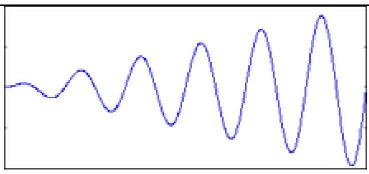
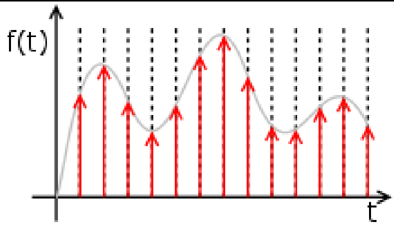
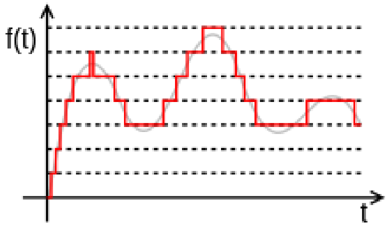
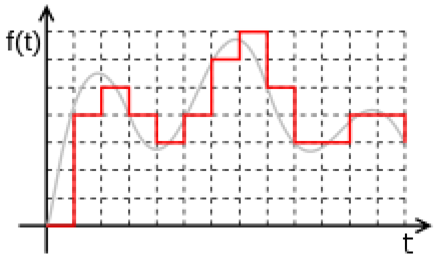
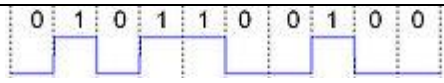
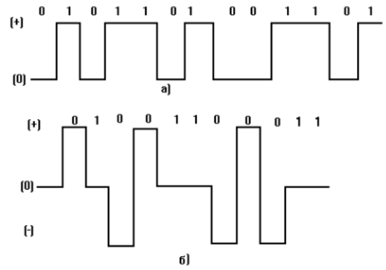
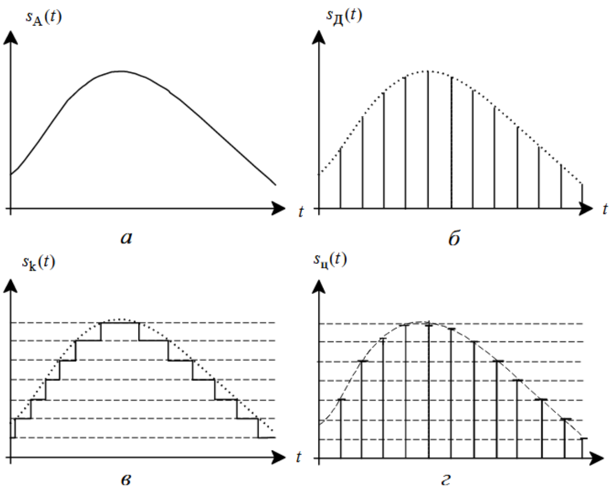
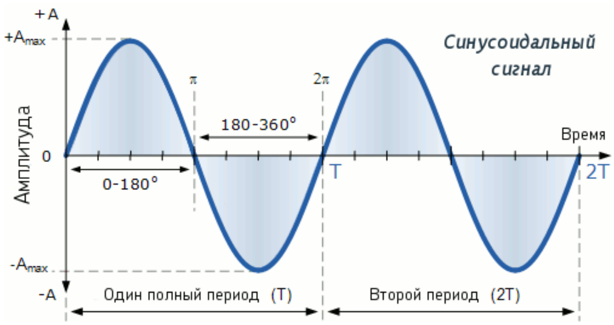
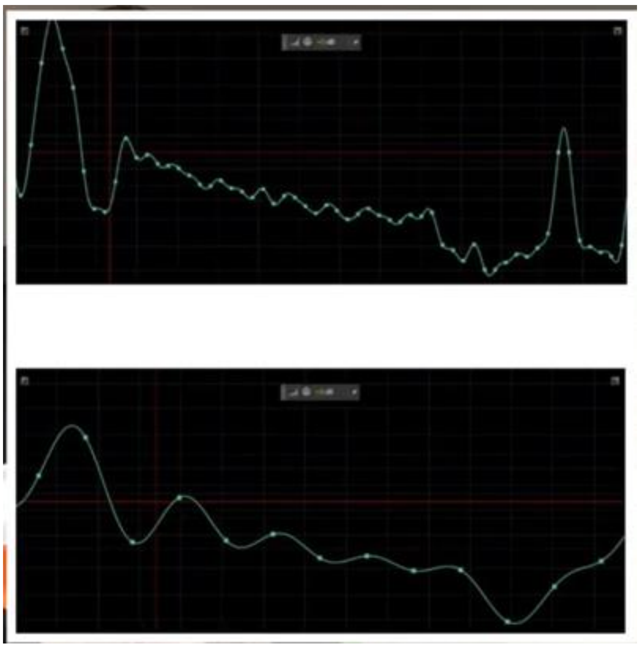
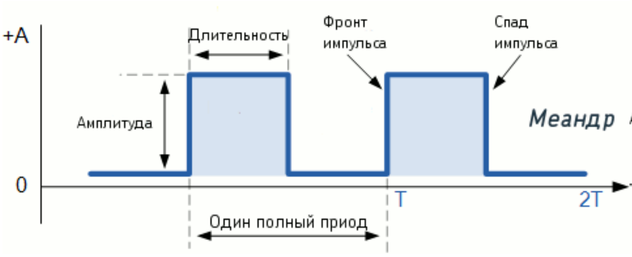
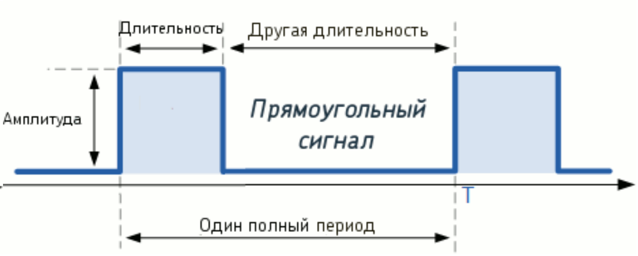
 Аналоговий сигнал	 Дискретний сигнал	 Квантований сигнал
 Цифровий сигнал	 Двійковий цифровий сигнал	 - Форма дискретних сигналів: а – бінарного; б – трійкового

