

Лабораторная работа №1

Формы и типы представления сигналов

Цель работы: изучить классификацию сигналов; получить навыки представления сигналов в СКМ Mathcad.

Основные теоретические сведения

Под сигналом в общем случае понимают физический процесс, который осуществляет перенос информации во времени и пространстве. Сигналы описываются математическими моделями, отражающими их общие свойства.

Математически сигналы описываются функциональными зависимостями $x(t)$, $F(s)$ и т. п., в которых аргументом чаще всего является время t или некоторая пространственная переменная s . Функции, описывающие сигналы, могут принимать как вещественные, так и комплексные значения.

Сигналы, значения которых можно предсказать в любой момент времени (в любой точке пространства), называются **детерминированными**. Сигналы, для которых невозможно точно предсказать значения, называют стохастическими или **случайными**. Этот признак классификации называют типом определенности сигнала

На рис.1 представлена обобщённая классификации сигналов по типу определенности

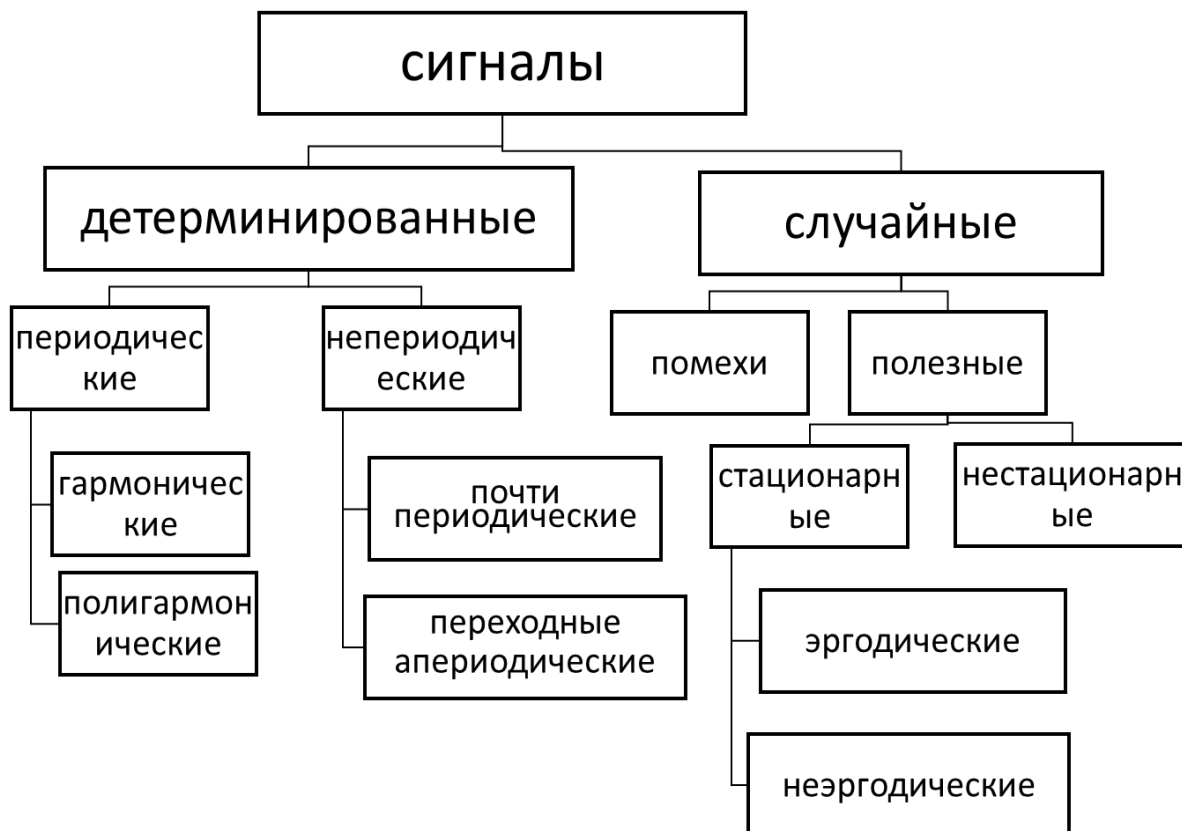


Рис.1

Каждый из этих сигналов, в свою очередь, может разделяться по типу представления на

- непрерывные (аналоговые);
- дискретные;
- квантованные;
- цифровые.

Каждому типу представления сигнала соответствует его математическое описание.

Сигналы, значения которых изменяются непрерывно при изменении непрерывной временной t или пространственной переменной s , называются непрерывными сигналами. Непрерывные сигналы часто называют аналоговыми сигналами, рис. 2.

