

УДК 621.391:681.327.8

Группа Э02

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ЛИНИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ
ПРОВОДНАЯ
МУЛЬТИПЛЕКСНЫХ КАНАЛОВ
ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

ОСТ 1 02586-90

На 16 страницах

Метод расчета
обобщенного коэффициента передачи

ОКСТУ 7509

Дата введения 01.01.91

№ чл.н.
№ 395

Изв № дубликата
5991

Настоящий стандарт устанавливает метод расчета обобщенного коэффициента передачи $K_{об}$ до напряжению проводной линии передачи информации (ЛПИ) мультиплексных каналов информационного обмена (МКИО) при проектировании.

Изв № подлинника
Изв № дубликата

Издание официальное

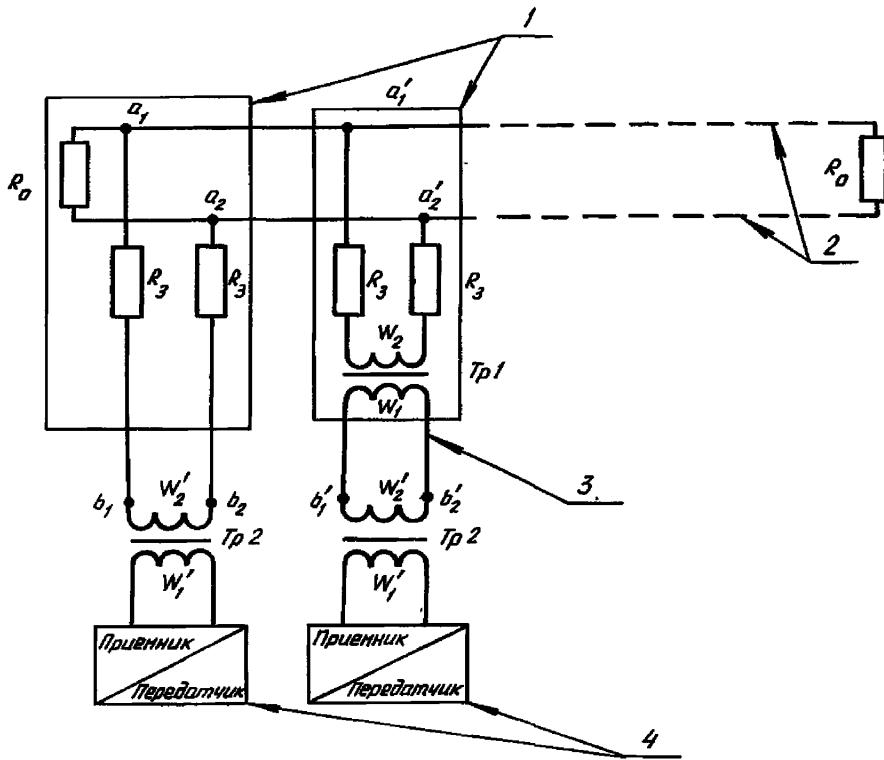
Перепечатка воспрещена

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основной задачей расчета K_{ob} проводной ЛПИ, построенной в соответствии с ГОСТ 26765.52, является определение напряжения информационного сигнала на входах приемников сигналов соответствующих оконечных устройств при заданном выходном напряжении передатчика.

1.2. Расчет K_{ob} ЛПИ ведется относительно первой гармоники передаваемого сигнала.

Электрическая схема ЛПИ приведена на черт. 1.



