

**Показатели радиоприемных
устройств
(продолжение)**

- Показатели радиоприемных устройств, такие как
 - реальная чувствительность E_{A0} ;
 - избирательность $\sigma(f) = E_A(f) - E_{A0}$ или $\sigma = 20 \lg \left(\frac{E_A(f)}{E_{A0}} \right)$,
 - помехоустойчивостьопределяют характеристику электромагнитной совместимости (ЭМС).

Характеристика ЭМС определяет возможность РПрУ работать в комплексе с оказывающими влияние радиоэлектронными устройствами

- данной радиосистемы (внутрисистемная ЭМС), например, сигналы черно-белого и цветного ТВ,
- другими радиосистемами (межсистемная ЭМС), например, сигналы телевизионного звукового сопровождения, воспринимаемые радиоприемниками.

Передаваемые по радиоканалу сообщения могут искажаться в приемном тракте

- вследствие недостаточной ЭМС приемника,
- вследствие неидеальности характеристик приемника.

Статические характеристики искажений			Динамические характеристики искажений			
Линейные	Нелинейные	Связанные с искажением динамического диапазона				
Амплитудные	Характеристика верности по напряжению, X_H	Коэффициент гармоник k_c	Минимальный уровень входного сигнала, $E_{\Delta 0}$	Переходная характеристика	Установившееся напряжение, U_c <small>$U_{уст}$</small>	
	Коэффициент неравномерности характеристики верности, ΔX_H .		Динамический диапазон по основному каналу РПУ, $D_{o.k.}$		Время нарастания, τ_H	Время запаздывания, τ_3 .
Фазовые	Групповое время запаздывания, $\tau_{г}$	Динамический диапазон по соседним каналам, $D_{c.k.}$			Относительный размер выбросов, $\Delta i = \frac{U_{ci}}{U_{c.уст}}$	Время спада, t_c
	Мера фазовых искажений, ΔX_ϕ				Характеристики частотной настройки	Диапазон рабочих частот, $f_{0min} \dots f_{0max}$

Способность приемника в отсутствие помех воспроизводить на выходе закон модуляции входных сигналов с заданной точностью называется **верностью воспроизведения сообщений**.

Количественно верность воспроизведения оценивается *искажениями выходного сигнала* – изменениями его формы относительно модулирующей функции.

Различают *статические* и *динамические* характеристики искажений.

К *статическим* относятся характеристики *линейных* искажений, *нелинейных* искажений и *искажения, связанные с ограничением динамического диапазона*:

$$D = 20 \lg \frac{E_{A.d.}}{E_{A.0}},$$

где $E_{A.d.}$ – максимально допустимое напряжение входного сигнала,
 $E_{A.0}$ – чувствительность приемника.

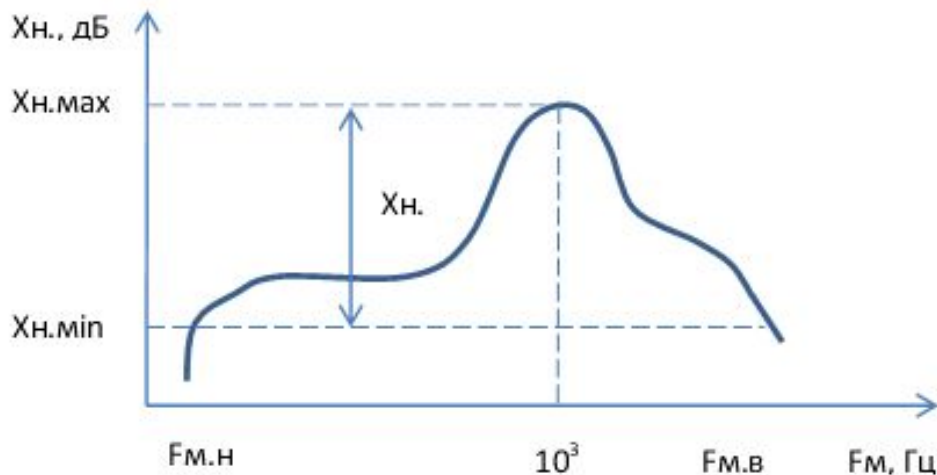
Линейные искажения обусловлены инерционностью элементов тракта. Они не зависят от уровня входного сигнала и глубины модуляции. Линейные искажения могут быть *амплитудными* и *фазовыми*.

Амплитудные искажения – это изменения соотношения амплитуд спектральных составляющих.

Фазовые – это неравенство времени запаздывания спектральных составляющих.

Амплитудные искажения оцениваются: 1. характеристикой верности воспроизведения по напряжению или звуковому давлению и 2. коэффициентом неравномерности характеристики.

