МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

НОРМЫ НА КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

НР 34-70-79-85

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

НОРМЫ НА КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

НР 34-70-79-85

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1986

Р А З Р А Б О Т А Н О Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л И А.И.МАЛЫШЕВ, А.Л.СТЕПАНЯН (электрический цех)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 17.07.1985 г.

Заместитель начальника К.М.АНТИПОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1986.

Ответственный редактор Р.Р.Яблокова
Литературный редактор А.А.Шиканян
Технический редактор Т.Ю.Савина
Корректор Л.Ф.Петрухина

Подписано к печати 15.01.86 Л 68025 Формат 60х84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л.3,72 Уч.-изд.л.3,8 Тираж 2350 экз.
Заказ № 18/86 Издат. № 148/85 Цена 57 коп.

Производственная служба передового опыта
эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15
Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение 4
I. Общие положения 5
2. Параметры первичного сигнала на входе КТМ .. 6
3. Параметры первичного сигнала на выходе КТМ 7
4. Показатели работоспособности КТМ 9
5. Модемы I0
6. Высокочастотный канал связи I7
П р и л о ж е н и е . Пояснения к отдельным пунктам Норм 29
С п и с о к и с п о л ь з о в а н н о й л и т е р а т у р ы 63

УДК 621.311:621.398(083.74)

НОРМЫ НА КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

НР 34-70-79-85

Срок действия установлен
с 01.01.86 г.
до 01.01.91 г.

В В Е Д Е Н И Е

Одним из основных средств диспетчерского управления энергосистемами являются каналы связи по проводам линий электропередачи для передачи телемеханической информации (телеинформации). Эти каналы приобретают особое значение при внедрении автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ). Проектирование, наладка и эксплуатация каналов телеинформации должны базироваться на определенных технических нормах, регламентирующих основные параметры этих каналов.

Настоящие Нормы разработаны на основе обобщения опыта эксплуатации высокочастотных каналов телемеханики по ВЛ в энергосистемах Советского Союза, экспериментальных и теоретических работ Союзтехэнерго и ВНИИЭ и опыта Министерства связи СССР в области теории и практики передачи дискретной информации. При составлении Норм учитывались рекомендации действующих ГОСТ и ОСТ, рекомендации МККТТ и СИГРЭ, а также опыт передачи дискретной информации по ВЛ зарубежных стран. В работе использованы некоторые рекомендации "Временных норм на каналы высокочастотной телемеханической связи по линиям электропередачи 110-500 кВ" (М.: БТИ ОРГРЭС, 1968), правильность которых подтверждена исследованиями последних лет.

Настоящие Нормы должны использоваться в качестве исходных материалов при:

- составлении руководящих документов по проектированию высокочастотных каналов телеинформации;
- проведении наладочных работ;

- эксплуатационных проверках каналов телеинформации;

- приемо-сдаточных испытаниях аппаратуры уплотнения и каналов телеинформации.

Часть положений данной работы должна учитываться при выдаче технических заданий на разработку новой аппаратуры каналов телемеханики и аппаратуры высокочастотного уплотнения ВЛ.

С введением в действие настоящих Норм утрачивают силу "Временные нормы на каналы высокочастотной телемеханической связи по линиям электропередачи 110-500 кВ".

Все замечания и рекомендации, возникающие в энергосистемах при внедрении данных Норм в эксплуатацию, должны в систематизированном виде передаваться в ПО "Союзтехэнерго" (105023, Москва, Семеновский пер., д.15) для их обобщения и анализа. Полученные замечания и предложения будут учтены при переиздании Норм.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Данные Нормы распространяются на дискретные каналы телемеханики (КТМ) по проводам высоковольтных линий электропередачи всех классов напряжения, выполненных с использованием модемов с частотной модуляцией и однополосной каналообразующей аппаратуры связи с частотным разделением каналов.

I.2. Данные Нормы распространяются на КТМ, выполненные с использованием комбинированной аппаратуры связи и телемеханики с частотным разделением каналов.

I.3. Нормированию подлежат как простые, так и сложные КТМ, образованные с применением устройств переприема по первичному сигналу или по сигналу тональной частоты.

I.4. Данные Нормы регламентируют:

параметры первичного сигнала на входе и выходе КТМ;

входные и выходные параметры передатчиков и приемников модемов;

входные и выходные параметры канала связи, входящего в КТМ;

входные и выходные параметры простого и сложного КТМ;

параметры работоспособности КТМ.

I.5. Данные Нормы не распространяются на:

каналы передачи дискретной информации системной автоматики;
каналы телемеханики по проводным и кабельным линиям связи;
каналы телемеханики радиорелейных систем и систем радиосвязи.

I.6. Пояснения к отдельным пунктам Норм даны в приложении.

2. ПАРАМЕТРЫ ПЕРВИЧНОГО СИГНАЛА НА ВХОДЕ КТМ

2.I. Первичный сигнал (сигнал от датчика информации) на входе канала телемеханики должен представлять собой однополярные или двухполярные импульсы постоянного тока.

2.2. При однополярном первичном сигнале номинальное значение амплитуды напряжения на входе КТМ должно соответствовать одному из значений ряда: 2,4; 6; I2 В.

2.3. При двухполярном первичном сигнале номинальное значение амплитуды напряжения на входе КТМ должно соответствовать одному из значений ряда: $\pm$2,4; $\pm$6,0; $\pm$I2 В.

2.4. Пульсация выпрямленного напряжения, из которого формируются дискретные посылки, не должна превышать I%.

2.5. Допустимое изменение номинального значения амплитуды напряжения посылки на входе КТМ должно быть не более:

а) $\pm$ 20% при использовании передатчика модема с узлом формирования посылок;

б) $\pm$5% при использовании передатчика модема без узла формирования посылок.

2.6. Амплитуда выбросов напряжения в начале и конце посылки должна быть не более:

а) 5% при использовании передатчика модема без узла формирования посылок;

б) 20% при использовании передатчика модема с узлом формирования посылок.

2.7. Активная длительность фронтов или срезов импульсов не должна превышать 20% длительности элементарной посылки.

2.8. Длительность элементарной посылки (τ_0)на входе КТМ должна выбираться из ряда: $[0{,}4;\ 0{,}8;\ 1{,}0;\ 1{,}6;\ 2;\ (5)] \cdot 10^{n}$ с , где n - любое целое положительное число, нуль или целое отрицательное число не менее минус 7.

Номинальная скорость передачи посылок (B) должна определять-

ся по формуле

$$B = \frac{1}{\tau_0} \qquad (1)$$

Рекомендуемые скорости передачи 50, 100, 200 Бод.

Значение длительности посылки, равное $5 \cdot 10^{n}$с, допускается для передачи со скоростью 300 Бод.

2.9. Пределы допустимых отклонений длительности посылок устанавливаются с учетом конкретного типа аппаратуры телемеханики, работающей по данному КТМ, и не должны превышать 15% номинального значения исправляющей способности, указанной в технических условиях на аппаратуру.

2.10. Посылки на входе КТМ не должны иметь дробления.

2.11. При передаче однополярного сигнала по КТМ с использованием передатчика модемов без формирователей посылок:

а) амплитудное значение мешающего напряжения при бестоковой посылке должно быть не более 3% номинального значения амплитуды напряжения токовой посылки;

б) амплитуда импульсных помех не должна превышать 3% номинального значения амплитуды напряжения первичного сигнала в той же точке.

2.12. При передаче однополярного сигнала по КТМ с использованием передатчика модемов, имеющих формирователь посылок:

а) амплитудное значение мешающего напряжения при бестоковой посылке должно быть не более 50% номинального значения напряжения срабатывания формирователя;

б) амплитуда импульсных помех должна быть не более 50% номинального значения напряжения срабатывания формирователя.

3. ПАРАМЕТРЫ ПЕРВИЧНОГО СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ КТМ

3.1. Первичный сигнал на выходе КТМ должен представлять собой однополярные или двухполярные импульсы постоянного тока.

3.2. При однополярном первичном сигнале номинальное значение амплитуды напряжения токовой посылки на выходе КТМ, нагруженном на номинальную нагрузку, должно соответствовать одному из значений ряда: 2,4; 6,0; 12 В.

Предпочтительным является напряжение, соответствующее номинальному значению амплитуды напряжения первичного сигнала на входе данного КТМ.

3.3. При двухполярном первичном сигнале номинальное значение амплитуды напряжения на выходе КТМ, нагруженном на номинальную нагрузку, должно соответствовать одному из значений ряда: $\pm$2,4; $\pm$6,0; $\pm$I2 В.

Предпочтительным является напряжение, соответствующее номинальному значению амплитуды напряжения первичного сигнала на входе данного КТМ.

3.4. При передаче однополярного импульса амплитуда остаточного напряжения при отсутствии импульса не должна превышать 5% амплитуды сигнала.

3.5. Допустимое изменение амплитуды напряжения сигнала на выходе КТМ не должно превышать:

а) 30% при нагрузке КТМ на приемное устройство телемеханики;

б) норм, указанных в п.2.5, в случае выполнения переприема между двумя КТМ.

3.6. При двухполярном первичном сигнале разность напряжений сигналов разной полярности не должна превышать 5% суммы напряжений этих сигналов на выходе КТМ, т.е.

$$|U_+ - U_-| \leq 0{,}05\,|U_+ - U_-|, \qquad (2)$$

где U_+ - значение амплитуды напряжения сигнала положительной полярности;

U_- - значение амплитуды напряжения сигнала отрицательной полярности.

3.7. Пульсация выпрямленного напряжения, из которого формируется первичный сигнал на выходе КТМ, нагруженном на приемник информации, не должна превышать 5%.

3.8. Активный фронт нарастания или спадания импульса на выходе КТМ, нагруженном на номинальную нагрузку, должен быть: не более 0,3 мс для модемов приема с формирующими выходными устройствами и 0,7 τ_0 для модемов приема без формирующих выходных устройств.

3.9. Номинальное значение краевых искажений ($\delta_{ном}$) на одном переприемном участке КТМ определяется по формуле

$$\delta_{ном} = 16 - 1{,}9\,\Delta P_{с/п} + \delta_{макс}, \qquad (3)$$

где $\delta_{макс}$ - максимальные краевые искажения передатчиков и приемников модемов, обусловленные техническими условиями на них;

$\Delta P_{с/п}$ - номинальное (расчетное) значение разности уровня сигнала телемеханики и помехи в КТМ.

3.10. Допускается отклонение значений краевых искажений посылок от номинального значения ($\delta_{лн}$) на любое значение в сторону уменьшения искажений и до значения в сторону увеличения искажений, определяемое по формуле:

$$\delta_{лн} = \mu_и - \delta_з = \mu_и - 16{,}5, \qquad (4)$$

где $\mu_и$ - исправляющая способность приемного устройства данного КТМ;

$\delta_з$ = 16,5 - запас по искажениям, предусматривающий экстремальное значение снижения разности уровня сигнала и помехи ВЧ тракта.

3.11. В сложном КТМ с n_N переприемными участками номинальное значение краевых искажений определяется по формуле

$$\delta_N = \delta_{ном} \sqrt{n_N}, \qquad (5)$$

где $\delta_{ном}$ - номинальное значение краевых искажений, определяемое по п.3.9;

n_N - количество переприемных участков.

4. ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КТМ

4.1. В качестве показателей работоспособности КТМ используются:

а) достоверность передачи информации по посылкам или комбинациям;

б) коэффициент готовности (показатель надежности КТМ).

4.2. Достоверность передачи информации должна выражаться через коэффициент ошибок, определяемый по формуле

$$K_{ош} = \frac{П_{ош}}{П_{пер}}, \qquad (6)$$

где $П_{ош}$ - количество ошибочно принятых посылок за сеанс измерений;

$П_{пер}$ - количество посылок, переданных по КТМ за сеанс измерений.

Допускается оценка КТМ по достоверности передачи комбинации

(заданного текста). Коэффициент ошибок по комбинациям определяется по формуле

$$K_{к.ош} = \frac{П_{к\ ош}}{П_{к\ пер}}, \qquad (7)$$

где $П_{к.ош}$ – количество ошибочно принятых комбинаций за сеанс измерений;

$П_{к.пер}$ – количество комбинаций, переданных по КТМ за сеанс измерений.

Номинальное значение коэффициента ошибок в любом КТМ при соотношении уровня сигнала и помехи, равном 20 дБ и более, должно быть не больше:

а) $I \cdot I0^{-4}$ при передаче посылок типа I:I;

б) $2 \cdot I0^{-4}$ при передаче комбинации типа "текст".

Пределом работоспособности КТМ является состояние, при котором в данном КТМ

$$K_{ош} \geqslant 2 \cdot I0^{-3}. \qquad (8)$$

4.3. Надежность КТМ должна определяться через коэффициент готовности, который вычисляется по формуле

$$K_г = \frac{T_{но}}{T_{но} + T_в}, \qquad (9)$$

где $T_{но}$ – среднее время наработки КТМ на отказ;

$T_в$ – среднее время восстановления КТМ при появлении отказа.

Коэффициент готовности любого КТМ должен быть не менее 0,995 при среднем времени наработки на отказ канала не менее 5000 ч.

5. МОДЕМЫ

5.I. В зависимости от номинальной скорости передачи модемы КТМ подразделяются на четыре группы:

а) "модем-50" (номинальная скорость передачи 50 Бод);

б) "модем-I00" (номинальная скорость передачи I00 Бод);

в) "модем-200" (номинальная скорость передачи 200 Бод);

г) "модем-300" (номинальная скорость передачи 300 Бод) нестандартный тип модема.

5.2. Максимальная эксплуатационная скорость передачи первичного сигнала на входе КТМ не должна превышать номинального значения скорости передачи модема, используемого в данном КТМ, и должна отвечать требованиям п.2.8 настоящих Норм.

