МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

СИГНАЛЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Термины и определения

Measuring radiotechnical signals.
Terms and definitions

ГОСТ 16465—70

МКС 01.040.33
33.140

Постановлением Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР от 6 ноября 1970 г. № 1678 дата введения установлена

с 01.07.71

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения основных понятий в области измерительных радиотехнических сигналов, получаемых с помощью измерительных генераторов тока и напряжения.

Стандарт не распространяется на сигналы, используемые в радиоэлектронных системах для передачи и приема телевизионной, радиолокационной, телеметрической и другой информации.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, учебниках, учебных пособиях, технической и справочной литературе.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин, напечатанный полужирным шрифтом. Недопустимые к применению термины-синонимы приведены в стандарте в качестве справочных, обозначены «Ндп» и напечатаны курсивом.

Для отдельных стандартизованных терминов в стандарте приведены в качестве справочных их краткие формы, напечатанные светлым шрифтом, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность различного толкования понятий, установленных настоящим стандартом. Если существенные признаки понятия выражены в самом термине, определение не приведено и в графе «Определение» поставлен прочерк.

Математические формулы и использованные в них буквенные обозначения величин приведены в стандарте в качестве справочных.

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
1. **Измерительный радиотехнический сигнал** Сигнал Ндп. *Тест-сигнал. Тестовый сигнал. Испытательный сигнал. Пробный сигнал. Воздействие. Колебание. Процесс*	Электрическое напряжение или ток, изменяющиеся во времени, с заранее известными характеристиками, используемые для измерения характеристик радиотехнических цепей и их контроля	$x(t)$, где x — напряжение или ток; t — время
2. **Мгновенное значение сигнала** Ндп. *Отсчет сигнала*	Значение сигнала в заданный момент времени	$x^* = x(t^*)$, где t^* — заданный момент времени
3. **Максимальное значение сигнала** Ндп. *Амплитуда*	Наибольшее мгновенное значение сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{max} = \max\limits_{t \in T^*} x(t)$, где $T^* = t_2 - t_1$ — заданный интервал времени

Издание официальное ★ **Перепечатка воспрещена**

Издание с Изменением № 1, утвержденным в июле 1973 г. (ИУС 8—73).

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
4. **Минимальное значение сигнала**	Наименьшее мгновенное значение сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{\min} = \min\limits_{t \varepsilon T^*} x(t)$
5. **Постоянная составляющая сигнала**	Среднее значение сигнала	$\overline{x} = \lim\limits_{T_у \to \infty} \frac{1}{T_у} \int\limits_0^{T_у} \overline{x}(t)\,dt$, где $T_у$ — интервал времени усреднения
6. **Переменная составляющая сигнала** Ндп. *Центрированный сигнал*	Разность между сигналом и его постоянной составляющей	$x_{-}(t) = x(t) - \overline{x}$
7. **Пиковое отклонение «вверх»**	Наибольшее мгновенное значение переменной составляющей сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{вв} = \max\limits_{t \varepsilon T^*} x_{-}(t)$
8. **Пиковое отклонение «вниз»**	Наименьшее мгновенное значение переменной составляющей сигнала на протяжении заданного интервала времени, взятое по модулю	$x_{вн} = \lvert \min\limits_{t \varepsilon T^*} x_{-}(t) \rvert$
9. **Размах сигнала**	Разность между максимальным и минимальным значениями сигнала на протяжении заданного интервала времени	$R = x_{\max} - x_{\min} = x_{вв} + {}_{-\,вн}$
10. **Средневыпрямленное значение сигнала** Ндп. *Среднее значение сигнала*	Среднее значение модуля сигнала	$x_{св} = \overline{\lvert x(t) \rvert}$
11. **Среднеквадратичное значение сигнала** Ндп. *Среднеквадратичное значение. Действующее значение. Эффективное значение*	Корень квадратный из среднего значения квадрата сигнала	$x_{с*} = \sqrt{\overline{x^2(t)}}$
12. **Средняя мощность сигнала, выделяемая на сопротивлении 1** *ом*	Среднее значение квадрата сигнала	$\overline{P_1} = \overline{x^2(t)}$
13. **Энергия сигнала, выделяемая на сопротивлении 1** *ом*	Интеграл из квадрата сигнала по всей оси времени	$E = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x^2(t)\,dt$

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСОВ

14. **Спектральная функция импульса**	Комплексная функция, представляющая собой преобразование Фурье от импульса	$S(\omega) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x(t)\,e^{-j\omega t}\,dt = \lvert S(\omega)\rvert e^{-j \arg S(\omega)} = \operatorname{Re} S(\omega) - j\,I_m S(\omega)$, где $\omega = \frac{2\pi}{T}$ — круговая частота; $x(t)$ — импульс; $\operatorname{Re} S(\omega) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x(t) \cos \omega t\,dt$ — действительная часть спектральной функции импульса; $I_m S(\omega) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} x(t) \sin \omega t\,dt$ — мнимая часть спектральной функции импульса