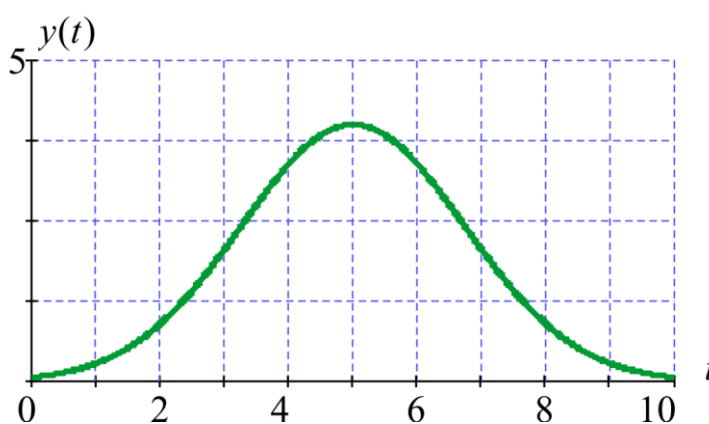


Рис.2 – Непрерывный сигнал $y(t) = 4e^{-\frac{(t-5)^2}{6}}$

Аргумент и функция непрерывного сигнала принимают значения на несчетном множестве.

Наряду с непрерывным способом передачи и преобразования сигналов, широко применяют дискретные способы, в которых в том или ином виде используется дискретизация сигналов. Дискретизация сигналов состоит в замене «непрерывных» значений дискретными значениями и может производиться как по времени, так и по уровню (по значению величины сигнала), или по времени и уровню одновременно.

Дискретизация (квантование по времени) - это получения выборки, по уровню – квантованием.

Дискретные сигналы отличаются от аналоговых тем, что их значения известны лишь в определенные моменты времени, рис.3.

По множеству своих значений он является конечным (счетным) и описывается дискретной последовательностью отсчетов $y(n\Delta t)$, Δt – интервал между отсчетами (шаг дискретизации), $n = 0, 1, 2, \dots, N$.

Величина, обратная шагу называется частотой дискретизации $f = 1 / \Delta t$.

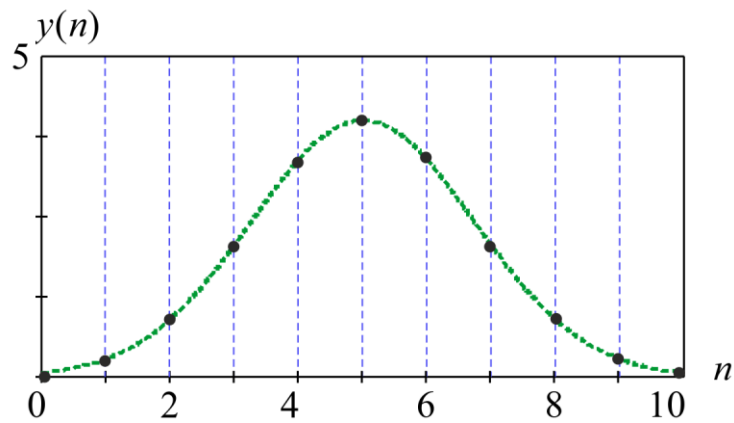


Рис.3 – Дискретный сигнал $y(t) = 4e^{-\frac{(t-5)^2}{6}}$, $\Delta t = 1$ с.

Таким образом, дискретизация по времени заменяет непрерывную функцию $y(t)$ решетчатой $y(n)$, которая определяется совокупностью выделенных ординат, следующих через равные интервалы Δt .

Квантованный сигнал – это сигнал, область значений которого по оси абсцисс разбита на уровни. Уровни обычно отстоят друг от друга на постоянную величину, называемую шагом квантования по уровню.

Он описывается квантованной решетчатой функцией

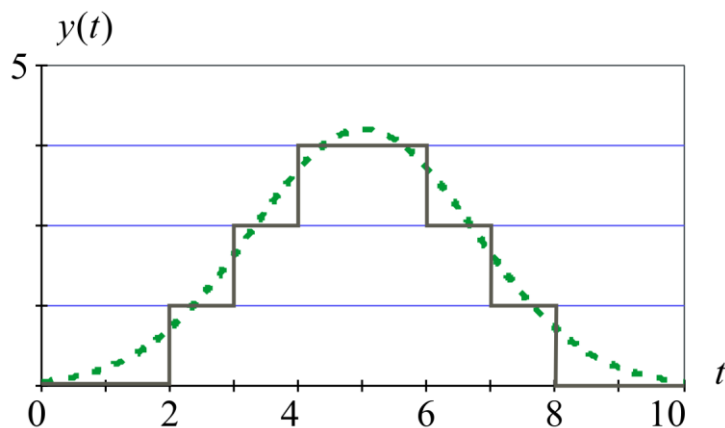


Рис.4 – Квантованный сигнал $y(t) = 4e^{-\frac{(t-5)^2}{6}}$, $\Delta K = 1.25$, $\Delta t = 1$ с.

