

Контрольная работа по дисциплине «Мультимедийная техника и технология производства аудиовизуальных программ»

Контрольная работа выполняется по вариантам (см. таблицу 1). Вариант (выбирается по последней цифре пароля личного кабинета, последняя цифра «0» соответствует 10 варианту).

Задачи:

- Провести оценку нелинейных искажений (K_r) монофонического сигнала в тракте, если на выходе тракта уровень сигнала основной частоты— $N_{ном}$ (дБ), а напряжения 2 – ой и 3 – ей гармоник U_2 и U_3 в В.
- Определить значения коэффициента расширения экспандера в компандерной системе (при условии отсутствия нелинейных искажений), если коэффициент сжатия компрессора равен K_c .
- Определить динамический диапазон сигнала, его пик-фактор и требуемый динамический диапазон тракта передачи, если значение квазимаксимального напряжения равно $U_{квмакс}$ (В), квазиминимального $U_{квмин}$, В, а среднее значение 0,3 от квазимаксимального .

При расчете динамического диапазона канала передачи за номинальное напряжение принять квазимаксимальное, ΔN_1 – уровень перекрытия помех и шумов принять 20 дБ, а ΔN_2 – допуск на перегрузку (3 дБ). Среднее напряжение шума в тракте принять $U_{срш}$ (В).

Для выполнения контрольной работы необходимо изучить материал приложения или материалы лекций по советующей теме.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_{ном},$ дБ	0	0.8	0.5	1	0.9	0.7	0.4	2	1.5	1.1
$U_2, В$	0.2	0.05	0.04	0.08	0.1	0.02	0.03	0.01	0.09	0.07
$U_3, В$	0.01	0.005	0.004	0.008	0.01	0.002	0.003	0.001	0.009	0.007
K_c	0.5	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.25	0.35	0.45	0.55
$U_{квмакс},$ В	2.5	1.5	1	0.5	0.6	0.7	0.75	0.9	0.85	0.95
$U_{квмин},$ В	0.01	0.01	0.002	0.0001	0.0009	0.001	0.0008	0.001	0.0008	0.001
$U_{срш},$ В	0.01	0.005	0.001	0.00001	0.0008	0.0001	0.0002	0.00001	0.0001	0.0005

Таблица 1. Варианты для выполнения задания

ПРИЛОЖЕНИЕ

Искажения сигналов могут носить нелинейный и линейный характеры.

При нелинейных искажениях в спектре сигнала появляются новые частотные составляющие, которых не было в спектре исходного сигнала, а их причиной являются нелинейные элементы тракта.

