

# Защита курсового проекта «Цифровые системы передачи»

студента группы МИ-86  
Неудачина А.Е.



# Перечень исходных данных

## Каналы цифровой системы передачи.

Таблица 1

№	Наименование	Параметры	Вариант 5
1	Канал широкополосный	Число каналов Частота следования код. гр., кГц Число битов в код. слове, бит	4 Расчёт Расчёт
2	Канал ПДС – 1,2 кбит/с	Число каналов Частота следования код. гр., кГц Число битов в код. слове, бит	12 Расчёт Расчёт
3	Канал ПДС – 19,2 кбит/с	Число каналов Частота следования код. гр., кГц Число битов в код. слове, бит	4 20-25 3
4	Канал ПДС – 2048 Кбит/с	Число каналов Частота следования код. гр., кГц, <u>осн.</u> Частота следования код. гр., кГц, <u>доп.</u> Число битов в код. слове, бит	16 2052 4-8 4
5	Групповой канал СУВ	Число каналов Частота следования код. гр., кГц Число битов в код. слове, бит	1 4-8 1
6	Тип кабеля		<u>Коакс.</u> <u>норм.</u> <u>диам.</u>

# Перечень исходных данных

Шкалы квантования для положительной ветви квантующей характеристики.

Таблица 3

Номер шкалы	Сегмент № 2		Сегмент № 3		Сегмент № 4	
	$\Delta_2/\Delta_1$	$n_2/n_1$	$\Delta_3/\Delta_1$	$n_3/n_1$	$\Delta_4/\Delta_1$	$n_4/n_1$
2	4	1/3	-	-	-	-

Исходные данные для проектирования линейного тракта.

Используемый кабель - коаксиальный;

Длина линейного тракта проектируемой системы  $L=600$  км;

Потери помехозащищённости регенератора  $\Delta a_r = 14$  дБ;

Амплитуда импульсов в кабеле на выходе регенератора  $U_{\text{вых}} = 5.5$  В.

Параметры кабеля связи:

Таблица 4

Кабель	$\alpha(f)$ , дБ/км	$Z_B$ , Ом
С коаксиальными парами нормального диаметра 2.6/9.4	$2.52 \cdot \sqrt{f}$	75

Требования к каналам:

Таблица 2

Параметры	Для широкополосных каналов
$f_n$ , кГц	60.6
$f_s$ , кГц	107.7
$\Delta f_{\phi}$ , кГц	2
$p_{1s}$ , дБМ0	-10
$p_{2s}$ , дБМ0	+5
$a_n$ , дБ	40
$P_{\text{ш.ш.}}$ , пВт	4000
Номер шкалы	2
	Для каналов ПДС
$\delta_n$	15%

# Проектирование подсистемы аналого-цифрового преобразования

$$f_{\text{н}} = 60.6 \text{ кГц}$$

$$f_{\text{в}} = 107.7 \text{ кГц}$$

$$f_{\text{ф}} = 2 \text{ кГц}$$

$$f_{\text{д}} = 108.7 \text{ кГц}$$

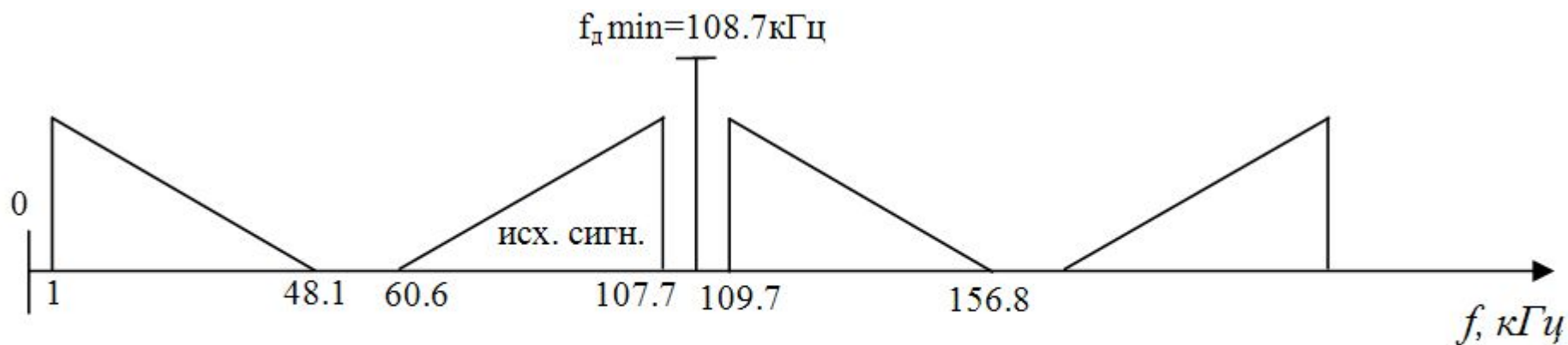


Рис. 1. Спектр дискретизированного сигнала

# Проектирование подсистемы аналого-цифрового преобразования

$$P_{ш} (P_1) \cong \left( \frac{\Delta_1^2}{12 \cdot R} + P_{ш.ш} \right) \cdot \frac{\Delta f}{0.5 \cdot f_{\partial}}$$



