Гц)	Урезанный спектр (речь 2000 Гц)
		есть/нет	F среза ТФ, Гц	50	100	200, 300	600	1200	1200+ ТФ										
ETL540	46	4	2400							1	7,64	<b>28,33</b>	6,00	<b>30,43</b>	5,4	31,35	15540	10260	8820
		4	2400	4						1	8,64	<b>27,26</b>	7,00	<b>29,09</b>	6,4	29,88	15540	11220	9780
		4	2400	6						1	9,14	<b>26,78</b>	7,50	<b>28,49</b>	6,9	29,22	15540	11700	10260
		4	2400		4					1	9,04	<b>26,87</b>	7,40	<b>28,61</b>	6,8	29,35	15540	12180	10740
		4	2400		5					1	9,39	<b>26,54</b>	7,75	<b>28,21</b>	7,15	28,91	15540	12660	11220
		4	2400		6					1	9,74	<b>26,22</b>	8,10	<b>27,83</b>	7,5	28,50	15540	13140	11700
		4	2400			4				1	10,48	<b>25,59</b>	8,84	<b>27,07</b>	8,24	27,68	15540	14100	12660
		4	2000			2	2	2		1	11,18	<b>25,03</b>	9,54	<b>26,40</b>	8,94	26,97	15540	15500	15060
2	2400							2	1	6,82	<b>29,32</b>	6,00	<b>30,43</b>	5,4	31,35	15040	11800	11080	

ETL580	49	4	2400							1	7,64	<b>31,33</b>	6,00	<b>33,43</b>	5,4	34,35	15540	10260	8820
		4	2400	4						1	8,64	<b>30,26</b>	7,00	<b>32,09</b>	6,4	32,88	15540	11220	9780
		4	2400	6						1	9,14	<b>29,78</b>	7,50	<b>31,49</b>	6,9	32,22	15540	11700	10260
		4	2400		4					1	9,04	<b>29,87</b>	7,40	<b>31,61</b>	6,8	32,35	15540	12180	10740
		4	2400		5					1	9,39	<b>29,54</b>	7,75	<b>31,21</b>	7,15	31,91	15540	12660	11220
		4	2400		6					1	9,74	<b>29,22</b>	8,10	<b>30,83</b>	7,5	31,50	15540	13140	11700
		4	2400			4				1	10,48	<b>28,59</b>	8,84	<b>30,07</b>	8,24	30,68	15540	14100	12660
		4	2000			2	2	2		1	11,18	<b>28,03</b>	9,54	<b>29,40</b>	8,94	29,97	15540	15500	15060
2	2400							2	1	6,82	<b>32,32</b>	6,00	<b>33,43</b>	5,4	34,35	15040	11800	11080	

На рисунке проиллюстрировано, как получены величины занимаемых частот в правых трех колонках. Первая цифра - это нормальная конфигурация 4 кГц на ВЧ канал. Речь 300 ... 2400 Гц. Вторая цифра - «сжатая» конфигурация, в которой выбраны все излишки частот. Речь 300 ... 2400 Гц. Третья цифра - «урезанная» конфигурация, в которой выбраны все излишки частот. Речь 300 ... 2000 Гц.



**Функциональные элементы, обеспечивающие загрузку канала**

Универсальный НЧ-интерфейс O4LE поддерживает следующие применения:

*Телефония (одна линия на канал)*

- Точка-точка «горячая» линия
- Удаленный абонент АТС
- 4-проводное подключение к АТС с Е- и М-сигнализацией
- 2/4-проводное соединение с Е- и М-сигнализацией и внешним управлением режимом работы
- Е- и М-сигнализация
- сервисный телефон
- 4-проводная телефония с использованием сигнализации АДАСЭ или любой другой внутри частотной сигнализации<sup>18</sup>
- 4-проводный пере прием<sup>2</sup>

*Телемеханика (3 ... 4 линии на модуль. Общее число модулей - до 7 [NSD550], до 2 [AES550])*

- Передача сигналов данных с модемов
- Программируемый транзитные фильтры

*Подключение внешних устройств релейной защиты*

- Внешнее оборудование релейной защиты (например, NSD70C)
- Управление форсированием сигналов защиты

**NSD550**

Система NSD550 предназначена для передачи сигналов команд релейной защиты по линиям любых напряжений и кабелям.

Устройство используется исключительно в составе оборудования ETL500. Передача команд всегда происходит по первому каналу двухканального оборудования<sup>19</sup>. Интерфейсы команд обеспечиваются модулем G4AI.

*Применения*

NSD550 полностью удовлетворяет требованиям по передаче блокирующих, разрешающих и прямого отключения команд.

В зависимости от конкретных требований, NSD550 может передавать до 4 команд релейной защиты в двух возможных комбинациях: 2 разрешающие команды и 2 команды прямого отключения, или 3 разрешающие команды и 1 команда прямого отключения. Четыре команды, например, осуществляют защиту двухцепной линии и прямое отключение реактора и выключателя в случае короткого замыкания.

При комплексном использовании ВЧ канала NSD550 не требует дополнительных частот, поскольку использует речевой спектр для передачи команд и пилот-сигнал аппаратуры ETL500 как контрольный (**может использоваться собственный охранный сигнал**).

**AES550**

Система AES550 используется для передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики по линиям любых напряжений и кабелям.

Система используется исключительно в составе оборудования ETL500. Передача сигналов команд всегда происходит по первому каналу<sup>20</sup>. Интерфейсы команд обеспечиваются модулем G4AI.

<sup>18</sup> одна плата O4LE в этом случае может обслуживать два ВЧ канала: например, порт AF2 – первый ВЧ канал, порт AF3 – второй ВЧ канал. Для таких речевых каналов и каналов приема становятся недоступными функции плавного ограничения и шумоподавления, но появляется возможность оставить их в работе на время передачи сигналов команд РЗ и ПА (второй ВЧ канал).

<sup>19</sup> Справедливо, если ETL500 выполнен на одном «базовом комплекте». Если ETL542 (ETL582) выполнен на двух «базовых комплектах», то сигналы команд РЗ и ПА могут передаваться независимо по обоим ВЧ каналам. То же самое относится к трех- четырех канальным версиям аппаратуры. Однако при этом, следует правильно выполнять энергетические расчеты каналов, поскольку величина коэффициента форсирования изменится.

<sup>20</sup> Справедливо, если ETL500 выполнен на одном «базовом комплекте». Если ETL542 (ETL582) выполнен на двух «базовых комплектах», то сигналы команд РЗ и ПА могут передаваться независимо по обоим ВЧ каналам. То же самое относится к трех- четырех канальным версиям аппаратуры. Однако при этом, следует правильно выполнять энергетические расчеты каналов, поскольку величина коэффициента форсирования изменится.



### Применения

AES550 удовлетворяет требованиям по передаче разрешающих и прямого отключения команд РЗ и команд ПА.

В зависимости от конкретных требований, AES550 может:

- одновременно передавать до 4 команд релейной защиты<sup>21</sup> в двух возможных вариантах: передачи сигналов и состояния. Четыре команды, например, осуществляют защиту двухцепной линии и прямое отключение реактора и выключателя в случае короткого замыкания.
- Последовательно, в соответствии с приоритетом определяемым номером команды, передавать 20 сигналов команд ПА.

Команды РЗ в системе AES550 всегда имеют приоритет над командами ПА.

При комплексном использовании ВЧ канала AES550 не требует дополнительных частот, поскольку использует речевой спектр для передачи команд и пилот-сигнал аппаратуры ETL500 как охранный (**может использоваться собственный контрольный сигнал**).

### Совместное применение NSD550 и AES550

При построении системы ETL500 на двух «базовых комплектах» есть возможность совместить в одном терминале функции NSD550 и AES550 по передаче разрешающих и прямого отключения сигналов команд РЗ и команд ПА.

В этом случае первый ВЧ канал может передавать сигналы команд РЗ (защита линии, точка – точка), а третий – сигналы команд ПА (защита системы, транзит).

Второй и четвертый ВЧ каналы могут использоваться для передачи сигналов телефонии и данных<sup>22</sup>.

Кроме того, второй и четвертый каналы могут использоваться для 4-х проводного приема транзитных сигналов команд РЗ и ПА.

### Интегрированный модем NSK5

Интегрированный модем NSK5 используется для передачи низкоскоростных данных телемеханики в SCADA-системах и приложениях АСКУЭ. Может использоваться как в составе системы ETL500, так и независимо.

#### Основные характеристики:

- Полностью программируемый модуль; скорость передачи, частоты приема и передачи, уровни входных и выходных сигналов устанавливаются с помощью переключателей и перемычек.
- Все характеристики соответствуют требованиям ITU-T R.35, R.37, R.38A и R.38B.
- Возможна работа в составе системы передачи 3-х каналов данных 600 Бод или одного канала 1200 Бод (в надтональном спектре) в сочетании с другими каналами данных; или 1200 Бод ITU-T V.23 или 2400 Бод в монополюсном режиме передачи.
- Синхронный / асинхронный режим передачи данных
- Синхронизация, регенерация и компенсация неоднородностей линии (эквалайзер)
- Последовательные интерфейсы данных в соответствии с ITU-T V.24, V.28 и V.10
- Гальваническая изоляция от источников/приемников информации и ETL500

### Простота настройки, тестирования, наблюдения и эксплуатации

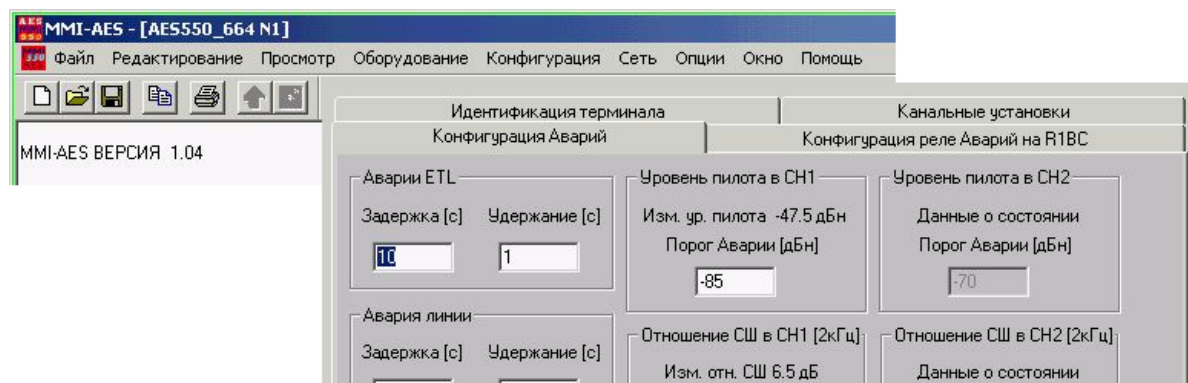
Все текущие состояния аппаратуры наблюдаются, записываются в процессорном модуле P4LQA и их можно просмотреть через MMI500/MMI-AES500. Программирование, тестирование, наладка и контроль оборудования осуществляются с ПК.