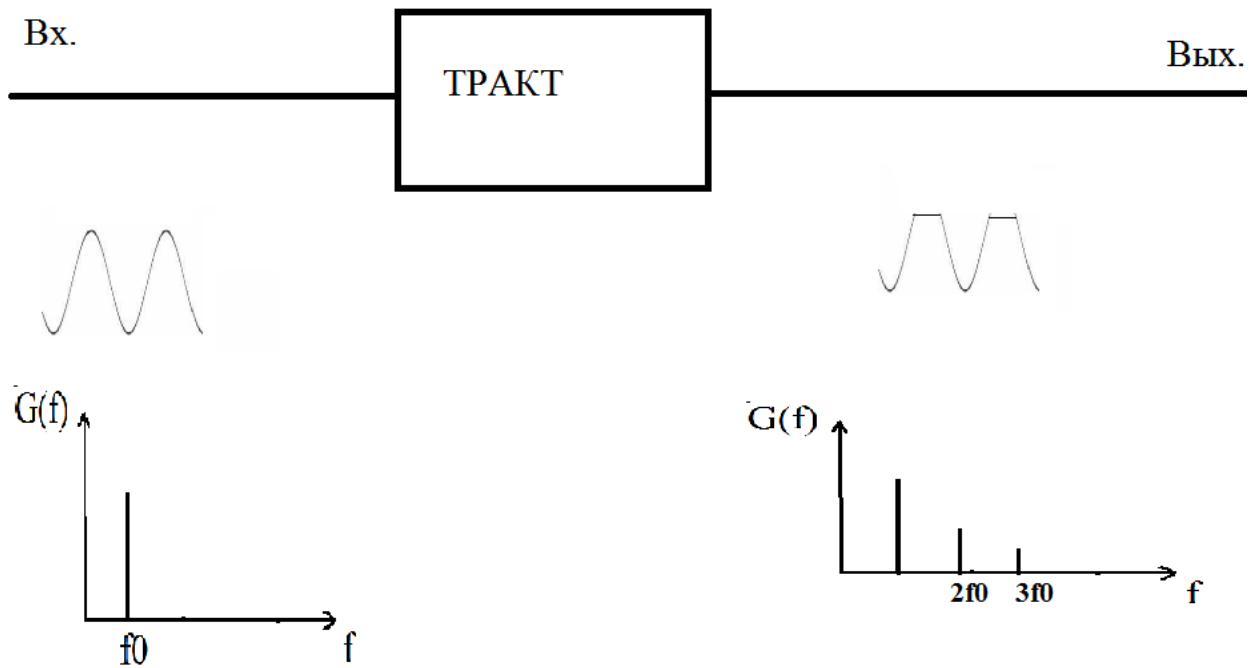


Рисунок 1.1

Такие искажения в простейшем случае оцениваются коэффициентом гармоник K_g .

$$K_g := \frac{\sqrt{[(U_2)^2] + [(U_3)^2] + \dots}}{U_1}$$

Где U_1 , U_2 , U_3 - амплитуды гармоник.

На слух такие искажения воспринимаются как изменение чистоты и тембра звучания.

Линейные искажения. В этом случае в спектре сигнала не появляются новых частотных составляющих, но изменяются амплитудные и фазовые соотношения между ними.

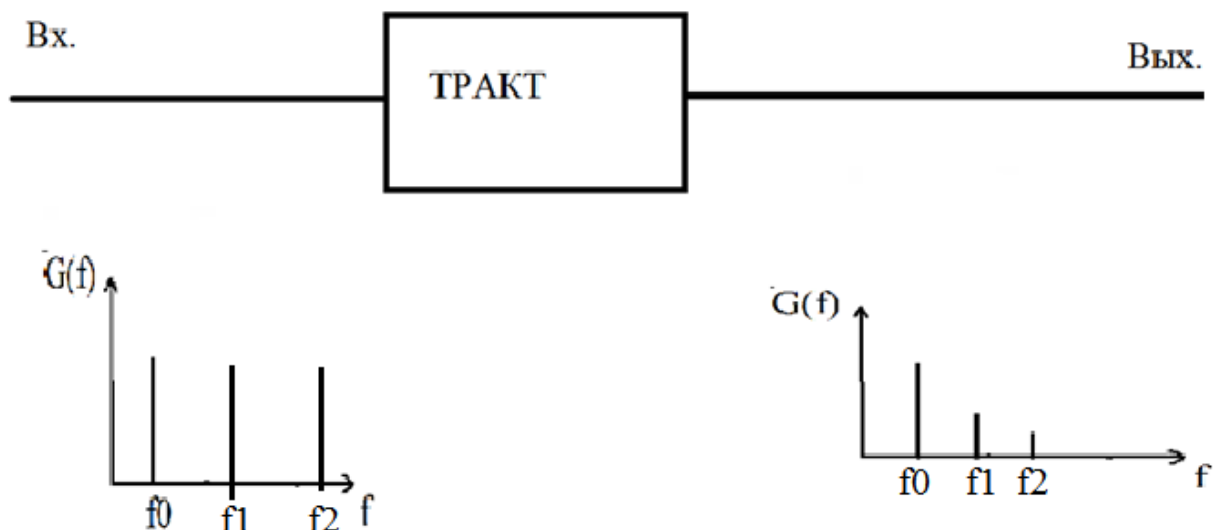


Рисунок 1.2

Такие искажения называются частотными и вызываются реактивными элементами тракта. Коэффициент передачи этих элементов зависит от частоты сигнала (амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) неравномерна).



Рисунок 1.3 Пример АЧХ апериодического усилителя

Здесь K – модуль коэффициента передачи.

Понятие электрического уровня (в децибелах) вводят соотношением:

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1},$$

где P_1 и P_2 – сравниваемые значения электрической мощности.

Это выражение можно заменить как

$$N = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}.$$

Если P_1 и P_2 , U_1 и U_2 – произвольные величины, то уровни называют относительными электрическими.

Если нуль шкалы электрических уровней соответствует мощности $P_0 = 1$ мВт, то определенные таким образом уровни называют абсолютными электрическими. Приняв сопротивление нагрузки равным 600 Ом, получим значение напряжения, соответствующее нулю шкалы абсолютных электрических уровней, $U_0 = \sqrt{10^{-3} \cdot 600} = 0,775$ В.