$$\Delta_1 \leq \sqrt{12 \cdot R \cdot \left( \frac{0.5 \cdot f_{\partial}}{\Delta f} \cdot 10^{(0.1 \cdot (P_1 - a_H) - 3) - P_{ш.ш}} \right)} = 3.68 \text{ мВ}$$

$$a_{ш} (P_1) = P_1 - 10 \cdot \lg \left( \left( \frac{\Delta_1^2}{12 \cdot R} + P_{ш.ш} \right) \frac{\Delta f}{0.5 \cdot f_{\partial}} \cdot 10^3 \right)$$

$$\frac{\Delta_{озр}^2}{R} \cong \frac{P_{ш2} - P_{ш.ш}}{2}$$



$$\left( \frac{U_{озр}}{U_{эфф2}} \right) = 0.68 \cdot \sqrt{2.03 + p_2 - 10 \cdot \lg \left( 10^{-0.1 \cdot (a_H - p_2)} - P_{ш.ш} \cdot 10^3 \right) - 10 \cdot \lg \left( \frac{U_{озр}}{U_{эфф2}} \right)} = 4.08$$

$$\Delta_{озр}^2 \cong \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot U_{эфф2}^2 \cdot \left( \frac{U_{озр}}{U_{эфф2}} \right)^{-1} \cdot e^{-0.5 \cdot \left( \frac{U_{озр}}{U_{эфф2}} \right)^2}$$

$$U_{озр} = \left( \frac{U_{озр}}{U_{эфф2}} \right) \cdot 10^{0.05 \cdot p_2} \cdot \sqrt{R \cdot 10^{-3}} = 4.08 \cdot 10^{0.05 \cdot 5} \cdot \sqrt{150 \cdot 10^{-3}} = 2.81 \text{ В}$$

$$\lambda = \frac{1 + \sum_{k=2}^N \left( \frac{\Delta_k \cdot n_k}{\Delta_1 \cdot n_1} \right)}{1 + \sum_{k=2}^N \left( \frac{n_k}{n_1} \right)} = 1.75$$

$$\frac{U_{озр}}{\Delta_1} = \lambda \cdot 2^{m-1}$$



$$m \cong 1 + 3.33 \cdot \lg \frac{U_{озр}}{\lambda \cdot \Delta_1} \approx 10$$

# Проектирование подсистемы аналого-цифрового преобразования

$$U_{\tilde{N}i} = 10^{0.05 \cdot P_{ci}} \cdot \sqrt{R} \cdot 10^{-3}$$

$$\Phi\left(\frac{U}{U_c}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{\frac{U}{U_c}} e^{-0.5 \cdot t^2} dt = \Phi(x)$$



$$W_1 = 2 \cdot \int_0^{U_1} \omega(U) \cdot dU = 2 \cdot \Phi\left(\frac{U_1}{U_c}\right)$$

$$W_2 = 2 \cdot \int_{U_1}^{U_{i\ddot{a}\delta}} \omega(U) \cdot dU = 2\Phi\left(\frac{U_{i\ddot{a}\delta}}{U_c}\right) - 2 \cdot \Phi\left(\frac{U_1}{U_c}\right)$$

$$\Delta_{o\ddot{a}p}^2 \approx \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot U_c^2 \cdot \left(\frac{U_{o\ddot{a}p}}{U_c}\right)^{-1} \cdot e^{-0.5 \left(\frac{U_{o\ddot{a}p}}{U_c}\right)^2}$$

$$P_\theta = \left[ \left( W_1 \cdot \frac{\Delta_1^2}{12} + W_2 \cdot \frac{\Delta_2^2}{12} + \Delta_{i\ddot{a}\delta}^2 \right) \cdot \frac{1}{R} + P_{\theta \cdot \dot{\epsilon}} \right] \cdot \frac{\Delta f}{0.5 f_{\ddot{a}}}$$



$$a_{u\ddot{a}} = 10 \cdot \lg \frac{U_c^2}{P_{u\ddot{a}} \cdot R}$$

Таблица 5

<i>i</i>	1	2	3	4	5	
$P_{ci}$ , дБ	-15	-10	-2.5	+5	+10	
$U_{ci}$ , В	0.069	0.123	0.29	0.69	1.23	
	1	1	1	0.91988	0.67292	
	0	0	0.00008	0.08004	0.30506	
$\Delta_{o\ddot{a}p}^2, B^2$	0	0	0	0.00002	0.03887	
$P_{u\ddot{a}}$ , Вт	1 0 6 и т	$8.2 \cdot 10^{-9}$	$8.2 \cdot 10^{-9}$	$8.21 \cdot 10^{-9}$	$1.44 \cdot 10^{-7}$	$2.17 \cdot 10^{-4}$
$a_{u\ddot{a}}$ , дБ		35.86	40.86	48.36	43.42	16.64