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
15. **Модуль спектральной функции импульса** Ндп. *Амплитудный спектр импульса*	—	$\lvert S(\omega)\rvert=\sqrt{\mathrm{Re}^2\, S(\omega)+I_{\mathrm{m}}^2\, S(\omega)}$
16. **Аргумент спектральной функции импульса** Ндп. *Фазовый спектр импульса*	—	$\arg S(\omega)=\mathrm{arctg}\frac{I_{\mathrm{m}}\, S(\omega)}{\mathrm{Re}\, S(\omega)}$
Характеристики периодических сигналов		
17. **Период периодического сигнала** Период	Параметр, равный наименьшему интервалу времени, через который повторяются мгновенные значения периодического сигнала	T
18. **Частота периодического сигнала** Частота	Параметр, представляющий собой величину, обратную периоду периодического сигнала	$F=\frac{1}{T}$
19. **Комплексный спектр периодического сигнала**	Комплексная функция дискретного аргумента, равного целому числу значений частоты периодического сигнала, представляющая собой значения коэффициентов комплексного ряда Фурье для периодического сигнала	$A(n\omega)=\frac{2}{T}\int\limits_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} x(t)\,e^{-jn\omega t}\,dt$, где n — любое целое число
20. **Амплитудный спектр периодического сигнала** Спектр	Функция дискретного аргумента, представляющая собой модуль комплексного спектра периодического сигнала	$\lvert A(n\omega)\rvert=\sqrt{\mathrm{Re}^2\, A(n\omega)+I_{\mathrm{m}}^2\, A(n\omega)}$
21. **Фазовый спектр периодического сигнала**	Функция дискретного аргумента, представляющая собой аргумент комплексного спектра периодического сигнала	$\varphi(n\omega)=\arg A(n\omega)=\mathrm{arctg}\frac{I_{\mathrm{m}}\, A(n\omega)}{\mathrm{Re}\, A(n\omega)}$
22. **Гармоника**	Гармонический сигнал с амплитудой и начальной фазой, равными соответственно значениям амплитудного и фазового спектра периодического сигнала при некотором значении аргумента	$x_i(t)=A_i\sin(i\,\omega t+\varphi_i)$, где i — номер гармоники
Характеристики случайных сигналов		
23. **Одномерная плотность вероятности** Ндп. *Дифференциальный закон распределения вероятности. Распределение амплитуд*	Функция, равная пределу отношения вероятности пребывания случайного сигнала в некотором интервале значений к ширине этого интервала при стремлении его к нулю, причем ее аргументом является значение, к которому стягивается интервал	$p_1(x)=\lim\limits_{\Delta x\to 0}\frac{P\left[x-\frac{\Delta x}{2}\le x(t)\le x+\frac{\Delta x}{2}\right]}{\Delta x}$, где P — вероятность; Δx — ширина интервала
24. **Корреляционная функция** Ндп. *Автокорреляционная функция*	Функция, равная среднему значению произведения переменной составляющей случайного сигнала и такой же переменной составляющей, но запаздывающей на заданное время. П р и м е ч а н и е. Корреляционная функция характеризует статистическую связь между мгновенными значениями случайного сигнала, разделенными заданным интервалом времени	$R(\tau)=\overline{x_{\sim}(t)\,x_{\sim}(t-\tau)}$, где τ — время запаздывания (35)

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
25. **Нормированная корреляционная функция** Ндп. *Коэффициент корреляции*	Функция, равная отношению корреляционной функции случайного сигнала к его дисперсии	$r(\tau) = \frac{R(\tau)}{x_{\sim}^{2}(t)}$
26. **Энергетический спектр** Ндп. *Спектральная плотность*	Функция, представляющая собой преобразование Фурье от корреляционной функции, аргументом которой является частота	$W(\omega) = 4\int_{0}^{\infty} R(\tau)\cos\omega\tau\, d\tau$
	Характеристики взаимодействия сигналов	
27. **Отношение сигнал—помеха**	Отношение величин, характеризующих интенсивности сигнала и помехи. П р и м е ч а н и е. В качестве величин, характеризующих интенсивности сигнала и помехи, берут их средние мощности, среднеквадратические значения, пиковые отклонения, энергии и т. п. Способ определения этих величин должен всегда оговариваться особо	
28. **Коэффициент модуляции «вверх»** Ндп. *Коэффициент глубины модуляции «вверх»*	Коэффициент, равный отношению пикового отклонения «вверх» закона модуляции к его постоянной составляющей при амплитудной модуляции	$M_{в} = \frac{A_{в}}{\overline{A}} \cdot 100\%$, где $A_{в} = \max\limits_{t \in T} A_{\sim}(t)$ — пиковое отклонение «вверх» закона модуляции; $\overline{A} = \frac{1}{T}\int_{0}^{T} A(t)\, dt$ — постоянная составляющая закона модуляции: $A(t) = A_{\sim}(t) + \overline{A}$ — закон модуляции
29. **Коэффициент модуляции «вниз»** Ндп. *Коэффициент глубины модуляции «вниз»*	Коэффициент, равный отношению пикового отклонения «вниз» закона модуляции к его постоянной составляющей при амплитудной модуляции. П р и м е ч а н и е. Если $A_{в} = A_{н} = A$, как, например, при гармоническом законе модуляции, то величина $M = M_{в} = M_{н} = \frac{A}{\overline{A}} \times 100\ \%$ называется коэффициентом модуляции	$M_{н} = \frac{A_{н}}{\overline{A}} 100\%$, где $A_{н} = \lvert \min\limits_{t \in T} A_{\sim}(t) \rvert$ — пиковое отклонение «вниз» закона модуляции
30. **Девиация частоты «вверх»**	Пиковое отклонение «вверх» закона модуляции при частотной модуляции	$f_{дв} = \max\limits_{t \in T} f_{\sim}(t)$, где $f_{\sim}(t) = f(t) - \overline{f}$ — переменная составляющая закона модуляции при частотной модуляции; $f(t)$ — закон модуляции при частотной модуляции (мгновенная частота); $\overline{f}$ — постоянная составляющая закона модуляции при частотной модуляции (средняя частота)