Абсолютный электрический уровень в децибелах

$$N_a = 10 \lg \frac{P}{P_0} = 20 \lg \frac{U}{U_0}.$$

Величины мощности бывают больше и меньше P_0 . Поэтому абсолютные электрические уровни бывают положительными и отрицательными.

Динамический диапазон аудиосигнала. Для определения понятия динамического диапазона необходимо ввести понятие квазимаксимального и квазиминимального напряжений. *Квазимаксимальным* ($U_{\text{кв.макс}}$) будем называть такое значение, вероятность превышения которого достаточно мала $0,01 \dots 0,02$ ($P(U > U_{\text{кв.макс}}) \leq 0,01 \div 0,02$), а *квазиминимальным* ($U_{\text{кв.мин}}$) – такое, вероятность превышения которого, наоборот, достаточно велика $0,98 \dots 0,99$ ($P(U > U_{\text{кв.мин}}) \geq 0,98 \div 0,99$).

Тогда динамический диапазон электрического аудиосигнала

$$D_c = 20 \lg \frac{U_{\text{кв.макс}}}{U_{\text{кв.мин}}} = 20 \lg \frac{U_{\text{кв.макс}}}{U_0} - 20 \lg \frac{U_{\text{кв.мин}}}{U_0},$$

где $U_0 = 0,775$ В (напряжение на $R = 600$ Ом, на котором выделена мощность 1 мВт).

Динамический диапазон различных видов аудиосигналов составляет от 25 дБ для речи диктора, до 118 дБ – для рок-музыки.

Пик-фактор. Разность между квазимаксимальным ($N_{\text{кв.макс}}$) и усредненным ($N_{\text{ср}}$) за длительный промежуток уровнями называют пик-фактором:

$$P = N_{\text{кв.макс}} - N_{\text{ср}}$$

Пик-фактор показывает, насколько ниже средний уровень по сравнению с его квазимаксимальным значением. Для музыкальных сигналов он может достигать 20 дБ и более, а для речевого сигнала в среднем составляет 12 дБ.

Кроме динамического диапазона сигнала необходимо знать динамический диапазон канала передачи или тракта аппаратуры D_k :

$$D_k = 20 \lg \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ш}}} - (\Delta N_1 + \Delta N_2).$$

D_k зависит от уровня шумов ($U_{ш}$) в тракте и от номинального напряжения ($U_{ном}$).

ΔN_1 – уровень перекрытия помех и шумов, дБ (обычно около 20 дБ).

ΔN_2 – допуск на перегрузку (3...6 дБ).

Для неискаженной звукопередачи необходимо, чтобы $D_k > D_c$.

В противном случае приходится сжимать D_c (обработка сигнала).

В простейшем случае для шумоподавления используется компандерная система (помехи вне спектра полезного сигнала подавляются фильтрацией).

Это система, состоящая из последовательно включенных компрессора и экспандера.

Компрессор (сжиматель). Это устройство, коэффициент передачи которого возрастает по мере уменьшения уровня входного сигнала (рисунок 1.4). Действие компрессора приводит к:

- повышению средней мощности сигнала;
- повышению громкости звучания обрабатываемого сигнала;
- сжатию динамического диапазона сигнала.

Различают речевые и музыкальные компрессоры.

В речевые компрессоры встраиваются пороговые шумоподавители для снижения шумов в паузах передачи.

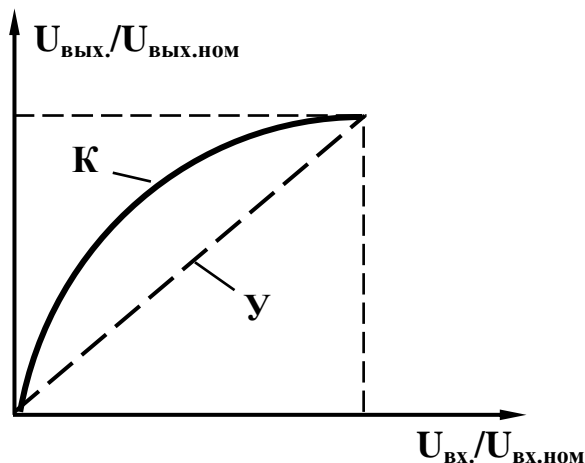


Рисунок 1.4

Параметры компрессора.

1. Диапазон сжатия или динамический диапазон по входу

$$D_{сж} = N_{ВХ.НОМ} - N_{ВХ.МИН}$$

2. Динамический диапазон по выходу

$$d = N_{ВЫХ.НОМ} - N_{ВЫХ.МИН}$$

3. Степень сжатия компрессора – разность динамических диапазонов по входу и выходу

$$d' = D_{сж} - d.$$

Коэффициент сжатия компрессора – это отношение $K_{сж} = d/D_{сж}$ и он меньше 1.