# Проектирование подсистемы аналого-цифрового преобразования

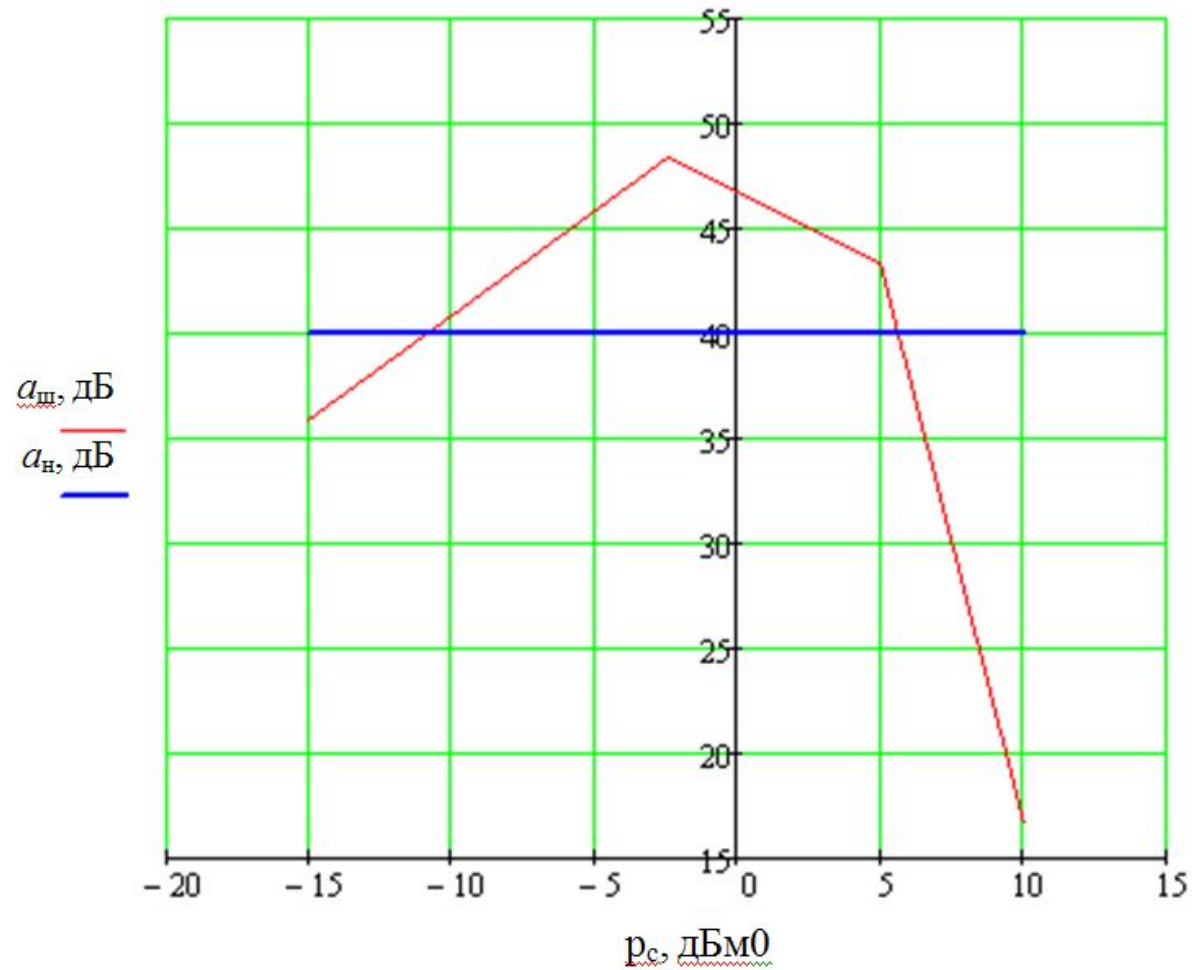


Рис. 2. График зависимости помехозащитности от уровня сигнала  $a_{ш}(p)$

# Проектирование подсистемы аналого-цифрового преобразования

$$f_{\text{ОИ}} = \sum N_i \cdot m_i \cdot f_{\text{аи}} + N(\text{ИАН}) \cdot f_{\text{аи}} \cdot m_i$$