Передатчики модемов телемеханики

5.3. Параметры первичного сигнала на входе модема передачи должны соответствовать требованиям разд.2 данных Норм.

5.4. Номинальные значения средних рабочих частот модемов должны соответствовать:

а) для "модемов-50"

$$F = 300 + 120 n_м \text{ Гц;} \qquad (10)$$

б) для "модемов-100"

$$F = 240 + 240 n_м \text{ Гц;} \qquad (11)$$

в) для "модемов-200"

$$F = 120 + 480 n_м \text{ Гц.} \qquad (12)$$

Допускается применение "модемов-50" дополнительного спектра, несущие которых определяются по формуле

$$F = 270 + 180 n_м \text{ Гц,} \qquad (13)$$

а также применение "модемов-300" с несущей частотой, равной F = = 2880 Гц.

В приведенных формулах $n_м$ - номер канала в соответствии с табл.1.

Таблица 1

Номинальные средние и характеристические частоты модемов телемеханики

Тип модема	Номер канала	Номинальная средняя частота, Гц	Верхняя характеристическая частота, Гц	Нижняя характеристическая частота, Гц
		а) 50 Бод		
101	1	420	390	450
102	2	540	510	570
103	3	660	630	690
104	4	780	750	810
105	5	900	870	930

Продолжение таблицы I

Тип модема	Номер канала	Номинальная средняя частота, Гц	Верхняя характеристическая частота, Гц	Нижняя характеристическая частота Гц
I06	6	I020	990	I050
I07	7	II40	III0	II70
I08	8	I260	I230	I290
I09	9	I380	I350	I4I0
II0	I0	I500	I470	I530
III	II	I620	I590	I650
II2	I2	I740	I7I0	I770
II3	I3	I860	I830	I890
II4	I4	I980	I950	20I0
II5	I5	2I00	2070	2I30
II6	I6	2220	2I90	2250
II7	I7	2340	23I0	2370
II8	I8	2460	2430	2490
II9	I9	2580	2550	26I0
I20	20	2700	2670	2730
I2I	2I	2820	2790	2850
I22	22	2940	29I0	2970
I23	23	3060	3030	3090
I24	24	3I80	3I50	32I0
I25	25	3300	3270	3330
		б) 50 Бод (дополнительный спектр)		
I0I	I	450	405	495
I02	2	630	585	675
I03	3	8I0	765	855
I04	4	990	945	I035
I05	5	II70	II25	I2I5
I06	6	I350	I305	I395
I07	7	I530	I485	I575
I08	8	I7I0	I665	I755
I09	9	I890	I845	I935
II0	I0	2070	2025	2II5
III	II	2250	2205	2295

Окончание таблицы I

Тип модема	Номер канала	Номинальная средняя частота, Гц	Верхняя характеристическая частота, Гц	Нижняя характеристическая частота, Гц
II2	I2	2430	2385	2475
II3	I3	26I0	2565	2655
II4	I4	2790	2745	2835
II5	I5	2970	2925	30I5
II6	I6	3I50	3I05	3I95
II7	I7	3330	3285	3375
		в) I00 Бод		
20I	I	480	420	540
202	2	720	660	780
203	3	960	900	I020
204	4	I200	II40	I260
205	5	I440	I380	I500
206	6	I680	I620	I740
207	7	I920	I860	I980
208	8	2I60	2I00	2220
209	9	2400	2340	2460
2I0	I0	2640	2580	2700
2II	II	2880	2820	2940
2I2	I2	3I20	3060	3I80
		г) 200 Бод		
40I	I	600	480	720
402	2	I080	960	I200
403	3	I560	I440	I680
404	4	2040	I920	2I60
405	5	2520	2400	2640
406	6	3000	2880	3I20

5.5. Номинальные значения характеристических частот должны соответствовать:

а) для "модемов-50"

$$F_a = 330 + 120 n_M \text{ Гц}, \quad (14)$$

$$F_Z = 270 + 120 n_M \text{ Гц};$$

б) для "модемов-100"

$$F_a = 300 + 240 n_M \text{ Гц}, \quad (15)$$

$$F_Z = 180 + 240 n_M \text{ Гц};$$

в) для "модемов-200"

$$F_a = 240 + 480 n_M \text{ Гц}, \quad (16)$$

$$F_Z = 0 + 480 n_M \text{ Гц};$$

г) для "модемов-300"

$$F_a = 3050 \text{ Гц}, \; F_Z = 2700 \text{ Гц}; \quad (17)$$

д) для модемов ТМТП, ТАТ-65

$$F_a = 315 + 180 n_M \text{ Гц}, \quad (18)$$

$$F_Z = 225 + 180 n_M \text{ Гц}.$$

5.6. Значения разности характеристических частот канала должны быть:

а) для "модемов-50" 60 ± 3 Гц;
б) для "модемов-100" 120 ± 4 Гц;
в) для "модемов-200" 240 ± 6 Гц;
г) для "модемов-300" 360 ± 9 Гц;
д) для модемов ТМТП, ТАТ-65 90 ± 5 Гц.

5.7. Отклонение средней частоты модема передачи от номинального значения не должно превышать:

а) для "модемов-50" $\pm 0{,}2$ Гц;
б) для "модемов-100" $\pm 0{,}4$ Гц;
в) для "модемов-200" $\pm 0{,}8$ Гц;
г) для "модемов-300" $\pm 1{,}5$ Гц;
д) для модемов ТМТП, ТАТ-65 $\pm 0{,}4$ Гц.

Средняя частота модема определяется выражением

$$F = \frac{F_a + F_Z}{2} \quad (19)$$

5.8. Разность уровней передачи сигналов характеристических частот на линейном выходе модема передачи должна быть не более I,7 дБ для всех видов модемов.

5.9. Глубина паразитной амплитудной модуляции на выходе фильтра передачи любого модема при номинальной скорости передачи посылок не должна превышать 20%.

5.I0. Максимальное значение уровня передачи модема должно быть не менее:

а) 0 дБ для модемов, выполненных в виде самостоятельной конструкции;

б) I0 дБ для модемов, встроенных в конструкцию ВЧ аппаратуры связи.

В обоих случаях должна быть предусмотрена возможность уменьшения уровня передачи до минус 25 дБ с точностью установки любого промежуточного значения не хуже $\pm$0,5 дБ.

5.II. Уровень мешающего сигнала на выходе передатчика модема при передаче первичных сигналов с номинальной скоростью передачи измеряется в полосе рабочих частот соседних КТМ того же группового канала телемеханики и должен быть не менее чем на 40 дБ ниже полусуммы уровней передачи сигналов характеристических частот.

5.I2. Собственные искажения передатчика модема при передаче на его вход симметричных посылок типа I:I с амплитудой напряжения, соответствующей пп.3.2, 3.3 и 3.5, должны быть не более значений, указанных в технических условиях на данный вид модема.

Если в технических условиях отсутствуют указанные данные, то максимально допустимые собственные искажения передатчика должны быть не более I,5%. Собственные искажения передатчика определяются по формуле

$$\delta_п = \frac{2F_п - (F_a + F_z)}{F_a - F_z} 100 + \Delta , \qquad (20)$$

где $F_п$ – эффективное значение частотно-модулированного сигнала, измеренное частотомером на выходе передатчика при передаче комбинации сигналов типа I:I;

$\Delta = \pm$I% – собственные искажения датчика дискретных сигналов.

5.I3. Собственные искажения системы, составленной из соединительного кабеля, подключенного на вход передатчика модема и само-

го модема при подаче на вход кабеля симметричных посылок типа I:I, не должны превышать 4%. Собственные искажения определяются по формуле (20).

5.I4. Входное сопротивление местной цепи передатчика модема должно быть активным и находиться в пределах от I000 до I500 Ом.

Выход передатчика модема, выполненного в виде самостоятельной конструкции, должен быть рассчитан на работу с нагрузкой 600 и I35 Ом.

Нагрузка передатчика модема, встроенного в ВЧ аппаратуру, не нормируется.

5.I5. Обозначение частоты тонального сигнала на выходе модема передачи в зависимости от параметра первичного сигнала на входе модема (при передаче дискретных сигналов) должно соответствовать данным табл.2.

Таблица 2

Наименование и обозначение сигналов на входе и выходе модема передачи

Тип первичного сигнала	Наименование сигнала	Напряжение первичного сигнала	Частота тонального сигнала
Однополярный	"Пауза"	0	F_a
	"Импульс"	$+U_{ном}$	F_z
Однополярный	"Пауза"	0	F_a
	"Импульс"	$-U_{ном}$	F_z
Двухполярный	"Пауза"	$+U_{ном}$	F_z
	"Импульс"	$-U_{ном}$	F_a
	Отсутствие сигнала	Напряжения нет	F_a

Приемники модемов телемеханики

5.I6. Номинальные значения характеристических частот приемника модема должны соответствовать требованиям пп.5.5 и 5.6 данных Норм.

5.I7. Избирательность приемного фильтра приемника модема на частотах, отстоящих более чем $\pm 1{,}5\,(F_a - F_z)$ от средней частоты

приема исследуемого модема, должна быть не менее 35 дБ.

5.I8. Максимальная чувствительность приемника модема, выполненного в виде самостоятельной конструкции, должна быть не менее минус. 40 дБ. В модеме должна быть предусмотрена возможность регулирования чувствительности до минус 20 дБ.

Номинальное значение чувствительности модемов, встроенных в аппаратуру ВЧ связи, определяется техническими условиями на эту аппаратуру. В этих модемах должна быть предусмотрена возможность регулирования чувствительности в пределах не менее чем ±5 дБ относительно номинального значения.

5.I9. Номинальный уровень сигнала характеристической частоты на входе приемника должен быть не менее чем на I5 дБ выше чувствительности приемника.

Изменение приемного уровня сигнала характеристической частоты на входе приемника модема от номинального значения до значения, равного чувствительности приемника, не должно вызывать изменения напряжения приемного сигнала на выходе ограничителя максимальных амплитуд модема более чем на I,5 дБ.

5.20. Частотная характеристика тракта приема модема, измеренная как зависимость $U_{\partial}=f(F)$, должна быть линейной с точностью I,5 дБ в пределах частот входного сигнала от F_Z до F_a где U_{∂} - напряжение сигнала постоянного тока на выходе дискриминатора.

При подаче на вход приемника средней рабочей частоты значение U_{∂} должно быть в пределах $\pm 0{,}05\,U_{\partial x}$, где $U_{\partial x}$ - напряжение сигнала на выходе дискриминатора при подаче на вход сигнала характеристических частот.

5.2I. Параметры первичных сигналов на выходе приемника модема должны соответствовать требованиям разд.3 при нагрузке его на активное сопротивление, равное I000-I500 Ом.

5.22. Входные и выходные сопротивления приемника модема должны соответствовать требованиям ТУ на эти устройства.

6. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ

6.I. Для передачи низкоскоростной телеинформации используются либо телефонные каналы, либо групповые тракты каналов телеме-

ханики, образованные путем вторичного уплотнения телефонного канала.

6.2. Телефонные каналы подразделяются на:

а) стандартные каналы ТЧ с эффективно передаваемой полосой частот 0,3-3,4 кГц (КС-3,4);

б) каналы телефонной связи с ограниченной полосой рабочих частот 0,3-2,4 (2,3) кГц (КС-2,4).

6.3. Групповые тракты телемеханики (ГТТ) в зависимости от используемой каналообразующей аппаратуры подразделяются на ГТТ1 и ГТТ2.

Тракт ГТТ1 образуется путем установки разделительных фильтров ДК-2,3 (ДК-2,4) в четырехпроводном тракте передачи и приема телефонного канала многоканальной каналообразующей аппаратуры телефонной связи.

Тракт ГТТ2 имеет место в комбинированной каналообразующей аппаратуре телефонной связи и телемеханики.

В этом случае выделение верхней части рабочей полосы частот телефонного канала осуществляется в схеме каналообразующей аппаратуры без использования добавочных устройств (разделительных фильтров ДК-2,3 (ДК-2,4).

Телефонный канал, используемый для передачи сигналов телемеханики

6.4. Телефонный канал ВЧ связи по ВЛ, полностью предназначенный для передачи телемеханической информации, оценивается следующими показателями:

эффективно передаваемой полосой частот и частотной характеристикой остаточного затухания в этой полосе частот;

линейностью амплитудной характеристики остаточного затухания и значением нелинейных искажений в канале;

стабильностью остаточного затухания;

защищенностью в отношении линейных помех и влияний соседних каналов (в случае многоканальной системы уплотнения);

значением погрешности передачи частоты рабочего сигнала.

6.5. Входы и выходы модемов каналов телемеханики должны подключаться к телефонному каналу в точках четырехпроводного тракта. Допускается подключение входов и выходов модемов каналов

телемеханики к двухпроводному тракту телефонного канала при коммутационной (автоматизированной) схеме построения каналов телемеханики.

6.6. Максимально допустимое количество каналов телемеханики, одновременно работающих по телефонному каналу КС-3,4, определяется выражением

$$N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200} = 24, \qquad (21)$$

где N_{50} , N_{100} , N_{200} - количество каналов телемеханики, работающих соответственно на скоростях 50, I00 и 200 Бод.

6.7. Уровни передачи каналов телемеханики на входе тракта передачи телефонного канала КС-3,4 должны соответствовать данным табл.3.