Для создания человеко-машинного интерфейса ETL500 необходимо с помощью модемного кабеля соединить последовательный порт ПК с SUB-D разъемом на лицевой панели модуля P4LQA, и запустить на ПК программу MMI500/MMI-AES500 (MS Windows программное обеспечение, яв-

<sup>21</sup> На линиях электропередачи России в настоящее время рекомендуется использование 20 команд группы В (ПА). Использование всех команд группы А (4 РЗ) без согласования с АББ ВЭИ Метроника и ВНИИЭ не допускается. Одну команду группы А (1 РЗ) использовать можно.

<sup>22</sup> Однако при этом, следует правильно выполнять энергетические расчеты каналов защиты, поскольку величина коэффициента форсирования уменьшится.

ляющееся неотъемлемой частью ETL500). С этого момента MMI500/MMI-AES500 будет поддерживать функции настройки, тестирования, поиска и обнаружения неисправностей, наблюдения и ремонта.



В трех- четырех канальных версиях аппаратуры каждый «базовый комплект» конфигурируется, тестируется и наблюдается независимо. Кроме всего прочего, это позволяет выполнять все работы по обслуживанию 1 – 2 и 3 – 4 пар ВЧ каналов абсолютно независимо, оставляя не тестируемые ВЧ каналы в работе.

В случае необходимости, линейная часть аппаратуры может быть легко перенастроена прямо на объекте эксплуатации с помощью двух плат адаптеров настройки, селективного вольтметра, MMI500/MMI-AES500 и одного «базового комплекта». Второй комплект и обслуживаемые им ВЧ каналы при этом могут оставаться в работе (зависит от рода выполняемых работ).

Во время возникновения неполадок на лицевых панелях модулей загораются соответствующие светодиоды. Для внешней индикации аварий в ETL500 предусмотрено три встроенных однополюсных реле. Дополнительно, на задней панели каждого шасси P7LC может устанавливаться модуль 8-ми аварийных реле R1BC, предоставляющий в сумме 11 выходных аварийных релейных контактов на «базовый комплект». Из MMI500/MMI-AES500 эти контакты могут быть запрограммированы в соответствии с двумя аварийными критериями.

### «Основное оборудование» ETL500

Состав «основного оборудования» зависит от заданных параметров линейного тракта (ВЛ или кабеля) и напряжения питания на месте эксплуатации.

#### Усилитель

В аппаратуре ETL505 используется усилитель с выходной мощностью 5 Вт, располагаемый в модуле P4LS. Усилитель полностью выполнен на интегральных микросхемах, и представляет собой устройство с много петлевой обратной связью по току / напряжению. Он имеет защиты по току, напряжению, короткому замыканию и отключению нагрузки. Структура усилителя оптимизирована для работы на линейную нагрузку 75/125 Ом.

В аппаратуре ETL540 или ETL580 используется усилитель с выходной мощностью 50 Вт P1LA. Он полностью выполнен на интегральных компонентах. Усилитель содержит предварительный и двухтактный выходной каскады. Благодаря комбинированной обратной связи по току и напряжению обеспечиваются минимальные искажения и нелинейность, а также постоянное выходное сопротивление системы. Двухтактный сигнал, усиленный в выходном каскаде, суммируется в выходном трансформаторе и поступает на фильтр передатчика E5LA/E5LB.

Усилитель P1LA имеет защиты по току и напряжению. Модуль располагается в корпусе P7LA. В случае 80 Вт оборудования используются два аналогичных усилителя в двух шасси P7LA, выходные мощности которых суммируются в комбайнере.

#### Фильтр передатчика

Фильтр передатчика в аппаратуре ETL505 рассчитан на диапазон частот 40 ... 500 кГц и выполнен по Т-образной схеме. Характеристическое сопротивление фильтра составляет 12.5 Ом. Катушки намотаны на ферритовых сердечниках. Настройка на требуемую частоту осуществляется за счет изменения индуктивности - коэффициента связи (расстояния) между двумя половинами ферритового сердечника. Коэффициент перекрытия по частоте составляет около 10 ... 12%. Рекомендуемый диапазон подстройки 5%. Грубая настройка на необходимую частоту передачи осуществляется перепайкой имеющихся в фильтре конденсаторов. Все компоненты фильтра располагаются в модуле P4LS.



Фильтр передатчика в аппаратуре ETL540 или ETL580 имеет два варианта исполнения, отличающихся друг от друга типонаминалом используемых компонентов. Модуль E5LB используется для частот 24 ... 100 кГц, а модуль E5LA - для частот 100 ... 500 кГц. Фильтры выполнены по Т-образной схеме на катушках с воздушными сердечниками.

Настройка на требуемую частоту осуществляется за счет изменения коэффициента связи (расстояния) между двумя полуобмотками катушки индуктивности. Коэффициент перекрытия по частоте составляет около 5 ... 6%. Рекомендуемый диапазон подстройки 2.5%.

Грубая настройка на необходимую частоту передачи осуществляется перепайкой имеющихся в фильтре конденсаторов. Для частот 24 ... 40 кГц требуется переустановка конденсаторов.

Функции выходного фильтра передатчика следующие:

- уменьшить побочное излучение, вызванное нелинейностью усилителя мощности
- обеспечить высокое выходное сопротивление вне полосы передачи, что позволит подключить параллельно большее количество комплектов ВЧ-связи
- защитить выходной усилитель от бросков напряжения на линии электропередачи, вызванных переключениями в системе, авариями и молниями

Точная настройка катушек может выполняться при помощи адаптера настройки фильтра передачи P3LL и программы MMI500/MMI-AES500. За более подробной информацией обратитесь к инструкции по настройке.

При смежных частотах передатчика и приемника оборудования ETL541, и при использовании ВЧ-гибрида P3DA, фильтр передатчика одновременно выполняет функции фильтра приемника 75 Ом.

При трех- четырех канальной работе аппаратуры ETL500 в фильтры передатчика E5LA/E5LB устанавливаются дополнительные компоненты, изменяющие полосу пропускания фильтра с 8 до 16 кГц.

#### **ВЧ-гибрид**

Необходим для увеличения переходного затухания между передатчиком и приемником, особенно при больших затуханиях линии. При трех- четырех канальной работе аппаратуры ETL500 в ВЧ-гибрид (диффсистему) P3LB устанавливаются дополнительные компоненты, изменяющие его полосу компенсации с 8 до 16 кГц.

#### **Источники питания**

В аппаратуре ETL505 как основной используется источник питания, рассчитанный на напряжение =48 В типа B4LE. Другие напряжения питания доступны при использовании в качестве первичных других устройств электропитания, входящих в состав комплекса ETL500.

В модуле B4LE входное напряжение =48 В преобразуется в необходимые для нормальной работы системы напряжения +5, -12 и +12 В. Напряжение -5 В, используемое в приемнике, формируется непосредственно в модуле P4LS из напряжения -12 В. Модуль B4LE имеет защиту от включения напряжения питания обратной полярности и перегрузки.

В аппаратуре ETL505, ETL540 или ETL580 могут использоваться источники питания, рассчитанные на напряжения первичного электропитания =48 В типа B5LA, источник питания ~115 В, ~220 В переменного тока B5LC, =220 В типа B5LCP, и другие. Указанные модули располагаются в шасси P7LA (P7LC) или DIN рейках и формируют выходное напряжение необходимое для работы модуля B4LE, устанавливаемого в P7LC.

#### **DC-DC конвертер B4LE**

Используется один конвертер на «базовый комплект». Напряжения +12 В и +5 В являются внутренними и недоступны извне. Величины напряжений +12 В контролируются модулем P4LQA. Модуль B4LE устанавливается в крайнем левом посадочном месте шасси P7LC и закрывается фальш-панелью.

Модуль имеет следующие защитные функции:

- ограничитель бросков тока
- плавкий предохранитель 6.3 А на входе
- защита от перегрузки, короткого замыкания и от включения без нагрузки
- защита от перегрузки по току
- защита от перегрева
- защита от неправильного подключения полярности (с предохранителем)
- защита от перенапряжения.

**Источники питания B5LA и B5LC**

При первичном напряжении питания =48 В используется модуль B5LA.

При первичном напряжении питания ~230 В или ~115 В используется модуль B5LC.

Модули содержат вводной автомат и фильтры подавления пульсаций и бросков напряжений. На модулях имеются тестовые точки для измерения входного и выходного (=48 В) напряжений.

Технические данные на источники питания:

Гарантированное питание переменного тока (используется B5LC)

~115/~230 В  
+10 / -15%  
50/60 Гц ± 5%

Гарантированное питание постоянного тока (используется B5LA)

=48 В  
+20 / -15%  
размах пульсаций ≤ 5%



Перед включением внешнего напряжения питания, убедитесь, что переключатель в модуле B5LC установлен в правильное положение: ~230 В или ~115 В в соответствии с инструкцией [1KHL015788](#).