$$f_{\text{ТСИ}} = \sum_i N_i \cdot m_i \cdot f_{\text{зи}} + N(\text{ПДС}) \cdot f_{\text{з.СИ}} \cdot m_{\text{СИ}}$$

$$f_{\text{ТФИ}} = \sum_i N_i \cdot m_i \cdot f_{\text{зи}} + N(\text{ПДС}) \cdot f_{\text{з.ФИ}} \cdot m_{\text{ФИ}}$$



$$f_{\text{ОИ}} = 37776 \text{ еАö}$$

$$f_{\text{ОÑÈ}} = 37737.6 \text{ еАö}$$

$$f_{\text{ОÔÈ}} = 37737.6 \text{ еАö}$$

$$\frac{f_{\text{ОИ}} - f_{\text{ОÑÈ}}}{f_{\text{ОÑÈ}}} = 0.001 \leq 0.01$$

Условие выполняется, выбираем метод наложения

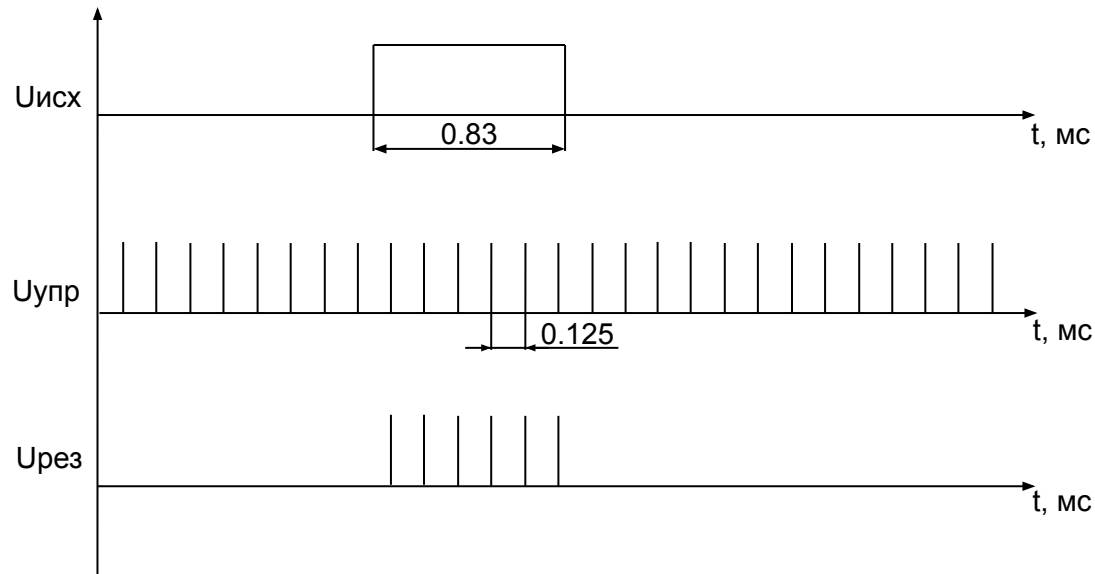


Рис. 3. Временные диаграммы работы кодера



# Проектирование циклов передачи

Таблица 6

$$\eta = \frac{N_{\ddot{o}} - N_{\ddot{o}, \ddot{n}, \ddot{n}\ddot{e}\ddot{i}\ddot{o}\ddot{d}} - N_{\ddot{o}, \ddot{n}, \ddot{n}\ddot{e}\ddot{i}\ddot{o}\ddot{d}} - N_{\ddot{n}\ddot{a}}}{N_{\ddot{o}}}$$

$$\eta = \frac{10336 - 152 - 4 - 226}{10336} \approx 0.96$$

$$f_{\text{ц}} = 76 \text{ кГц}$$

$$f_{\text{сц}} = 4 \text{ кГц}$$

$$N_{\text{ц,сц}} = 19$$

$$N_{\text{ц}} = 544$$

$$N_{\text{сц}} = 10336$$

№	Тип канала	Число каналов $N_i$	$\min f_{z,i}$ кГц	$\max f_{z,i}$ кГц	оконч. $f_{z,i}$ кГц	$m_p$ бит	$N_{\text{ц},i}$	$N_{\text{сц},i}$	Номера ТИ в цикле	Номера циклов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Широкополосный	4	108.7		152	10	80	1520	9-48 281-320	1-19
2 3	ПДС-2048 кбит/с осн. доп.	16	2052		2052		432	8208	49-264 321-536	1-19
			4	8	8	4	128	265-268 537-540	1-16	
4	ПДС-1.2 кбит/с	12	8		8	2		24	269 541	1-12
5	ПДС-19.2 кбит/с	4	20	25	24	1		72	270-271 542-543	1-18
6	Групповой канал СУВ	1	4	8	8	1		2	272, 544	1
7	Циклов. синхр.	1	18.89	280	76	8	8	152	1-8	1-19
8	СЦ синхр.	1	4	8	4	4		4	273-276	1
9	Своб. ТИ							226	277-280 265-268, 537-540 269, 541 270-271, 542-543 272-276, 544	1-19 17-19 13-19 19 2-19