Таблица 3

Уровни передачи каналов телемеханики на входе тракта КС-3,4

"Модем-50"		"Модем-I00"		"Модем-200"	
Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ	Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ	Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ
$W_{экв}$	$p_{экв}$	$2W_{экв}$	$p_{экв} + 3$	$4W_{экв}$	$p_{экв} + 6$

$$W_{экв} = \frac{135}{N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200}}, \qquad (22)$$

$$p_{экв} = 10 \lg W_{экв} \qquad (23)$$

6.8. Номинальное значение остаточного затухания телефонного канала составляет:

для четырехпроводного тракта передачи минус I7,4 дБ;

для двухпроводного тракта передачи 7 дБ.

В конкретных условиях наладки сложных систем ВЧ связи по ВЛ допускается установка остаточного затухания, превышающего номи-

нальное значение на значение до 6 дБ.

6.9. Амплитудная характеристика остаточного затухания телефонного канала должна соответствовать требованиям технических условий на данный вид аппаратуры. При отсутствии этих данных амплитудная характеристика телефонного канала должна быть линейна с точностью ±I дБ в пределах входных уровней сигнала от минус 25 до минус I3 дБ.

6.I0. Эксплуатационная нестабильность установленного значения остаточного затухания телефонного канала регламентируется следующими требованиями:

а) плавное изменение остаточного затухания не должно превышать ±2 дБ;

б) мгновенное изменение остаточного затухания не должно превышать:

± 4 дБ при количестве каналов телемеханики до 3;

± 3 дБ при количестве каналов телемеханики от 4 до 7;

± 2 дБ при количестве каналов телемеханики более 7;

в) мгновенные изменения остаточного затухания на ± 5 дБ допускаются не чаще чем два раза в сутки.

6.II. Частотная характеристика остаточного затухания телефонных каналов с различной полосой эффективно передаваемых частот должна соответствовать табл.4.

Нестабильность частотной характеристики остаточного затухания, обусловленная переключениями силового оборудования, входящего в схему ВЧ тракта систем связи по ВЛ, не должна превышать ± 2 дБ (на рабочих частотах каналов телемеханики, включенных в данный телефонный канал).

6.I2. Уровень помех ($P_{птф}$) на выходе четырехпроводного тракта приема КС-3,4 или КС-2,4 (в точке с измерительным уровнем +4,3 дБ) должен быть не более значения, определяемого по формуле

$$P_{птф} = -34 - 10\lg(N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200} + 6N_{300}) + 10\lg \Delta F_{тф} - P_{с/пп}, \quad (24)$$

где $\Delta F_{тф}$ – полоса эффективно передаваемых частот телефонного канала;

$P_{с/пп}$ – предельно допустимое соотношение полезного сигнала и помехи в канале телемеханики.

Таблица 4

Частотные характеристики остаточного затухания телефонных каналов

Частота измерения, кГц	Неравномерность $a_{ост}$, дБ, для каналов	
	КС-2,4	КС-3,4
0,3-0,4	5,2	5,2
0,4-0,6	2,6	2,6
0,6-I,2	I,3	I,3
I,2-I,6	I,3	I,3
I,6-2,0	2,6	I,3
2,0-2,4	5,2	I,3
2,4-3,0	I0	2,6
3,0-3,4	I0	5,2

Примечание. Неравномерность частотной характеристики остаточного затухания канала связи в сторону уменьшения затухания на всех частотах не должна превышать I,3 дБ.

6.I3. В условиях линейных помех от ВЛ предельное значение соотношения уровней сигнала и помехи определяется по данным табл.5.

Таблица 5

Предельные значения соотношения уровней сигнала и помехи в КТМ

Исправляющая способность приемного устройства телемеханики, %	Предельно допустимое соотношение уровней сигнала и помехи		
	"Модем-50"	"Модем-I00"	"Модем-200"
20	I8		22,5
25	I6		20,5
30	I3,5		I8,5
35	I2		I6,7
40	I0		I5,5

6.I4. Разность уровней полезного сигнала КТМ и селективной помехи ($P_{пс}$), совпадающей по частоте с рабочей полосой частот КТМ, должна быть не менее 23 дБ. Отсюда максимально допустимый уровень селективных помех на выходе четырехпроводного тракта канала связи определяется по формуле

$$P_{пс} = P_{со} - 23 \text{ дБ}, \qquad (25)$$

где $P_{со}$ – номинальное значение уровня сигнала на выходе телефонного канала.

Для "модем-50" P_{50} (номинальный уровень приема) определяется по формуле

$$P_{50} = -4{,}7 - 10\lg(N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200} + 6N_{300}). \qquad (26)$$

Для "модем-I00", "модем-200"и "модем-300" номинальные уровни сигнала соответственно равны:

$$P_{100} = P_{50} + 3 \text{ дБ} \qquad (27)$$

$$P_{200} = P_{50} + 6 \text{ дБ} \qquad (28)$$

$$P_{300} = P_{50} + 7{,}8 \text{ дБ} \qquad (29)$$

6.I5. Пиковое значение уровня импульсной помехи на выходе четырехпроводного тракта телефонного канала в точке с измерительным уровнем +4,3 дБ не должно превышать значения, определенного по формуле

$$P_{итф} \leq P_{50} + 14 \text{ дБ},$$

где P_{50} определяется по п.6.I4.

6.I6. Максимальная погрешность передачи частоты сигнала в телефонном канале должна быть не более 2 Гц. Изменяющаяся по времени погрешность передачи частоты сигнала не должна превышать ± 2 Гц.

6.I7. Скачкообразное изменение фазы сигнала тональной частоты при передаче по телефонному каналу не должно превышать 30^0. Изменение фазы на большее значение допускается не чаще чем два раза в сутки.

Групповой тракт каналов телемеханики

6.I8. Эффективно передаваемая полоса рабочих частот и частотная характеристика остаточного затухания ГТТ1 и ГТТ2 должны соот-

ветствовать нормированному шаблону, приведенному на рис.I.

Допускается нарушение данной нормы в случае, если в технических условиях на конкретный вид каналообразующей аппаратуры приведен другой нормированный шаблон.

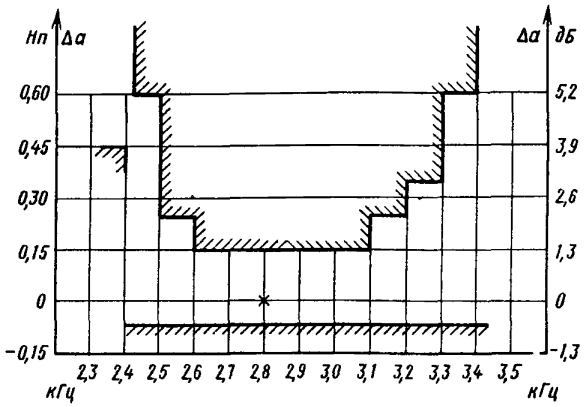


Рис.I. Нормированный шаблон частотной характеристики остаточного затухания группового тракта канала телемеханики

6.I9. Количество каналов телемеханики, одновременно работающих в ГТТI или ГТТ2, если это не оговорено в технических условиях на соответствующую каналообразующую аппаратуру, определяется по данным табл.6.

Таблица 6

Количество каналов телемеханики, работающих в ГТТI или ГТТ2

Номер варианта	Количество каналов телемеханики			
	общее	в том числе со скоростью		
		50 Бод	I00 Бод	200 Бод
I	6	6	-	-
2	5	4	I	-
3	4	2	2	-
4	3	-	3	-
5	3	2	-	I
6	2	-	I	I

6.20. Уровни передачи сигналов отдельных каналов телемеханики на входе ГТТІ, если они не оговорены в технических условиях, должны соответствовать данным табл.7.

Таблица 7

Уровни передачи сигналов отдельных каналов телемеханики на входе ГТТІ

"Модем-50"		"Модем-100"		"Модем-100"	
Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ	Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ	Мощность, мкВт	Уровень передачи в точке "0", дБ
5	-23	10	-20	20	-17

При необходимости компенсации неравномерности частотной характеристики тракта передачи ГТТІ путем введения предискажений допускается отклонение уровней передачи от указанных значений на $\pm$2,5 дБ.

6.21. Номинальное значение остаточного затухания ГТТІ и амплитудная характеристика должны соответствовать требованиям пп.6.8 и 6.9.

6.22. Уровни передачи сигналов отдельных каналов телемеханики на входе ГТТ2 определяются техническими условиями на конкретный вид каналообразующей аппаратуры.

В случае отсутствия указанных данных уровни передачи определяются условием распределения мощности ВЧ передатчика между каналами комбинированной аппаратуры.

6.23. Номинальное значение остаточного затухания ГТТ2 и амплитудная характеристика должны соответствовать требованиям технических условий на конкретный вид каналообразующей аппаратуры.

6.24. Уровни помех в ГТТІ и ГТТ2 должны соответствовать требованиям пп.6.12-6.15.

6.25. Погрешность передачи частоты сигнала в телефонном канале и скачкообразное изменение фазы сигнала тональной частоты в трактах ГТТІ и ГТТ2 должны соответствовать требованиям пп.6.16 и 6.17.

6.26. В тракте передачи телефонного канала КС-2,3 (2,4), совмещенного с ГТТ1 или ГТТ2, должен быть предусмотрен ограничитель максимальных амплитуд с порогом ограничения от минус 2,5 до 0 дБ.

Увеличение уровня телефонного сигнала на входе ограничителя на 10 дБ выше порога ограничения не должно изменять уровень передачи телефонного канала на выходе ограничителя более чем на 1,5-2 дБ.

Сложные каналы телемеханики

6.27. Сложные каналы телемеханики подразделяются на:

а) каналы телемеханики, работающие по сложным телефонным каналам или сложным групповым трактам телемеханики;

б) каналы телемеханики, выполненные путем организации схем переприема по первичному сигналу.

6.28. Сложными телефонными каналами называются телефонные каналы, выполненные путем соединения нескольких простых каналов схемами четырехпроводного переприема.

6.29. Сложными групповыми трактами телемеханики называются групповые тракты телемеханики, выполненные путем последовательного соединения нескольких групповых трактов телемеханики различных систем связи.

6.30. Сложные телефонные каналы, используемые для вторичного уплотнения каналами телемеханики, по своим параметрам должны соответствовать нормам, приведенным в пп.6.4-6.17.

6.31. Затухание нелинейности тракта передачи (A_K) сложного канала, измеренное по комбинационному сигналу типа $2F_1 \pm F_2$ при загрузке телефонного канала двумя сигналами F_1 и F_2 с уровнями передачи каждого минус 19 дБ (на входе четырехпроводного тракта передачи), должно быть равно или более значения, определяемого по формуле

$$A_K = 21,4 - p_{50} , \qquad (31)$$

где p_{50} - уровень сигнала канала телемеханики с наименьшей полосой рабочих частот, определяемый по п.6.14.

6.32. В общем случае отдельные телефонные каналы, входящие в состав сложных каналов, должны отвечать следующим требованиям:

а) уровень гладких помех $p_п$ на выходе четырехпроводного

тракта каждого переприемного участка (рассмотренного отдельно) сложного телефонного канала должен быть не более значения, определяемого по формуле

$$P_{П} = P_{ПТФ} - 10(\lg n_N + 1), \qquad (32)$$

где $P_{ПТФ}$ – предельно допустимый уровень помех телефонного канала (см.п.6.I2);

б) затухание нелинейности каждого отдельного канала в сложном телефонном канале с n_N переприемами должно быть равно или более значения, определяемого по формуле

$$A_{СК} = A_К + 20\lg(n_N + 1), \qquad (33)$$

$A_К$ определяется по п.6.3I;

в) предельное значение соотношения уровня сигнала и помехи для каждого канала телемеханики должно быть не более значения, определяемого по формуле

$$P_{К\ С/П} = P_{С/ПП} - 10\lg(n_N + 1); \qquad (34)$$

г) изменяющаяся во времени погрешность передачи номинальной частоты сигнала на переприемном участке сложного канала (в отдельности) не должна превышать значения, определяемого по формуле

$$\Delta F_{П} = \pm \frac{2}{n_N} \qquad (35)$$

6.33. Сложный групповой тракт телемеханики, выполненный путем последовательного соединения нескольких групповых трактов телемеханики различных систем связи, должен отвечать требованиям пп.6.I8-6.26.

6.34. По параметрам входные и выходные первичные сигналы сложных каналов телемеханики всех типов должны соответствовать требованиям разд.2 и 3.

6.35. В сложных каналах телемеханики, выполненных с применением схем переприема по первичному сигналу, каждый из составных КТМ должен отвечать требованиям пп.6.4–6.26 в зависимости от схемы его организации.

6.36. При организации сложного канала телемеханики в целях повышения достоверности передачи информации в сложном канале телемеханики допускается применение модемов, номинальная скорость передачи которых в два раза и более больше номинальной скорости передачи устройства телемеханики, используемого в данном сложном канале.

6.37. Максимальная мощность ($P_{макс}$) и максимальное напряжение сигнала ($U_{тф.макс}$) на выходе ВЧ передатчика аппаратуры уплотнения, а также номинальное значение напряжения одиночного телефонного канала многоканальной аппаратуры ($U_{тф}$) должны устанавливаться в соответствии с техническими условиями на конкретный вид аппаратуры.

При отсутствии указанных данных максимальное напряжение сигнала КС-3,4 и напряжение сигнала контрольной частоты АРУ на выходе ВЧ передатчика определяются по формулам:

$$U_{тф\ макс} = \frac{U_{макс}}{N_{тф} + 0{,}22N_{к.ч}} \qquad (36)$$

$$U_{к.ч} = \frac{0{,}22U_{макс}}{N_{к.ч}}, \qquad (37)$$

где $U_{макс}$ - максимально допустимое выходное напряжение передатчика;

$N_{тф}, N_{к.ч}$ - количество соответственно телефонных каналов и каналов контрольной части (АРУ в данной системе связи).