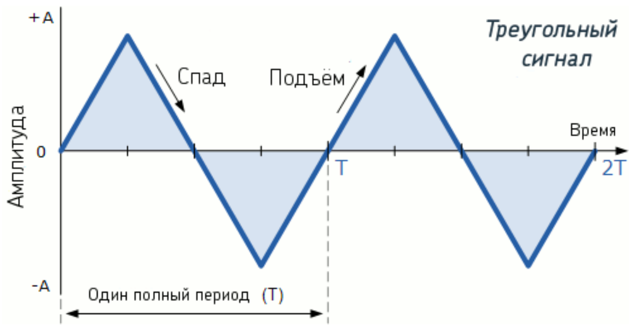


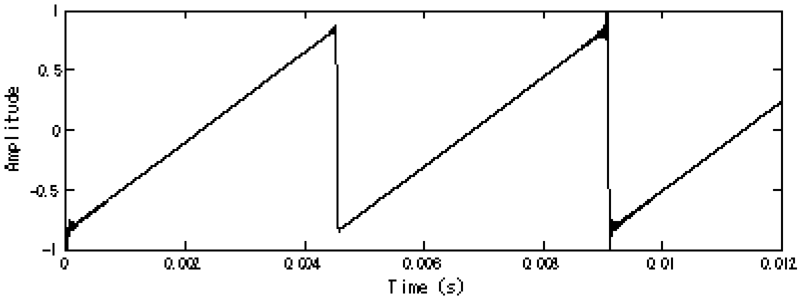


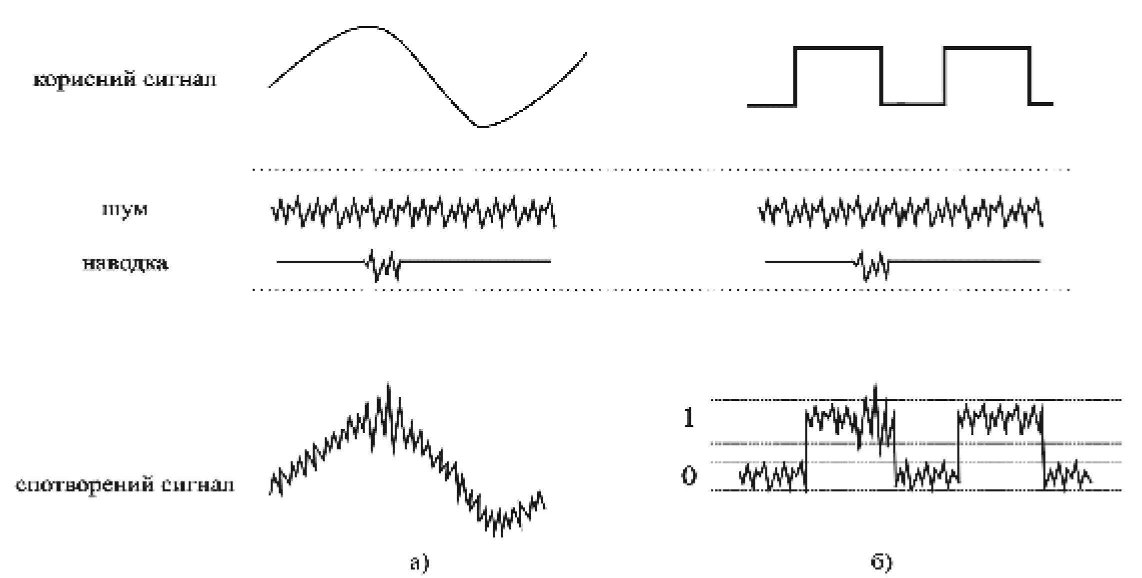




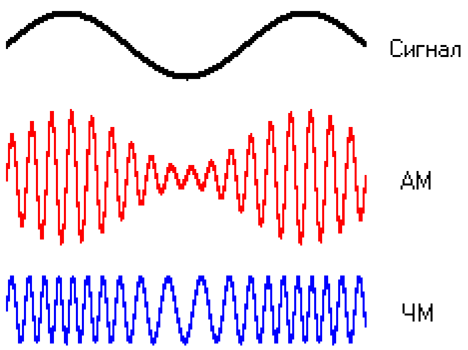


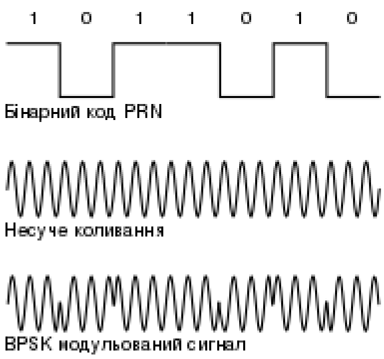


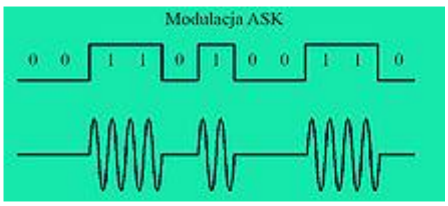




Модуляція



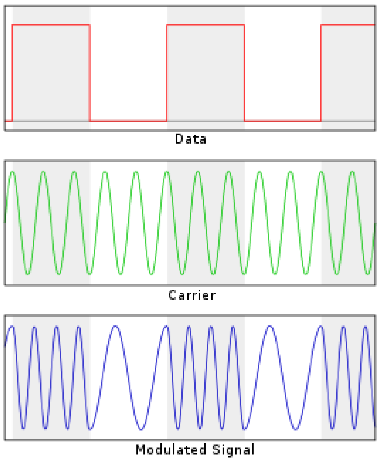




АМ та ЧМ модуляція

Фазова маніпуляція

Амплітудна маніпуляція

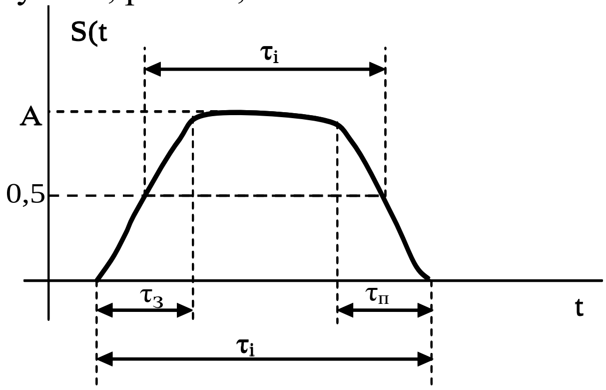


частотна маніпуляція

Параметри, за якими описуються сигнали

Щоб описати сигнал використовують такі числові параметри (рис 1.1):
A – амплітуда імпульсу;
τ_i – тривалість імпульсу;
$\tau_п$ – тривалість переднього фронту;
$\tau_з$ – тривалість заднього фронту ;
$T_п$ – період повторення, рис. 1.1, б;
$F_п$ – частота повторення;
$\tau_{зат}$ – положення імпульсу у часі, рис.1.1, в.