Значение  $f_{\ddot{o}} = f_{\ddot{o}} \cdot N_{\ddot{o}} = 41344 \text{ êÄö}$

не превышает значение  $f_{\ddot{o},i} = 37776 \text{ êÄö}$  на 10%

# Проектирование циклов передачи

1	8	9 48	49	264	265	268	269	270	271	272
ЦС		Широкополосный	ПДС – 2048 осн.		доп.		ПДС-1.2	ПДС – 19.2		СУВ
273 276	277 280	281 320	321	536	537	540	541	542	543	544
СЦС	ТИ	Широкополосный	ПДС – 2048 осн.		доп.		ПДС-1.2	ПДС – 19.2		СУВ

Рис. 4. Схема структуры

## Проектирование линейного тракта

$$f_{\dot{\epsilon}} = \frac{3}{4} f_{\dot{\sigma}} - \text{Для кода 4В3Т}$$

$$U_{\dot{i}} = \sqrt{0.28 \cdot f_{\dot{\epsilon}} \cdot 10^{-14} \cdot |Z_{\dot{a}}|} = 2.552 \text{ } \hat{i} \hat{A}$$

$$(U_3)_1 = 6.2 \cdot U_{\Pi} = 15.82 \text{ мкВ}$$



$$(U_{\dot{a}\dot{\sigma}})_i = 2 \cdot \left( \frac{U_{\dot{\epsilon}}}{U_{\dot{i}}} \right)_i \cdot U_{\dot{i}} \cdot 10^{0.05 \cdot \Delta \alpha_{\dot{\epsilon}}} = 158.59 \text{ } \hat{i} \hat{A}$$

$$(a_s)_i = 20 \cdot \lg \frac{U_{\dot{a}\dot{\sigma}}}{(U_{\dot{a}\dot{\sigma}})_i} = 90.8 \text{ } \hat{a} \hat{A}$$

$$(a_s)_i > 80 \text{ } \hat{a} \hat{A}$$



$$l_s = \frac{80}{\alpha(0.5 \cdot f_{\dot{\epsilon}})} = \frac{80}{9.92} \approx 8.06(\hat{e}\hat{i})$$

$$\alpha(f) = 2.52 \cdot \sqrt{f} = 9.92 \text{ } \hat{a} \hat{A} / \hat{e}\hat{i}$$

