УДК 621.391:681.327.8 Группа Э02

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ЛИНИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРОВОДНАЯ МУЛЬТИПЛЕКСНЫХ КАНАЛОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Метод расчета обобщенного коэффициента передачи

ОКСТУ 7503

ОСТ 1 02586-90

На 16 страницах

Дата введения 01.01.91

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

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Инв № дубликата | Инв № подлинника | 5991 | Инв № изм. | Инв № изв.

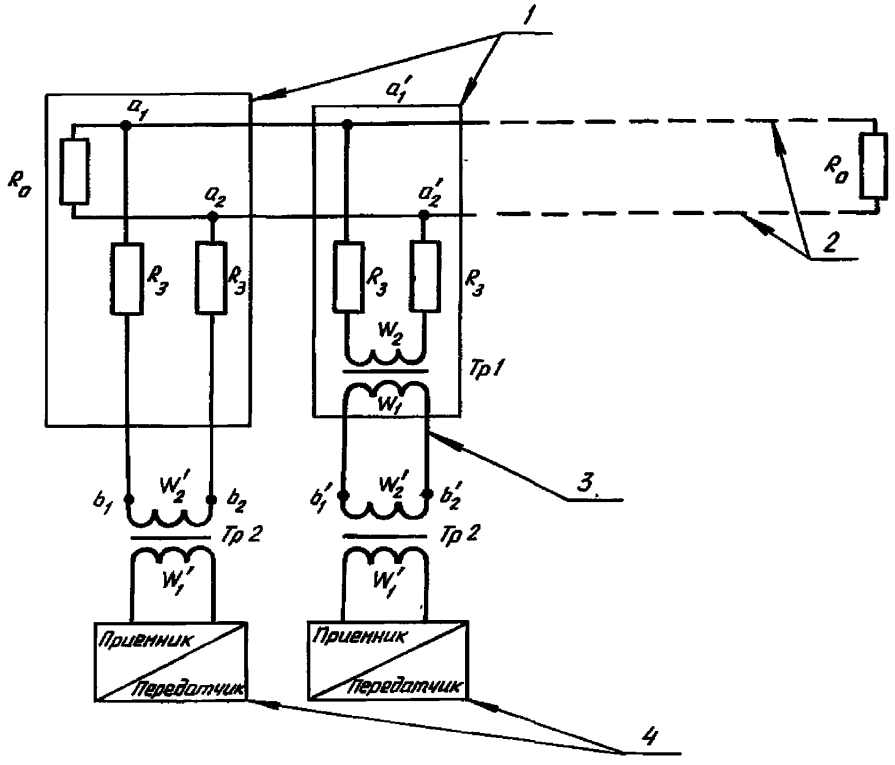
gost.e-ecolog.ru

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основной задачей расчета $K_{об}$ 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 $K_{об}$ 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; *Тр 1* – согласующий трансформатор; *Тр 2* – трансформатор гальванической развязки; R_3 – защитные резисторы; R_0 – 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;

№ изм. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 5991

4) частота передачи информационных сигналов – (1 ± 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. $K_{об}$ ЛПИ, равный отношению напряжений на входе приемника сигналов и выходе соответствующего передатчика, будет равен произведению коэффициентов передачи четырехполюсников, составляющих ЛПИ:

$$K_{об} = -\frac{U_{вх.пр}}{U_{вых.пер}} = \frac{K_1 K_2 K_3}{\alpha}, \qquad (1)$$

где $U_{вх.пр}$ – напряжение на входе приемника;

$U_{вых.пер}$ – 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 $K_{об}$ 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 $2R_3$ и входного сопротивления магистральной шины в точках присоединения a_1 a_2 с учетом коэффициента трансформации согласую-

№ изм. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 5991

щего трансформатора $Тр1$, является согласованной. Если не учитывать затухание в кабеле шлейфа, коэффициент передачи шлейфа K_1 в рассматриваемом режиме рассчитывается по формуле

$$K_1 = \frac{\dot{U}_{a_1 a_2}}{\dot{U}_{вых.пер}} = \frac{Z_{вх.м}}{(Z_{вх.м} + 2R_3)n}, \qquad (2)$$

где $\dot{U}_{a_1 a_2}$ – напряжение на входе магистральной шины в точках a_1 a_2;

$\dot{U}_{вых.пер}$ – выходное напряжение передатчика в точках b_1 b_2 ЛПИ;

$Z_{вх.м}$ – входное сопротивление магистральной шины в точках a_1 a_2;

n – коэффициент трансформации согласующего трансформатора $Тр1$, который находится из выражения:

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

где W_1 и W_2 – число витков обмотки согласующего трансформатора.