**Источник питания B5LCP**

При первичных напряжениях питания ~230 В или =220 В может использоваться универсальный модуль B5LCP. На модуле имеются тестовые точки для измерения входного и выходного (=48 В) напряжений.

- Универсальный вход (AC или DC)
- Широкий диапазон входных частот
- Малый пусковой ток
- Коррекция коэффициента мощности
- Гальваническая развязка вход/выход
- Возможность параллельной работы
- Не требует принудительного охлаждения

Для применений, связанных с передачей сигналов команд РЗ и ПА, для полного подавления пульсаций и помех по цепям первичного питания рекомендуется использовать его совместно с модулем B5LA.

В этом случае B5LCP устанавливается либо в дополнительное шасси P7LA (в случае необходимости, сюда же устанавливается входной фильтр приемника 75 Ом), либо, при поставке ETL500 в шкаф, на DIN рейку после вводного автомата.

Технические данные на B5LCP:

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| • Гарантированное питание переменного тока   | ~90 ... ~260 В 50/60 Гц ± 5%        |
| • Гарантированное питание постоянного тока   | =95 ... =345 В                      |
| • Выходное напряжение постоянного тока   | =49.4 (49 ... 50) В                 |
| • Пульсации выходного напряжения (с двойной частотой сети):  | <1.2В (размах)                      |
| • Уровень шумов на выходе:   | 50мВ (типично)                      |
| • Гальваническая развязка вход/выход -   | 3000В (AC)                          |
| • Возможность работы без нагрузки, защита от короткого замыкания, перенапряжения на выходе и перегрева |                                     |
| • Защитное отключение:   | U <sub>вх</sub> >277 VAC / >368 VDC |
| • Рабочий температурный диапазон:  | от -40°C до +60°C                   |
| • MTBF:  | >600 000 часов при +40°C            |

### Резервирование питания

Принцип модульности конструкции предполагает, что конкретный состав аппаратуры зависит от предъявляемых к ней требований. В соответствии с этим, при составлении запроса на поставку оборудования необходимо указывать режим работы аппаратуры с резервным источником питания.

В ETL500 автоматическое переключение первичных источников питания основано на "горячем резервировании" различных уровней напряжений.

Например, при первичном напряжении питания  $\sim 220$  VAC и резервном  $=48$  VDC возможно два решения.

Вторичное напряжение питания модуля B5LC (при первичном  $\sim 115/220$  VAC) обычно составляет 49 ... 52 VDC. Тогда при его понижении до значений  $< 48$  VDC (первичное напряжение  $< \sim 200$  VAC) питание ETL500 будет осуществляться от резервной батареи  $=48$  VDC. Отметим, что ETL500 в штатном режиме с модулем B5LC устойчиво работает в диапазоне первичных напряжений питания  $\sim (170 \dots 250)$  VAC, а вторичных  $= (39 \dots 59)$  VDC.

Для модуля питания B5LCP: первичные напряжения или  $\sim (90 \dots 260)$  VAC, или  $= (95 \dots 335)$  VDC; вторичные  $= 49.4$  (49 ... 50) VDC, решение более экономичное, поскольку переключение на питание от батареи  $=48$  VDC будет происходить только при потерях первичного питания  $\sim 220$  VAC.

В каждом случае конкретное техническое решение зависит от того, какой источник первичного питания является основным, а какой резервным.

### Приемный фильтр

#### Приемный фильтр ETL505

Приемный фильтр аппаратуры ETL505 состоит из трех каскадов и расположен в модуле P4LS. Грубая настройка центральных частот осуществляется с помощью перемычек, точная – с помощью юстировки сердечника LC-фильтра и двух резисторов в активных секциях.

Приемный фильтр (также как и фильтр передатчика) настраивается без использования внешнего оборудования, поскольку все испытательные сигналы и их измерения производятся внутри ETL505 при помощи MMI500/MMI-AES500.

#### Приемный фильтр P4LR

Полосовой приемный фильтр обеспечивает селективность по входу - подавление сигналов от местных, включенных параллельно, передатчиков оборудования ВЧ-связи, главным образом для того, чтобы исключить перегрузку входных аналогово-цифровых цепей.

Структура фильтра выбрана таким образом, чтобы, при помощи адаптера настройки P4LM, обеспечивалась легкая настройка фильтра на месте установки оборудования (смотри «Инструкция по настройке [1KHL015117](#)»). Измерительные гнезда на передней панели модуля позволяют тестировать сигнал RxRF.

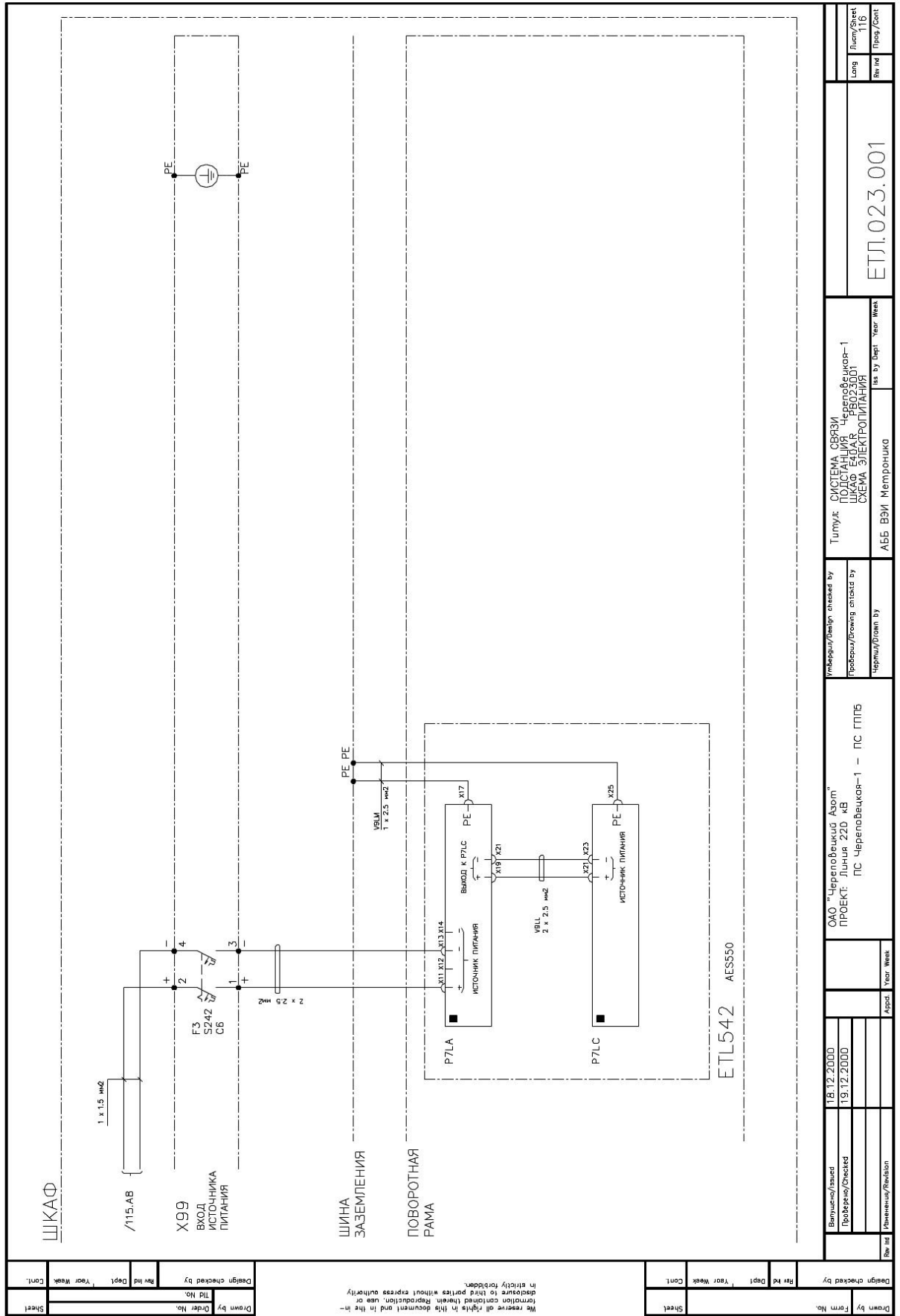
Центральная частота приемного фильтра устанавливается в диапазоне частот от 40 до 500 кГц, а полоса пропускания 4 или 8 кГц. Для диапазона 24 ... 40 кГц необходимо устанавливать дополнительные конденсаторы C113, C122, C135, C144 и C157.

#### ВЧ-конвертер P4LQA

Модуль P4LQA является центральным процессорным блоком оборудования ETL500, входящим в каждый «Базовый комплект» и выполняющим следующие функции:

- Преобразование сигналов из НЧ-области в ВЧ-область, и, наоборот (для обоих каналов),
- Аппаратный и программный контроль оборудования,
- Два пилот-сигнала, обеспечивающих следующие функции:
  1. ЕОС-канал,
  2. Е- и М-сигнализация (независимо для обоих каналов),
  3. АРУ (Автоматическая Регулировка Усиления),
  4. Синхронизация частот,
  5. Контроль качества принимаемого сигнала и т.д.
- Автоматическое измерение частотных характеристик каналов с расчетом коэффициентов коррекции эквалайзера
- Последовательный порт для конфигурации и контроля при помощи ПК, подключенного напрямую или через модем.