1 - соединительная коробка; 2 - магистральная шина;
 3 - шлейф; 4 - устройство интерфейса; $Tp1$ - согласующий трансформатор; $Tp2$ - трансформатор гальванической развязки; R_g - защитные резисторы; R_o - согласующие резисторы

Черт. 1

1.3. Исходные данные для расчета коэффициента передачи проводной ЛПИ:

1) структурная схема проводной ЛПИ - по ГОСТ 26765.52;

2) длина шлейфа - не более 6 м;

3) номинальное значение волнового сопротивления кабеля магистральной шины и шлейфов - от 70 до 85 Ом;

- 4) частота передачи информационных сигналов – $(1 \pm 0,001)$ МГц;
 5) входное сопротивление приемника оконечного устройства – не менее 1 кОм в точках измерения b_1, b_2 , в случае подключения шлейфа без согласующего трансформатора – не менее 2 кОм.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА

2.1. Рассматриваемая ЛПИ представляется в виде трех последовательно включенных звеньев:

- 1) шлейфа, работающего в режиме передачи сигналов от передатчика в магистральную шину;
- 2) магистральной шины;
- 3) шлейфа, работающего в режиме передачи сигналов из магистральной шины на вход приемника.

Каждое из этих звеньев является пассивным четырехполюсником, а ЛПИ в целом, относительно точек входа и выхода сигнала рассматривается как обобщенный четырехполюсник, образованный путем их каскадного соединения.

2.2. K_{ob} ЛПИ, равный отношению напряжений на входе приемника сигналов и выходе соответствующего передатчика, будет равен произведению коэффициентов передачи четырехполюсников, составляющих ЛПИ:

$$K_{ob} = - \frac{U_{bx. pr}}{U_{bvykh. per}} = \frac{K_1 K_2 K_3}{\alpha}, \quad (1)$$

где $U_{bx. pr}$ – напряжение на входе приемника;
 $U_{bvykh. per}$ – напряжение на выходе передатчика;
 K_1 – коэффициент передачи шлейфа в режиме передачи сигналов от передатчика в магистральную шину;
 K_2 – коэффициент передачи магистральной шины;
 K_3 – коэффициент передачи шлейфа в режиме передачи сигналов из магистральной шины на вход приемника;
 α – коэффициент затухания кабеля магистральной шины и шлейфов.

3. МЕТОД РАСЧЕТА K_{ob} ЛПИ

3.1. Расчет коэффициента передачи шлейфа K_1

3.1.1. Для кабеля шлейфа, работающего в режиме передачи сигналов от передатчика в магистральную шину, нагрузка, образованная из последовательно включенных защитных резисторов $2 R_3$ и входного сопротивления магистральной шины в точках присоединения a_1, a_2 с учетом коэффициента трансформации согласующего

№ изм.
№ изв.

5991

Инв. № Альбиката
Инв. № Годданика

шего трансформатора $Tp1$, является согласованной. Если не учитывать затухание в кабеле шлейфа, коэффициент передачи шлейфа K_1 в рассматриваемом режиме рассчитывается по формуле

$$K_1 = \frac{U_{a_1, a_2}}{U_{\text{вых.пер}}} = \frac{Z_{\text{вх.н}}}{(Z_{\text{вх.н}} + 2R_3)n}, \quad (2)$$

где U_{a_1, a_2} — напряжение на входе магистральной шины в точках a_1, a_2 ;
 $U_{\text{вых.пер}}$ — выходное напряжение передатчика в точках b_1, b_2 ЛПИ;
 $Z_{\text{вх.н}}$ — входное сопротивление магистральной шины в точках a_1, a_2 ;
 n — коэффициент трансформации согласующего трансформатора $Tp1$, который находится из выражения:

$$n = \frac{W_1}{W_2} = 0,7, \quad (3)$$

где W_1 и W_2 — число витков обмотки согласующего трансформатора.

3.1.2. Принимается, что в точках a_1, a_2

$$Z_{\text{вх.н}} = \frac{R_0}{2}, \quad (4)$$

где R_0 — значение согласующего резистора, равное номинальному значению волнового сопротивления кабеля Z_0 .

В этом случае $K_1 = 0,29 \pm 0,43$.

3.2. Расчет коэффициента передачи K_2

3.2.1. Проводная ЛПИ (см. черт. 1) представляется относительно точек a_1, a_2 магистральной шины схемой замещения в виде ряда каскадно соединенных четырехполюсников $A_0, A_1, A_2, \dots, A_n$, называемых единичными.