3.1.2. Принимается, что в точках a_1 a_2

$$Z_{вх.м} = \frac{R_0}{2}, \qquad (4)$$

где R_0 – значение согласующего резистора, равное номинальному значению волнового сопротивления кабеля $Z_в$.

В этом случае K_1 = 0,29 ÷ 0,43.

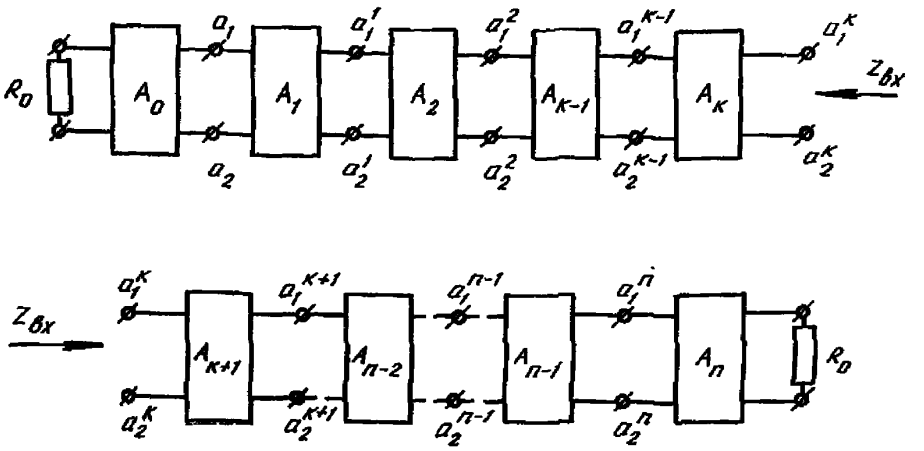
3.2. Расчет коэффициента передачи K_2

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, ..., A_n, называемых единичными.

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

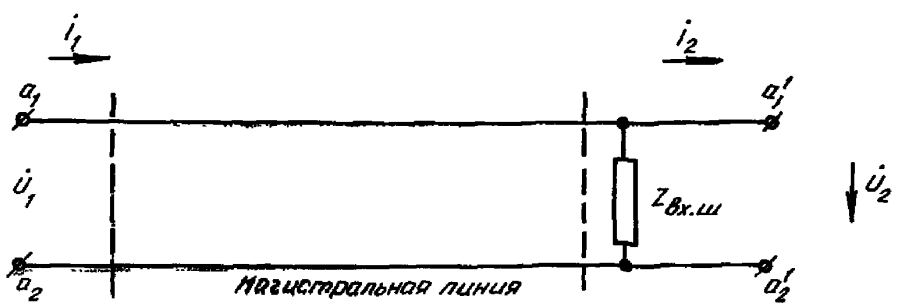
Схема замещения приведена на черт. 2.

№ изм. № изв.
Инв. № дубликата 5991
Инв. № 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:

$$\begin{aligned} \dot{U}_2 &= A_{22}\dot{U}_1 - A_{12} i_1 ; \\ i_2 &= -A_{21}\dot{U}_1 + A_{11} i_1 , \end{aligned} \qquad (5)$$

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

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

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

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
5991
№ изм.
№ изв.

где $Z_{вх}$ – входное сопротивление единичного четырехполюсника, определяемое по формуле

$$Z_{вх} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = \frac{A_{11} Z_2 + A_{12}}{A_{21} Z_2 + A_{22}}, \qquad (7)$$

где Z_2 – сопротивление нагрузки четырехполюсника.