Sheet	Drawn by	Form No.
Cont.	Design checked by	Year Week
	Appr.	Year Week

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

Sheet	Drawn by	Form No.
Cont.	Design checked by	Year Week
	Appr.	Year Week

Введено/Issued	18.12.2000	ОАО "Череповецкий Азот"
Проверено/Checked	19.12.2000	ПРОЕКТ: Линия 220 кВ
Изменено/Revision		ПС Череповецкор-1 - ПС ГППБ
		Чертеж/Drawn by
		Проверено/Checked by
		Утверждено/Design checked by
№ инд	АББ ВЭИ Метроника	Титул: СИСТЕМА СВЯЗИ
№ инд		ШКАФ: ЕЩАК Р6023001
№ инд		СХЕМА: ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ
№ инд		ETL.023.001
№ инд		Лист 116
№ инд		Лист 116

## Проектные решения

### Стандартные одно- двухканальные решения. Комплексное использование ВЧ-канала

По каналам многоцелевой аппаратуры ВЧ-связи ETL500 могут передаваться различные виды сигналов. Поэтому встает вопрос о соответствующем оптимальном распределении их амплитуд внутри спектра частот канала.

Полная мощность белого шума пропорциональна ширине полосы. Канал телемеханики 50 Бод имеет шумовую полосу около 80 Гц. В сравнении с речевым каналом 300 ... 2400 Гц, уровень

мощности шума в 50-бодовом канале примерно на  $20 * \text{LOG} \sqrt{\frac{2400 - 300}{80}} = 14$  дБ ниже. Следо-

вательно, для поддержания одинакового отношения сигнал/шум, уровень сигнала 50-бодного канала ТМ может быть выбран на 14 дБ ниже уровня речи 300 ... 2400 Гц.

**Таким образом, за счет выбора мощностей сигналов, пропорциональных шумовым полосам пропускания, все каналы имеют одинаковые отношения сигнал/шум, и, следовательно, одинаковую дальность передачи.**

“Таблица 1. Распределение мощности по речевым и телемеханическим каналам” показывает уровни сигналов в dBm0 (т.е. относительно амплитуды тест-тона) и их веса в канальном распределении. Эти значения автоматически устанавливаются в MMI при конфигурации ETL500.

При установке уровней сигналов внешних модемов следует учитывать тот факт, что средняя мощность их сигналов на 2 dB (для асинхронных FSK модемов) ... 8 dB (для синхронных модемов подобных AMX500) ниже пиковой мощности (PEP).

Таблица 1. Распределение мощности по речевым и телемеханическим каналам

Сигналы ТЧ	Максимальные уровни сигналов [dBm0]	Весы
Тест-тон ETL500 или тест-сигнал NSD550 или AES550 (без речи)	0	1.0
Речь номинальный уровень Речь с запасом по перегрузке	0 +3	1.0 1.41
Каналы телемеханики и модемы:		
50 или 100 Бод	-12	0.25
200 или 300 Бод	-9	0.35
600 Бод или 1200 Бод + речь	-3	0.71
1200 Бод V.23 или 2400 Бод или синхронный модем до 9600 Бод <sup>1)</sup>	0	1.0
1200 Бод V.23 (одноканальная) или 2400 Бод (одноканальная)	+6	2.0
Пилот-сигнал, охраняемый сигнал NSD550 или NSD70	-6	0.5
AMX500 2 кГц	+3	1.4
AMX500 4 кГц или 8 кГц	+9	2.8
Другие сигналы	Весы определяются пользователем	

<sup>1)</sup> Для одноканального ВЧ-оборудования с каналами ТМ 2400 Бод или 1200 Бод V.23, работающими в монопольном режиме (без включения речевых или других низкоскоростных каналов ТМ), для того чтобы более полно использовать мощность передачи, весовой коэффициент увеличивают до 2 (PEP = +6 dBm).

Уровень сигнала +6 dBm соответствует модулированному сигналу модема. Уровень статического сигнала (для любой из двух характеристических частот) модема NSK5 на 2 дБ ниже уровня модулированного сигнала (+4 dBm) для высокоскоростного канала и на 4 dB (+2 dBm) для низкоскоростного канала.

В одноканальном ВЧ-оборудовании с каналами ТМ 1200 Бод V.23, работающими параллельно с другими низкоскоростными каналами ТМ, или в двух канальном оборудовании весовой коэффициент устанавливают равным 1.

**S-value, уровни передачи для ETL500**

Расчет уровня передачи, в соответствии с загрузкой ВЧ-канала, осуществляется простым сложением весов сигналов (см. "Таблица 1. Распределение мощности по речевым и телемеханическим каналам"), и выполняется автоматически программой MMI в процессе конфигурации. Следующее описание приведено только для понимания теории проводимых вычислений.

LT [dBm]:	Уровень тест-тона на ВЧ-выходе при номинальной нагрузке.
LT ts [dBu]:	Уровень тест-тона на тестовых гнездах RF LINE ВЧ-гибрида. 0 dBu соответствует 10 Вт (входное сопротивление измерителя 75 Ом).
S = "S-value":	Сумма весов напряжений сигналов, включая пилот-сигналы
	<b>Одноканальная аппаратура: 0.5 ≤ S ≤ 3.5</b>
	<b>Двухканальная аппаратура: 1.0 ≤ S ≤ 7.0</b>
	<b>Трехканальная аппаратура: 1.5 ≤ S ≤ 10.5</b>
	<b>Четырехканальная аппаратура: 2.0 ≤ S ≤ 14.0</b>

Нижние пределы даны для минимальной загрузки канала (один или соответственно два пилот-сигнала, и один или соответственно два канала ТМ 50 Бод, и должны увеличиться при использовании системы NSD550). Верхние пределы определяются динамическим диапазоном работы оборудования.

S-value автоматически рассчитывается программой MMI.

**Расчет уровня передачи**

- 1) Сумма весов сигналов, включая пилот-сигналы:

$$S = [n1*1.41 + n2*0.25 + n3*0.35 + n4*0.71 + n5*1.0 + n6*0.5 + n7*1.4 + n8*2.8]$$

где:

n1	= Количество речевых каналов
n2	= Количество каналов данных 50 Бод <b>плюс</b> количество каналов данных 100 Бод
n3	= Количество каналов данных 200 Бод <b>плюс</b> количество каналов данных 300 Бод
n4	= Количество каналов данных 600 Бод <b>плюс</b> количество надречевых каналов 1200 Бод
n5	= Количество каналов данных 1200 Бод-V.23 <b>плюс</b> количество каналов данных 2400 Бод
n6	= Количество пилот-сигналов ETL <b>плюс</b> количество собственных охранных сигналов NSD550 <b>плюс</b> количество охранных сигналов NSD70
n7	= Количество AMX500 2 кГц сигналов
n8	= Количество AMX500 4 кГц или 8 кГц сигналов

- 2) Проверка верхнего предела S:

- Если для одноканального оборудования  $S > 3.5$  или если для двухканального оборудования  $S > 7.0$  и т.д., то необходимо уменьшить загрузку оборудования **до  $S \leq 3.5$  (до  $S \leq 7.0$  и т.д.)**, удалив какие-либо сигналы (это уменьшит значения n1, n2, n3, n4, n5 и/или n6).

- 3) Проверка нижнего предела S:

- Данная проверка может быть пропущена, если NSD550 или AES550 не используются. В противном случае, подсчитайте сумму весов сигналов, непрерываемых сигналами команд. Причем **все** каналы другого «базового комплекта» считаются не отключаемыми:

$$S_{nd550} = [m2*0.25 + m3*0.35 + m5*0.71 + m6a*0.5 + m7*1.4 + m8*2.8],$$

где:

m2	= Количество <b>не отключаемых</b> каналов данных 50 Бод <b>плюс</b> количество <b>не отключаемых</b> каналов данных 100 Бод
m3	= Количество <b>не отключаемых</b> каналов данных 200 Бод <b>плюс</b> количество <b>не отключаемых</b> каналов данных 300 Бод
m5	= Количество <b>не отключаемых</b> каналов данных 600 Бод <b>плюс</b> количество <b>не отключаемых</b> надречевых каналов данных 1200 Бод
m6a	= Количество охранных сигналов NSD70
m7	= Количество <b>не отключаемых</b> каналов AMX500 2 кГц
m8	= Количество <b>не отключаемых</b> AMX500 4 кГц или 8 кГц сигналов

Теперь, если  $S \leq S_{nd550} + K$ , установите  $S = S_{nd550} + K$ .

где  $K$  – количество «базовых комплектов»

Другими словами:  $S$  должно быть увеличено до  $S_{nd550} + K$ , если сумма весов отключаемых сигналов меньше  $K$ . Очевидно, что этого не может быть при установленных каналах речи.

4) Уровень тест-тона 0 dBm0 на ВЧ-выходе передатчика  $L_T$ :

- Если ни речь, ни NSD550 или AES550 не используются, этот уровень необходим только для расчетов и не имеет практического значения, так как при передаче тест-тона усилитель будет перегружаться.

$$L_T = L_{PEP} - 20 \cdot \log S \text{ [dBm]}$$

где:

$L_{PEP}$  [dBm]: доступная мощность передатчика

= +37 dBm для 5 Вт оборудования ETL505,

= +46 dBm для 40 Вт оборудования ETL540,

= +49 dBm для 80 Вт оборудования ETL580.

Замечание: ВЧ-уровень тест-тона  $L_T$  относится к ВЧ каналам.

5) Уровень тест-тона 0 dBm0 на гнездах ВЧ-гибрида  $L_{T|ts}$ :

- Если ни речь, ни NSD550 или AES550 не используются, этот уровень необходим только для расчетов и не имеет практического значения, так как при передаче тест-тона усилитель будет перегружаться.

$$L_{T|ts} = L_T - 40 \text{ dB [dBu]}.$$

#### Форсирование передачи сигналов команд РЗ и ПА

Термин "форсирование" означает увеличение мощности передачи сигналов команд РЗ и ПА по отношению к нормальному уровню передачи тест-тона 0 dBm0. В ETL500 форсирование реализуется за счет выключения на время передачи сигнала команды каналов речи и надречевых модемов данного «базового комплекта», так что вся мощность усилителя используется для нужд системы релейной защиты. Это позволяет получить на приемном конце линии максимальное соотношение С/Ш. Разность между уровнями передачи сигнала команды и тест-тона называется *уровнем форсирования* (**BR**) и выражается в децибелах.