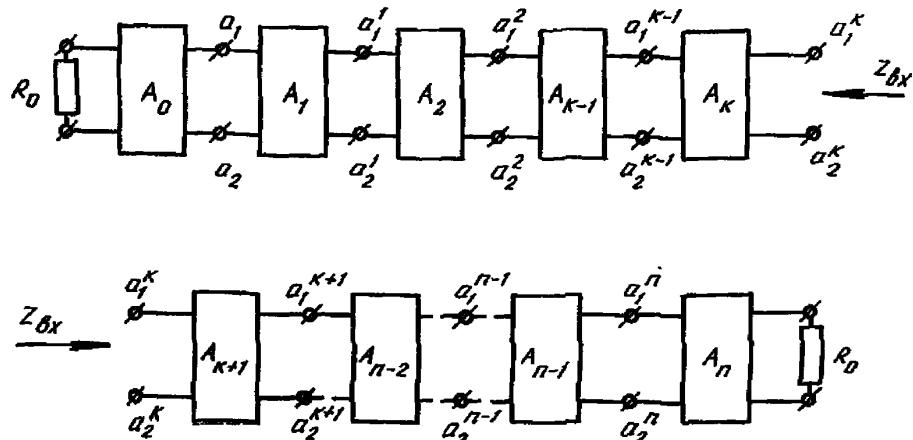
Влияние входного сопротивления шлейфа относительно точек a_1, a_2 учитывается эквивалентным сопротивлением $Z_{\text{вх.ш}}$.

Схема замещения приведена на черт. 2.

№ ИЗМ.
№ ИЗМ.

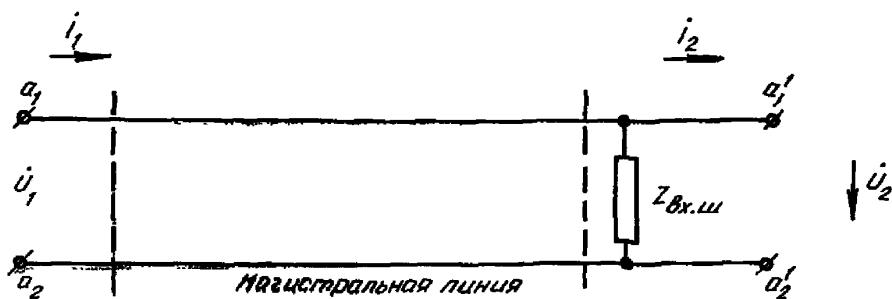
5991

Изд. № Аддуката
Изд. № подлинника



Черт. 2

Схема единичного четырехполюсника приведена на черт. 3.



Черт. 3

3.2.2. Соотношения между комплексами напряжений \dot{U}_1, \dot{U}_2 и токов i_1, i_2 на входе и выходе каждого из единичных четырехполюсников записываются в виде системы уравнений:

$$\dot{U}_2 = A_{22} \dot{U}_1 - A_{12} i_1; \quad (5)$$

$$i_2 = -A_{21} \dot{U}_1 + A_{11} i_1,$$

где $A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}$ – коэффициенты единичного четырехполюсника.

Из этой системы уравнений определяется коэффициент передачи по напряжению единичного четырехполюсника:

$$K = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} = A_{22} - \frac{A_{12}}{Z_{\text{вых}}}, \quad (6)$$

где Z_{BX} — входное сопротивление единичного четырехполюсника, определяемое по формуле

$$Z_{BX} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{A_{11}Z_2 + A_{12}}{A_{21}Z_2 + A_{22}}, \quad (7)$$

где Z_2 — сопротивление нагрузки четырехполюсника.

При расчете выходного напряжения четырехполюсника целесообразно пользоваться матричной формой записи:

$$\begin{vmatrix} U_2 \\ I_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_{22} - A_{12} \\ -A_{21} A_{11} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} U_1 \\ I_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} U_1 \\ I_1 \end{vmatrix} \quad (8)$$

3.2.3. Для расчета коэффициента передачи K_2 необходимо вычислить параметры результирующего четырехполюсника, составленного из единичных четырехполюсников, включенных каскадно между точками магистральной шины входа и выхода сигнала.