В одноканальной аппаратуре ($N_{тф} = 1; N_{к.ч} = 1$) максимальное напряжение сигналов будет равно:

$$U_{тф.макс} = 0{,}82U_{макс}\ ; \qquad (38)$$

$$U_{к.ч} = 0{,}22U_{макс} \qquad (39)$$

6.38. При использовании телефонного канала в качестве группового тракта каналов телемеханики номинальное значение телефонного сигнала на выходе ВЧ передатчика ($U_{тф\ 2,4}$) определяется выражением

$$U_{тф\ 2,4} = 9U_{экв}\ , \qquad (40)$$

где

$$U_{экв} = \frac{U_{тф\ макс}}{N_{50} + 1{,}41N_{100} + 2N_{200} + 9} \qquad (41)$$

6.39. Максимальное количество каналов телемеханики уплотненного телефонного канала определяется техническими условиями на данную аппаратуру.

Номинальные уровни передач по каждому каналу телемеханики, если они не указаны в ТУ на аппаратуру, должны быть равны:

$U_{экв}$ - для канала со скоростью передачи 50 Бод;
$1{,}41U_{экв}$- для канала со скоростью передачи 100 Бод;
$2U_{экв}$- для канала со скоростью передачи 200 Бод.

Здесь $U_{экв}$ определяется по п.6.38.

6.40. В многоканальной системе связи допустимое количество каналов телефонной связи, подлежащих вторичному уплотнению каналами телемеханики, регламентируются техническими условиями на конкретную каналообразующую аппаратуру.

При организации одного уплотненного канала телефонной связи рекомендуется использовать тот телефонный канал, спектр частот которого расположен рядом с контрольной частотой, управляющей системой АРУ.

Наибольшей устойчивостью обладает канал телемеханики, образованный по телефонному каналу, у которого верхняя часть линейного спектра частот расположена около частоты контрольного сигнала, управляющего работой системы АРУ.

6.41. Частотные характеристики трактов передачи и приема аппаратуры уплотнения в полосе рабочих частот каналов телемеханики должны быть равномерны с точностью до 2 дБ.

6.42. Максимальная эксплуатационная чувствительность ВЧ приемника аппаратуры уплотнения должна устанавливаться с учетом уровня линейных помех.

При пропадании сигнала контрольной частоты в схеме реального канала (переход приемника в режим максимальной чувствительности) уровень помех на выходе каналов телемеханики с модемом без формирователя или уровень помех на входе формирователя (в модемах с формирователем) должен быть меньше номинального уровня сигнала в той же точке не менее чем на 15 дБ.

Линейный высокочастотный тракт по ВЛ

6.43. Нестабильность затухания ВЧ тракта (Δa) в полосе рабочих частот, используемой для передачи сигналов телемеханики не должна превышать:

$\pm$ 4 дБ при количестве каналов телемеханики до 3;

± 3 дБ при количестве каналов телемеханики от 4 до 7;

± 2 дБ при количестве каналов телемеханики более 7.

Значение Δa определяется по формуле

$$\Delta a = a_{кч} - a_{тм}, \qquad (42)$$

где $a_{кч}$ - затухание ВЧ тракта на частоте контрольного сигнала;

$a_{тм}$ - затухание ВЧ тракта на частоте сигнала канала телемеханики.

6.44. Запас по перекрываемому затуханию ($A_{зап}$) ВЧ канала телемеханики должен определяться с учетом назначения конкретного канала телемеханики:

а) для каналов ТС-ТИ системного значения

$$A_{зап} = 9 + \Delta a_{гол\ F} \qquad (43)$$

и не должно быть меньше 9 дБ;

б) для каналов ТУ-ТС:

$$A_{зап} = 12 + \Delta a_{гол\ F} \qquad (44)$$

и не должно быть меньше II дБ;

в) для каналов телерегулирования и телеизмерения в системах противоаварийной автоматики

$$A_{зап} = 13 + \Delta a_{гол\ F} \qquad (45)$$

и не должно быть меньше I3 дБ.

В формулах (43), (44) и (45) принято:

$\Delta a_{гол\ F}$ - прирост затухания линейного тракта из-за гололеда на расчетной частоте.

Приложение

ПОЯСНЕНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ПУНКТАМ НОРМ

I.I. В настоящее время в эксплуатации находятся только модемы с частотной модуляцией ТМТП, ТАТ-65, АПТ-I00, АПТ-200 и АПТ-300. В комбинированной аппаратуре каналов связи и телемеханики МК-3, КМК-64, СПИ-I22, СПИ-244 также используются модемы с частотной модуляцией.

I.2. Комбинированной аппаратурой называется аппаратура уплотнения ВЛ, предусматривающая одновременную передачу как сигна-

лов телефонных каналов связи, так и сигналов каналов телемеханики. В этой аппаратуре для каналов телемеханики отводится верхняя часть полосы рабочих частот телефонного канала, лежащая выше 2,0 или 2,3 кГц и выделяемая системой фильтров.

2.I, 2.2, 2.3. Обоснования данных положений приведены в [I].

2.4. Исследования, выполненные в [2, 3, 4] , показывают, что паразитная частотная или фазовая модуляция в КТМ вызывает появление добавочных краевых искажений посылок. В каналах со скоростью передачи 50-200 Бод добавочные искажения, вызываемые паразитной модуляцией частотой 50 Гц, численно равны паразитной девиации ΔF_{gn} несущего сигнала. Это же условие сохраняется и при модуляции несущего сигнала частотой I00 Гц до значения ΔF_{gn} , равного 5 Гц. При больших значениях ΔF_{gn} значения дополнительных искажений составляют 6-8%.

Источником пульсации является не только передатчик информации, пульсация может возникнуть и в модемах КТМ, и в канале высокочастотной связи. Учитывая это, а также простоту средств устранения пульсации выпрямленного напряжения, в передатчиках информации установлена норма пульсации напряжения первичного сигнала I%.

2.5. Обоснования приведены в [I] с учетом того, что входной сигнал КТМ одновременно является выходным сигналом устройства телемеханики.

С учетом п.2.5 к формированию посылок передатчика модема должно предъявляться требование

$$U_{сраб} \leq 0{,}8 U_c \,, \qquad (46)$$

где $U_{сраб}$ - порог срабатывания формирователя;

U_c - значение амплитуды напряжения сигнала по пп. 2.2 и 2.3.

2.6. При оптимальном значении девиации несущей частоты передатчика модема наличие выброса амплитуды напряжения в начале или конце посылки, поступающей на вход передатчика модема, вызывает паразитную амплитудную модуляцию частотно-модулированного сигнала на выходе модема передачи. Глубина этой модуляции пропорциональна значению выброса амплитуды напряжения посылки. Наличие амплитудной модуляции выходного сигнала модема снижает помехозащищенность КТМ. В передатчиках модема, имеющих узел формирования посылок, наличие выбросов амплитуды напряжения первичного сигна-

ла не вызывает значительной паразитной модуляции выходного сигнала модема, так как формирование импульсов осуществляется при значениях напряжения первичного сигнала, равных 0,7 номинального значения напряжения при однополярном сигнале и 0,3 номинального значения напряжения первичного сигнала при двухполярном сигнале.

2.7. Обоснования приведены в [I] .

2.8. Данные нормы разработаны в соответствии с [I] и учетом номинальных скоростей передачи посылок: 50, I00, 200 и 300 Бод.

2.9. Максимально допустимое отклонение длительности посылок, при котором аппаратура нормально функционирует, численно равно исправляющей способности аппаратуры телемеханики

$$\delta_{макс} = \delta_{ном} + \delta_{КТМ} + \delta_{з} = \mu_{и} , \qquad (47)$$

где $\delta_{КТМ}$ - искажения, обусловленные собственно каналом КТМ.

С учетом [I] норма на допустимые отклонения длительности посылок на входе КТМ выбрана $\pm$I5% значения исправляющей способности аппаратуры телемеханики, указанной в технических условиях.

2.I0. При данной норме обеспечивается помехозащищенность сигнала на входе КТМ в 35 дБ, что необходимо для получения заданной помехозащищенности всего КТМ.

2.II. При данной норме исключается воздействие мешающих сигналов на формирователь, даже при наличии разброса значений срабатывания формирователя на $\pm$I5%.

Напряжение срабатывания формирователя ($U_{с.ф}$) - минимальное напряжение входного сигнала, при котором срабатывает формирователь.

3.I - 3.3 - обоснования приведены в [I] .

3.4. В соответствии с нормой п.2.II и условием, что сам КТМ при передаче сигнала может вносить до 2% искажений, амплитуда остаточного напряжения выходного сигнала может достигать 5%, что соответствует требованиям [I] .

3.5. а) В соответствии с [8] приемное устройство телемеханики должно качественно выполнять свои функции при отклонении уровня рабочего сигнала на его входе на $\pm$50% номинального значения. При норме на допустимое изменение амплитуды напряжения первичного

сигнала на выходе КТМ 30% и допустимое значение пульсации в 5% номинального значения напряжения минимальное значение напряжения сигнала на входе приемника телемеханики будет 65% номинального значения и приемник должен нормально функционировать.

В данном случае выходной сигнал КТМ является входным сигналом устройства телемеханики и предельно допустимые отклонения этого сигнала соответствуют нормам, приведенным в [I] .

б) В случае переприема выходной сигнал первого КТМ в то же время является входным сигналом второго КТМ, поэтому на него распространяются нормы п.2.5.

3.6. Обоснование приведено в [8] .

3.7. Обоснование приведено в [I] .

3.8. Обоснования приведены в п.2.7.

3.9-3.II. Максимально допустимые краевые искажения в КТМ определяются исправляющей способностью ($\mu_и$) устройства телемеханики, работающего по данному КТМ:

$$\mu_и = \delta_{макс} + \delta_з + \delta_N \sqrt{n_N}. \qquad (48)$$

$$\delta_з = K_1 \Delta a_л , \qquad (49)$$

где K_1 - прирост искажений, соответствующий изменению разности уровней сигнала и помехи на I дБ;

$\Delta a_л$ - максимальное изменение затухания ВЧ тракта, вызванное климатическими условиями (гололед, иней и т.д.).

В соответствии с [9] зависимость краевых искажений посылок "текста" от соотношения уровней полезного сигнала и помехи на выходе фильтра модема приема описывается выражением

$$P_{с/п} = 20 \ell g \frac{0{,}8\,B}{\Delta F_д \delta}\, 100 , \qquad (50)$$

где $\Delta F_д$ - значение девиации сигнала модема передачи;

δ - значение краевых искажений.

На рис.2 приведены кривые зависимости краевых искажений от разности уровней сигнала и помехи для аппаратуры АПТ, вычисленные по формуле (50) и построенные по экспериментальным данным при передаче "текста" и комбинации вида I:I.

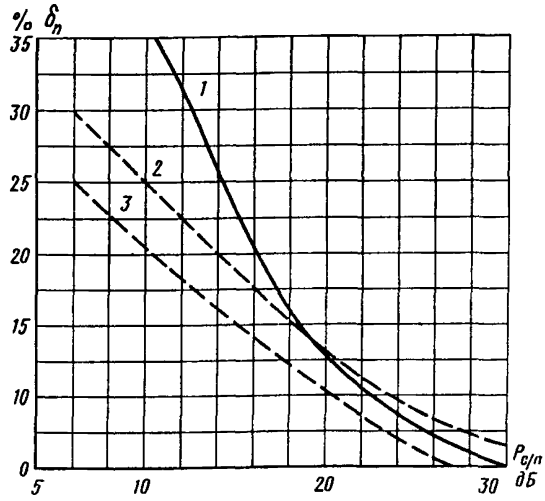
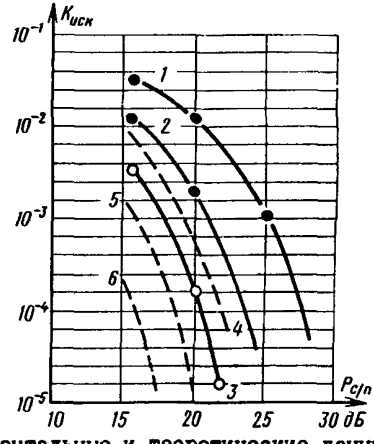


Рис.2. Кривые зависимости краевых искажений от разности уровней сигнала и помехи для аппаратуры АПТ:

I - теоретическая зависимость при передаче "текста"; 2 - экспериментальная зависимость при передаче "текста"; 3 - экспериментальная зависимость при передаче комбинации I:I

Рис.3. Кривые зависимости коэффициента искажений посылок от соотношения уровней сигнала и помехи:

I - при пороге искажений 20% и действии помех от короны; 2 - при пороге искажений 30% и действии помех от короны; 3 - при пороге искажений 40% и действии помех от короны; 4 - при пороге искажений 20% и действии гладких помех; 5 - при пороге искажений 30% и действии гладких помех; 6 - при пороге искажений 40% и действии гладких помех



Можно считать, что экспериментальные и теоретические данные совпадают с достаточной для практики точностью.

При аппроксимации кривых (рис.3) установлено, что

$$1{,}6\% \leqslant K_{1\bullet} \leqslant 2{,}2\%. \qquad (5I)$$

В Нормах принимаем среднее значение K_1 = I,9%.

Поскольку минимальный запас по перекрываемому затуханию ВЧ системы по ВЛ составляет 8,7 дБ, запас по искажениям равен

$$\sigma_3 = 1{,}9 \cdot 8{,}7 = 16{,}5\%.$$

Номинальное значение искажений от линейных помех на одном переприемном участке определяется по формуле

$$\delta_N = 26 - (1{,}9\,\Delta P_{с/п} + 10) = 16 - 1{,}9\,\Delta P_{с/п}, \qquad (52)$$

где $\Delta P_{с/п}$ – номинальное (расчетное) значение разности уровня сигнала телемеханики и помехи в КТМ.