$$n \cong 1.05 \cdot \frac{L}{l_s} = 1.05 \cdot \frac{600}{8.06} = 79$$

# Проектирование линейного тракта

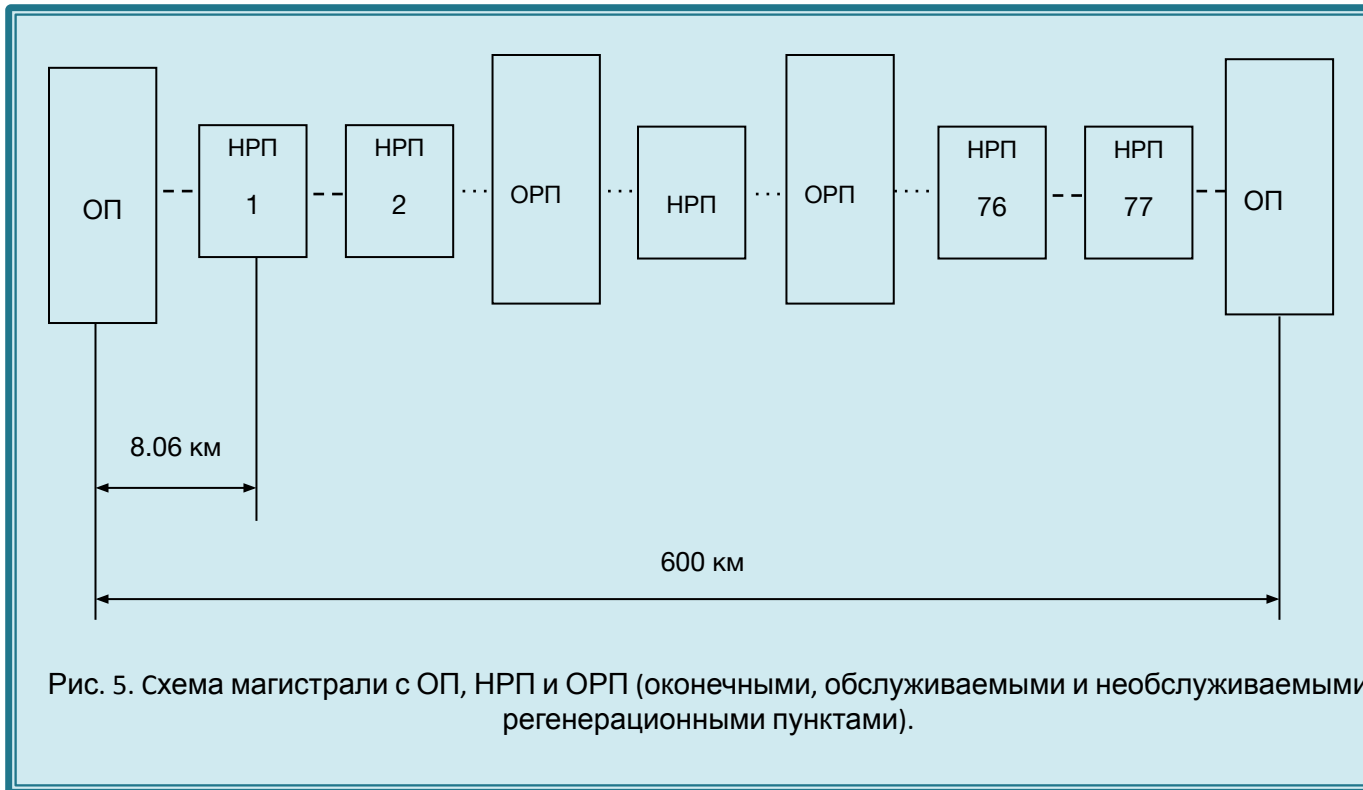


Рис. 5. Схема магистрали с ОП, НРП и ОРП (оконечными, обслуживаемыми и необслуживаемыми регенерационными пунктами).