Если сигнал передается в магистральную шину через точки a_1 , a_2 (см. черт. 2), то для расчета выходного сигнала в точках a_1^K , a_2^K следует определить параметры результирующего четырехполюсника, образованного каскадно включенными единичными четырехполюсниками A_1 , A_2 , ..., A_K .

Уравнение для этого четырехполюсника имеет вид:

$$\begin{vmatrix} U_2 \\ I_2 \end{vmatrix} \Big|_{a_1^K a_2^K} = \begin{vmatrix} A \end{vmatrix}_{\text{рез}} \cdot \begin{vmatrix} U_1 \\ I_1 \end{vmatrix} \Big|_{a_1 a_2}. \quad (9)$$

3.2.4. Матрица результирующего четырехполюсника представляется в виде произведения матриц составных единичных четырехполюсников:

$$\begin{vmatrix} A'' \end{vmatrix}_{\text{рез}} = \begin{vmatrix} A \end{vmatrix}_K \begin{vmatrix} A \end{vmatrix}_{K-1} \cdots \begin{vmatrix} A \end{vmatrix}_1. \quad (10)$$

Матрицы, подлежащие перемножению, записываются в порядке следования соответствующих единичных четырехполюсников. После определения коэффициентов результирующего четырехполюсника коэффициент передачи K_2 рассчитывается по формуле (6).

3.3. Расчет коэффициента передачи шлейфа K_3

3.3.1. В расчете ЛПИ при частоте передачи информационного сигнала 1 МГц следует принять, что коэффициент передачи шлейфа

№ ИЗМ.	5991
№ ИЗВ.	
Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	

$$K_3 = \frac{W_1}{W_2} = n = 0,7. \quad (11)$$

3.4. Расчет коэффициента затухания α

3.4.1. При общей длине магистральной шины, превышающей 10 м, необходимо учитывать затухание кабеля, для чего в расчетную формулу для K_{0f} вводится коэффициент α .

Значение коэффициента α находится из выражения:

$$\alpha = \operatorname{ant} \lg \frac{\psi}{20}, \quad (12)$$

где ψ — суммарное затухание.

Здесь $\psi = \alpha_n l_{\text{ЭКВ}}$,

где α_n — коэффициент затухания кабеля на длине 1 м;

$l_{\text{ЭКВ}}$ — общая длина шины и шлейфов, рассчитанная по формуле

$$l_{\text{ЭКВ}} = \sum_{i=1}^m l_i + l_{\text{шл.пер}} + l_{\text{шл.пр}}, \quad (13)$$

где m — общее количество отрезков магистральной шины;

l_i — длина каждого отрезка;

$l_{\text{шл.пер}}$ — длина передающего шлейфа;

$l_{\text{шл.пр}}$ — длина приемного шлейфа.

3.5. Расчет K_{0f} ЛПИ

3.5.1. K_{0f} определяется по формуле

$$K_{0f} = \frac{K_1 K_2 K_3}{\alpha} = \frac{Z_{0X,N}}{(Z_{0X,N} + 2R_3)\alpha} \left(A_{22} - \frac{A_{12}}{Z_{0X}} \right) n \cdot \frac{1}{\alpha} =$$

$$= \frac{Z_{0X,N}}{(Z_{0X,N} + 2R_3)} \frac{\left(A_{22} - \frac{A_{12}}{Z_{0X}} \right)}{\operatorname{ant} \lg \frac{\alpha_n l_{\text{ЭКВ}}}{20}}. \quad (14)$$

3.5.2. При расчете K_{0f} для ЛПИ без согласующего трансформатора в формуле (14) следует принять значение $n = 1$.

№ 1331
№ 1332

591

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

3.5.3. Пример расчета K_{0f} приведен в приложении.

3.6. Расчет коэффициентов четырехполюсников

3.6.1. В соответствии с формулой (14) рассматриваемый метод расчета K_{0f} ЛПИ сводится к вычислению коэффициентов единичных и результирующего четырехполюсников.