#### Правило приоритетов

Если несколько устройств релейной защиты работают по одной ETL500 ВЧ-линии, то одновременно могут форсироваться сигналы только одного из них:

- Система NSD550 или AES550 имеет приоритет перед аппаратурой NSD70, подключенной к первому каналу.
- Система NSD550 или AES550 имеет приоритет перед аппаратурой NSD70, подключенной к каналу 1, и обе они, в свою очередь, имеют приоритет перед системой NSD70, включенной во втором канале.

#### Отключаемые и не отключаемые порты или сигналы

Допустимый уровень форсирования зависит от того, какие ВЧ-сигналы могут быть отключены при передаче сигнала команды. Так как это зависит от загрузки ВЧ-канала, то **BR** устанавливается на аппаратуре ВЧ-связи, а не на оборудовании формирования сигналов команд РЗ и ПА.

Каждый из входных / выходных портов аппаратуры ETL500 может быть использован в отключаемом или не отключаемом режиме работы:

- Входные сигналы, подключенные к **отключаемому порту**, называются **отключаемыми** и блокируются на время передачи сигналов команд. Высвободившаяся мощность автоматически переходит в распоряжение системы NSD550 или AES550. Поскольку при комплексном использовании ВЧ канала для передачи сигналов команд РЗ и ПА используется речевой диапазон спектра ВЧ-канала, то сигналы телефонии всегда являются отключаемыми<sup>23</sup>.
- Входные сигналы, подключенные к **не отключаемому порту**, называются **не отключаемыми** и распространяются независимо от наличия активных сигналов команд. Мощность не отключаемых сигналов недоступна для системы NSD550 или AES550.

<sup>23</sup> Это не относится к речевым каналам с внутри частотной сигнализацией (например, АДАСЭ), подключаемым к портам телемеханики. Эти каналы могут быть как отключаемыми, так и не отключаемыми.



*Уровень форсирования для системы NSD550 или AES550*

Уровень форсирования для системы NSD550 или AES550 автоматически рассчитывается MMI500 во время конфигурации аппаратуры.

**Внимание**

При использовании системы NSD550 или AES550 не отключаемыми могут быть только сигналы, располагающиеся за пределами речевого спектра<sup>23</sup>.

Уровень форсирования для системы NSD550 или AES550 BR550 рассчитывается следующим образом:

$$BR550 = \min \{ 2.82, S - S_{nd550} \},$$

где S и S<sub>nd550</sub> вычисляются по формулам, приведенным выше. Максимальное значение BR550 = 2.82, соответствующее уровню форсирования 9 dB, в случае необходимости, может быть изменено в MMI.

Следует помнить, что уровень форсирования не может быть меньше 1 (0 dB).

*Пример:*

Уровень форсирования для ETL541, предназначенного для передачи речи, 2 \* 100 Бод отключаемых и 1 \* 200 Бод не отключаемых сигналов модемов, равен

$$\begin{aligned} BR550 &= \min \{ 2.82, S - S_{nd550} \} \\ &= \min \{ 2.82, [1.41 + 2*0.25 + 0.35 + 0.5] - [0.35] \} \\ &= \min \{ 2.82, 2.41 \} \\ &= 2.41 \\ &= 7.6 \text{ dB.} \end{aligned}$$

*Пример:*

Уровень форсирования для ETL583, предназначенного для передачи

2-х каналов речи, 1 \* 100 Бод отключаемых и 1 \* 200 Бод не отключаемых сигналов модемов через первый «базовый комплект» и

1-го канала речи и 1\* 100 Бод канала ТМ через второй «базовый комплект»,

равен:

$$\begin{aligned} BR550 &= \min \{ 2.82, S - S_{nd550} \} \\ &= \min \{ 2.82, [(2*1.41 + 0.25 + 0.35 + 0.5) + (1.41 + 0.25 + 0.5)] - \\ &\quad [(1.41 + 0.25 + 0.5) + (0.35)] \} \\ &= \min \{ 2.82, 6.08 - 2.51 \} \\ &= \min \{ 2.82, 3.57 \} \\ &= 2.82 \\ &= 9 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Разница между этими двумя примерами состоит в следующем.

В первом случае, когда используется один «базовый комплект» максимальная выходная мощность сигнала команды может равняться PEP, например, 46 дБм (когда все сигналы являются отключаемыми).

Во втором случае, когда используются два «базовых комплекта» максимальная выходная мощность сигнала команды никогда не будет равна PEP – она всегда будет меньше на величину  $20 \cdot \log S_2$ , где S<sub>2</sub> – коэффициент загрузки второго «базового комплекта».

Таким образом, во втором примере выходная мощность сигнала команды может составить, например, не 46 дБм, а  $46 - 20 \cdot \log(2,16) = 39,3$  дБм.

Исключение составляет случай, когда в обоих «базовых комплектах» используются системы NSD550 или AES550, и в обоих системах одновременно возникают сигналы команд. Тогда максимальная выходная мощность каждой из команд, например, составит PEP -  $20 \cdot \log(2,0) = 40,0$  дБм

*Уровень форсирования для внешней системы релейной защиты NSD70*

Устройство NSD70 подключается к порту AF4 платы универсального НЧ-интерфейса O4LE, установленной в слоте N11 (первый канал) или слоте N65 (второй канал).

Охранный сигнал системы NSD70, так же как и сигналы команд NSD70 (без форсирования), имеет уровень передачи -6 dBm0. Собственный режим форсирования NSD70 для предотвращения перегрузки усилителя при работе через ETL500 следует отключить.

Команда на включение режима форсирования подается с NSD70 на соответствующий вход O4LE. Уровень форсирования BR70 для системы NSD70 автоматически рассчитывается MMI во время конфигурации аппаратуры ETL500 следующим образом:

$$BR70 = \min \{ 2.51, 2 \cdot (S - S_{nd70}) \}, \text{ где}$$

$$S_{nd70} = S_{nd550} + 0.5 \cdot (m6b - 1),$$

где S и S<sub>nd550</sub> вычисляются по формулам, приведенным в "S-value, "

m6b = число пилот-сигналов аппаратуры ETL500 **плюс** число охранных сигналов системы NSD550.

Для сигналов команд системы NSD70 максимальный уровень форсирования составляет BR70 = 2.51 (8 дБ).

*Пример:*

Уровень форсирования для ETL542, предназначенного для передачи одного канала речи, 2 x 100 Бод отключаемых и 1 x 200 Бод не отключаемых сигналов модемов, а так же подключения одного устройства NSD70, равен

$$S_{nd550} = 0.35 + 0.5 = 0.85$$

$$S_{nd70} = S_{nd550} + 0.5 \cdot (2 - 1) = 0.85 + 0.5 = 1.35$$

$$S = 1.41 + 2 \cdot 0.25 + 0.35 + 3 \cdot 0.5 = 3.76$$

$$BR70 = \min \{ 2.51, 2 \cdot (3.76 - 1.35) \}$$

$$= \min \{ 2.51, 2 \cdot 2.41 \} = 2.51$$

**Особые режимы**

Расчетный уровень передачи ETL582 в конфигурации: 2 речевых канала, составляет

$$49 - 20 \cdot \log(2 \cdot 1.41 + 2 \cdot 0.5) = 37.35 \text{ дБм (см. Таблицу на стр. 7-26)}$$

Это утверждение абсолютно верно, когда система ETL500 гарантирует коэффициент гармоник в телефонном канале не выше -60 дБ (страница 4-3 «Технического описания ETL500»). Обеспечивается это следующим образом.

Для предотвращения перегрузки линейного усилителя в передающем тракте систем ВЧ связи устанавливаются те или иные ограничители уровня, при больших уровнях сигнала являющиеся источниками значительных гармонических искажений

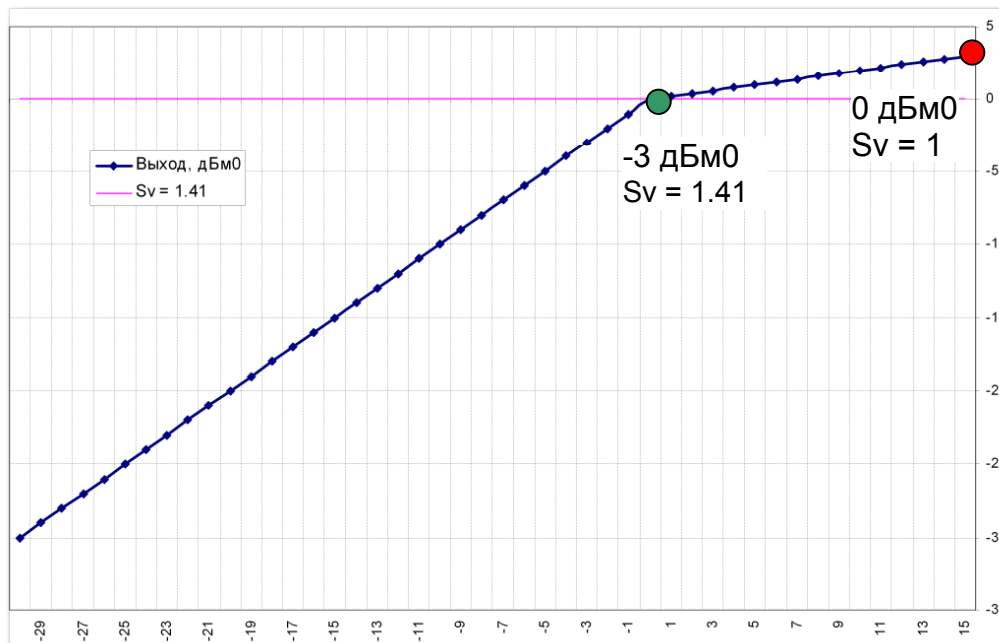
Обычно за нулевой уровень передачи сигнала телефонии принят именно этот максимально ограниченный уровень передачи.