# Структурная схема оконечной аппаратуры ЦСП

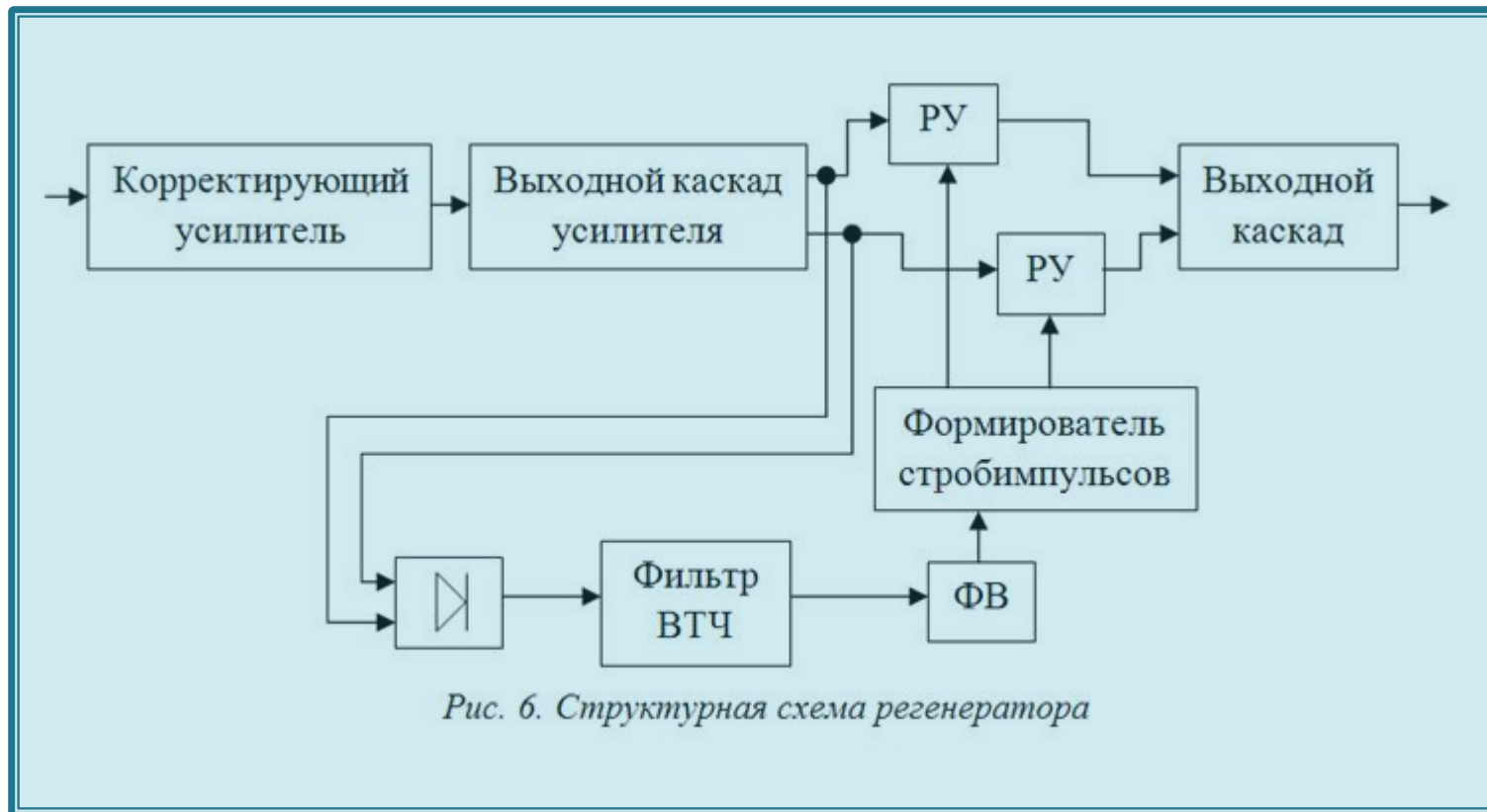


Рис. 6. Структурная схема регенератора

# Структурная схема оконечной аппаратуры ЦСП

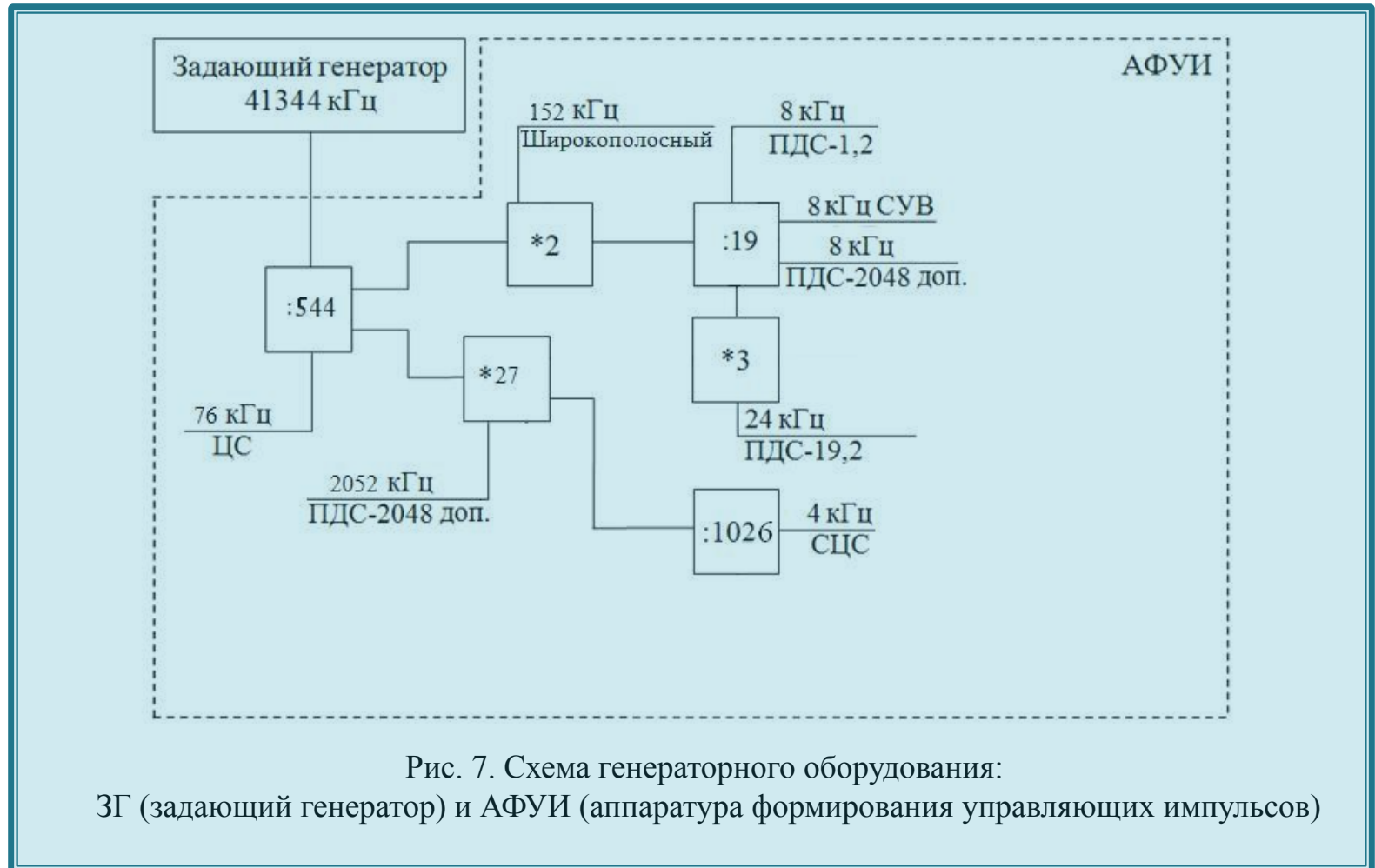


Рис. 7. Схема генераторного оборудования:

ЗГ (задающий генератор) и АФУИ (аппаратура формирования управляющих импульсов)

# Структурная схема оконечной аппаратуры ЦСП

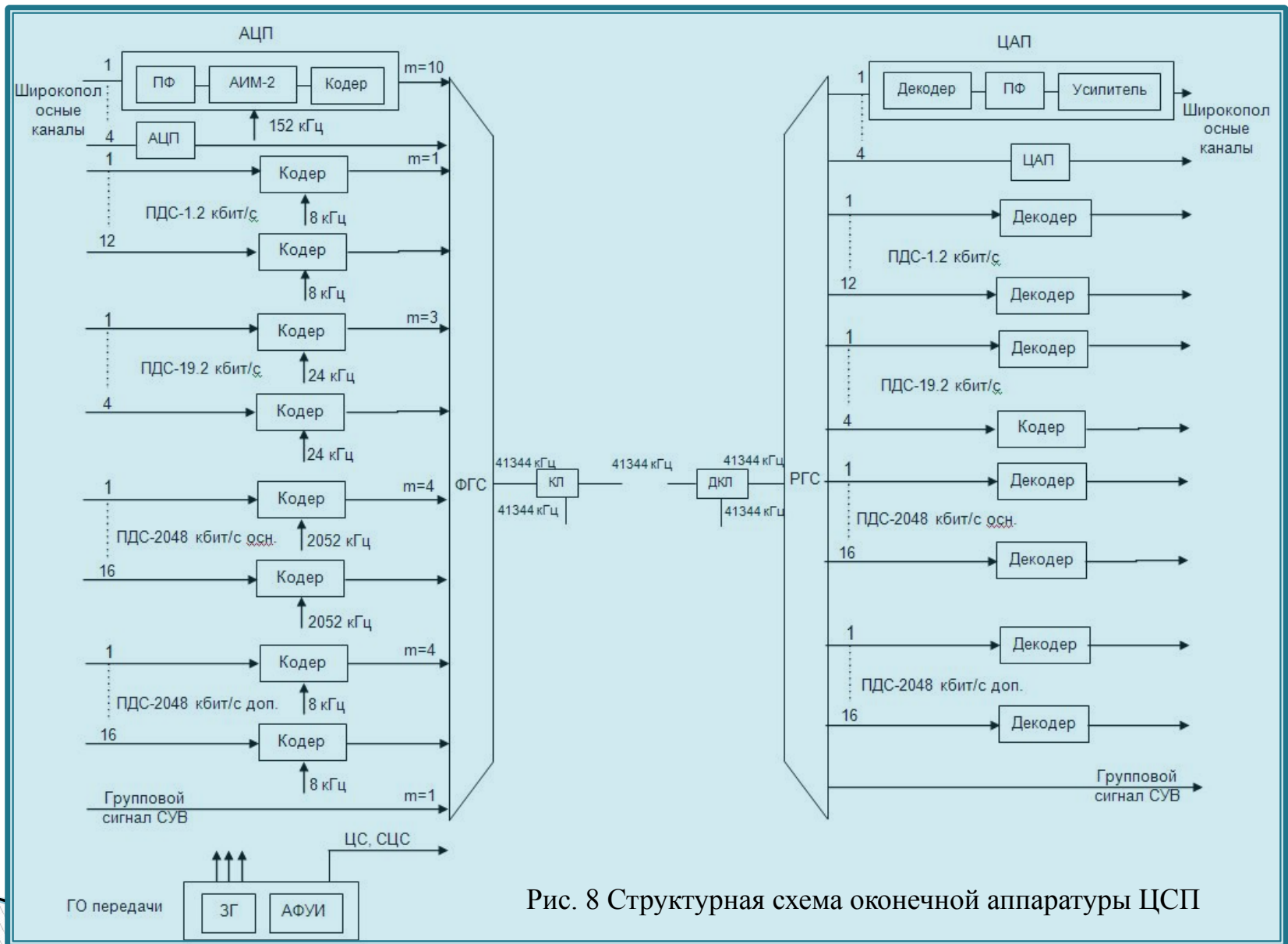


Рис. 8 Структурная схема оконечной аппаратуры ЦСП