а)

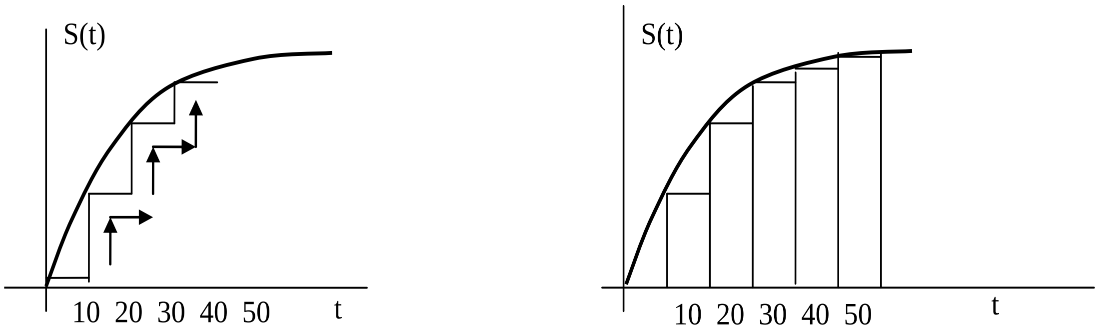


Математичне подання довільного сигналу у вигляді суми елементарних сигналів

Широкого застосування набули два способи динамічного подання:
перший, як елементарні сигнали використовують *східчасті функції*, що виникають

через однакові проміжки часу Δ. *Висота кожної сходинки дорівнює прирощенню сигналу на інтервалі часу Δ* (рис. 1.2, а);

другий, як елементарний сигнал використовують *прямокутні імпульси*. *Імпульси примикають один до одного й утворюють послідовність, що вписується у криву чи описується навколо неї* (рис. 1.2, б.)



а) Рис. 1.2 б)

Розглянемо властивості елементарного сигналу для динамічного подання за першим способом.

Перший спосіб подання функцій

Як елементарний сигнал використовують такі найпростіші розривні функції:

1. Функція знака sign(t) (сігнум-функція) має сталу величину, що дорівнює одиниці, знак якої стрибком змінюється при переході змінної t через 0 точку (рис. 1.3)

$$\mathrm{sign}(t) = \begin{cases} 1, \text{ при } t = +\infty \\ 0, \text{ при } t = 0 \\ -1, \text{ при } t = -\infty \end{cases}.$$

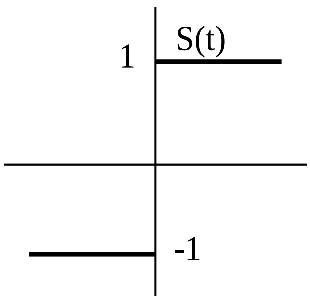


Рис. 1.3

Перемноження довільної функції f(t) на sign(t) означає зміну знака у f(t) у момент часу t=0.

2. Одинична функція або одиничний стрибок $\sigma(t)$ (функція вмикання або функція Хевісайда). Математичне подання:

$$\sigma(t) = \begin{cases} 0, \text{ при } t = -\infty \\ \frac{1}{2}, \text{ при } t = 0 \\ 1, \text{ при } t = +\infty \end{cases}. \tag{1.1}$$

Загалом функція може бути зміщена на величину t_0:

$$\sigma(t-t_0)=\begin{cases}0, \text{при } t<t_0\\ \frac{1}{2}, \text{при } t=t_0\\ 1, \text{при } t>t_0\end{cases}.$$

Добуток сигналу S(t) на одиничну функцію дорівнює вмиканню цього сигналу у момент t =0.

Цей прийом широко використовується для описання односторонніх та фінітних (тобто обмежених за часом, імпульсних, розривних) сигналів.

Другий спосіб подання функцій

Другим способом динамічного подання є ***дельта-функція***.

Розглянемо імпульсний сигнал прямокутної форми (рис. 1.6, а). Задамо його за допомогою функції вмикання

$$u(t)=1/x_1[\sigma(t+x_1/2)-\sigma(t-x_1/2)]\ .$$

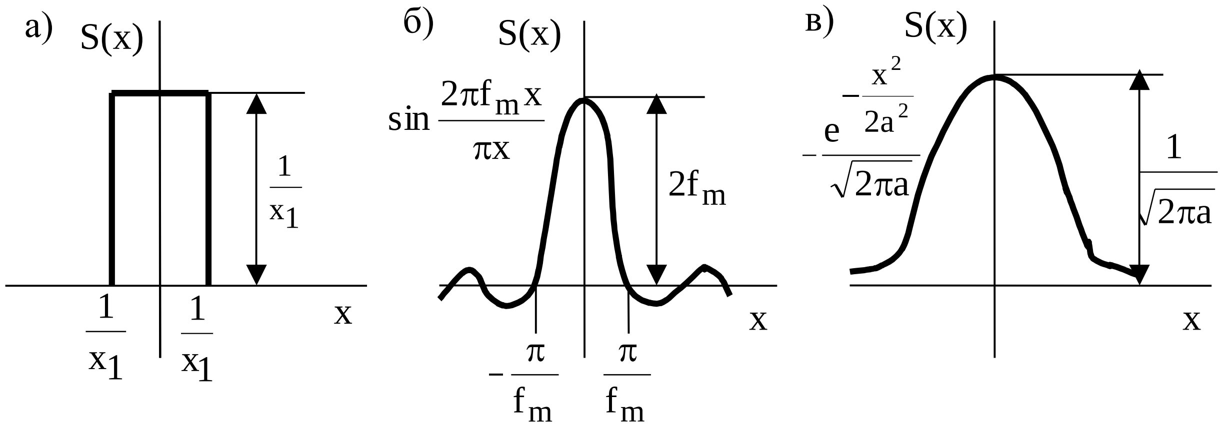


Рис. 1.6

При будь-якому параметрі x_1 площа цього імпульсу дорівнює одиниці.

Припустимо, що $x_1 \to 0$, то імпульс буде скорочуватись за тривалістю, але зберігати свою площу, оскільки його висота $h=1/x_1$ буде нескінченно збільшуватись. Границя послідовності таких функцій, при $x_1 \to 0$, має назву *дельта-функції* або *функції Дірака.* Математично дельта-функція визначається за формулою

$$\delta(t)=\begin{cases}\infty, \text{коли} \quad t=0\\ 0, \text{коли } t\neq 0\end{cases},$$

тобто дельта-функція на всьому часовому проміжку дорівнює нулю, за винятком площі навкруги точки t=0, де вона стає нескінченно великою.