В терминах величины загрузки ВЧ канала, принятых в ETL500, это соответствует значению «Речь номинальный уровень» S-value = 1.0 «Таблица 1. Распределение мощности по речевым и телемеханическим каналам».

В ETL500, чтобы гарантировать указанный уровень гармоник, за номинальный уровень сигнала передатчика принят уровень, соответствующий концу линейной части характеристики входного ограничителя (страница 4-6 «Технического описания ETL500»), то есть входной сигнал «искусственно ослабляется» на 3 дБ.

В терминах величины загрузки ВЧ канала, принятых в ETL500, это соответствует значению «Речь с запасом на перегрузку» S-value = 1.41 «Таблица 1. Распределение мощности по речевым и телемеханическим каналам».

Этим значением следует пользоваться всегда, когда энергетика линии достаточна!



Однако, когда энергетики линии «не хватает», следует пользоваться значением S-value = 1.00 ... 1.41 (1.00).

Тогда Расчетный уровень передачи ETL582 в конфигурации: 2 речевых канала, составит **49 – 20\*log(2\*1,0 + 2\*0,5) = 39.46 дБм** (см. Таблицу на стр. 7-26)

Кроме того, при энергетических расчетах экстремально «плохих» ВЧ каналов можно принять уровень пилот-сигнала равным не –6 дБм0, а –9 дБм0 (Svalue = 0.35).

Тогда Расчетный уровень передачи ETL582 в конфигурации: 2 речевых канала, составит **49 – 20\*log(2\*1,0 + 2\*0,35) = 40.37 дБм** (см. Таблицу на стр. 7-26)

То есть, полный энергетический выигрыш для речевого канала, по сравнению с «нормальной» конфигурацией, составит 3 дБ.

К тому же, при энергетических расчетах «плохих» ВЧ каналов можно учитывать наличие в ETL500 шумоподавителя, эффективность которого составляет порядка 6 ... 15 дБ и зависит от уровня напряжения ВЛ (чем выше класс ВЛ, тем ниже коэффициент шумоподавления из-за шумов «короны»). С запасом можно считать его эффективность равной 6 дБ.

Однако шумоподавитель **не рекомендуется** использовать в комплексных ВЧ каналах передачи сигналов телефонии, РЗ и ПА. Связано это с тем, что коэффициент компрессии речевого сигнала на передающей стороне может достигать 20 дБ, и тогда, если входной сигнал «не чистый» - заполнен шумами или импульсными помехами - его компрессированное - увеличенное на 20 дБ значение - может вызвать появление сигналов Аварии (но не нарушить работу) системы Автоматика.

Что касается минимального уровня приема, то на странице 4-2 «Технического описания ETL500» указан собственный **уровень шумов приемника -55 дБм0п (абсолютное значение –47 дБм)** (условия измерения приведены там же).

Фигурирующее там же значение чувствительности -30 дБм - это минимальное **абсолютное** значение входного сигнала «контрольной», когда система еще работает в синхронном режиме (разбег частот приемника/передатчика не более 3 Гц). Однако если входной сигнал приемника меньшего уровня, система продолжает работать, только в несинхронном режиме (разбег частот - 10 Гц).

Функционально на характеристиках системы это сказывается следующим образом: из работы выводится ЕОС служебный канал (становится не возможным удаленное конфигурирование и наблюдение). Срабатывает соответствующая сигнализация. Все остальные функции остаются в работе.

Это позволяет утверждать, что ETL500 практически никогда не влияет на энергетику линии со стороны приемника.

**Примеры расчетов S-value****Пример 1:**

Загрузка ETL 541: речь + 600 Бод (не отключаемый) + NSD550.

- 1) Сумма весов напряжений:  

$$S = [1.41 + 0.71 + 0.5] = 2.62$$
- 2) Норма, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Норма, так как  $S_{nd50} = 0.71$  и  $S$  должно быть больше 1.71
- 3) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика LT  

$$L_T = L_{PEP} - 20 \cdot \log S \text{ [dBm]}$$

$$L_T = 46 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(2.62) = 37.6 \text{ dBm}$$
- 4) Уровень тест-тона на тестовых гнездах ВЧ-гибрида LT|ts  

$$L_{T|ts} = \text{POWER T} - 40 \text{ dB [dBu]}$$

$$L_{T|ts} = 37.6 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = -2.4 \text{ dBu}$$

**Пример 2:**

Загрузка ETL 505: NSK5 канал данных 1200 Бод V.23 + канал TM 200 Бод.

- 1) Сумма весов напряжений  

$$S = [1 + 0.35 + 0.5] = 1.85$$
- 2) Норма, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Не вычисляется (NSD550 не используется).
- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика LT:  

$$L_T = 37 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(1.85) = 31.7 \text{ dBm}$$

Так как ни речь, ни NSD550 не используются, этот уровень служит только для контроля вычислений!
- 5) Уровень тест-тона LT|ts на тестовом гнезде P4LS:  

$$L_{T|ts} = 31.7 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = -8.3 \text{ dBu}$$

Так как ни речь, ни NSD550 не используются, этот уровень служит только для контроля вычислений!

**Пример 3:**

Загрузка ETL 542: речь + 600 Бод в канале 1 и 1200 Бод V.23 в канале 2.

- 1) Сумма весов напряжений:  

$$S = [1.41 + 0.71 + 1.0 + 2 \cdot 0.5] = 4.12$$
- 2) Норма, так как  $S < 7.0$ .
- 3) Не вычисляется (NSD550 не используется).
- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика LT:  

$$L_T = 46 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(4.12) = 33.7 \text{ dBm}$$

Так как ни речь, ни NSD550 во 2 канале не используются, передавать тест-тон здесь нельзя! Тест-тон 0 dBm0 может быть передан только через 1 канал вместо сигнала речи.
- 5) Уровень тест-тона на тестовых гнездах ВЧ-гибрида LT|ts:  

$$L_{T|ts} = 33.7 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = -6.3 \text{ dBu}$$

Так как ни речь, ни NSD550 во 2 канале не используются, передавать тест-тон здесь нельзя! Тест-тон 0 dBm0 может быть передан только через 1 канал вместо сигнала речи.

**Пример 4:**

Загрузка ETL 541: NSK5 канал данных 50 Бод (не отключаемый) + NSD550.

- 1) Сумма весов напряжений:  

$$S = [0.25 + 0.5] = 0.75$$
- 2) Норма, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Поскольку значение  $S_{nd550} = 0.25$ ,  $S$  должно быть увеличено до 1.25.

- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика LT:  
 $L_T = 46 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(1.25) = 44.1 \text{ dBm}$
- 5) Уровень тест-тона на тестовых гнездах ВЧ-гибрида LT|ts:  
 $L_T|ts = 44.1 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = 4.1 \text{ dBu}$

Что бы проверить уровень передачи сигнала модема следует пользоваться опцией "Measure AF signal" программы MMI500.

---

**Пример 5:**

*Загрузка ETL 581: NSK5 2400 Бод или 1200 Бод V.23 (без каких-либо других каналов данных или речи).*

- 1) Сумма весов напряжений  
 $S = [2 + 0.5] = 2.5$
- 2) Норма, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Не вычисляется (NSD550 не используется).
- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика  
 $L_T = 49 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(2.5) = 41.0 \text{ dBm}$   
 Уровень модулированного канала данных на ВЧ-выходе  
 $L_T + 6 \text{ dB} = 41 \text{ dBm} + 6 \text{ dB} = 47.0 \text{ dBm}$
- 5) Уровень тест-тона на тестовых гнездах ВЧ-гибрида  
 $L_T|ts = 41.0 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = 1 \text{ dBu}$

Так как ни речь, ни NSD550 не используются, эти уровни не имеют практического значения.

---

**Пример 6:**

*Загрузка ETL 541: NSK5 канал данных 1200 Бод V.23 + канал 200 Бод со снижением выходной мощности до 10 Вт = 40dBm.*

- 1) Сумма весов напряжений  
 $S = [1 + 0.35 + 0.5] = 1.85$
- 2) Соответствует, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Пропущено (NSD550 не используется).
- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика  
 $L_T = 40 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(1.85) = 34.65 \text{ dBm}$
- 5) Уровень тест-тона на гнездах ВЧ-гибрида  
 $L_T|ts = 34.65 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = -5.35 \text{ dBu}$

Так как ни речь, ни NSD550 не используются, эти уровни не имеют практического значения.

---

**Пример 7:**

*Загрузка ETL 505: NSK5 канал данных 50 Бод.*

- 1) Сумма весов напряжений:  
 $S = [0.25 + 0.5] = 0.75$
- 2) Соответствует, так как  $S < 3.5$ .
- 3) Пропущено (NSD550 не используется).
- 4) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика:  
 $L_T = 37 \text{ dBm} - 20 \cdot \log(0.75) = 39.5 \text{ dBm}$
- 5) Уровень тест-тона LT|ts на тестовом гнезде P4LS  
 $L_T|ts = 39.5 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} = -0.5 \text{ dBu}$

Так как ни речь, ни NSD550 не используются, эти уровни не имеют практического значения.

*Указание:* Для тестирования уровня передачи сигнала модема, может использоваться функция "Measure AF signal" (Измерение НЧ-сигнала) программы MMI500.