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
31. **Девиация частоты «вниз»**	Пиковое отклонение «вниз» закона модуляции при частотной модуляции. Примечание. Если $f_{gв} = f_{gн} = f_g$ как, например, при гармоническом законе модуляции, то величина f_g называется девиацией частоты	$f_{gн} = \lvert \min\limits_{t \in T} f_{\sim}(t) \rvert$
32. **Индекс угловой модуляции** Индекс модуляции	Пиковое отклонение закона модуляции фазо-модулированного сигнала при гармоническом законе модуляции	$\Theta = \max\limits_{t \in T} \varphi_{\sim}(t) = \max\limits_{t \in T}\left[\varphi(t) - \overline{\varphi}\right]$, где $\varphi(t) = \varphi_{\sim}(t) + \overline{\varphi} = \Theta \sin(\Omega t + \psi) + \varphi_0$ — закон (гармонический) модуляции при фазовой модуляции; Ω — частота модулирующего сигнала; ψ — начальная фаза модулирующего сигнала; φ_0 — начальная фаза модулируемого сигнала

Характеристики взаимосвязи сигналов

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
33. **Взаимокорреляционная функция** Ндп. *Кросскорреляционная функция*	Функция, равная среднему значению произведения переменной составляющей одного случайного сигнала и запаздывающей на заданное время переменной составляющей другого случайного сигнала. Примечание. Взаимнокорреляционная функция характеризует статистическую связь между мгновенными значениями двух случайных сигналов, разделенными заданным интервалом времени	$R_{x_1x_2}(\tau) = \overline{x_{1\sim}(t)\, x_{2\sim}(t-\tau)}$
34. **Взаимный энергетический спектр**	Функция, представляющая собой преобразование Фурье от взаимнокорреляционной функции, аргументом которой является частота	$W_{x_1x_2}(\omega) = \int\limits_{-\infty}^{\infty} R_{x_1x_2}(\tau)\, e^{-j\omega\tau}\, d\tau$
35. **Время запаздывания**	Параметр, равный значению временного сдвига одного из сигналов, при котором достигается тождественное равенство его другому сигналу с точностью до постоянного множителя и постоянного слагаемого. Примечание. Если формы сигналов различны, определяется эквивалентное время запаздывания: для случайных сигналов как абсцисса максимума взаимнокорреляционной функции, для импульсов как интервал времени между моментами первого достижения каждым из сигналов уровня, равного половине максимального значения	Параметр $\tau_3 > 0$ в выражении $x_2(t) = a_1 x_1(t - \tau_3) + a_2$, где a_1, a_2 — константы. Примечание. Параметр $\tau_0 = -\tau_3 < 0$ называется временем опережения
36. **Фазовый сдвиг** Ндп. *Сдвиг фаз*	Модуль разности начальных фаз двух гармонических сигналов одинаковой частоты	$\varphi_c = \lvert\varphi_1 - \varphi_2\rvert$, где φ_1 и φ_2 — начальные фазы