При расчете выходного напряжения четырехполюсника целесообразно пользоваться матричной формой записи:

$$\left\| \begin{matrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{matrix} \right\| = \left\| \begin{matrix} A_{22} & -A_{12} \\ -A_{21} & A_{11} \end{matrix} \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{matrix} \right\| = \left\| A \right\| \cdot \left\| \begin{matrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{matrix} \right\| \qquad (8)$$

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 $a_1^к$ $a_2^к$ следует определить параметры результирующего четырехполюсника, образованного каскадно включенными единичными четырехполюсниками $A_1, A_2, \ldots, A_K$.

Уравнение для этого четырехполюсника имеет вид:

$$\left\| \begin{matrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{matrix} \right\|_{a_1^к a_2^к} = \left\| A \right\|_{рез} \cdot \left\| \begin{matrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{matrix} \right\|_{a_1 a_2}. \qquad (9)$$

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

$$\left\| A'' \right\|_{рез} = \left\| A \right\|_к \left\| A \right\|_{к-1} \cdots \left\| A \right\|_1. \qquad (10)$$

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. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 5991

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

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 $K_{об}$ вводится коэффициент α.

Значение коэффициента α находится из выражения:

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

где ψ – суммарное затухание.

Здесь $\psi = a_n\, l_{экв}$,

где a_n – коэффициент затухания кабеля на длине 1 м;

$l_{экв}$ – общая длина шины и шлейфов, рассчитанная по формуле

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

где m – общее количество отрезков магистральной шины;

l_i – длина каждого отрезка;

$l_{шл.пер}$ – длина передающего шлейфа;

$l_{шл.пр}$ – длина приемного шлейфа.

3.5. Расчет $K_{об}$ ЛПИ

3.5.1. $K_{об}$ определяется по формуле

$$K_{об} = \frac{K_1 K_2 K_3}{\alpha} = \frac{Z_{вх.н}}{(Z_{вх.н} + 2R_3)n}\left(A_{22} - \frac{A_{12}}{Z_{вх}}\right)n \cdot \frac{1}{\alpha} =$$

$$= \frac{\dfrac{Z_{вх.н}}{(Z_{вх.н} + 2R_3)}\left(A_{22} - \dfrac{A_{12}}{Z_{вх}}\right)}{ant\ lg\ \dfrac{a_n\, l_{экв}}{20}}\ . \qquad (14)$$

3.5.2. При расчете $K_{об}$ для ЛПИ без согласующего трансформатора в формулс (14) следует принять значенце $n = 1$.

№ изм. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 5991

3.5.3. Пример расчета $K_{об}$ приведен в приложении.

3.6. Расчет коэффициентов четырехполюсников

3.6.1. В соответствии с формулой (14) рассматриваемый метод расчета $K_{об}$ 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:

$$Z_{1X}=jZ_{X.X}\frac{Z_{K3}-Z_{BX.Ш}}{Z_{X.X}+Z_{BX.Ш}}; \qquad (15)$$

$$Z_{1K}=jZ_{K3}; \qquad (16)$$

$$Z_{2K}=j\frac{Z_{BX.Ш}Z_{K3}}{Z_{BX.Ш}-Z_{K3}}, \qquad (17)$$

где $Z_{BX.Ш}$ – 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:

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

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

$$z_{вх.ш} = \frac{z_{вх.каб}}{n^2}, \qquad (19)$$

где $z_{вх.каб}$ – модуль входного сопротивления кабеля шлейфа при условии, что его сопротивление нагрузки в точках b_1 b_2 равно 1 кОм.

Графики зависимости $z_{х.х}$, $z_{к.з}$, $z_{вх.ш}$ от длины кабеля приведены на черт. 4.