● **Характеристика верности по напряжению X_H** – это зависимость напряжения на выходе $U_{c. \text{ВЫХ.}}$ от частоты модуляции F_m входного сигнала при неизменной частоте настройки, амплитуде и глубине модуляции входного сигнала, $U_{c. \text{ВЫХ. м.}}$ – это нормированное $U_{c. \text{ВЫХ.}}$ при $F_m = 400$ или 1000 Гц:



$$X_H = 20 \lg \frac{U_{c. \text{ВЫХ.}}}{U_{c. \text{ВЫХ. м.}}}$$

Рис. 1. Характеристика верности,
где $F_m.н$ – нижняя частота модуляции, $F_m.в$ – верхняя частота модуляции

Идеальная характеристика верности имеет вид прямой на уровне 0 дБ, реальная характеристика имеет *спады на нижних и верхних* звуковых частотах и *подъем на средних* частотах.

Спад на нижних частотах вызывается межкаскадными разделительными конденсаторами или трансформаторами. Спад на верхних частотах вызывается шунтирующим действием входных и выходных емкостей электронных приборов, а также ограниченностью полосы пропускания.

Неравномерность характеристики верности по напряжению оценивается величиной ΔX_n :

$$\Delta X_n = X_n.\text{max} - X_n.\text{min}$$

Допустимым считается значение $\Delta X_n \leq 6$ дБ.

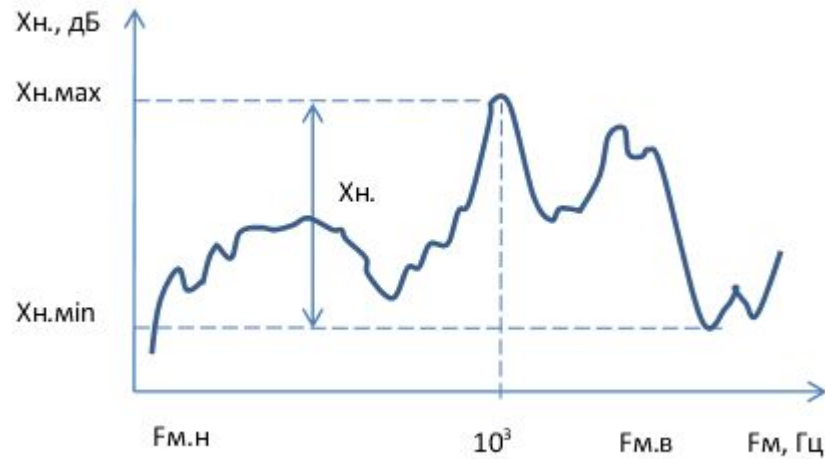


Рис. 2. Реальная характеристика верности

Для вещательных приемников допустимым считается $\Delta X_n \leq 14 \dots 18$ дБ.

Фазовые искажения обусловлены тем, что при прохождении через приемник различные составляющие спектра сигнала задерживаются на различное время, в результате чего искажается форма модулирующего колебания. Для оценки фазовых искажений используют *характеристику группового запаздывания*. Фазовые сдвиги $\Delta\varphi$ на частотах f в пределах полосы пропускания приемника измеряют при $F_M = const$, после чего вычисляют групповое время запаздывания: $\tau_z = \tau - \frac{\Delta\varphi}{2\pi F_M}$, которое является производной по частоте от ФЧХ:

$$\tau_z = \frac{\Delta\varphi}{2\pi df}.$$

Мерой фазовых искажений служит разность

$$\Delta X_\phi = \tau_{z \max} - \tau_{z \min}.$$

Нелинейные искажения сопровождаются появлением в спектре выходных колебаний приемника новых составляющих: они зависят от уровня входного сигнала и глубины его модуляции. Искажения оценивают *коэффициентом гармоник*

$$k_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_{\text{ВЫХ } 2}^2 + U_{\text{ВЫХ } 3}^2 + \dots + U_{\text{ВЫХ } n}^2}}{U_{\text{ВЫХ } 1}},$$

где $U_{\text{ВЫХ } 1}$, $U_{\text{ВЫХ } 2}$... $U_{\text{ВЫХ } n}$ - это эффективные значения напряжения соответствующих гармонических составляющих частоты модуляции F_m .

Нелинейные искажения возникают на участках приемного тракта с высокими уровнями сигнала и при слуховом приеме, например, ухудшают его качество.

Максимальный уровень входного сигнала $E_{A \text{ доп}}$ ограничен допустимыми **нелинейными** искажениями. Поэтому существует минимальный уровень $E_{A \text{ доп}}$, определяемый уровнем собственных шумов, т.е. реальной чувствительностью.