Данная формула получена экспериментальным путем на основе анализа зависимостей, приведенных на рис.3.

Поскольку в сложных КТМ количество переприемов не превышает 2-3, при определении номинального значения искажений принято условие геометрического сложения искажений по переприемным участкам:

$$\delta_N = \sqrt{(\delta_N^1)^2 + (\delta_N^2)^2 + \ldots + (\delta_N^n)^2} = \delta_N \sqrt{n_N}, \qquad (53)$$

где δ_N^1 – номинальное значение искажений от линейных помех одного переприемного участка.

4.2. Норма на показатели достоверности передачи посылок установлена на основании исследований, выполненных ВНИИЭ.

Ниже приводятся материалы этих исследований в качестве обоснования п.4.2.

Достоверность передачи информации по КТМ зависит от многих факторов, воздействующих на параметры посылок, передаваемых по каналу.

Основными из этих факторов являются:

а) распределенные помехи в канале;

б) неравномерность амплитудно-частотной характеристики канала;

в) колебания остаточного затухания;

г) изменения частоты передаваемого сигнала.

Кроме того, на качество передачи дискретных сигналов воздействуют:

а) кратковременные самовосстанавливающиеся перерывы связи;

б) импульсные помехи;

в) групповое время замедления (ГВЗ).

Влияние этих трех факторов при нормальных остальных характеристиках канала связи может быть весьма существенным. Например, в каналах передачи по данным Министерства связи СССР около 70% ошибок в серии дискретных сигналов происходит из-за кратковременных перерывов.

Одним из основных требований к КТМ является обеспечение достаточной достоверности передачи сигналов с заданным временем передачи.

Под достоверностью понимается степень соответствия принятых сообщений переданным. Достоверность передачи зависит от всех указанных выше факторов, воздействующих на передаваемые сигналы.

На практике удобнее пользоваться понятием потери достоверности; эта потеря оценивается коэффициентом ошибок $K_{ош}$, который определяется как отношение числа неправильно принятых посылок ($n_{ош}$) к общему числу посылок ($n_{пер}$), переданных за время испытаний:

$$K_{ош} = \frac{n_{ош}}{n_{пер}}$$

При измерении коэффициента ошибок за достаточно большой интервал времени среднее относительное количество ошибок дает вероятность ошибок:

$$P_{ош} = \lim_{n_{пер} \to \infty} K_{ош} \qquad (54)$$

Значение вероятности безошибочного приема называется достоверностью передачи:

$$q = 1 - P_{ош} \qquad (55)$$

Потеря достоверности может оцениваться по ошибочному приему посылок, циклов, знаков и т.д.

Этот параметр является наиболее приемлемым для оценки качества передачи дискретных сигналов по следующим соображениям:

а) достоверность передачи является обобщенным параметром, на значение которого влияет вся совокупность мешающих факторов, возникающих в тракте передачи;

б) с помощью этого параметра можно оценить качество принимаемого сигнала и состояние всего тракта передачи;

в) достоверность передачи является вероятностной характеристикой, поэтому ею наиболее целесообразно руководствоваться при оценке канала передачи дискретных сигналов, так как ошибки вызы-

ваются случайными факторами, оценить влияние которых единичными измерениями нельзя;

г) по структуре распределения ошибок во времени можно выделить основной фактор, вызывающий ошибки.

Измерение коэффициента ошибок $K_{ош}$ по посылкам производится путем регистрации ошибочно принятых посылок $П_{ош}$ (ошибка) за определенный промежуток времени, в течение которого передано $П_{пер}$ посылок. Ошибка выявляется при сравнении и фиксировании несоответствия одного или нескольких параметров посылки (полярности, длительности, амплитуды и т.д.) в принятой и переданной текстовой серии и аналогичной ей, сформированной в приемнике.

В настоящее время помехоустойчивость аппаратуры каналов телемеханики по действующим нормативам оценивается разностью уровней сигнала и помехи в полосе входного фильтра приемника. По данным [I2] , допустимая разность должна быть не менее I5,6 дБ (I,8 Нп) для узкополосных каналов телемеханики ($\Delta F \leq$ I40 Гц), при этом должна обеспечиваться устойчивая работа приемного устройства телемеханики, которая количественно в справочнике никак не оценена. Требования к каналам телеинформации с полосой, превышающей I40 Гц, в справочных материалах пока не приводятся. На практике при одинаковой разности уровней сигнала и помехи от коронирования фазных проводов ВЛ или гладкого шума в реальном и искусственном каналах коэффициент ошибок отличался больше чем на I-2 порядка. Поэтому разность уровней сигнала и помехи не может являться достаточно объективным критерием оценки работоспособности канала, хотя, безусловно, ее значение в значительной мере определяет состояние канала.

В связи с этим для оценки качества работы каналов телемеханики могут быть выбраны два основных параметра, характеризующих работу тракта передачи импульсных сигналов:

а) разность уровней сигнала и помехи (гладкого шума или распределенных помех ВЛ в полосе входного фильтра приемника);

б) коэффициент ошибок, который определяет потерю достоверности передачи импульсных сигналов.

Нормирование названных параметров единичными значениями представляет определенную трудность, которая заключается в специфических особенностях каналов телеинформации по ВЛ:

высоким уровнем распределенных помех, зависящим от типа ВЛ, и значительным изменением этого уровня во времени;

непрерывной передачей импульсных сигналов телемеханики и высокими требованиями к ее достоверности;

организацией каналов телеинформации в верхней части спектра тонального канала параллельно с телефонным каналом.

На основании проделанных расчетов и результатов экспериментальных работ определены предельно допустимые значения разности уровней сигнала и помехи $\Delta P_{с/п}$ и коэффициента ошибок $K_{ош}$ для каналов телеинформации со скоростью передачи до 300 Бод и передачи данных до 1200 Бод, организованных по ВЛ 220-500 кВ. Эти данные приведены в табл.8.

В каналах по ВЛ действуют не только распределенные помехи, но и кратковременные воздействия в виде импульсных помех и прерываний несущей ЧМ сигнала, которые являются причиной появления большого количества ошибок за короткие промежутки времени. Несмотря на кратковременность таких воздействий, они могут существенно повлиять на коэффициент ошибок. Это влияние тем меньше, чем больше $\Delta P_{с/п}$. В настоящее время законы распределения импульсных помех и кратковременных прерываний в каналах по ВЛ детально не изучены, однако на основании экспериментальных и расчетных данных для оценки можно предварительно принять значения коэффициента ошибок, приведенных в табл.8.

4.3. Готовность (коэффициент готовности) канала передачи дискретной информации представляет собой вероятность того, что данный канал готов передавать информацию с заданной достоверностью в любой заданный момент времени.

Вычисление коэффициента готовности базируется на статистических данных по отказам оборудования, составляющего канал передачи информации.

Коэффициент готовности определяется по формуле

$$K_г = \frac{T_{но}}{T_{но} + T_в}, \quad где \quad T_{но} = \frac{\sum_{1}^{n} T_{io}}{n_o}, \tag{56}$$

где T_{io} - время между двумя соседними отказами;

n_o - количество отказов за период цикла эксплуатации канала передачи информации.

$$T_B = \frac{\sum_1^n T_{Bi}}{n_0} , \qquad (57)$$

где T_{Bi} - время, необходимое для обнаружения и устранения отказа канала передачи информации.

Таблица 8

Определение коэффициента ошибок

Скорость передачи, Бод	Тип сигнала	Разность уровней сигнала и помехи, дБ	Коэффициент ошибок	Напряжение ВЛ, фаза
До 300	I:I	2I,5	$I \cdot IO^{-4}$	220-500 кВ, средняя
До 300	Текст	2I,5	$2 \cdot IO^{-4}$	220-500 кВ, средняя
До 300	I:I	20	$I \cdot IO^{-4}$	220-500 кВ, крайняя
До 300	Текст	20	$2 \cdot IO^{-4}$	220-500 кВ, крайняя
До I200	I:I	26	$5 \cdot IO^{-5}$	220-500 кВ, крайняя
До I200	Текст	26	$2 \cdot IO^{-4}$	220-500 кВ, крайняя

Норма среднего времени наработки на отказ, равная 5000 ч, выбрана в соответствии с рекомендациями [29] .

Среднее время восстановления не нормируется, так как оно указывается в технических условиях на аппаратуру, а на весь комплекс канала определяется его сложностью и условиями эксплуатации.

Вспомогательными параметрами при оценке надежности канала являются:

а) интенсивность отказов

$$\lambda = \frac{1}{T_{HO}} ; \qquad (58)$$

б) скорость восстановления

$$\mu = \frac{1}{T_в} \tag{59}$$

Кроме того, коэффициент готовности может быть определен по формуле

$$K_г = \frac{\mu_в}{\lambda + \mu_в} \tag{60}$$

В некоторых случаях целесообразно использовать при оценке надежности канала передачи информации коэффициент потерь $K_п$ (коэффициент "неготовности")

$$K_п = 1 - K_г = \frac{\lambda}{\lambda + \mu_в} \tag{61}$$

В табл.9 приведены показатели готовности элементов системы передачи информации, полученные из материалов [13] . На основании данных табл.9 сделан вывод о возможности установки нормы $K_г$ = = 0,995.

5.1. Обоснования даны в [14] .

5.2. Эксплуатационной скоростью передачи посылок называется скорость передачи первичного сигнала на выходе устройства телемеханики, предназначенного для работы по данному КТМ. Значение эксплуатационной скорости в сторону уменьшения не нормируется.

Передатчики модемов телемеханики

5.4. Номинальные значения средних рабочих частот (см.формулы (10)-(12) выбраны в соответствии с [14] . В формуле (13) учтено наличие в эксплуатации модемов устаревших типов - ТМТП, ТАТ-65 и т.д.

5.5. Обоснования приведены в [14]

5.6. Значения разности характеристических частот приведены в соответствии с [14] . Данные нормы распространяются на сложные каналы с двумя и более переприемами, выполненные с применением узкополосных фильтров. Полоса рабочих частот указанных фильтров должна выбираться такой, чтобы частотная характеристика сложного КТМ соответствовала частотной характеристике простого КТМ. Частотная характеристика измеряется на участке от входного фильтра передачи оконечного передатчика модема до выходного фильтра приема при-

Таблица 9

Показатели готовности элементов системы передачи информации

Наименование	$T_{но}$	$\tau_в$	λ	μ	$K_г$
Аппаратура уплотнения на транзисторах	25000	24	$(1-4)\cdot10^{-5}$	$(1-4,1)\cdot10^{-2}$	0,99904
Аппаратура уплотнения на лампах нового типа	10000	24	$2\cdot10^{-4}$	$(2-4,1)\cdot10^{-2}$	0,99756
Аппаратура уплотнения на лампах старого типа	2000	24	$(2-5)\cdot10^{-4}$	$(2-4,1)\cdot10^{-2}$	0,98795
Аппаратура телемеханики на центральном пункте	10000	1	$7\cdot10^{-4}$	$(4,1-7)\cdot10^{-2}$	0,99760
Аппаратура телемеханики на контролируемом пункте	10000	24	$8\cdot10^{-4}$	$(1-8)\cdot10^{-2}$	0,9999
Линия электропередачи	2800	31	$(3-3,5)\cdot10^{-4}$	$(3-3,2)\cdot10^{-2}$	0,99904

емника оконечного модема.

5.7. Обоснование норм по пп.а-в приведены в [I4] . Нормы по пп. г,д установлены на основании анализа технических возможностей модемов АПТ-300, ТАТ-65 и ТМТП.

5.8. Обоснования приведены в [I4] .

5.9. В соответствии с [5,I5] при ЧМ на выходе фильтра передачи будет наблюдаться паразитная амплитудная модуляция, значение которой зависит от девиации и ширины полосы частот пропускания фильтра передачи. В нормальных условиях регулирования модема передачи глубина этой паразитной амплитудной модуляции может достигать I0-I5%. Норма, указанная в п.5.9, обусловлена добавочным влиянием допустимого значения разности уровней передачи сигналов характеристических частот на выходе модема передачи (см.п.5.8).

5.I0. Уровень передачи модема определяется схемой включения модема в систему передачи информации. В эксплуатационных условиях имеются модемы, встроенные в схему ВЧ аппаратуры уплотнения (модемы КМК-64, СПИ-I22, СПИ-244), и модемы (ТАТ-65, АПТ-I00, АПТ-200, АПТ-300, ТМТП), выполненные в виде самостоятельной конструкции и подключаемые к аппаратуре уплотнения через соединительные кабели.

Максимальное затухание соединительного кабеля не превышает I0 дБ для случая, когда модем расположен в ином помещении, чем аппаратура связи.

Минимальный уровень передачи сигнала телемеханики на входе аппаратуры связи составляет (-25÷- 30) дБ.

Максимальный уровень передачи модемов, встроенных в аппаратуру связи, не превышает минус I0 дБ.

Норма разработана на основании вышеизложенного с учетом [I4] и [I8] .

5.II. Обоснования приведены в [I4] .

5.I2, 5.I3. Введение норм по этим пунктам обеспечивает правильность регулирования цепей управления модулятора модема.

Наличие длины соединительного кабеля между устройством телемеханики и входом модема может влиять на форму посылок, воздействующих на вход модулятора. Коррекция влияния кабеля на значение собственных искажений модема осуществляется соответствующим регулированием цепей управления модулятором в модеме без формирователя и оптимальным выбором порога срабатывания формирователя в модемах с формирователем.

Опыт наладочных работ ПО "Союзтехэнерго" показывает, что при качественной наладке собственные искажения системы, составленной из кабеля длиной до 100 м и модема, не превышают 1,5%.

При длине кабеля свыше 150 м собственные искажения этой же системы лежат в пределах 3-4%.