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

$$A_{11} = \sqrt{\frac{z_{1х}\, z_{1к}}{z_{2к}(z_{1х} - z_{1к})}}; \qquad (20)$$

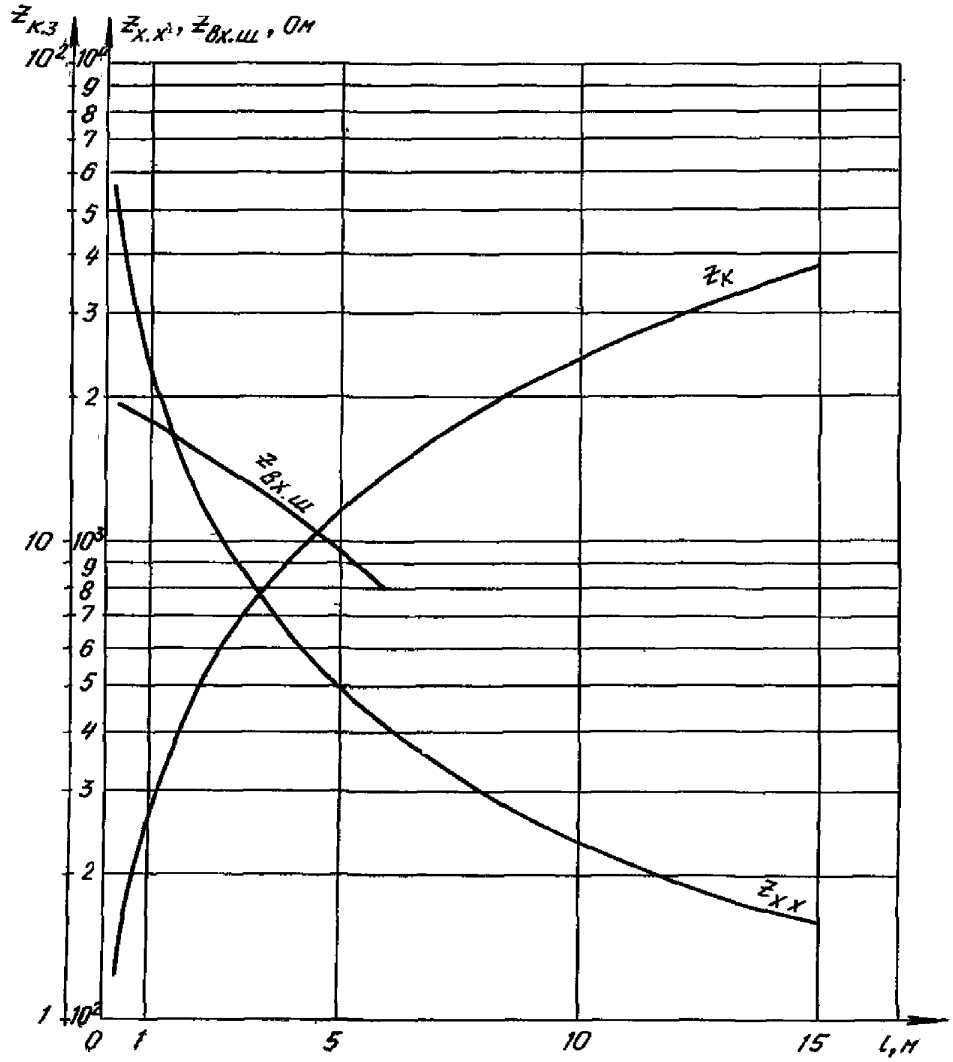
$$A_{12} = A_{11} \cdot z_{2к}; \qquad (21)$$

$$A_{21} = \frac{A_{11}}{z_{1к}}; \qquad (22)$$

$$A_{22} = \frac{A_{12}}{z_{1к}}. \qquad (23)$$

Входные сопротивления $z_{1х}$, $z_{1к}$ и $z_{2к}$ 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.

№ изм. № изв.
Инв. № дубликата 5991
Инв. № подлинника



Черт. 4

При этом длина шлейфа $l_ш$ может изменяться от 0 до 6 м.

3.6.4. Входное сопротивление результирующего четырехполюсника $Z_{вх_р}$ рассчитывается по формуле

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

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 a_1 a_2 ввода сигнала и согласующим резистором R_0.