Як дельта-функція може бути ряд функцій. Деякі з них зображені на рис. 1.6. При

$x \to \infty$ вони переходять у дельта-функцію.

Якщо є зсув у часі на величину t_0, то визначається дельта-функція за такою формулою

$$\delta(t - t_0) = \begin{cases} \infty, \text{коли } t = t_0 \\ 0, \text{коли } t \neq t_0 \end{cases}.$$

Фізично дельта-функція *не реалізується,* але її зручно використовувати при аналітичному аналізі проходження сигналів через різні реальні системи та схеми. Це пояснюється, загалом, її властивостями, особливо властивостями її спектральної характеристики.

До таких властивостей відносять:

1. Інтеграл від дельта-функції за часом по всій осі часу (від $-\infty$ до $+\infty$) дорівнює одиниці

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1.$$

2. Енергія дельта-функції нескінченна.

3 Спектральна характеристика дельта-функції, яка існує тільки в області при t=0, дорівнює одиниці. Тобто *спектральна характеристика не залежить від частоти*.

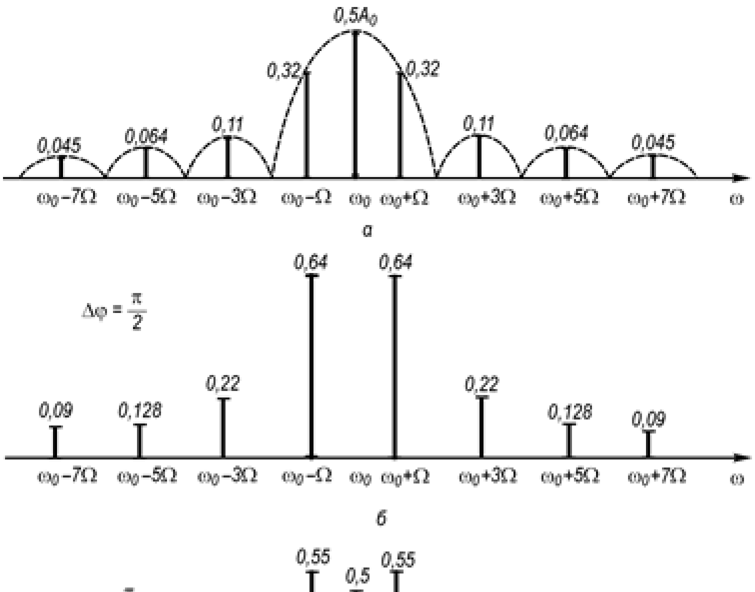
4. Фазова характеристика дельта-функції дорівнює *нулю*. Це означає, що амплітуди усіх гармонік в момент часу t=0 складаються, а в інші моменти часу віднімаються, тобто взаємно гасяться. Цим і пояснюється те, що при t=0 дельта-функція прямує до нескінченності.

5. Фільтруюча властивість дельта-функції така

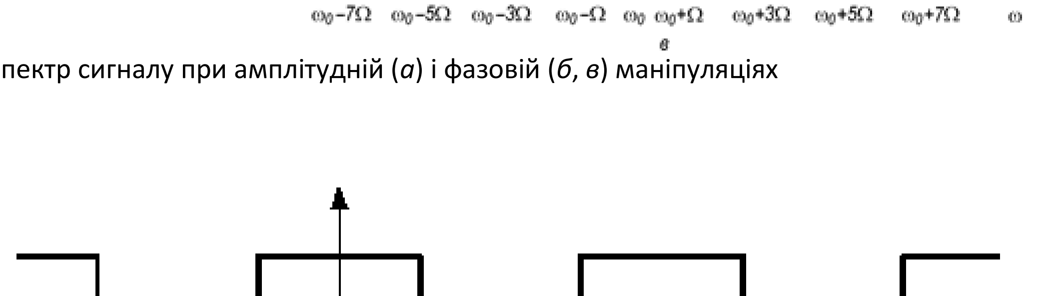
$$\int_{-\infty}^{\infty} U(t)\delta(t - t_0) dt = U(t_0) .$$

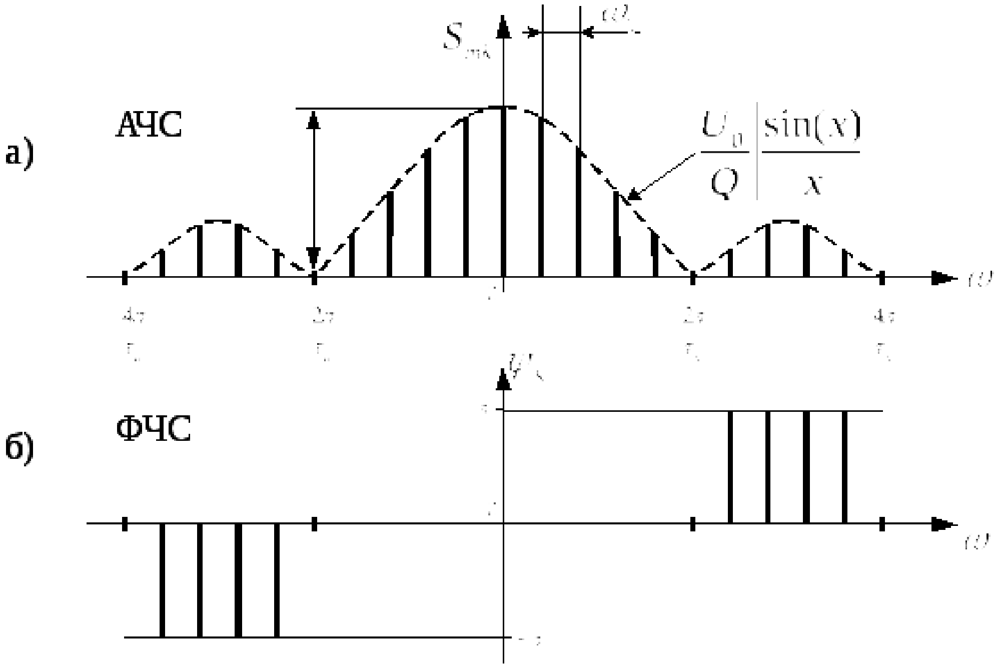
Дійсно, якщо дельта-функція скрізь, крім області t=0, дорівнює нулю, то будь-яке число помножене на нуль дасть нуль і тільки в області, де дельта-функція не дорівнює нулю буде певне значення, у даному випадку значення функції, що досліджується.