5.14. Норма дана по [30] с учетом входных сопротивлений систем телемеханики, применяемых в энергосистемах.

5.15. Обоснования приведены в [14] .

Приемники модемов телемеханики

5.17. Норма избирательности приемного фильтра выбрана исходя из требования исключения "подрабатывания" выходного устройства приемника от помехи при отсутствии рабочего сигнала данного модема. "Подрабатывание" будет исключено, если помеха от соседнего канала телемеханики будет на 20 дБ или более ниже чувствительности приемника.

Поскольку уровень приемного сигнала должен быть на 14 дБ выше чувствительности приемника и таким же уровнем обладает влияющий сигнал, расположенный на $\pm 1{,}5$ ($F_a - F_z$) от средней частоты приема, минимальная избирательность приемного фильтра ($\Delta a_ф$) определяется значением

$$\Delta a_ф = 20 + 14 \approx 35 \text{ дБ}. \qquad (62)$$

5.18-5.20. Одним из основных параметров модема приема является чувствительность. Чувствительностью называется минимальный уровень сигнала характеристической частоты на его входе, при котором на выходе ограничителя максимальных амплитуд модема приема имеет место ограничение амплитуды приемного сигнала на $2 \pm 0{,}5$ дБ

Допустимое изменение уровня приемного сигнала на входе модема, указанное в п.5.19, определяется следующим образом.

При симметричной паразитной амплитудной модуляции приемного сигнала напряжение этого сигнала на выходе фильтра приема меняется на значение

$$\pm \Delta U_м = \pm m U_{ном} , \qquad (63)$$

где m - коэффициент амплитудной паразитной модуляции;

$U_{ном}$ - напряжение сигнала на выходе фильтра, соответствующее номинальному приемному уровню сигнала характеристической частоты на входе приемника.

Максимальное и минимальное значения амплитуды сигнала на выходе фильтра определяются по формулам:

$$U_{макс} = U_{ном} + \Delta U_м = U_{ном}(1+m), \qquad (64)$$

$$U_{мин} = U_{ном} - \Delta U_м = U_{ном}(1-m). \qquad (65)$$

Снижение значения уровня, обусловленное наличием модуляции, определяется выражением

$$\Delta P_c = 20 lg \frac{U_{ном}}{U_{ном}(1-m)} \qquad (66)$$

и для m = 0,4 (40%) соответствует 4,4 дБ.

В эксплуатационных условиях работы КТМ максимальное уменьшение приемного уровня составляет 10 дБ. Исходя из этих данных чувствительность приемника должна быть не менее чем на 14,5 дБ ниже номинального значения приемного сигнала.

Для модемов, выполненных в виде самостоятельной конструкции и используемых для организации каналов телемеханики по арендованным и внутриведомственным каналам кабельных и радиорелейных линий, минимальное значение приемного уровня в точке 0 относительно уровня равно минус 25 дБ (табл.10). Отсюда чувствительность таких модемов должна быть не хуже значения:

$$P_ч = -25 - 14,5 \approx -40 \text{ дБ}. \qquad (67)$$

Для модемов, встроенных в аппаратуру ВЧ связи, однозначно определить чувствительность нельзя, поскольку разные виды аппаратуры имеют разные диаграммы уровней. Однако в любом случае чувствительность приемника модема должна быть не менее чем на 14 дБ меньше номинального значения уровня приемного сигнала на входе модема, обусловленного конкретной диаграммой уровня.

Требование к наличию ручного регулирования чувствительности обусловлено тем, что в конкретных условиях наладки различных КТМ чувствительность необходимо менять.

Качество частотного дискриминатора приемника модема определяется частотной характеристикой приемника, выраженной функцией

$$U_д = f(F), \qquad (68)$$

Использование каналов

Вид и назначение канала	Эффективная полоса рабочих частот, кГц	Частота разделения, кГц	Допустимое значение мощности (средняя за I ч), мкВт, в точке 0		
			суммарной (0,3-3,4 кГц)	телефонной (0,3-2,3 кГц)	телеграфной (2,5-3,4 кГц)
I. Арендованный комбинированный канал (телефон и телеинформация)	0,3-3,4	2,4	32	I4	I8
2. Внутриведомственный комбинированный канал по кабелю и РРЛ (телефон и телеинформация)	0,3-3,4	2,4	50	20	30
3. Внутриведомственный комбинированный канал по кабелю и РРЛ (телефон, телеинформация и передача данных 200 и 600 Бод)	0,3-3,4	2,4	I00	67	33
4. Внутриведомственный специализированный канал по кабелю и РРЛ (телеинформация АРЧМ, ПАА и пр.)	0,3-3,4	2,4	I35	-	I35

Таблица 10

тональной частоты

Максимальное число вторичных каналов ЧМ телеграфного типа при скорости			Уровни передачи в точке 0, (мкВт) на 1 канал при скорости			Примечание
50 Бод	100 Бод	200 Бод	50 Бод	100 Бод	200 Бод	
2 - 6 - 24	- 1 - 3 2 1	1 1 - - - -	3/-25	6/-22,5	12/-19	Передача данных в полосе частот 0,3-2,3 кГц не допускается При меньшем числе вторичных каналов уровни могут быть увеличены до значений по п.3, но при сохранении суммарной мощности 18 мкВт
2 - - 24	- 1 3 2 1	1 1 - - -	5/-23,5	10/-20	20/-17	При меньшем числе вторичных каналов уровни могут быть увеличены до значений по п.3
2 - 6 - 24	- 1 - 3 2 1	1 1 - - - -	5,5/-22,5	11/-19,5	22/-16,5	Передача данных осуществляется в полосе частот 0,3-2,3 кГц со снятием разговора на время передачи. При этом устанавливается уровень минус 11,5 дБ
24 - -	- 12 -	- - 6	5,5/-22,5	11/-19,5	22/-16,5	При использовании канала частично или полностью для противоаварийной автоматики допускается кратковременная передача сигналов ПАА с уровнем плюс 3,5 дБ (2220 мкВт)

Вид и назначение канала	Эффективная полоса рабочих частот, кГц	Частота раздела, кГц	Допустимое значение мощности (средняя за I ч), мкВт, в точке 0		
			суммарной (0,3-3,4 кГц)	телефонной (0,3-2,3 кГц)	телеграфной (2,5-3,4 кГц)
5. Внутриведомственный специализированный канал по кабелю и РРЛ для передачи данных 600/1200 Бод и более	0,3-3,4	-	100	-	100
6. Внутриведомственный комплексный канал по кабелю и РРЛ (телефон, связь совещаний передачи данных, фототелеграф)	0,3-3,4	-	50	50	-

Примечания. I. Количество каналов вторичного уплотсистем тонального телеграфирования в СССР.-2. Распределение ВЛ определяется на основании ТУ на соответствующую аппарату

Окончание таблицы 10

Максимальное число вторичных каналов ЧМ телеграфного типа при скорости			Уровни передачи в точке 0, (мкВт) на 1 канал при скорости			Примечание
50 Бод	100 Бод	200 Бод	50 Бод	100 Бод	200 Бод	
-	-	-	100/-10	100/-10	100/-10	На коммутируемый канал для межмашинного обмена или для взаимодействия ЭВМ с терминальным оборудованием
-	-	-	50/-13,5	50/-13,5	50/-13,5	Каждая из видов передачи осуществляется с разделением по времени по всей полосе частот 0,3-3,4 кГц

нения указано исходя из стандартной шкалы частот, принятой для уровней и количество вторичных каналов в системах ВЧ связи по ру и специальных нормативно-технических документов.

где $U_д$ – напряжение постоянного тока на выходе частотного дискриминатора;

F – значение частоты сигнала на входе приемника.

Для обеспечения качественного приема ЧМ сигнала частотная характеристика приемника должна быть линейной в пределах значений характеристических частот данного модема с точностью ±1,5 дБ.

В идеальном случае напряжение $U_д = 0$ при подаче на вход приемника частоты, равной значению

$$F = \frac{F_a + F_z}{2} \qquad (69)$$

Учитывая технологические допуски настройки дискриминатора, рекомендуется норма $\pm 0{,}05 U_{дх}$,

где $U_{дх}$ – значение напряжения сигнала в точке измерения при подаче на вход приемника сигнала характеристической частоты.

Изложенные выше требования относятся как к модемам старых конструкций (ТАТ-65, АПТ-100, КМК-64, СПИ), так и к модемам новых конструкций, которые будут разрабатываться в дальнейшем.

6.1-6.3. Институтом "Энергосетьпроект" выполнены исследования возможности организации каналов телемеханики по каналам тональной частоты любых видов. Данные, полученные в результате этих исследований, приведены в табл.10. Эти данные должны учитываться при организации каналов телемеханики по высокочастотным каналам связи с учетом ограничительных положений, изложенных в технических условиях на конкретный тип высокочастотной аппаратуры уплотнения ВЛ, который используется в данной системе высокочастотной связи.

Телефонный канал, используемый для передачи сигналов телемеханики

6.6. Нормы приведены в соответствии с табл.10, п.4.

6.7. В соответствии с табл.10 допустимое значение суммарной мощности всех каналов телемеханики в точке с 0 измерительным уровнем соответствует 135 мкВт. Исходя из условия равной помехозащищенности каналов, работающих на разных скоростях, имеем:

$$W_{200} = 2W_{100} = 4W_{50}\,, \qquad (70)$$

где W_{50}, W_{100}, W_{200} - мощности сигналов соответственно каналов, работающих на скоростях передачи 50, 100 и 200 Бод.

Если ввести понятие единичной мощности $W_{экв}$, равной W_{50}, получим:

$$W_{экв} = \frac{135}{N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200}}; \quad (71)$$

$$W_{50} = W_{экв}; \quad (72)$$

$$W_{100} = 2W_{экв}; \quad (73)$$

$$W_{200} = 4W_{экв} \quad (74)$$

Уровни передачи по отдельным каналам в точке с 0 измерительным уровнем будут соответственно равны:

$$p_{экв} = 10\lg W_{экв}; \quad (75)$$

$$p_{50} = p_{экв}; \quad (76)$$

$$p_{100} = p_{экв} + 10\lg 2 = p_{экв} + 3; \quad (77)$$

$$p_{200} = p_{экв} + 10\lg 4 = p_{экв} + 6. \quad (78)$$

6.8. Номинальные значения остаточного затухания установлены на основе существующих норм на телефонные каналы по высоковольтным линиям электропередачи [21].

Учитывая, что в ряде типов ВЧ аппаратуры усилители тракта приема телефонного канала и особенно выходные усилители НЧ не имеют достаточно высокой линейности, установлена норма на эксплуатационное отклонение остаточного затухания от его номинального значения, обеспечивающая снижение влияний нелинейности указанных элементов на качество работы КТМ.

6.9. В системах ВЧ связи для повышения помехозащищенности телефонного канала применяется ограничитель максимальных амплитуд, ограничивающий динамический диапазон речи на уровне минус 2 ÷ 0 дБ в точке 0 уровня (двухпроводный вход канала).

Внедрение этого мероприятия обеспечивает отсутствие перегрузок группового тракта передачи. В указанных условиях на выходе четырехпроводного тракта передачи предельное значение уровня пере-

дачи составляет минус I3 ± I дБ. На основании изложенного установлены нормы на амплитудную характеристику телефонного канала.

6.I0. Плавные изменения остаточного затухания определяются работой системы АРУ и изменением в процессе эксплуатации параметров узлов аппаратуры, не охваченных системой АРУ

Работа типовой схемы АРУ ВЧ аппаратуры в условиях изменения затухания линейного ВЧ тракта на плюс I0 и минус 20 дБ вызывает изменение остаточного затухания на плюс I ÷ минус 2 дБ. Мгновенное изменение остаточного затухания вызывается, как правило, коммутационными переключениями силового оборудования линейного ВЧ тракта.

При мгновенном изменении остаточного затухания в узлах аппаратуры уплотнения возникают нестационарные процессы, увеличивающие взаимные влияния между каналами телемеханики. Чем больше каналов телемеханики организовано по данному телефонному каналу, тем больше вероятность появления значительных влияний при мгновенном изменении остаточного затухания. Исходя из этого, установлены различные нормы на изменение остаточного затухания в зависимости от количества каналов телемеханики.

6.II. Норма на нестабильность частотной характеристики остаточного затухания установлена с учетом нормы на плавное изменение остаточного затухания. Элементы группового тракта приема в существующей аппаратуре ВЧ связи не имеют больших запасов линейности в сторону увеличения уровней сигналов, что и ограничивает допустимые значения нестабильности остаточного затухания.