Эти уровни ограничивают *динамический диапазон по основному каналу* РПРУ:

$$D = 20 \lg \frac{E_{A \text{ доп.}}}{E_{A.0}},$$

где $E_{A \text{ доп.}}$ – максимально допустимое напряжение входного сигнала,
 $E_{A.0}$ – чувствительность приемника.

При визуальном приеме существенное значение имеют **динамические характеристики** переходных процессов. *Переходной характеристикой* РПрУ называется временная зависимость выходного напряжения $U_{\text{вых}}(t)$ при подаче на вход E_A в форме импульса. Искажения фронта и плоской части импульса характеризуются рядом параметров.

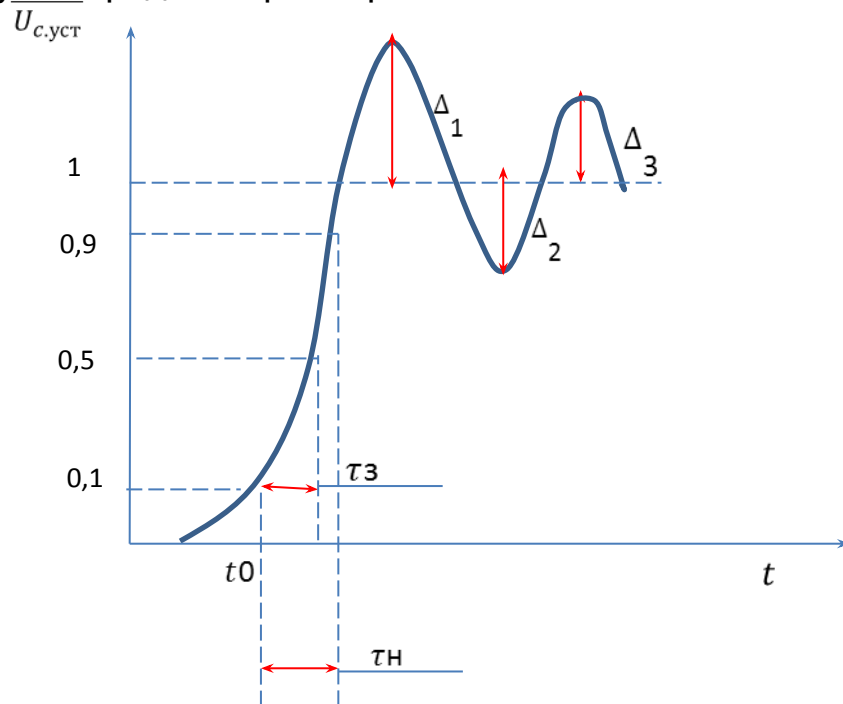


Рис. 4. Оценка искажений при визуальном контроле формы выходного напряжения

1. Здесь величина $U_{c.вых}$ нормирована относительно **установившегося напряжения $U_{c.уст}$** .

2. Скорость нарастания фронта оценивается **временем нарастания τ_H** . Время нарастания τ_H определяется полосой пропускания приемника $\Pi_{0,7}$:

$$\tau_H \approx \frac{1}{\Pi_{0,7}}$$

3. Запаздывание момента достижения значения $0,5 U_{c.уст}$ оценивается **временем запаздывания τ_3** . Время запаздывания τ_3 определяется в основном крутизной скатов частотной характеристики.: чем больше $S_{чх}$, тем больше τ_3 . Само по себе запаздывание не является признаком искажения сообщений, но нестабильность τ_3 может привести к отрицательным последствиям, например в аппаратуре, использующей разность времени прихода сигналов по различным путям.

4. Интенсивность затухающих колебаний – **относительным размером выбросов** $\Delta i = \frac{U_{c,i}}{U_{c,уст}}$. Выброс Δi определяется формой частотной характеристики. При идеальной прямоугольной характеристике выбросы составляют $\Delta_1 = 9\%$, $\Delta_2 = 5\%$, $\Delta_3 = 3\%$.

В радиолокационных приемниках большие выбросы могут вызвать появление ложных целей на экране индикатора.

5. При прекращении времени импульса имеет место переходной процесс, характер и длительность которого могут отличаться от процессов формирования фронта, поэтому введено понятие **времени спада** t_c , как времени уменьшения $U_{вых}(t)$ от 0,9 до 0,1 $U_{уст}$.

К характеристикам **частотной настройки** относят:

1. диапазон рабочих частот $f_{0min} \dots f_{0max}$ в пределах которого приемник может плавно перестраиваться; Диапазон рабочих частот характеризуется коэффициентом перекрытия диапазона $k_d = \frac{f_{0max}}{f_{0min}}$.

2. набор рабочих частот для приема на фиксированных частотах.