Спектри сигналів



Спектр сигналу при амплітудній (*а*) і фазовій (*б*, *в*) маніпуляціях





Спектри амплітуд і фаз періодичної послідовності прямокутних імпульсів

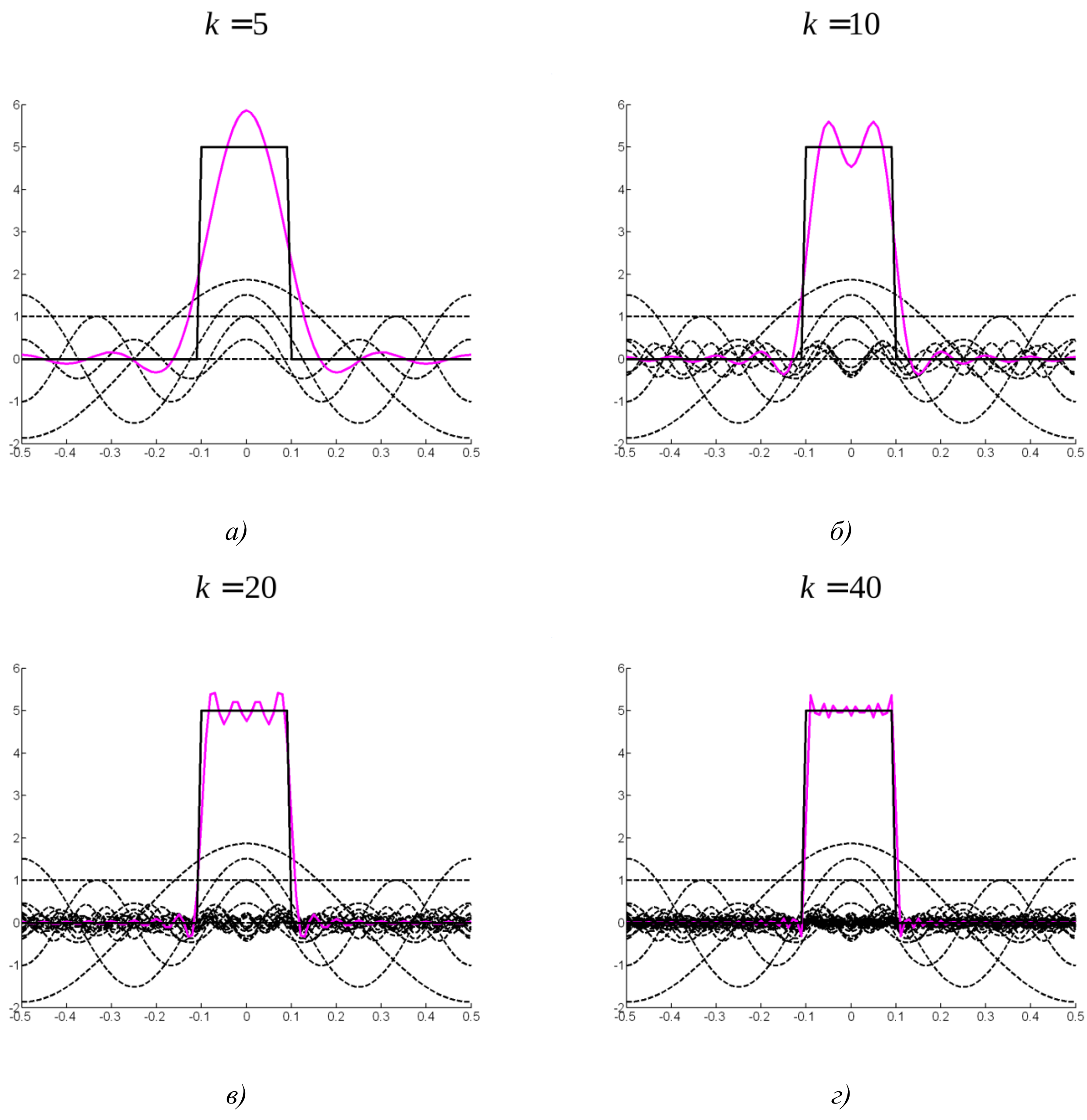
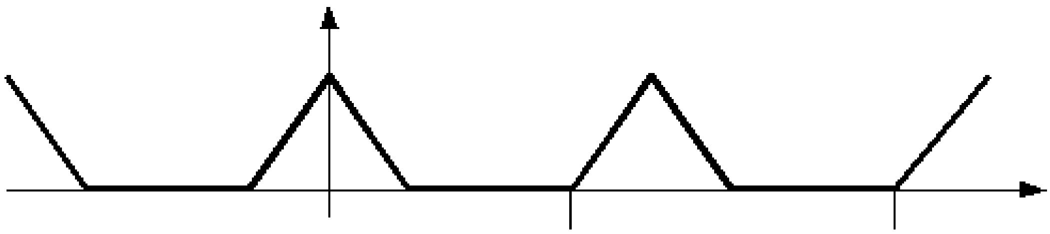
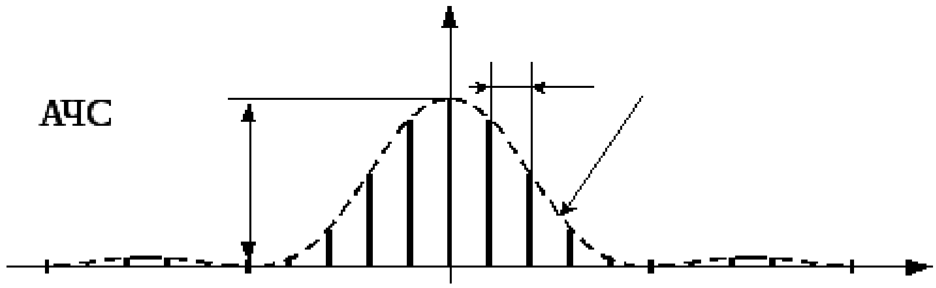