6.I2, 6.I3. В соответствии с табл.I0 при полном использовании канала КС-3,4 или КС-2,4 для передачи телеинформации допустимое значение мощности суммарного сигнала в точке 0 уровня соответствует I35 мкВт, или минус 9 дБ. Соответственно в точке с уровнем +4,3 дБ допустимая мощность равна:

$$p_0 = -4{,}7 \text{ дБ}.$$

Если указанный телефонный канал уплотнен каналами телемеханики со скоростями 50 (N_{50}), I00 (N_{100}), 200 (N_{200}) и 300 (N_{300}) Бод, уровень приемного сигнала канала со скоростью 50 Бод определяется по формуле

$$p_{50}=p_0-10\lg(N_{50}+2N_{100}+4N_{200}+6N_{300})=-4{,}7-10\lg(N_{50}+2N_{100}+4N_{200}+6N_{300}) \quad (79)$$

С учетом возможных эксплуатационных изменений приемного уровня канала телемеханики на I0 дБ допустимый уровень помех на входе "модема-50" определяется выражением

$$P_{п50} = P_{50} - P_{с/пп} - 10 \qquad (80)$$

Если полосу эффективно передаваемых частот телефонного канала обозначить через $\Delta F_{тф}$, а полосу рабочих частот "модема - 50" через $\Delta F_{тм}$, то допустимый уровень помех на выходе телефонного канала равен

$$P_{птф} = P_{п50} + 10\ell g \frac{\Delta F_{тф}}{\Delta F_{тм}} = -4{,}7 - 10\ell g(N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200} + 6N_{300}) -$$

$$- P_{с/пп} - 10 - 10\ell g\, \Delta F_{тм} + 10\ell g\, \Delta F_{тф}\ , \qquad (8I)$$

при $\Delta F_{тм}$ = 80 Гц имеем

$$P_{птф} = -34 - 10\ell g\,(N_{50} + 2N_{100} + 4N_{200} + 6N_{300}) + 10\ell g\, \Delta F_{тф} - P_{с/пп} \qquad (82)$$

Значение $P_{с/пп}$ установить однозначно для всех КТМ не представляется возможным по следующим причинам:

предельное значение соотношения уровней сигнала и помехи определяется исправляющей способностью приемного устройства телемеханики, работающего с данным КТМ;

предельное значение соотношения уровней сигнала и помехи определяется характером помех;

предельное значение соотношения уровней сигнали и помехи зависит от типа модемов, используемых в КТМ.

Исследования ВНИИЭ [I0, II] показали, что в широкополосных каналах телемеханики, рассчитанных на работу со скоростями I00, 200 и 300 Бод, помехи от коронирования ВЛ по своему характеру не соответствуют помехам белого шума и огибающая их имеет максимальные значения, совпадающие по времени с положительным полупериодом линейного напряжения ВЛ. При наличии этих помех зависимость краевых искажений посылок от соотношения уровней полезного сигнала и помехи характеризуется кривыми, показанными на рис.3,4.

На рис.3 даны кривые зависимости коэффициента искажений по-

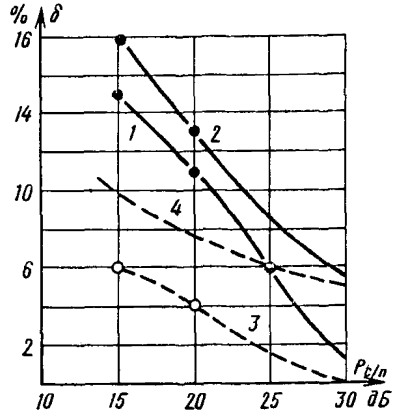


Рис.4. Кривые зависимости краевых искажений посылок от соотношения уровней сигнала и помехи:

I - при передаче комбинации посылок I-I и действии помех от короны; 2 - при передаче комбинации посылок I-6 и действии помех от короны; 3 - при передаче комбинации посылок I-6 и действии гладких помех; 4 - при передаче комбинации посылок I-6 и действии гладких помех

сылок от соотношения уровней сигнала и помехи при разных порогах измерения искажений. Значение коэффициента искажений посылок определяется по формуле

$$K_{иск} = \frac{n_{иск}}{N_{пос}} , \qquad (83)$$

где $n_{иск}$ - количество посылок с искажениями, равными или более порога измерений;

$N_{пос}$ - количество посылок, переданных за сеанс измерения.

На основании кривых, приведенных на рис.3 и 4, можно сделать вывод, что краевые искажения при наличии помех от короны в I,5-2 раза больше, чем при наличии гладких помех того же уровня. Анализ приведенных данных также показывает, что для получения КТМ с заданными показателями достоверности передачи информации необходимо использовать приемные устройства телемеханики с определенным значением исправляющей способности. На рис.5 приведены кривые зависимости исправляющей способности приемного устройства телемеханики от характера и уровня помех в КТМ со скоростью передачи 200 Бод.

Таблица 5 составлена на основании вышеуказанных материалов.

Формула (82) учитывает суммарный уровень помех, обусловленный как линейными помехами, так и переходными влияниями, если КС-2,4 (КС-3,4) образован с использованием многоканальной аппаратуры уплотнения.

6.I4. В [I7,I8,22,25] показано, что наличие в полосе рабочих

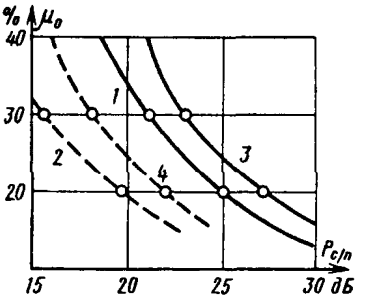


Рис.5. Кривые зависимости требуемой исправляющей способности приемника дискретного канала телемеханики от соотношения уровней сигнала и помехи в канале:

I - $K_{ош} = 10^{-3}$ при действии помех от короны; 2 - $K_{ош} = 10^{-4}$ при действии помех от короны; 3 - $K_{ош} = 10^{-3}$ при действии гладких помех; 4 - $K_{ош} = 10^{-4}$ при действии гладких помех

частот канала телемеханики одночастотной помехи вызывает нерегулярные краевые искажения посылок на выходе модема приема. Причинами появления одночастотных помех являются: влияние посторонних ВЧ передатчиков, а также наличие нелинейности в групповых трактах многоканальной и комбинированной аппаратуры уплотнения, если каналы данной аппаратуры используются для передачи сигналов телемеханики. При наличии на входе модема приема полезного сигнала частоты F_C и сигнала помехи с частотой $F_П$, пропускаемой фильтром приема модема, на выходе детектора модема приема появляется помеха, частота которой определяется по формуле

$$F_{пд} = |F_C - F_П| \qquad (84)$$

Поскольку частота полезного сигнала при передаче изменяется от F_a до F_Z, то частота помехи на выходе дискриминатора изменяется в пределах от $F_{п1} = |F_a - F_п|$ до $F_{п2} = |F_Z - F_п|$. Изменение частоты помехи вызывает изменение искажений посылок на выходе модема приема. В табл.II приведены данные экспериментальных исследований воздействия одночастотной помехи на "модем-50" со средней рабочей частотой приема 3150 Гц.

В общем случае значение максимальных краевых искажений, вызванных воздействием одночастотной помехи [5], определяется по формуле

$$\delta_{макс} = \frac{10^{-0,05\Delta P_{с/п}} B}{\Delta F}, \qquad (85)$$

где B - скорость передачи посылок, Бод.

Таблица II

Данные экспериментальных исследовании
воздействия одночастотной помехи на "модем-50"
со средней рабочей частотой приема 3150 гЦ

Длительность посылки, мс	Частота помехи, Гц	Соотношение сигнал/помеха, дБ	Максимальное искажение посылок, %
23	3103	20	0
		15,5	2,5
		12	4,5
		10	9,0
23	3199	20	0
		15,5	2,5
		12	4,5
		8,7	9,0
23	3150	20	0
		15,5	0
		12	0
		10	4,5

Для случая максимальной скорости передачи, т.е. при $B_{макс} = 0{,}75\Delta F$, имеем

$$\delta_{макс} = 10^{-0{,}05\,\Delta P_{с/п}\cdot 0{,}75}. \qquad (86)$$

В соответствии с табл.II значение искажений зависит от разностей уровней сигнала и помех на входе модема, причем при разности уровней 20 дБ помеха практически влияние на значение искажений не оказывает. При уменьшении разности уровней сигнала и помехи до 12-13 дБ добавочные искажения составляют 5%.

Делая допущение о возможности добавочных искажений в канале до 5% и учитывая, что в процессе эксплуатации приемный сигнал телемеханики изменяется до 10 дБ, предельно допустимая разность уровней полезного сигнала и одночастотной помехи устанавливается равной 23 дБ.

Номинальные значения уровней приема КТМ определяются с учетом данных табл.10 и пояснений к п.6.12.

6.15. В соответствии с [5] при воздействии на фильтр приема с полосой частот пропускания ΔF_1 импульсной помехи с площадью импульса A_0 максимальная амплитуда напряжения помехи определяется по формуле

$$U_{пм} = 2\Delta F_1 A_0 \qquad (87)$$

Напряжения импульсной помехи на выходе телефонного канала с полосой частот $\Delta F_{тф}$ и на выходе фильтра "модема 50" с рабочей полосой частот $\Delta F_{тм}$ определяются по формулам:

$$U_{итф} = 2\Delta F_{тф} A_0 ; \quad U_{итм} = 2\Delta F_{тм} A_0 \qquad (88)$$

Искажение, вызванное действием импульсной помехи, равно

$$\delta_и = 100B \frac{A_0}{U_c} = 50B \frac{U_{итм}}{U_c \Delta F_{тм}} \qquad (89)$$

При максимальной скорости передачи (когда $B = 0{,}75\Delta F_{тм}$) имеем:

$$\delta_и = 37{,}5 \frac{U_{итм}}{U_c}, \qquad (90)$$

где U_c - напряжение рабочего сигнала на выходе фильтра "модема 50". Разность уровней помехи и сигнал определяется выражением

$$\Delta P = P_{50} - P_{итм} = 31{,}5 - 20 \lg \delta_и$$

При $\delta_и = 5\%$ $\Delta P = 17{,}5$ дБ.

При $\delta_и = 10\%$ $\Delta P = 11{,}5$ дБ.

Учитывая, что

$$\frac{U_{итф}}{U_{итм}} = \frac{3100}{80} = 38{,}7,$$

уровень мгновенного значения напряжения импульсной помехи на выходе тракта приема телефонного канала определяется по формуле

$$P_{итф} = P_{итм} + 31{,}6 \text{ дБ}.$$

$$P_{итф} = P_{50} - 31{,}5 + 20 lg \delta + 31{,}6 = P_{50} + 20 lg \delta.$$

При $\delta_и = 5\%$ $P_{итф} = P_{50} + 14$ дБ.

При $\delta_и = 10\%$ $P_{итф} = P_{50} + 20$ дБ.

6.16, 6.17. Обоснования приведены в [17] и [18].

Групповой тракт каналов телемеханики

6.18, 6.19. Обоснования приведены в [17] и [18].

6.20. Нормы на уровни передачи приведены в соответствии с табл.10.

6.22. Уровни передачи отдельных каналов телемеханики на входе ГТТ2 выбираются исходя из условия получения минимальных нелинейных искажений в групповых трактах передачи и приема каналообразующей аппаратуры с учетом эффективно передаваемой полосы частот конкретного канала телемеханики.

В ВЧ аппаратуре наименьшей линейностью обладает мощный усилитель тракта передачи и для устранения влияния этой нелинейности существует методика оптимального распределения мощности передатчика по каналам комбинированной аппаратуры. Указанная методика приведена в пп. 6.37-6.42 данных Норм. В процессе наладки устанавливают заданное соотношение уровней на выходе ВЧ передатчика, после чего путем измерения определяют номинальное значение входных уровней отдельных каналов телемеханики на входе ГТТ2, которые и фиксируются в электрическом паспорте на аппаратуру.

6.26. Применение ограничителя максимальных амплитуд (ОМА) в телефонном канале многоканальных и комбинированных систем ВЧ связи по ВЛ обеспечивает помехозащищенность между каналами, ибо исключает передачу по каналу завышенных уровней сигналов, вызванных повышенной громкостью разговора абонента. Особенно важно исключить перегрузку группового тракта в системах связи при передаче по ним сигналов телемеханики.

Исходя из этого к амплитудной характеристике ОМА предъявляются повышенные требования, которые, однако, реализуются при тщательной наладке этого узла в любом типе аппаратуры.

Выбор порога ограничения ОМА определяется канальностью сис-

темы связи, разгруженностью этих каналов во времени и наличием в системе связи переприемов.

Если в системе связи организовано более двух ГТТ, желательно применение ОМА с порогом ограничения минус 2,5 дБ. Если в канале телефонной связи предполагается организация переприема по низкой частоте, порог ограничения ОМА желательно выбирать 0 дБ, чтобы сохранить достаточную разборчивость сложного канала телефонной связи.

Сложные каналы телемеханики

6.27-6.29. Обоснования приведены в [17] и [18] .

6.31. Наличие нелинейности в тракте передачи вызывает появление сигналов комбинационных частот (помех), воздействие которых на каналы телемеханики эквивалентно воздействию одночастотной помехи.

Поскольку помехи указанного вида вызываются несколькими элементами нелинейности тракта и арифметически суммируются, расчет помехозащищенности каналов телемеханики целесообразно оценивать в отношении этих помех.

Максимальное значение уровня помехи имеет место при наличии в канале двух сигналов F_1 и F_2 с уровнями передачи (на входе четырехпроводного тракта канала) минус 19 дБ каждый.

Если через P_{50} обозначить номинальный уровень сигнала канала телемеханики со скоростью передачи 50 Бод, допустимый уровень комбинационной помехи ($P_{пк}$) для этого канала определяется по формуле

$$P_{пк} = P_{50} - 23. \qquad (91)$$

Минимально допустимое затухание нелинейности тракта определяется выражением

$$A_{дк} = P_{1пр} - P_{пк} = P_{1пер} - a_0 - P_{50} + 23 = -19 + 17{,}4 - P_{50} + 23 = 21{,}4 - P_{50}, \qquad (92)$$

где $P_{1\,пр}$, $P_{1\,пер}$ - соответственно уровни приема и передачи сигнала;

a_0 - остаточное затухание четырехпроводного тракта.

6.32. Данные нормы разработаны для случая, когда переприемные участки сложного канала имеют одинаковые параметры. При этом считается, что помехи в сложном канале суммируются квадратично,

а продукты нелинейности - арифметически.

При определении нормы на отклонение частоты учтены возможность арифметического сложения частотных отклонений на каждом переприемном участке при условии, что эти отклонения имеют один и тот же знак.