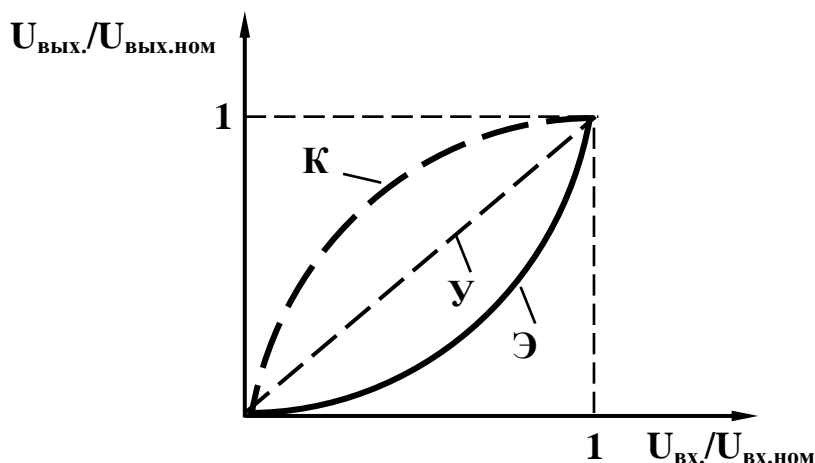


Рисунок 1.5

Экспандер (расширитель). Это устройство, коэффициент передачи которого уменьшается по мере уменьшения уровня входного сигнала (рисунок 1.5).

Амплитудная характеристика экспандера обратна характеристике компрессора и компенсирует искажения, вносимые в сигнал компрессором. Коэффициент расширения экспандера равен отношению динамического диапазона по выходу к динамическому диапазону по входу $K_{\varepsilon} = D_{\text{вых}}/D_{\text{вх}}$ и он больше 1.

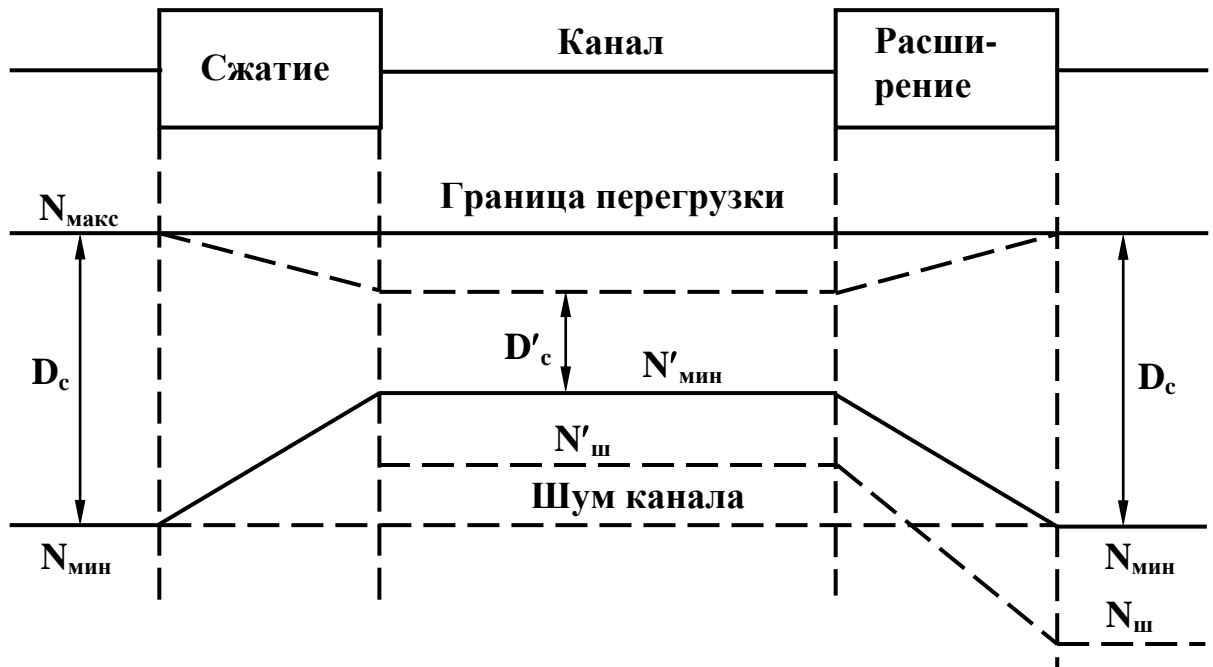


Рисунок 1.6 Компандерная система

На входе канала динамический диапазон сигнала сжимается (компрессируется) до нужных пределов, а на выходе канала D_c – расширяется (экспандируется).