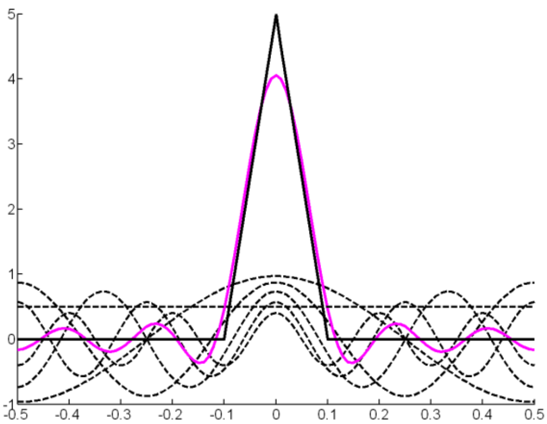
Рисунок 1.9 - Відновлений сигнал



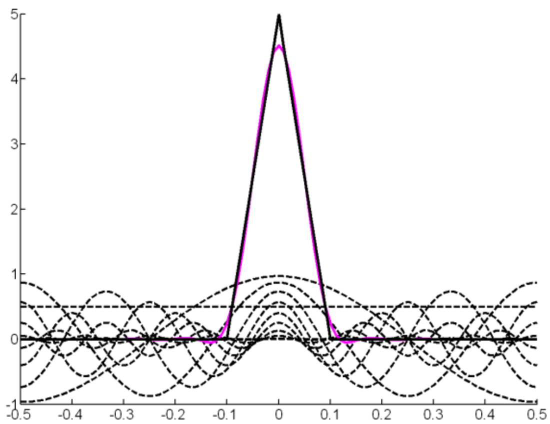


Амплітудно-частотний спектр послідовності пилкоподібних імпульсів

$k = 5$ $\qquad\qquad$ $k = 10$

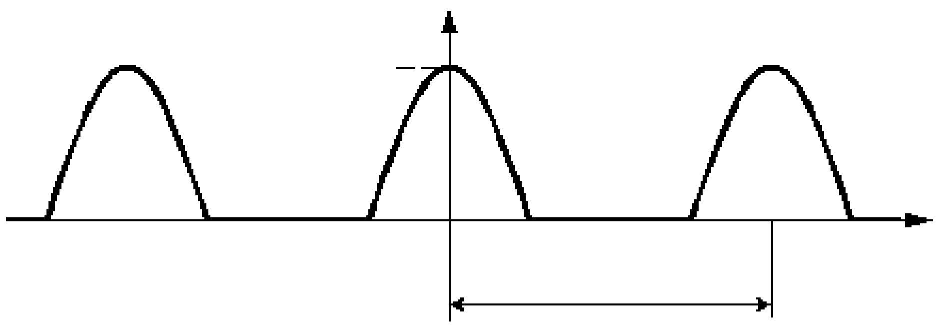


а)

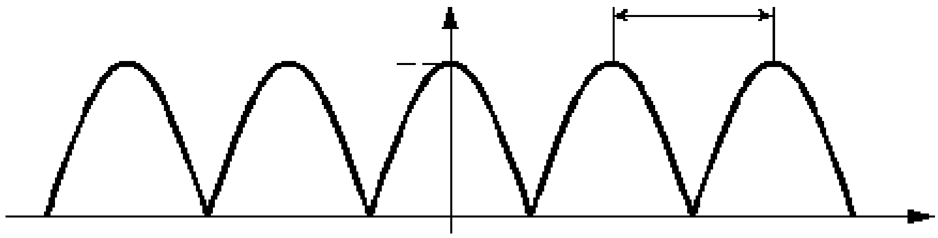


б)

Рисунок 1.12 - Відновлений сигнал



а)



б)

Рисунок 1.13 - Періодична послідовність косинусоїдальних імпульсів

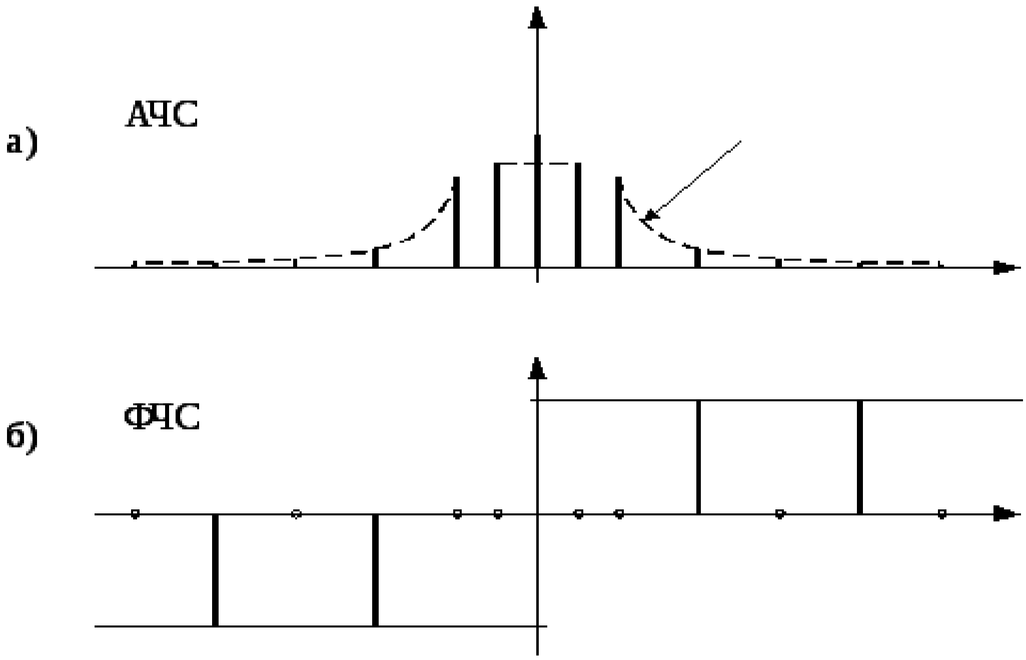
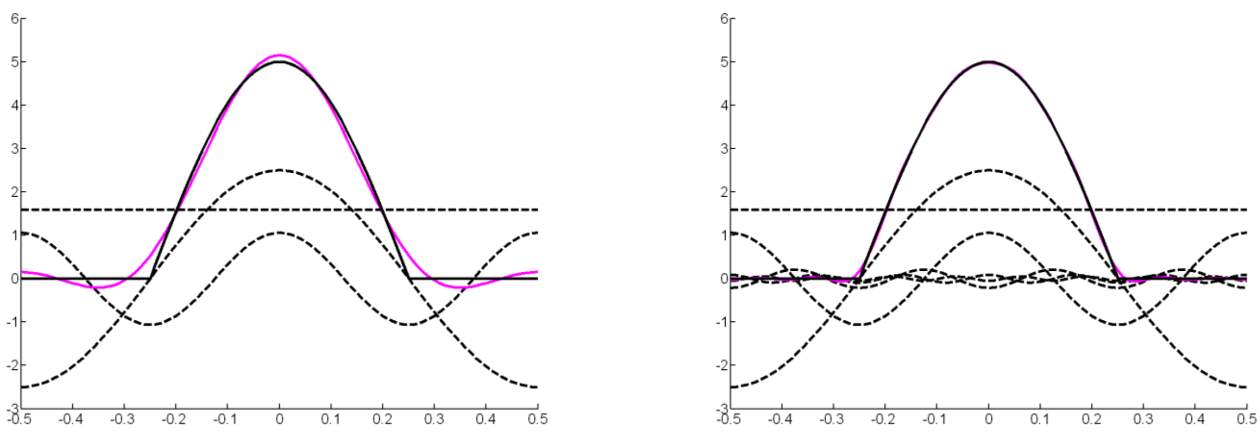