6.36. Достоверность передачи информации по сложному каналу, в котором используется модем с номинальной скоростью передачи выше номинальной скорости первичного устройства телемеханики, обусловлена снижением воздействия на канал в этом случае линейных помех, расхождения частот и изменения фазы сигнала.

Высокочастотная каналообразующая аппаратура

6.37, 6.38. На рис.6 представлена типовая амплитудная характеристика группового тракта передачи ВЧ аппаратуры, выраженная функцией:

$$S = f(U_{Вых}). \qquad (93)$$

Прямолинейным участком характеристики (а-б) является участок, на котором нелинейности не превышают $\pm$I,5 дБ.

Максимальная мощность передатчика должна распределяться между сигналами телефонного канала и сигналами каналов контрольно частоты АРУ. В условиях гладких линейных помех для получения одинаковой помехозащищенности по телефонному каналу и сигналу контрольной частоты необходимо выдержать условие:

$$\frac{U_{тф\ макс}}{U_{К\ ч}} = \sqrt{\frac{\Delta F_{тф}}{\Delta F_{К.ч}}}\ , \qquad (94)$$

где $\Delta F_{К\ ч}$ - рабочая полоса частот канала контрольной частоты.

Для случая $\Delta F_{К\ ч}$= 100 Гц и $\Delta F_{тф}$ = 2300 Гц

$$U_{К\ ч} = 0{,}22\, U_{тф\ макс} \qquad (95)$$

Для исключения влияний между телефонными каналами данной аппаратуры должно быть выдержано условие:

$$U_{макс} = (N_{тф} + 0{,}22 N_{К.ч})\, U_{тф\ макс} \qquad (96)$$

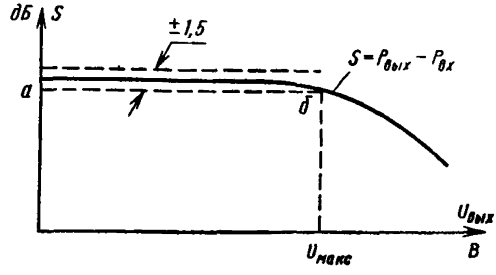


Рис.6. Типовая амплитудная характеристика группового тракта передачи ВЧ аппаратуры

Отсюда максимальное напряжение телефонного канала ($U_{тф\,макс}$) и напряжение сигнала контрольной частоты ($U_{к.ч}$) определяется по формулам:

$$U_{тф.макс} = \frac{U_{макс}}{N_{тф} + 0{,}22N_{к.ч}} ; \qquad (97)$$

$$U_{к.ч} = \frac{0{,}22U_{макс}}{N_{к.ч}} \qquad (98)$$

6.37, 6.40. Если КС-3,4 уплотняется каналами телемеханики в полосе частот 2,4-3,4 кГц, то условие распределения мощности между телефонными каналами и каналами телемеханики определяется соотношением рабочих полос указанных каналов.

Каналы телемеханики на скоростях передачи 50, 100 и 200 Бод имеют соответственно рабочие полосы частот: 80, 160 и 320 Гц. Напряжение сигналов указанных каналов на выходе передатчика целесообразно выразить через значение напряжения некого эквивалентного канала с полосой рабочих частот 80 Гц.

$$U_{50} = U_{экв} ; \qquad (99)$$

$$U_{100} = U_{экв}\sqrt{\frac{\Delta F_{100}}{\Delta F_{экв}}} = 1{,}41U_{экв} ; \qquad (100)$$

$$U_{200} = U_{экв} \sqrt{\frac{\Delta F_{200}}{\Delta F_{экв}}} = 2U_{экв} \qquad (101)$$

При равной помехозащищенности напряжение сигнала КС-2,4 определится:

$$U_{тф\ 2,4} = U_{экв} \sqrt{A_0 \frac{\Delta F_{2,4}}{\Delta F_{экв}}} = U_{экв} \sqrt{A_0 \frac{2100}{80}} = 4,1 \sqrt{A_0}\ U_{экв} \qquad (102)$$

Здесь коэффициент A_0 учитывает, что каналы телемеханики работают по системам 4М, а телефонный канал - по системе ОБП и, следовательно, имеют различную норму на допустимое соотношение уровня рабочего сигнала и помехи:

$$A_0 = 10^{0,1(\Delta P_{C1/п} - \Delta P_{C2/п})}, \qquad (103)$$

где $\Delta P_{C1/п}$, $\Delta P_{C2/п}$ - допустимое соотношение уровней сигнала и помехи соответственно в телефонном канале и канале телемеханики.

При существующей норме $\Delta P_{C1/п}$ = 25 дБ, $\Delta P_{C2/п}$ = 18 дБ A_0 составляет 5, а напряжение сигнала КС-2,4 будет равно:

$$U_{тф\ 2,4} = 4,1 \sqrt{A_0}\ U_{экв} = 9 U_{экв}. \qquad (104)$$

На основании изложенного имеем:

$$U_{тф\ макс} = U_{экв} (N_{50} + 1,41 N_{100} + 2N_{200} + 4,1 \sqrt{A_0}); \qquad (105)$$

$$U_{экв} = \frac{U_{тф.макс}}{N_{50} + 1,41 N_{100} + 2N_{200} + 4,1 \sqrt{A_0}}. \qquad (106)$$

Абсолютные уровни передачи по напряжению каждого канала равны:

$$P'_{50} = 20 \lg U_{экв} + 2,2; \qquad (107)$$

$$P'_{100} = 20 \lg U_{экв} + 5,2; \qquad (108)$$

$$P'_{200} = 20\ell g\, U_{экв} + 8{,}2; \qquad (109)$$

$$P'_{тф\,2,4} = 20\ell g\, U_{экв} + 21{,}4; \qquad (110)$$

$$P_{ГТТ} = 20\ell g\, U_{ГТТ} = 20\ell g\, U_{экв} + 20\ell g (N_{50} + 1{,}41 N_{100} + 2N_{200}) \qquad (111)$$

Здесь

$$U_{ГТТ} = N_{50} U_{50} + N_{100} U_{100} + N_{200} U_{200} = U_{экв} (N_{50} + 1{,}41 N_{100} + 2N_{200}) \qquad (112)$$

Учитывая, что номинальное значение уровня телефонного сигнала на выходе четырехпроводного тракта передачи минус 13 дБ, усиление тракта передачи телефонного сигнала и усиление тракта передачи ГТТ1 определяется выражением

$$S_{тф\,2,4} = S_{ГТТ1} = P_{тф\,2,4} + 13. \qquad (113)$$

Усиление тракта передачи ГТТ2 не соответствует значению усиления в тракте передачи телефонного канала и определяется выражением

$$S_{ГТТ2} = P_{ГТТ} - P_{02}\ , \qquad (114)$$

где P_{02} – суммарный уровень сигнала модемов передачи на входе ГТТ2.

Значение уровней каналов телемеханики в точке с нулевым измерительным уровнем определяется:

для канала со скоростью передачи 50 Бод

$$P_{0/50} = 20\ell g \frac{U_{экв}}{U_{тф\,2,4}} = 20\ell g \frac{1}{9} = -19{,}2 \text{ дБ};$$

для канала со скоростью передачи 100 Бод

$$P_{0/100} = P_{0/50} + 3 = -16{,}2 \text{ дБ};$$

для канала со скоростью передачи 200 Бод

$$P_{0/200} = P_{0/50} + 6 = -13{,}2 \text{ дБ}.$$

6.42. В режиме максимальной чувствительности ВЧ приемника линейные помехи проникают в канал телемеханики с повышенным уровнем. Наличие сигнала помех на выходе приемника модема без формирователя посылок может вызвать ложное срабатывание приемного устройства телемеханики. В модемах с формирователями наличие помех на входе формирователя может вызвать ложное срабатывание формирователя, а следовательно, и ложное срабатывание устройств телемеханики.

Данные явления не будут наблюдаться, если напряжение помех в указанных точках будет в 5-6 раз меньше номинального напряжения полезного сигнала. Исходя из этого установлена норма, равная 15 дБ.

Линейный высокочастотный тракт системы связи

6.43. Обоснования приведены в [31] . Для определения нестабильности затухания ВЧ тракта при вводе КТМ в эксплуатацию в обязательном порядке выполняются измерения затухания ВЧ тракта на частотах каналов телемеханики в нормальном режиме ВЛ, входящих в соответствующий линейный ВЧ тракт, при ХХ ВЛ (т.е. при отключении ВЛ с обоих концов от шин подстанций) и при заземлении ВЛ на конечных подстанциях.

6.44. Данная норма разработана на основании [31] с учетом конкретных условий использования каналов телемеханики. При этом каналы телерегулирования и телеизмерения в системах противоаварийной автоматики по значению запаса перекрываемого затухания приравнены к ВЧ каналам защиты.

К каналам телемеханики, предназначенным для ТУ-ТС с системными объектами, предъявляются повышенные требования в части надежности. Они должны иметь запас по перекрываемому затуханию не меньше 11 дБ.

Список использованной литературы

I. ГОСТ 26.0I3-8I. Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические с дискретным измерением параметров, входные и выходные.

2. ГОСТ I4663-83. Устройства приемные магистральной радиосвязи гектаметрового-декаметрового диапазона волн. Основные параметры, технические требования и методы измерений.

3. *FRUNK B., CRUNTER A. „High Power Linear Amplifier for signale Sideband Applications – IRF Frans on Communications Sistem" 1956 , CSV N° 2.*

4. *KOTT V. „Budie pro SSB, AM a CW - Amaterske Radio " 1959 , cis 6.*

5. ГУРОВ В.С. и др. Передача дискретной информации и телеграфия. - М.: Связь, I974.

6. СПРАВОЧНИК по техническим средствам сбора и передачи информации. - Киев, Техника, I973.

7. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ справочник по электросвязи. Т.УШ. Радиосвязь. - М.: Связь, I968.

8. ГОСТ 26.205-83. ЕССП. Устройства телемеханики. Общие технические условия.

9. ХАРАКТЕРИСТИКИ устройств дальней связи для энергосистем в присутствии помех. Х.К. Поджик и др. Комитет СИГРЭ № 35. Париж, I970.

I0. БАРАНОВА В.Б. Испытания аппаратуры типа АПТ в каналах телеинформации по высоковольтным линиям электропередачи. - Электрические станции, I978, № 4.

II. БАРАНОВА В.Б., ПОБЕРЕЖСКАЯ Р.Д., СОКОЛОВ В.Б. Аппаратура каналов телемеханики типа АПТ для энергосистем. - Электрические станции, I977, № 6.

I2. СПРАВОЧНИК по наладке высокочастотных устройств управления энергосистемами. Под ред. Э.С.Мусаэляна. - М.: Энергия, I984.

I3. ОБЩЕЕ рассмотрение надежности систем дальней связи для диспетчерского управления нагрузкой высоковольтной сети энергосистем Италии. Комитет СИГРЭ № 35, Тулуза, I97I.

I4. ГОСТ I8664-79. Аппаратура тонального телеграфирования с частотной модуляцией. Основные параметры.

I5. ГУРОВ В.С. и др. Основы передачи данных по проводным каналам связи. - М.: Связь, I964.

I6. МАЛЫШЕВ А.И. Некоторые вопросы трансляции импульсов набора в высокочастотном телефонном канале по ЛЭП. - В сб.: Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах. Вып.2. - М.: Госэнергоиздат, I963.

I7. ВРЕМЕННЫЕ нормы на каналы высокочастотной телемеханической связи по линиям электропередачи II0-500 кВ. - М.: БТИ ОРГРЭС, I968.

I8. НОРМЫ и рекомендации на каналы телемеханики по линиям электропередачи. - М.: СЦНТИ ОРГРЭС, I975.

I9. ШВАРЦМАН В.О. и др. Каналы передачи данных. - М.: Связь, I970.

20. БУРДЕНКОВ Г.В., МАЛЫШЕВ А.И. Автоматика, телемеханика и передача данных в энергосистемах. - М.: Энергия, I978.

2I. ПРАВИЛА приемки в эксплуатацию высокочастотных систем телефонной связи и каналов телемеханики по ВЛ. - М.: СПО Союзтехэнерго, I983.

22. ДУБОВИК В.А., ВЫГОДСКИЙ С.А. и др. Частотное телеграфирование. - М.: Связьиздат, I962.

23. МАЛЫШЕВ А.И. Вопросы анализа взаимных влияний каналов многоканальной аппаратуры телемеханики. - В сб.: Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах. Вып.2. М.: Госэнергоиздат I962.

24. КАРТЬЯНУ Г. Частотная модуляция. Изд-во АРНР (Румыния), I96I.

25. ЗАГЯНСКИЙ А.И. Влияние сосредоточенных помех на работу каналов телемеханики. - В сб.: Вопросы эксплуатации устройств связи и телемеханики в энергосистемах. Вып. 9, М.: Энергия, I968.

26. МИКУЦКИЙ Г.В. Каналы высокочастотной связи для релейной защиты и автоматики. - М.: Энергия, I977.

27. ИСПЫТАНИЯ систем передачи данных, работающих с большими скоростями в полосе 0,3-3,4 кГц, проведенные в Италии с декабря I966. Комитет СИГРЭ № 35. Рим, I969.

28. ДИВНОГОРЦЕВ Г.В. Вопрос загрузки телефонных каналов фазоманипулированными сигналами передачи данных. - Электросвязь, I964, № II.

29. ГОСТ 23715-79. Аппаратура каналообразующая телеграфная. Показатели надежности и методы их испытаний.

30. ГОСТ 22937-78. Цепи местные двухполюсные систем телеграфной связи и передачи данных. Типы и основные параметры.

3I. РУКОВОДЯЩИЕ указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, II0, 220, 330, 500 и 750 кВ. - М.: СПО Союзтехэнерго, I977.

gost.e-ecolog.ru