Из рисунка видно, что в результате сжатия минимальный уровень сигнала превосходит уровень шумов в канале. За счет этого после расширения отношение сигнал/шум, в том числе и для минимального сигнала, увеличивается.

$$N_{\text{мин}} - N_{\text{ш}} > N'_{\text{мин}} - N'_{\text{ш}}$$

Условия отсутствия нелинейных искажений в компандерной системе

Поскольку в стационарном режиме при отсутствии искажений

можно записать

$$\frac{U_{\text{вых.р}}}{U_{\text{вх.с}}} = 1 = \frac{(U_{\text{вх.р}})^{\gamma_p}}{(U_{\text{вых.с}})^{\gamma_c}}, \text{ где } \gamma_p \text{ и } \gamma_c - \text{коэффициенты}$$

расширения и сжатия.

Поскольку при последовательном включении С и Р $U_{вых.с} = U_{вых.р}$, то условия отсутствия искажений в компандерной системе

$$\gamma_c \cdot \gamma_p = 1$$

Рассмотрим, как компандирование позволяет улучшить отношение сигнал-шум на выходе канала передачи. Воспользуемся для этого диаграммой уровней (рисунок 1.6).

Пусть, например, динамический диапазон сигнала 60 дБ, а уровень шума $N_{ш}$ в канале передачи ниже максимально допустимого уровня сигнала (0 дБ) на 40 дБ.

Следовательно, если передавать сигнал по каналу без обработки, то уровень шума в канале на 20 дБ превышает уровень слабых сигналов, и в процессе передачи они будут скрыты в шумах.

Пусть в процессе передачи динамический диапазон сигнала сжимается. При $\gamma_c = 0,5$ $D_{с.вых.сж} = 30$ дБ и сигнал в канале передаче займет шкалу уровней от 0 до -30 дБ, и минимальный его уровень окажется на 10 дБ выше уровня шума. В пункте приема расширитель восстановит исходный динамический диапазон, а уровень шума на выходе расширителя при прохождении слабых сигналов окажется на 20 дБ ниже уровня этих сигналов.

Таким образом, применение компандера позволяет передать сигнал вещания по каналу, динамический диапазон которого меньше динамического диапазона самого сигнала. При этом выигрыш в отношении сигнал-шум составляет 10...13 дБ.

Пример выполнения расчёта

$$N_{ном} = 0 \text{ дБ}$$

$$U_2 = 0.1 \text{ В}$$

$$U_3 = 0.01 \text{ В}$$

$$K_c = 0.8$$

$$U_{квмакс} = 2 \text{ В}$$

$$U_{квмин} = 0.01 \text{ В}$$

$$U_{ср ш} = 0.01 \text{ В}$$

Задания:

1. Провести оценку нелинейных искажений K_I монофонического сигнала в тракте.
2. Определить значения коэффициента расширения экспандера в компандерной системе (при условии отсутствия нелинейных искажений), если коэффициент сжатия компрессора равен K_c .
3. Определить динамический диапазон сигнала, его пик-фактор и требуемый динамический диапазон тракта передачи. Значение квазиаксиального напряжения равно $U_{квмакс}$, квазиминимального $U_{квмин}$, а

среднее значение 0,3 от квазипикового.

Выполнение:

$$1. K_g = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1} = 10.05$$

$$2. N = 20 \cdot \lg \frac{U_2}{U_1} = -20 \text{ при } R = 600 \text{ Ом}$$

$$U_0 = \sqrt{10^{-3} \cdot 600} = 0.755 \text{ В}$$

$$3. D_c = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{кв. макс}}}{U_{\text{кв. мин}}} = 46.021$$

$$D_c = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{кв. макс}}}{U_0} - 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{кв. мин}}}{U_0} = 46.021$$

Пик-фактор

$$\Pi = N_{\text{кв. макс}} - N_{\text{ср}} = 8$$

динамический диапазон канала передачи или тракта

при $\Delta N_1 = 20 \text{ дБ}$, $\Delta N_2 = 3 \text{ дБ}$

$$D_k = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ш}}} - (\Delta N_1 + \Delta N_2) = 39.979$$