Рисунок 1.14 - АЧС і ФЧС послідовності косинусоїдальних імпульсів

$n = 2$ $n = 5$



а) *б)*

Рис.1.15 Відновлений сигнал

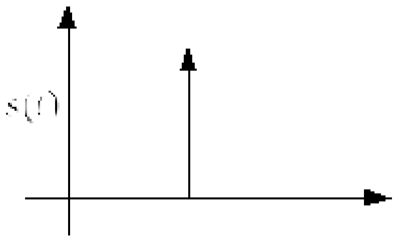


Рис.2.1 Дельта-функція

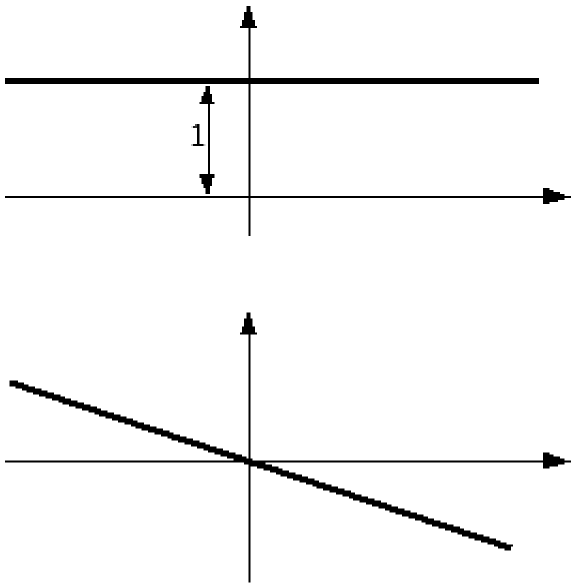


Рис.2.2 АЧС і ФЧС дельта-функції

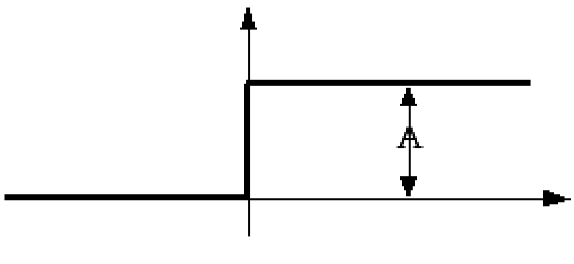


Рис.2.3 Функція вмикання

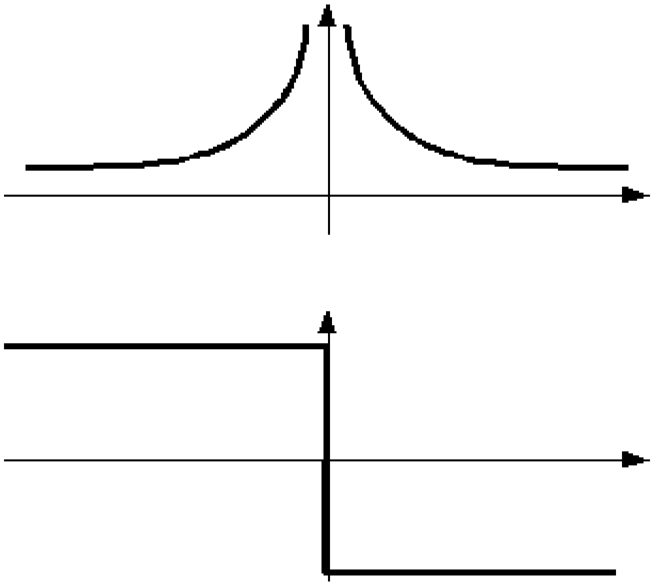


Рис.2.6 АЧС і ФЧС функції вмикання

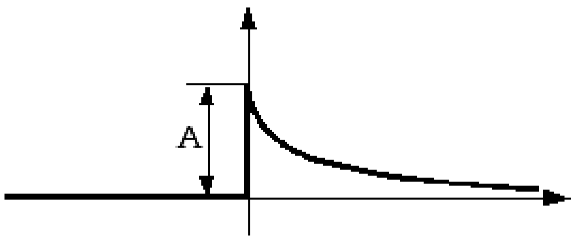


Рис.2.4 Експонентний імпульс

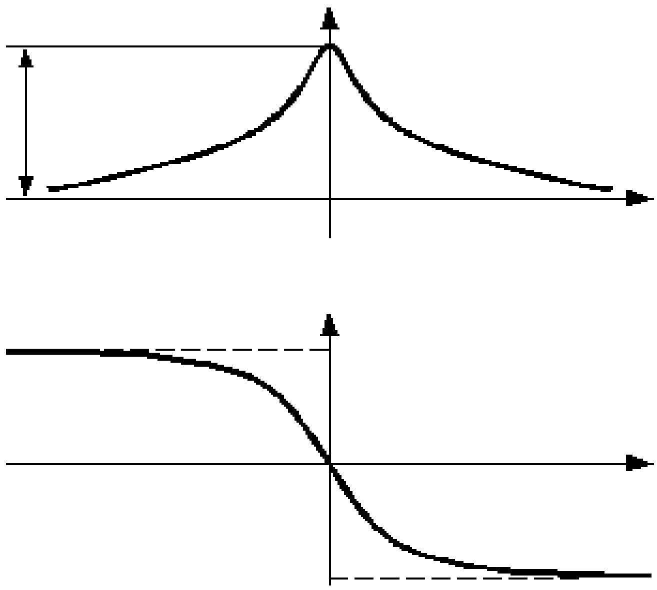


Рис.2.5 АЧС і ФЧС експонентного імпульсу

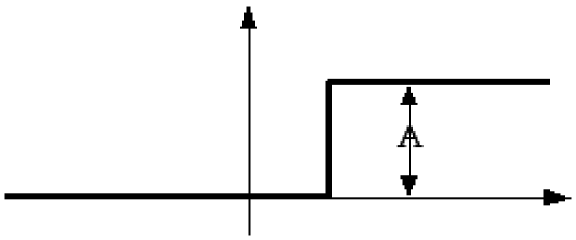


Рис.2.7. Функція вмикання із запізнюванням

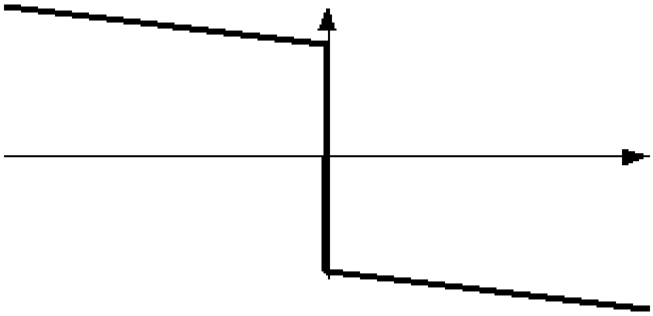


Рис.2.8 ФЧС функції вмикання із запізнюванням

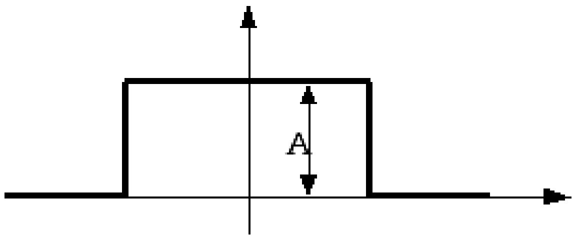
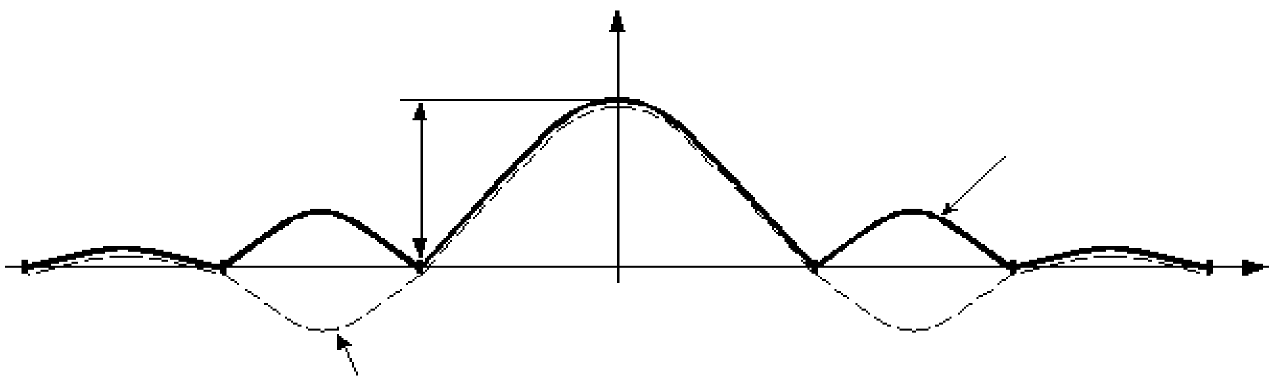