Расчет указанных выше коэффициентов производится путем определения:

1) входного сопротивления Z_{1X} четырехполюсника со стороны его входа в режиме холостого хода (при разомкнутом выходе);

2) входного сопротивления Z_{1K} четырехполюсника со стороны его входа при коротком замыкании на его выходе;

3) входного сопротивления Z_{2K} четырехполюсника со стороны его выхода при коротком замыкании на его входе.

3.6.2. При исходных данных, указанных в разделе 1, затуханием в кабеле можно пренебречь, тогда входное сопротивление единичного четырехполюсника рассчитывается по формулам:

$$Z_{1X} = j Z_{X.X} \frac{Z_{K3} - Z_{Bx.W}}{Z_{X.X} + Z_{Bx.W}} ; \quad (15)$$

$$Z_{1K} = j Z_{K3} ; \quad (16)$$

$$Z_{2K} = j \frac{Z_{Bx.W} Z_{K3}}{Z_{Bx.W} - Z_{K3}} , \quad (17)$$

где $Z_{Bx.W}$ — модуль входного сопротивления шлейфа со стороны точек $a'_1 a'_2$;

Z_K — модуль входного сопротивления отрезка кабеля магистральной шины $A_1 A_2 - A'_1 A'_2$ при коротком замыкании в точках $a'_1 a'_2$ (см. черт. 3);

$Z_{X.X}$ — модуль входного сопротивления этого отрезка при разомкнутых точках $a'_1 a'_2$.

Модули $Z_{X.X}$ и Z_{K3} определяются экспериментально или рассчитываются по формулам:

$$Z_{X.X} = Z_f \operatorname{ctg} \frac{2\pi}{\lambda} l ; \quad Z_{K3} = Z_f \operatorname{tg} \frac{2\pi}{\lambda} l , \quad (18)$$

где λ — длина волны колебаний в кабеле, равная 213 м на частоте 1 МГц;

l — длина отрезка кабеля магистральной шины.

При длине кабеля шлейфа не более 6 м и частоте передачи сигналов 1 МГц значением R_3 можно пренебречь, тогда, учитывая коэффициент трансформации сог-

№ изм.
№ изв.
№

5991

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

ласующего трансформатора, имеем

$$z_{\delta x, \text{ш}} = \frac{z_{\delta x, \text{каб}}}{n^2}, \quad (19)$$

где $z_{\delta x, \text{каб}}$ — модуль входного сопротивления кабеля шлейфа при условии, что его сопротивление нагрузки в точках b_1 , b_2 равно 1 кОм.

Графики зависимости $z_{x,x}$, $z_{K,3}$, $z_{\delta x, \text{ш}}$ от длины кабеля приведены на черт. 4.

3.6.3. Коэффициенты единичного четырехполюсника A_{11} , A_{12} , A_{21} , A_{22} рассчитываются по формулам:

$$A_{11} = \sqrt{\frac{z_{1x} z_{1K}}{z_{2K} (z_{1x} - z_{1K})}}; \quad (20)$$

$$A_{12} = A_{11} \cdot z_{2K}; \quad (21)$$

$$A_{21} = \frac{A_{11}}{z_{1K}}; \quad (22)$$

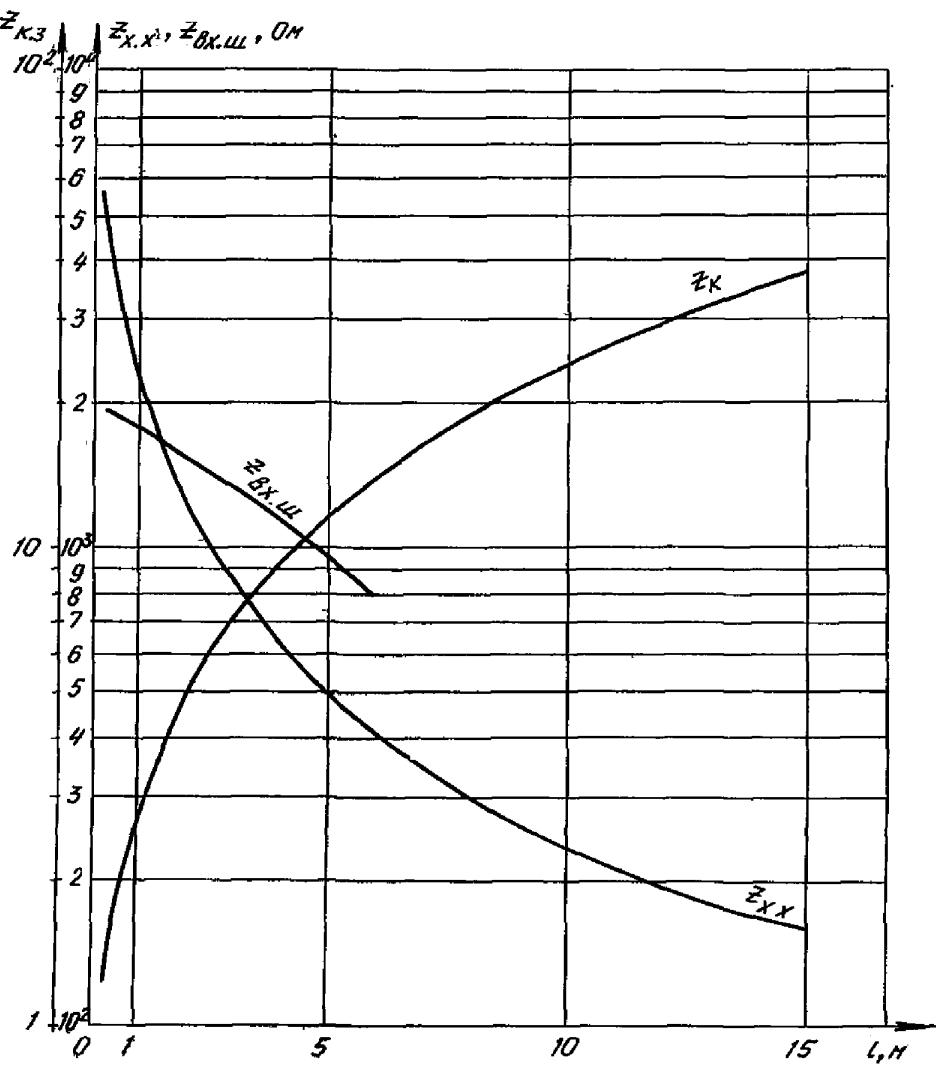
$$A_{22} = \frac{A_{12}}{z_{1K}}. \quad (23)$$

Входные сопротивления z_{1x} , z_{1K} и z_{2K} рассчитываются по формулам (15) – (17). Значения коэффициентов единичных четырехполюсников при изменении длины кабеля магистральной шины от 0,25 до 15,00 м могут быть также определены в соответствии с черт. 5.

№ 13М
№ 13В.

5991

Изм. № дубликата
Изм. № подлинника



Черт. 4

При этом длина шлейфа $l_{ш}$ может изменяться от 0 до 6 м.

3.6.4. Входное сопротивление результирующего четырехполюсника $Z_{Bx,p}$ рассчитывается по формуле

$$Z_{Bx,p} = \frac{A'_{11}R_0 + A'_{12}}{A'_{21}R_0 + A'_{22}}, \quad (24)$$

где $A'_{11}, A'_{12}, A'_{21}, A'_{22}$ – коэффициенты четырехполюсника, определяемые из матрицы, полученной путем перемножения матриц единичных четырехполюсников рассматриваемой ветви ЛПИ, каскадно включенных между точками o_1, o_2 ввода сигнала и согласующим резистором R_0 .