Продолжение

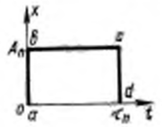
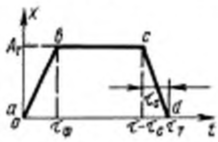
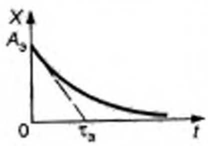
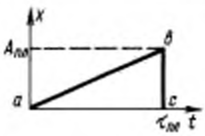
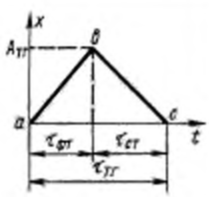
Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
	Характеристики искажений сигналов	
37. **Коэффициент гармоник** Ндп. *Коэффициент нелинейных искажений. Клирфактор*	Коэффициент, характеризующий отличие формы данного периодического сигнала от гармонической, равный отношению среднеквадратического напряжения суммы всех гармоник сигнала, кроме первой, к среднеквадратическому напряжению первой гармоники	$j_т = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{m} A_i^2}}{A_1} \cdot 100\%$, где A_i — амплитуда i-й гармоники сигнала
38. **Относительное отклонение сигнала от линейного закона**	Коэффициент, равный отношению абсолютного отклонения (40) данного сигнала от прямой линии, соединяющей мгновенные значения сигнала, соответствующие началу и концу заданного интервала времени к максимальному значению сигнала на этом же интервале	$K_н = \frac{\Delta}{x_{max}} \cdot 100\%$, где Δ — абсолютное отклонение (40) сигналов
39. **Коэффициент нелинейности сигнала**	Коэффициент, равный отношению размаха производной сигнала на заданном интервале времени к максимальному значению производной на этом же интервале	$K_c = \frac{S(t)_{max} - S(t)_{min}}{S(t)_{max}} \cdot 100\%$, $t \in T^*$ где $S(t) = \frac{dx(t)}{dt}$
40. **Абсолютное отклонение сигналов**	Максимальное значение разности мгновенных значений сигналов, взятых в один и тот же момент времени на протяжении заданного интервала времени	$\Delta = \max\limits_{t \in T^*} \lvert x_1(t) - x_2(t) \rvert$

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

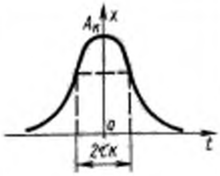
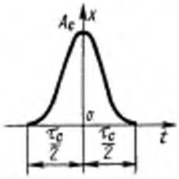
(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

Термины, аналитические и графические определения номинальных форм и параметров некоторых импульсов

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
1. **Прямоугольный импульс**		$x(t)=\begin{cases}0;\ t<0;\\ A_п;\ 0\le t\le\tau_п;\\ 0;\ t>\tau_п\end{cases}$	$A_п$ — амплитуда прямоугольного импульса; $\tau_п$ — длительность прямоугольного импульса. П р и м е ч а н и е. Отрезок *ab* называется фронтом прямоугольного импульса, отрезок *bc*— вершиной прямоугольного импульса, отрезок *cd* — срезом прямоугольного импульса
2. **Трапецеидальный импульс**		$x(t)=\begin{cases}0;\ t<0;\\ A_2\frac{t}{\tau_{\cdot}};\ 0\le t\le\tau_{\cdot};\\ A_2;\ \tau_{\cdot}\le t\le\tau-\tau_c;\\ A_2\left(1-\frac{t-\tau_2+\tau_c}{\tau_c}\right);\\ \tau_2-\tau_c\le t\le\tau_2;\\ 0;\ t\ge\tau_2\end{cases}$	$A_т$ — амплитуда трапецеидального импульса; $\tau_т$ — длительность трапецеидального импульса; $\tau_ф$ — длительность фронта трапецеидального импульса; τ_c — длительность среза трапецеидального импульса. П р и м е ч а н и е. Отрезок *ab* называется фронтом трапецеидального импульса, отрезок *bc* — вершиной трапецеидального импульса, отрезок *cd* — срезом трапецеидального импульса
3. **Экспоненциальный импульс**		$x(t)=A_э e^{-t/\tau_э}$; $t\ge 0$	$A_э$ — амплитуда экспоненциального импульса; $\tau_э$ — постоянная времени экспоненциального импульса
4. **Пилообразный импульс**		$x(t)=\begin{cases}0;\ t<0;\\ \frac{A_{пл}\,t}{\tau_{пл}};\ 0\le t\le\tau_{пл};\\ 0;\ t\ge\tau_{пл}\end{cases}$	$A_{пл}$ — амплитуда пилообразного импульса; $\tau_{пл}$ — длительность пилообразного импульса. П р и м е ч а н и е. Отрезок *ab* называется прямым ходом пилообразного импульса, отрезок *bc* — обратным ходом пилообразного импульса
5. **Треугольный импульс**		$x(t)=\begin{cases}0;\ t<0;\\ \frac{A_{2t}\,t}{\tau_{2t}};\ 0\le t\le\tau_{\cdot 2};\\ A_{2t}\left(1-\frac{t-\tau_{\cdot 2}}{\tau_{c2}}\right);\\ \tau_{\cdot 2}\le t\le\tau_{2t}\\ 0;\ t>\tau_{2t}\end{cases}$	$A_{тт}$ — амплитуда треугольного импульса; $\tau_{фт}$ — длительность фронта треугольного импульса; $\tau_{cт}$ — длительность среза треугольного импульса; $\tau_{тт}$ — длительность треугольного импульса. П р и м е ч а н и я: 1. Отрезок *ab* называется фронтом треугольного импульса, отрезок *bc* — срезом треугольного импульса.