Сигналы, дискретизированные как по времени, так и по уровню, называются **цифровыми**, рис.5. По существу, цифровой сигнал по своим значениям (отсчетам) является формализованной разновидностью дискретного сигнала при округлении отсчетов последнего до определенного количества цифр.

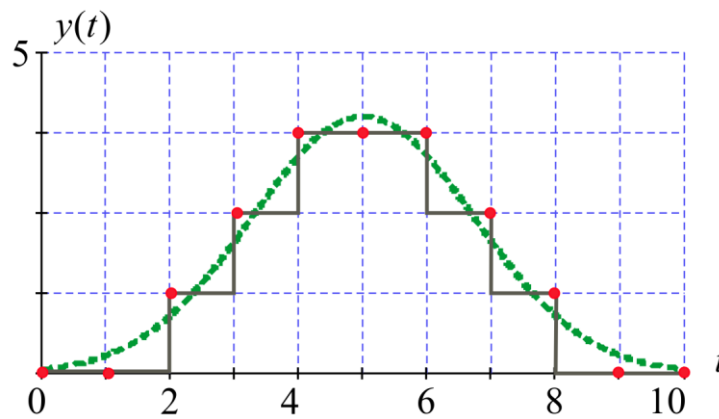


Рис.5 – Цифровой сигнал $y(t) = 4e^{-\frac{(t-5)^2}{6}}$, $\Delta K = 1.25$

Компьютерная обработка информации требует цифровых сигналов. При этом большинство реальных сигналов являются непрерывными функциями. Для формирования цифровых сигналов применяют аналого-цифровые преобразователи (АЦП), которые выполняют равномерную дискретизацию аналогового сигнала с малым периодом дискретизации. В результате дискретизации аналоговый сигнал переводится в последовательность чисел.

Задание

Задан гармонический сигнал, описываемый функцией

$$y(t) = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi \cdot s\right), \text{ где } A - \text{ амплитуда сигнала, } T - \text{ период, } \varphi - \text{ фаза}$$

сигнала.

1. В соответствии с вариантом задания (таблица 1) сформировать сигнал $y(t)$ в СКМ Mathcad.
2. Построить график одного периода аналогового сигнала $y(t)$. Оценить на оси времени интервал $[a, b]$ одного периода сигнала. Значение $a = 0$ принять для всех вариантов.
3. Получение дискретного сигнала
 - 3.1. Разбить интервал $[a, b]$ в соответствии с заданным в таблице 1 интервалом дискретизации Δt .
 - 3.2. Получить сетку узлов и дискретные значения сигнала.
 - 3.3. Построить графики аналогового и дискретного сигнала функции $y(t)$. Оценить различные типы и параметры построения графиков СКМ Mathcad.
4. Получение квантованного сигнала
 - 4.1. Найти диапазон изменения сигнала $y(t)$, его максимальное и минимальное значения.

- 4.2. Разбить диапазон изменения сигнала в соответствии с заданным в таблице 1 интервалом квантования Δk .
- 4.3. Получить массив уровней квантования и сигнал, квантованный по уровню.
- 4.4. Построить графики аналогового и квантованного сигнала функции $y(t)$.
5. Получение цифрового сигнала
- 5.1. Используя информацию об узлах дискретизации и значения квантованного сигнала получить значения цифрового сигнала.
- 5.2. Построить графики аналогового, дискретизированного, квантованного и цифрового сигнала функции $y(t)$.
- 65.* Оценить погрешность дискретизированного, квантованного и цифрового сигнала.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n [y(t_i) - \hat{y}(t_i)]^2}}{|y_{\max} - y_{\min}|} \cdot 100\% ,$$

где $\hat{y}(t_i)$ - значения дискретизированного (квантованного, цифрового) сигнала в момент времени t_i ;

n- число дискретных отсчетов.

Варианты задания

Вариант	Параметры сигнала			Интервал дискретизации	Интервал квантования
	A	T	s	Δt	Δk
1	5	10	0	1	2
2	3	6	1	0.5	2
3	2	4	0.5	0.2	0.5
4	4	6	0.25	0.3	0.5
5	1	8	2	0.5	0.2
6	6	12	0.75	0.5	1
7	8	4	0.5	0.4	2
8	2	1	1	0.1	0.2
9	12	10	0.3	0.5	3
10	10	8	0.25	0.5	0.4