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА K_{00} ЛПИ

1. Исходные данные для расчета K_{00} ЛПИ, приведенной на черт. 6, относительно точек b_1 , b_2 приемника сигналов:

1) для четырехполюсника 1:

длина отрезка магистральной шины - 10 м;

длина шлейфа - 6 м;

2) для четырехполюсника 2:

длина отрезка магистральной шины - 15 м;

длина шлейфа - 3 м;

3) для четырехполюсника 3:

длина отрезка магистральной шины - 14 м;

длина шлейфа - 5 м;

длина передающего шлейфа - 4 м;

4) частота передачи сигнала, значения согласующих и защитных резисторов и входное сопротивление приемника оконечного устройства - по ГОСТ 26765.52;

5) тип кабеля КВСФ - 75 ТУ 16-705.198-81, его волновое сопротивление - 75 Ом.

2. Расчет коэффициента передачи K_1 шлейфа $b_1^3 b_2^3 - a_1^3 a_2^3$ производится с учетом формулы (4) по формуле (2):

$$K_1 = \frac{37,5}{(37,5 + 112) \cdot 0,7} = 0,36.$$

3. Расчет коэффициента передачи K_2 магистральной шины $a_1^3 a_2^3 - a_1 a_2$ производится путем определения коэффициентов единичных четырехполюсников.

3.1. Рассматриваемая ЛПИ разбивается на три единичных четырехполюсника, как показано на черт. 6.

Коэффициенты, указанных единичных четырехполюсников в зависимости от длины отрезков кабеля магистральной шины, а также длины соответствующего шлейфа находятся по черт. 5 и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер четырехполюсника	Значение коэффициента			
	A_{11}	A_{12}	A_{21}	A_{22}
1	0,92	$j23$	$j5,1 \cdot 10^{-3}$	0,95
2	0,87	$j34$	$j6,3 \cdot 10^{-3}$	0,90
3	0,88	$j32$	$j6,6 \cdot 10^{-3}$	0,91

3.2. Коэффициенты результирующего четырехполюсника $3+2+1$ находятся из результирующей матрицы, полученной путем перемножения матриц единичных четырехполюсников, входящих в состав результирующего четырехполюсника, в соответствии с формулой (11).

Результаты сводятся в табл. 2.

Таблица 2

Номер четырехполюсника	Значение коэффициента			
	A_{11}''	A_{12}''	A_{21}''	A_{22}''
$2+1$	0,62	$52,8j$	$10,5 \cdot 10^{-3}j$	0,70
$3+2+1$	0,20	$68,9j$	$13,6 \cdot 10^{-3}j$	0,29

3.3. Общая длина рассматриваемого отрезка магистральной шины превышает 10 м, поэтому необходимо произвести расчет входного сопротивления результирующего четырехполюсника $3+2+1$ по формуле (24), используя при этом значения коэффициентов A_{11}'' , A_{12}'' , A_{21}'' , A_{22}'' , которые в данном примере совпадают со значениями коэффициентов A_{11}' , A_{12}' , A_{21}' , A_{22}' :

$$Z_{BX} = \frac{0,20 \cdot 75 + 68,9j}{75 \cdot 13,6 \cdot 10^{-3}j + 0,29} = 70,6 \text{ Ом.}$$

3.4. Расчет K_2 производится по формуле (6):

$$K_2 = 0,29 - \frac{68,9j}{70,6} = 0,29 - 0,95j.$$

Абсолютное значение (модуль) K_2 :

$$|K_2| = \sqrt{0,29^2 + 0,95^2} = 0,99.$$

3.5. Принимается согласно п. 3.3.1 значение коэффициента передачи $K_3 = 0,7$.