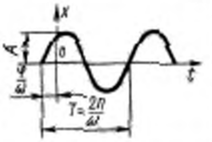
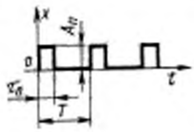
Продолжение

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
			2. Интервал времени нарастания фронта между уровнями 0; 1А и 0,9А связан с $\tau_{фт}$ соотношением $\tau_{фт}$ (0,1 − 0,9) = 0,8 $\tau_{фт}$. Интервал времени нарастания среза между уровнями 0,1А и 0,9А связан с $\tau_{ст}$ соотношением $\tau_{ст}$ (0,9 − 0,1) = 0,8 $\tau_{ст}$
6. **Колоколообразный импульс**		$x(t) = A_к e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\tau_к}\right)^2}$	$A_к$ — амплитуда колоколообразного импульса; $2\tau_к$ — интервал времени между точками перегиба колоколообразного импульса. Примечания: 1. Значение параметра $2\tau_к$ определяется также по уровню 0,606 $A_к$. 2. Интервал времени τ (0,5) на уровне 0,5$A_к$ связан с $\tau_к$ соотношением $\tau_к$ (0,5) = 2,35 $\tau_к$
7. **Косинусквадратный импульс**		$x(t) = A_c \cos^2 \frac{\pi}{\tau_c} t;$ $\frac{\tau_c}{2} \leq t \leq \frac{\tau_c}{2};$ $0; \lvert t \rvert > \frac{\tau_c}{2}$	A_c — амплитуда косинусквадратного импульса; τ_c — длительность косинусквадратного импульса. Примечание. Значение параметра τ_c определяется также по уровню 0,5 A_c

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Термины, аналитические и графические определения форм и параметров некоторых периодических сигналов

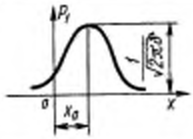
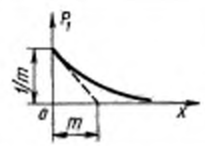
Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
1. **Гармонический сигнал**		$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$; $-\infty < t < \infty$	A — амплитуда гармоничного сигнала; ω — круговая частота; φ — начальная фаза
2. **Периодическая последовательность прямоугольных импульсов.** П р и м е ч а н и е. При $\frac{T}{\tau_п} = 2$ периодическая последовательность прямоугольных импульсов называется меандром		$x(t) = \begin{cases} A_п, \; kT \le t \le kT + \tau_п; \\ 0, \; kT + \tau_п < t < kT + T \end{cases}$	$A_п$ — амплитуда прямоугольного импульса; $\tau_п$ — длительность прямоугольного импульса; T — период. П р и м е ч а н и е. Отношение $\frac{T}{\tau_п}$ называется скважностью, а обратная величина $\frac{\tau_п}{T}$ — коэффициентом заполнения

П р и м е ч а н и е. Периодический сигнал может быть образован путем периодического повторения импульсов. Соответствующие термины и определения для такого сигнала вводятся так же, как и для импульсов (см. приложение 1) с добавлением еще одного параметра — значения периода или частоты и указания на периодический характер сигнала.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

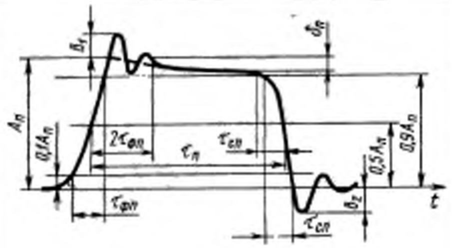
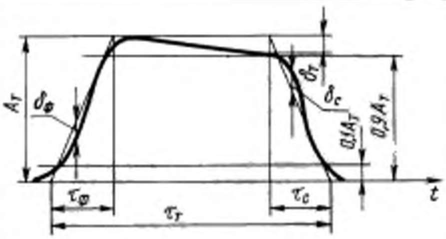
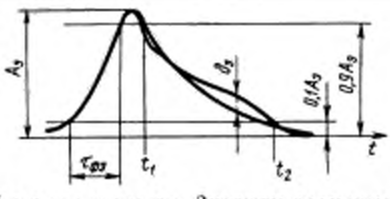
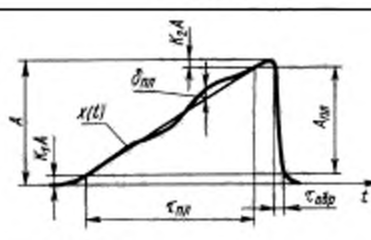
Термины, аналитические и графические определения форм и параметров некоторых одномерных плотностей вероятности

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
1. **Нормальная**		$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}}$; $-\infty < x < \infty$	σ — среднеквадратичное значение сигнала с нормальной плотностью вероятности; x_0 — постоянная составляющая сигнала с нормальной плотностью вероятности
2. **Экспоненциальная**		$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{m} e^{-\frac{x}{m}}; \; x \ge 0; \\ 0; \; x < 0 \end{cases}$	m — постоянная составляющая сигнала с экспоненциальной плотностью вероятности
3. **Равномерная**		$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{a}; \; \lvert x \rvert \le \frac{a}{2}; \\ 0; \; \lvert x \rvert > \frac{a}{2} \end{cases}$	a — размах сигнала с равномерной плотностью вероятности

П р и м е ч а н и е. Термины и определения одномерных плотностей вероятности других форм вводятся аналогичным образом.