Рис.2.9 Одиночний прямокутний імпульс



а)

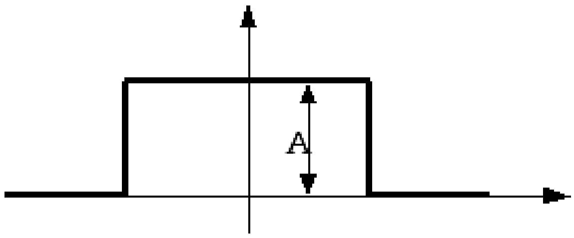
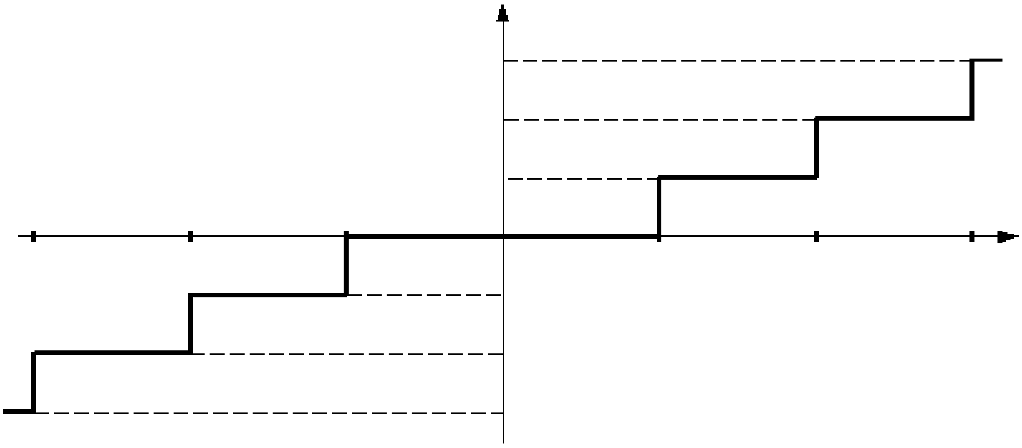
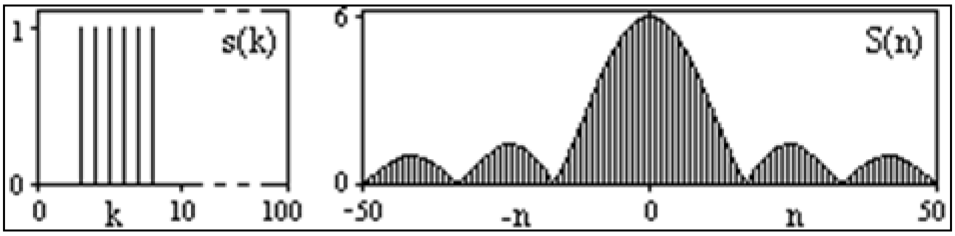


Рис.2.9 Одиночний прямокутний імпульс



б)

Рис.2.10. АЧС і ФЧС одиночного прямокутного імпульсу



Дискретний сигнал та модуль спектра


Цифрова
фільтрація
Методи цифрової обробки сигналів - математичні співвідношення або алгоритми, відповідно до яких виконуються обчислювальні операції над цифровими сигналами
Адаптивна
обробка
сигналів
Спектрально-
кореляційний
аналіз
Модуляція і
демодуляція
сигналів


Жорстка
(апаратна)
логіка
Програмо-
вані логічні
матриці
(ПЛМ)
Засоби
реалізації
цифрової
обробки
сигналів
Персо-
нальні
комп'ю-
тери
Мікро-
контролер
и
Універ-
сальні
мікропроц
есори
Цифрові
сигнальні
процесори
(DSP)