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
9961
№ изм.
№ изв.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА $K_{0б}$ ЛПИ

1. Исходные данные для расчета $K_{0б}$ 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 – 8 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	$j28$	$j5,1 \cdot 10^{-3}$	0,95
2	0,87	$j34$	$j6,3 \cdot 10^{-3}$	0,90
3	0,88	$j32$	$j6,6 \cdot 10^{-3}$	0,91

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
5991
№ изм.
№ изв.

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	$52,8j$	$\cdot 10,5 \cdot 10^{-3} j$	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}:

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

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 $\alpha_п$ берется из ТУ на кабель КВСФ – 75 в пересчете для частоты 1 МГц:

$$\alpha_п = 0,056 \text{ дБ/м}.$$

Значения $l_{экв}$ и ψ находятся согласно п. 3.4.1:

$$l_{экв} = 14 + 15 + 10 + 4 + 6 = 49 \text{ м};$$

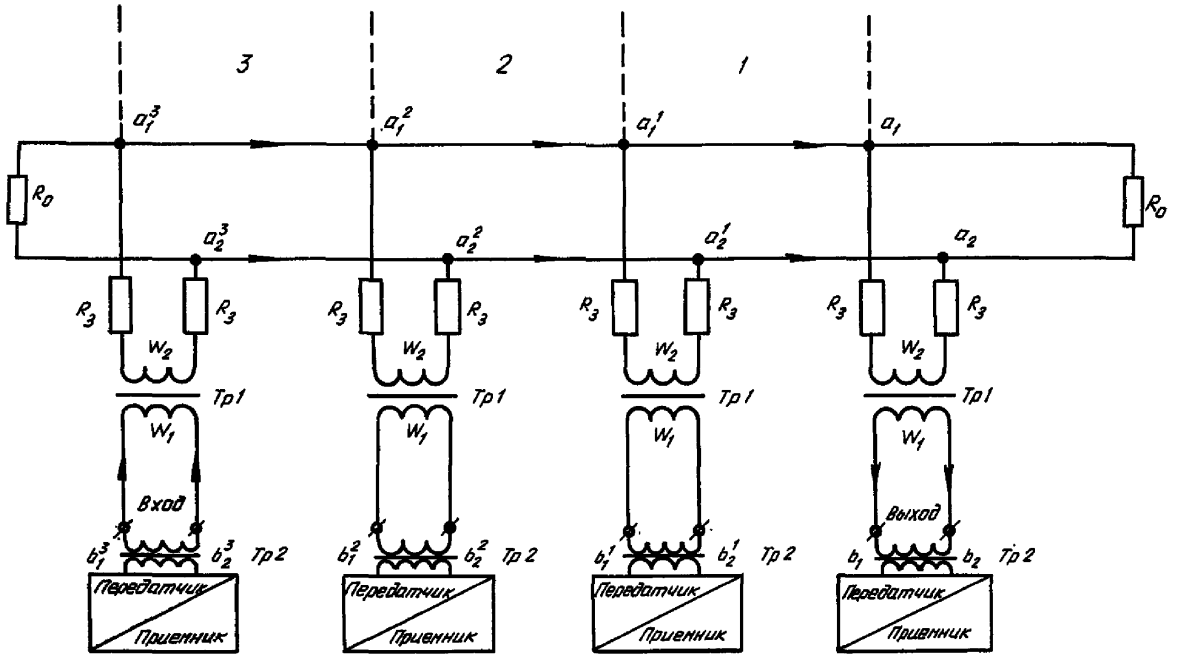
$$\psi = \alpha_п l_{экв} = 0,056 \cdot 49 = 2,77.$$

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

4. Расчет $K_{об}$ ЛПИ производится по формуле (14):

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

Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 5991 | № изм. | № изв.



1 – вход точек $a_1^1 a_2^1$; выход точек $a_1 a_2$;
2 – вход точек $a_1^2 a_2^2$; выход точек $a_1^1 a_2^1$;
3 – вход точек $a_1^3 a_2^3$; выход точек $a_1^2 a_2^2$

Черт. 6

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, перечисление 1; приложение
ТУ 16-705.198-81	Приложение

№ изм. № изв.
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
5991

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
5991
gost.e-ecolog.ru