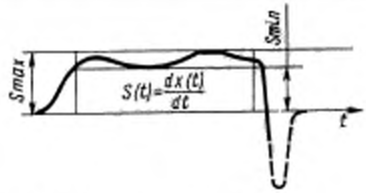
ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Примерные виды осциллограмм некоторых импульсов, способов определения их основных параметров и параметров искажений

Математическая модель (см. приложение 1)	Примерный вид осциллограммы	Основные параметры (см. приложение 1)	Параметры искажений
1. **Прямоугольный импульс**		$A_п$, $\tau_п$	$\tau_{фп}$ — длительность фронта прямоугольного импульса; $\tau_{сп}$ — длительность среза прямоугольного импульса; b_1 — выброс на вершине прямоугольного импульса; b_2 — выброс в паузе прямоугольного импульса; $\delta_п$ — неравномерность вершины прямоугольного импульса. П р и м е ч а н и е. Значение параметра $A_п$ находится путем продления плоской части вершины до пересечения с фронтом прямоугольного импульса
2. **Трапецеидальный импульс**		$A_т$, $\tau_т$, $\tau_ф$, $\tau_с$	$\delta_т$ — неравномерность вершины трапецеидального импульса; $\delta_ф$ — нелинейность фронта трапецеидального импульса; $\delta_с$ — нелинейность среза трапецеидального импульса
3. **Экспоненциальный импульс**	 П р и м е ч а н и е. Значение параметра $\tau_э$ рассчитывается по формуле $\tau_э = \frac{t_2 - t_1}{1,972}$	$A_э$, $\tau_э$	$\tau_{фэ}$ — длительность фронта экспоненциального импульса; $\delta_э$ — неэкспоненциальность среза
4. **Пилообразный импульс**		$A_{пл}$, $\tau_{пл}$	$\tau_{обр}$ — длительность обратного хода пилообразного импульса; $\delta_{пл}$ — нелинейность пилообразного импульса. П р и м е ч а н и е. A — вспомогательная величина, используемая при нормировании. $K_1 < 1$; $K_2 < 1$ — заданные коэффициенты

П р и м е ч а н и е. Если пилообразный сигнал используется для получения развертки, нелинейность определяется в соответствии с определением понятия 39.

Продолжение

Математическая модель (см. приложение 1)	Примерный вид осциллограммы	Основные параметры (см. приложение 1)	Параметры искажений
			$K_{\text{нр}} = \frac{S(t)_{\max} - S(t)_{\min}}{S(t)_{\max}}$ — коэффициент нелинейности развертки, где $t \varepsilon \tau_{\text{пл}}$, $S(t) = \frac{dx(t)}{dt}$

П р и м е ч а н и е. Наряду с параметрами искажений допускается использование безразмерных коэффициентов, представляющих собой отношения приведенных в таблице параметров искажений к соответствующим основным параметрам. Наименования этих коэффициентов образуются путем добавления слова «относительный» (ая) к наименованиям параметров искажений, например:

$\tau_{\text{фп}} / \tau_{\text{п}}$ — относительная длительность фронта прямоугольного импульса;

$\delta_{\text{п}} / A_{\text{п}}$ — относительная неравномерность вершины прямоугольного импульса и т. п.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕРМИНАМ, ВСТРЕЧАЮЩИМСЯ В СТАНДАРТЕ

СИГНАЛ — изменяющаяся физическая величина, отображающая сообщение.

П р и м е ч а н и я:

1. Особенностью радиотехнических сигналов является использование электрических величин тока, напряжения, напряженности электромагнитного поля. Для этих сигналов характерно то, что они заранее неизвестны получателю сообщения. Особенностью измерительных радиотехнических сигналов, получаемых с помощью измерительных генераторов сигналов, является то, что их свойства известны заранее. После прохождения через исследуемую цепь (с неизвестными характеристиками) сигнал изменяется. Сравнивая сигналы на входе и выходе цепи, можно измерить ее характеристики.

2. В теоретических исследованиях и инженерных расчетах используется математическая модель сигнала, представляющая собой математическое идеализированное описание сигнала, сохраняющее те его свойства, которые являются существенными для решаемой задачи. Для математического описания сигнала используются математические характеристики (П. 2*), представляющие собой функции, параметры функций и их функционалы.