3.6. Расчет коэффициента α производится по формуле (12). При этом значение коэффициента затухания α_n берется из ТУ на кабель КВСФ - 75 в переводе для частоты 1 МГц:

$$\alpha_n = 0,056 \text{ дБ/м.}$$

Значения $\ell_{ЭКВ}$ и ψ находятся согласно п. 3.4.1:

$$\ell_{ЭКВ} = 14 + 15 + 10 + 4 + 6 = 49 \text{ м.}$$

$$\psi = \alpha_n \ell_{ЭКВ} = 0,056 \cdot 49 = 2,77.$$

$$\text{Тогда } \alpha = \operatorname{arctg} \frac{2,77}{20} = \operatorname{arctg} 0,139 = 1,38.$$

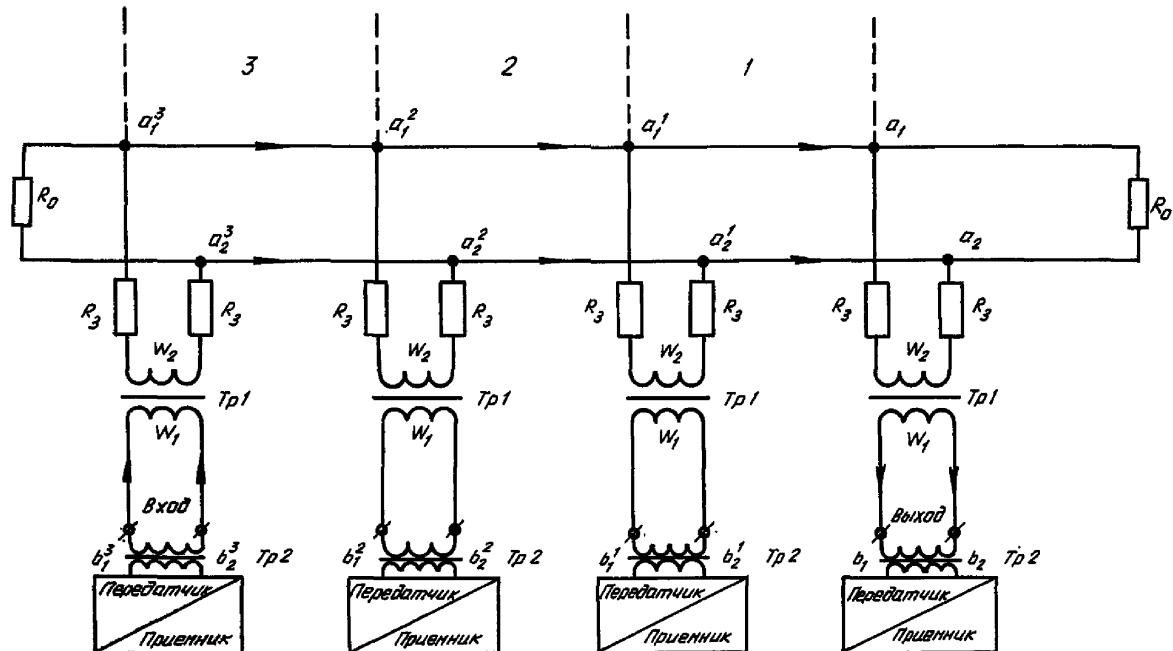
4. Расчет K_{0d} ЛПИ производится по формуле (14):

$$K_{0d} = \frac{K_1 K_2 K_3}{\alpha} = \frac{0,36 \cdot 0,99 \cdot 0,7}{1,38} = 0,18.$$

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

№ изм.
№ изв.

5991



- 1 - вход точек $a_1' a_2'$; выход точек $a_1 a_2'$;
- 2 - вход точек $a_1'' a_2''$; выход точек $a_1' a_2'$;
- 3 - вход точек $a_1^3 a_2^3$; выход точек $a_1^2 a_2^2$

Черт. 6

OCT 1 02586-90

С. 14

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН Министерством
ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦГО
за № 601 от 22.06.90
2. ВЗАМЕН ОСТ 1 02586-86
3. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения, перечисления
ГОСТ 26765.52-87	1.1; 1.3, перечисле- ние 1; приложение
ТУ 16-705.198-81	Приложение

№ ИЗМ.	№ ИЗВ.

Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	5001

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата внесения изм.	Дата введения изм.
	измененного	заменившего	нового	аннулированного				

Ин. № АДМИКАТА	5891
Ин. № подлинника	