**Пример 8:**

Загрузка ETL 583: речь + 600 Бод (не отключаемый) + речь + 1200 Бод + речь + AES550 (первый «базовый комплект»)

- 1) Сумма весов напряжений

$$S = [1.41 + 0.71 + 1.41 + 1 + 1.41 + 3 * 0.5] = 7.44$$

- 2) Норма, так как
- $S < 10.5$
- .

- 0) Норма, так как
- $S_{nd550} = [0.71 + 1.41 + 1 * 0.5] = 2.62$
- и

$$S \text{ должно быть больше } 2.62 + 2 = 4.62$$

- 1) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика

$$L_T = 49 \text{ dBm} - 20 * \log(7.44) = 31.57 \text{ дБм}$$

- 5) Уровень форсирования

$$\begin{aligned} BR550 &= \min \{ 2.82, S - S_{nd550} \} \\ &= \min \{ 2.82, 7.44 - 2.62 \} \\ &= \min \{ 2.82, 4.82 \} \\ &= 2.82 \\ &= 9 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Максимальная выходная мощность сигнала команды в линии составит

$$\begin{aligned} L_T &= PEP - 20 * \log(S_{nd550}) = \\ &= 49 - 20 * \log(2.62) = 40,63 \text{ дБм} \end{aligned}$$

**Пример 9:**

Загрузка ETL 584: речь + NSD550 + речь (первый «базовый комплект», первый ВЧ канал комплексный) + речь + AES550 (второй «базовый комплект», ВЧ канал автоматики выделенный + собственный сигнал контрольной)

- 1) Сумма весов напряжений

$$S = [1.41 + 1.41 + 2 * 0.5] + [1.41 + 2 * 0.5 + 0.5] = 6.73 \text{ ( } L_T = 32.44 \text{ дБм)}$$

- 2) Норма, так как
- $S < 14$

- 0) Норма, так как
- $S_{nsd550} = [1.41 + 2 * 0.5 + 0.5] = 2.91$
- и

$$S \text{ должно быть больше } 2.91 + 2 = 4.91$$

- 1) Норма, так как
- $S_{aes550} = [1.41 + 1.41 + 2 * 0.5] + [0.5] = 4.32$
- и

$$S \text{ должно быть больше } 4.32 + 2 = 6.32$$

- 2) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика

$$L_T 1 = 49 \text{ dBm} - 6 - 20 * \log([1.41 + 1.41 + 2 * 0.5]) = 31.36 \text{ дБм}$$

$$L_T 2 = 49 \text{ dBm} - 20 * \log([1.41 + 2 * 0.5 + 0.5]) = 33.72 \text{ дБм}$$

- 6) Уровень форсирования

$$\begin{aligned} BR550 1 &= \min \{ 2.82, S - S_{nd550} 1 \} \\ &= \min \{ 2.82, 6.73 - 2.91 \} \\ &= \min \{ 2.82, 3.82 \} \\ &= 2.82 \\ &= 9 \text{ dB.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BR550 2 &= \min \{ 2.82, S - S_{nd550} 2 \} \\ &= \min \{ 2.82, 6.73 - 4.32 \} \\ &= \min \{ 2.82, 2.41 \} \\ &= 2.41 \\ &= 7.64 \text{ dB.} \end{aligned}$$

Максимальная выходная мощность сигнала команды в линии составит

$$L_{Ts} 1 = L_T 1 + BR550 1 = 31.36 + 9 = 40,36 \text{ дБм}$$

$$L_{Ts} 2 = L_T 2 + BR550 2 = 33.72 + 7.64 = 41,36 \text{ дБм}$$

**Пример 10:**

Загрузка ETL 583: [речь + 600 Бод + речь] + [1200 Бод + речь]

- 1) Сумма весов напряжений

$$S = [1.41 + 0.71 + 1.41 + 2 * 0.5] + [1 + 1.41 + 1 * 0.5] = 7.44$$

- 2) Норма, так как  $S < 10.5$ .

- 3) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика

$$L_T = 49 \text{ dBm} - 20 * \log(7.44) = 31.57 \text{ дБм}$$

Если при данном уровне выходной мощности допустимый запас по затуханию не обеспечивается, можно попробовать изменить S value речи. Тогда

- 4) Сумма весов напряжений

$$S = [1.0 + 0.71 + 1.0 + 2 * 0.5] + [1 + 1.0 + 1 * 0.5] = 5.71$$

- 5) Норма, так как  $S < 10.5$ .

- 6) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика

$$L_T = 49 \text{ dBm} - 20 * \log(5.71) = 33.87 \text{ дБм}$$

Если и при этом уровне выходной мощности допустимый запас по затуханию не обеспечивается, можно попробовать изменить S value пилот-сигнала. Тогда

- 7) Сумма весов напряжений

$$S = [1.0 + 0.71 + 1.0 + 2 * 0.35] + [1 + 1.0 + 1 * 0.35] = 5.26$$

- 8) Норма, так как  $S < 10.5$ .

- 9) Уровень тест-тона на ВЧ-выходе передатчика

$$L_T = 49 \text{ dBm} - 20 * \log(5.26) = 34.58 \text{ дБм}$$

Если и при этом уровне выходной мощности допустимый запас по затуханию не обеспечивается, можно попробовать учесть работу шумоподавителя. Тогда

- 10) Если ВЛ 110 кВ,  $K_{ш} \approx 12$  дБ, если 500 кВ, то 6 дБ, и эффективную речевую мощность можно считать равной

$$L_T = 34.58 \text{ dBm} + 6 = 40.58 \text{ дБм}$$

Если и этого не достаточно, можно попробовать уменьшить полосу пропускания речевого канала до 300 ... 2000 Гц. Тогда

$$11) L_T = 40.58 \text{ dBm} + 20 * \log(2.1/1.7) = 42.42 \text{ дБм}$$

То есть полное «увеличение» выходной мощности усилителя составило 10.85 дБ.

Наиболее нежелательная здесь операция – это уменьшение энергии пилот-сигнала.

Наиболее спорная – эффективность шумоподавителя, поскольку определяется в основном субъективными оценками.

**Надежность**

Исходными данными для вычисления надежности каналов ПА и РЗ, реализованных на аппаратуре ETL500 являются:

временные показатели

Календарный год, часов	Year =	8760
Время обнаружения аварии на необслуживаемой подстанции	T <sub>fm</sub> необслуж =	8
Время обнаружения аварии на обслуживаемой подстанции	T <sub>fm</sub> обслуж =	2
Время устранения аварии на необслуживаемой подстанции	T <sub>gm</sub> необслуж =	8
Время устранения аварии на обслуживаемой подстанции при наличии комплекта ЗИП	T <sub>gm</sub> обслуж =	2
Время обнаружения и устранения аварии на необслуживаемой подстанции	T <sub>v</sub> необслуж =	16
Время обнаружения и устранения аварии на обслуживаемой подстанции	T <sub>v</sub> обслуж =	4
Время обнаружения и устранения несигнализируемой аварии	T <sub>v</sub> несигн =	8760
Длительность профилактических работ	t профил =	8
Период выполнения автоматического петлевого теста систем ПА и РЗ	T период петл.теста =	6
Длительность автоматического петлевого теста систем ПА и РЗ	t длит-ть петл.теста =	2,78E-05
Максимально допустимая неготовность	q max =	0,01

неготовности элементов тракта

неготовность кабеля	q каб =	0,000024
неготовность фильтра присоединения	q фп =	0,000123
неготовность конденсатора связи	q кс =	0,0000038
неготовность высокочастотного заградителя	q вз =	0,00029
неготовность линейного тракта ВЛ 500 кВ	q лт 500 кВ =	0,000073
неготовность линейного тракта ВЛ 220, 330 кВ	q лт 220, 330 кВ =	0,000098
неготовность линейного тракта ВЛ 110 кВ	q лт 100 кВ =	0,00012
неготовность линейного тракта (худший случай ВЛ 110 кВ)	q лт =	0,00012



наработка на отказ комплектов аппаратуры ETL500 при напряжении питания =48 VDC

x =	P7LC, B4LE, O4LE, G4AI, P4LQ		
x1 =	P4LS		
x2 =	P4LR		
x3 =	P7LA, P1LA, B5LA, E5LB		
x4 =	P3LB		
x5 =	P3LC		
<b>E = 48 VDC</b>			
<b>ETL505 = x + x1</b>		18,2	17,33
<b>ETL541 = x + x2 + x3 + x4</b>		16,3	15,60
<b>ETL581 = x + x2 + x3 + x4 + x3 + x5</b>		13,2	12,74

неготовности элементов аппаратуры ETL500

Модуль	q необслуж =	q обслуж =
P3LB =	2,87268E-06	7,18171E-07
P4LR =	4,02174E-06	1,00544E-06
P3LC =	2,29814E-06	5,74537E-07
P4LS =	1,92137E-05	4,8035E-06
B4LE =	3,1999E-05	7,99994E-06
P7LC + R9AE =	4,57141E-06	1,14286E-06
P4LQ =	7,4284E-06	1,85711E-06
O4LE =	2,22849E-05	5,57131E-06
G4AI =	1,48567E-05	3,71421E-06
P7LA =	3,99998E-06	9,99999E-07
E5LB =	4,57141E-06	1,14286E-06
P1LA =	1,02974E-05	2,57436E-06
B5LA =	5,1487E-06	1,28718E-06
A9CS =	2,13333E-06	5,33333E-07
B9AS =	2,90908E-06	7,27272E-07
B5LC =	3,1999E-05	7,99994E-06
B5LCP =	3,1999E-05	7,99994E-06
G1AK =	6,39996E-06	1,6E-06

При напряжении питания **220 VDC/VAC** наработка на отказ аппаратуры ETL500 составит (в зависимости от количества устанавливаемых модулей ПА и РЗ)