ФУНКЦИЯ — переменная величина $y = f(x)$, зависящая от переменной величины x (аргумента); если при заданном значении x величина y принимает одно определенное значение, функция является однозначной.

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ $y_0 = \overline{\varphi}$ ФУНКЦИИ $y(t) = \varphi[x(t)]$ — величина $y_0 = \int\limits_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x)\, P_1(x)\, dx$, где $P_1(x)$ — одномерная плотность вероятности (23)* сигнала $x(t)$.

П р и м е ч а н и е. Для стационарного эргодического случайного сигнала также $y_0 = \overline{\varphi} = \lim\limits_{T_y \to \infty} \frac{1}{T_y} \int\limits_0^{T_y} \varphi[x(t)]dt$.

Для периодического сигнала $y_0 = \frac{1}{T} \int\limits_{t^*}^{t^* + T} \varphi[x(t)]\, dt$,

где t^*— произвольный момент времени; T— период.

* При ссылках на термины и определения, помещенные в настоящем приложении к стандарту, перед номером в скобках ставится буква П.

ДИСПЕРСИЯ — среднее значение квадрата переменной составляющей случайного сигнала.

ФОРМА ФУНКЦИИ — вид функциональной зависимости f между значениями функции y и аргумента x.

П р и м е ч а н и е. Форма функции не изменяется при произвольном линейном преобразовании осей координат, т. е. все функции вида $af\left(\frac{x}{b}-c\right)$ при данном f и произвольных значениях a, b и c имеют одинаковую форму.

Рассмотренные выше функции являются, как правило, действительными функциями аргумента, в противном случае сделаны специальные оговорки (см., например, 14.19).

ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИИ $f(x, a_1, \ldots a_n)$ — все величины $a_1, \ldots a_n$, кроме аргумента x, от которых зависит значение функции f.

ФУНКЦИОНАЛ $F = F\{f(x)\}$ — число F, которое по определенному правилу ставится в соответствие с функцией $f(x)$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

Классификация измерительных радиотехнических сигналов

Классификация измерительных радиотехнических сигналов

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
1. **Характеристики сигналов**	Количественные данные, относящиеся к понятиям, характеризующим данные сигналы	
2. **Математические характеристики сигналов**	Характеристики сигналов, выражаемые с помощью функций, параметров функций и функционалов при математическом описании сигналов	

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
3. **Общие характеристики сигнала**	Математические характеристики сигнала, рассматриваемого как единое целое	
4. **Детерминированный сигнал**	Сигнал, мгновенные значения которого в любой момент времени известны. П р и м е ч а н и е. Общие характеристики детерминированного сигнала могут быть найдены расчетным путем	
5. **Импульсный сигнал** Импульс	Детерминированный сигнал конечной энергии, существенно отличный от нуля в течение ограниченного интервала времени, соизмеримого с временем установления переходного процесса в системе, для воздействия на которую этот сигнал предназначен. П р и м е ч а н и я: 1. Сигнал, представляющий собой последовательность конечного известного числа импульсов одинаковой формы, следующих друг за другом через одинаковые интервалы времени, называется пачкой импульсов. 2. Сигнал состоящий из импульсов, число, форма и значения параметров которых известны, называется кодовой группой импульсов	$x_п(t) = \sum_{i=1}^{n} a_i x(t - iT_c)$, где $n < \infty$ — целое число; a_i — высота i-го импульса; T_c — интервал следования $x_*(t) = \sum_{i=1}^{n} x_i(t - t_i)$, где $n < \infty$ — целое число
6. **Периодический сигнал**	Детерминированный сигнал, мгновенные значения которого повторяются через равные промежутки времени	$x(t) = x(t - iT)$, где i — любое целое число
7. **Случайный сигнал**	Сигнал, мгновенные значения которого являются случайными величинами. П р и м е ч а н и е. Случайный сигнал, любая вероятная характеристика которого, полученная усреднением по множеству возможных реализаций с вероятностью, сколь угодно близкой к единице, равна временному среднему, полученному усреднением за достаточно большой промежуток времени одной реализации, называется эргодическим. Рассмотренные выше характеристики случайного сигнала определены для эргодического сигнала	
8. **Стационарный случайный сигнал**	Случайный сигнал, у которого плотность вероятности любой совокупности мгновенных значений не изменяется при любом сдвиге этой совокупности во времени. П р и м е ч а н и е. Случайный сигнал, у которого среднее значение и дисперсия не зависят от времени, а корреляционная функция зависит только от времени запаздывания, называется стационарным в широком смысле	$p_п(x_1, t_1; x_2, t_2; \ldots; x_n, t_n) =$ $= p_п(x_1, t_1 + \tau; x_2, t_2 + \tau; \ldots; x_n, t_n + \tau)$, где τ — произвольный интервал времени
9. **Нестационарный случайный сигнал**	Случайный сигнал, у которого плотность вероятности некоторой совокупности мгновенных значений изменяется при некотором сдвиге этой совокупности во времени	$p_п(x_1, t_1; x_2, t_2; \ldots; x_n, t_n) \neq$ $\neq p_п(x_1, t_1 + \tau; x_2, t_2 + \tau; \ldots; x_n, t_n + \tau)$
10. **Взаимные характеристики сигналов**	Математические характеристики нескольких сигналов	