MTBF, year							<b>E = 220 VDC/VAC</b>
G4AI	1	2	3	4	5	6	
прм-прд команд	4	8	12	16	20	21	
<b>ETL505 =</b>	19,09	16,52	14,56	13,02	11,77	10,75	9,88
<b>ETL541 =</b>	17,01	14,94	13,32	12,02	10,95	10,05	9,29
<b>ETL581 =</b>	13,66	12,29	11,18	10,25	9,46	8,78	8,20

В расчетный комплект входит модуль O4LE для организации речевого тракта в случае комплексного использования ВЧ канала ПА и РЗ и передачи сигналов от внешних модемов телемеханики

Для определения потока ложных срабатываний можно воспользоваться меньшей из двух цифр:

- наименьшей, приведенной в технических характеристиках, вероятности ложного срабатывания систем NSD550 и AES550 =  $10^{-8}$
- или вероятностью выхода из строя **всего** модуля G4AI, определяемой через наработку на отказ, и равной  $0.00000093 (9.3 \cdot 10^{-7})$

Неготовность комплекта передатчика и приемника сигналов команд ПА и РЗ в зависимости от количества устанавливаемых модулей ПА и РЗ (передача в одном направлении, **без учета неготовности ВЧ тракта**) будет равна

<b>E = 220 VDC/VAC</b>		<b>канал прм-прд без ВЧ тракта</b>					
q п.к. необслуж =		периодически контролируемые					
модулей G4AI		1	2	3	4	5	6
команд		4	8	12	16	20	21
<b>ETL505 =</b>	2,26E-04	2,56E-04	2,85E-04	3,15E-04	3,45E-04	3,74E-04	4,04E-04
<b>ETL541 =</b>	2,49E-04	2,79E-04	3,08E-04	3,38E-04	3,68E-04	3,98E-04	4,27E-04
<b>ETL581 =</b>	3,48E-04	3,78E-04	4,07E-04	4,37E-04	4,67E-04	4,96E-04	5,26E-04
q н.к. необслуж =		не контролируемые					
прм-прд G4AI		2,97E-05	5,94E-05	8,91E-05	1,19E-04	1,49E-04	1,78E-04

- при этом, как наихудший случай, взяты неготовности элементов аппаратуры ETL500 для необслуживаемых подстанций
- в аппаратуре ETL500 практически все элементы системы можно считать периодически контролируемыми (самотестирование модулей в реальном масштабе времени, тестирование канала и системы, контроль параметров канала и системы, сигнализация о всех возникающих неисправностях и т.д.)
- к неконтролируемым элементам тракта относятся только непосредственно интерфейсные окончания модулей. Для простоты расчетов и получения оценки сверху неготовности модулей РЗ и ПА G4AI учитываются дважды: первый раз как контролируемые, второй раз - как неконтролируемые.
- для простоты расчетов и получения оценки сверху учитывается неготовность передачи не отдельной команды, а всех четырех команд модуля G4AI

Предположим профилактические работы (раз в год) не выполняются

q профил =	0	
p тест =	1460	параметры автоматического петлевого теста
q тест =	4,63E-06	

Тогда неготовность канала, образованного парой передатчик-приемник сигналов команд будет равна

q канал необслуж =		без петлевого теста					
<b>ETL505 =</b>	2,26E-04	2,56E-04	2,85E-04	3,15E-04	3,45E-04	3,74E-04	4,04E-04
<b>ETL541 =</b>	2,49E-04	2,79E-04	3,08E-04	3,38E-04	3,68E-04	3,98E-04	4,27E-04
<b>ETL581 =</b>	3,48E-04	3,78E-04	4,07E-04	4,37E-04	4,67E-04	4,96E-04	5,26E-04
q канал необслуж =		с петлевым тестом					
<b>ETL505 =</b>	4,78E-06	3,45E-05	6,42E-05	9,39E-05	1,24E-04	1,53E-04	1,83E-04
<b>ETL541 =</b>	4,80E-06	3,45E-05	6,42E-05	9,39E-05	1,24E-04	1,53E-04	1,83E-04
<b>ETL581 =</b>	4,87E-06	3,46E-05	6,43E-05	9,40E-05	1,24E-04	1,53E-04	1,83E-04

а оптимальное время тестирования

оптимальное время тестирования		с петлевым тестом					
<b>ETL505 =</b>	44,2	44,1	43,9	43,8	43,7	43,5	43,4
<b>ETL541 =</b>	40,1	39,9	39,8	39,7	39,6	39,5	39,4
<b>ETL581 =</b>	28,7	28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,1

Неготовность комплекта передатчика и приемника сигналов команд ПА и РЗ в зависимости от количества устанавливаемых модулей ПА и РЗ (передача в одном направлении, с учетом неготовности ВЧ тракта, как худший случай взята неготовность ВЧ тракта по ВЛ 110 кВ) будет равна

<b>E = 220 VDC/VAC</b>		<b>q тракта = 0,0011816</b>					<b>канал прм-прд с ВЧ трактом</b>
q п.к. необслуж =		периодически контролируемые					
модулей G4AI		1	2	3	4	5	6
команд		4	8	12	16	20	21
<b>ETL505 =</b>	1,41E-03	1,44E-03	1,47E-03	1,50E-03	1,53E-03	1,56E-03	1,59E-03
<b>ETL541 =</b>	1,43E-03	1,46E-03	1,49E-03	1,52E-03	1,55E-03	1,58E-03	1,61E-03
<b>ETL581 =</b>	1,53E-03	1,56E-03	1,59E-03	1,62E-03	1,65E-03	1,68E-03	1,71E-03
q н.к. необслуж =		не контролируемые					
прм-прд G4AI		2,97E-05	5,94E-05	8,91E-05	1,19E-04	1,49E-04	1,78E-04

- при этом, как наихудший случай, взяты неготовности элементов аппаратуры ETL500 для необслуживаемых подстанций
- поскольку в системе постоянно контролируются входные/выходные параметров сигналов проходящих по ВЧ тракту, его тоже можно считать периодически контролируемым.
- к неконтролируемым элементам тракта относятся только непосредственно интерфейсные окончания модулей. Для простоты расчетов и получения оценки сверху неготовности модулей РЗ и ПА G4AI учитываются дважды: первый раз как контролируемые, второй раз - как неконтролируемые.
- для простоты расчетов и получения оценки сверху учитывается неготовность передачи не отдельной команды, а всех четырех команд модуля G4AI

Предположим профилактические работы (раз в год) не выполняются

q профил =	0	
p тест =	1460	параметры автоматического петлевого теста
q тест =	4,63E-06	

Тогда неготовность канала, образованного парой передатчик-приемник сигналов команд будет равна

q канал необслуж =		без петлевого теста					
<b>ETL505 =</b>	1,41E-03	1,44E-03	1,47E-03	1,50E-03	1,53E-03	1,56E-03	1,59E-03
<b>ETL541 =</b>	1,43E-03	1,46E-03	1,49E-03	1,52E-03	1,55E-03	1,58E-03	1,61E-03
<b>ETL581 =</b>	1,53E-03	1,56E-03	1,59E-03	1,62E-03	1,65E-03	1,68E-03	1,71E-03
q канал необслуж =		с петлевым тестом					
<b>ETL505 =</b>	5,59E-06	3,53E-05	6,50E-05	9,47E-05	1,24E-04	1,54E-04	1,84E-04
<b>ETL541 =</b>	5,61E-06	3,53E-05	6,50E-05	9,47E-05	1,24E-04	1,54E-04	1,84E-04
<b>ETL581 =</b>	5,68E-06	3,54E-05	6,51E-05	9,48E-05	1,25E-04	1,54E-04	1,84E-04

а оптимальное время тестирования

оптимальное время тестирования, лет		с петлевым тестом					
<b>ETL505 =</b>	7,0	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	6,9
<b>ETL541 =</b>	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8
<b>ETL581 =</b>	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3

При выполнении профилактических работ раз в год

q профил =	0,000912409
p тест =	1460
q тест =	4,63E-06

Тогда без учета неготовности ВЧ тракта

q канал необслуж =		без петлевого теста					
ETL505 =	1,14E-03	1,17E-03	1,20E-03	1,23E-03	1,26E-03	1,29E-03	1,32E-03
ETL541 =	1,16E-03	1,19E-03	1,22E-03	1,25E-03	1,28E-03	1,31E-03	1,34E-03
ETL581 =	1,26E-03	1,29E-03	1,32E-03	1,35E-03	1,38E-03	1,41E-03	1,44E-03
q канал необслуж =		с петлевым тестом					
ETL505 =	9,17E-04	9,47E-04	9,77E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
ETL541 =	9,17E-04	9,47E-04	9,77E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
ETL581 =	9,17E-04	9,47E-04	9,77E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
оптимальное время тестирования		с петлевым тестом					
ETL505 =	40,1	40,0	39,9	39,7	39,6	39,5	39,3
ETL541 =	36,4	36,3	36,2	36,0	35,9	35,8	35,7
ETL581 =	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7	25,6	25,5

и с учетом неготовности ВЧ тракта, как худший случай взята неготовность ВЧ тракта по ВЛ 110 кВ

q канал необслуж =		без петлевого теста					
ETL505 =	2,32E-03	2,35E-03	2,38E-03	2,41E-03	2,44E-03	2,47E-03	2,50E-03
ETL541 =	2,34E-03	2,37E-03	2,40E-03	2,43E-03	2,46E-03	2,49E-03	2,52E-03
ETL581 =	2,44E-03	2,47E-03	2,50E-03	2,53E-03	2,56E-03	2,59E-03	2,62E-03
q канал необслуж =		с петлевым тестом					
ETL505 =	9,18E-04	9,48E-04	9,77E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
ETL541 =	9,18E-04	9,48E-04	9,77E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
ETL581 =	9,18E-04	9,48E-04	9,78E-04	1,01E-03	1,04E-03	1,07E-03	1,10E-03
оптимальное время тестирования, лет		с петлевым тестом					
ETL505 =	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2
ETL541 =	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1
ETL581 =	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,7