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
11. **Характеристики взаимодействия сигналов**	Взаимные характеристики сигналов, описывающие их взаимодействие при образовании из них нового сигнала. П р и м е ч а н и е. Сигнал, образованный в результате взаимодействия нескольких сигналов, является детерминированным, если детерминированы все взаимодействующие сигналы; в противном случае он является случайным	
12. **Аддитивный сигнал**	Сигнал, мгновенные значения которого являются суммой мгновенных значений двух или более сигналов, взятых в один и тот же момент времени. П р и м е ч а н и е. Если один из сигналов, образующих аддитивный сигнал, считается полезным, а другие — мешающими, то мешающие сигналы иногда называют помехой или шумом	$x_{\text{a}}(t) = \sum_{i=1}^{k} x_i(t)$, где $k \geq 2$ — целое число
13. **Мультипликативный сигнал**	Сигнал, мгновенные значения которого пропорциональны произведению мгновенных значений двух или более сигналов, взятых в один и тот же момент времени	$x_{\text{м}}(t) = c \sum_{i=1}^{k} x_i(t)$, где $k \geq 2$ — целое число $c = \text{const}$
14. **Модулированный сигнал**	Сигнал, являющийся результатом взаимодействия двух или более сигналов, называемого модуляцией. П р и м е ч а н и я: 1. В данном стандарте рассматривается простейший случай взаимодействия двух сигналов с модуляцией по одному параметру 2. Модуляцией называется физический процесс получения сигнала, математическое описание которого может быть получено заменой параметра в математическом описании модулируемого сигнала на функцию от модулирующего сигнала. Обычно эта функция (закон модуляции) является линейной. При этом закон модуляции характеризуется такими же параметрами и функционалами, как и модулирующий сигнал 3. Чаще всего в качестве модулируемого сигнала используется гармонический сигнал или периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Если модулируемый сигнал является гармоническим, в зависимости от параметра, подвергаемого воздействию со стороны модулирующего сигнала (амплитуды, частоты, начальной фазы) различают соответственно	Пусть $x_1(t, a_1, \ldots a_k, \ldots, a_n)$ — модулируемый сигнал (переносчик); $x_2(t)$ — модулирующий сигнал. Тогда при модуляции по параметру a_k ($k = 1, \ldots, a_n$) $x_1(t, a_1, \ldots, \varphi[x_2(t)], \ldots, a_n)$ — модулированный сигнал; $\varphi[x_2(t)]$ — закон модуляции. Если φ — линейная функция, то $\varphi[x_2(t)] = a_0 + kx_2(t)$, где $a_0 = \text{const}$, например, постоянная составляющая; $k = \text{const}$ — коэффициент (крутизна модуляционной характеристики).

Продолжение

Термин	Определение	Математическая формула и обозначение величины
	амплитудную (АМ), частотную (ЧМ) и фазовую (ФМ) модуляции. Соответствующие модулированные сигналы называются амплитудно-модулированным (АМ — сигнал), частотно-модулированным (ЧМ — сигнал) и фазово-модулированным (ФМ — сигнал). Часто частотная и фазовая модуляция именуются общим термином угловая модуляция	
15. **Характеристики взаимосвязи сигналов**	Взаимные характеристики нескольких взаимосвязанных сигналов, не образующих нового сигнала	
16. **Метрологические характеристики сигнала**	Количественные данные, определяемые в результате измерения, устанавливающие степень соответствия сигнала заранее заданному математическому описанию	
17. **Основные параметры**	Метрологические характеристики сигнала, имеющие тот же смысл и наименования, что и параметры математического описания сигнала, для воспроизведения которого предназначен данный измерительный генератор. Примечание. В измерительных генераторах, как правило, допускается возможность произвольной установки основных параметров сигнала в пределах определенных диапазонов значений	
18. **Характеристики искажений**	Метрологические характеристики сигнала, описывающие степень несоответствия сигнала заранее заданному математическому описанию, определяемые таким образом, чтобы их значения обращались в нуль, если сигнал в точности соответствует требуемому математическому описанию	
19. **Коэффициент искажений**	Характеристика искажений, представляющая собой безразмерный коэффициент, описывающий отличие реального сигнала на выходе измерительного генератора от заранее заданного математического описания в целом и зависящий от выбранного критерия сравнения сигналов (критерий абсолютного отклонения, критерий среднеквадратического отклонения и т. п.)	
20. **Параметры искажений**	Характеристики искажений, представляющие собой параметры, отличающиеся от основных параметров, описывающие отличие реального сигнала на выходе измерительного генератора от заранее заданного математического описания более детально, чем коэффициент искажений	