

Яцковський В. І.

*Вінницький
національний аграрний
університет*

Борисюк Д. В.

Романюк О. Н.

Біліченко В. В.

*Вінницький
національний технічний
університет*

Yatskovskiy V. I.

*Vinnytsia National
Agrarian University*

Borysyuk D. V.

Romanyuk O. N.

Bilichenko V. V.

*Vinnytsia National
Technical University*

УДК 621.391

АНАЛОГО-ЦИФРОВЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІБРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ

У статті пропонується розглянути процес аналого-цифрового перетворення віброакустичних сигналів.

Представлено послідовність операцій аналого-цифрового перетворення віброакустичного сигналу.

Проаналізовано структурну схему системи цифрової обробки віброакустичних сигналів.

Ключові слова: цифровий сигнал, аналоговий сигнал, дискретний сигнал, аналого-цифровий перетворювач, обчислюючий пристрій.

Вступ. Сутність цифрової обробки полягає в тому, що фізичний сигнал (напруга, струм) перетворюється в послідовність чисел, яка потім піддається математичним перетворенням в обчислювальному пристрої. Трансформований цифровий сигнал (послідовність чисел) при необхідності може бути перетворений назад в напругу або струм [1, 6].

Основна частина. Вихідний фізичний сигнал є безперервною функцією часу. Такі сигнали, визначені в усі моменти часу, називаються аналоговими $x_a(t)$. Послідовність чисел, що представляє сигнал при цифровій обробці, є дискретним рядом і не може повністю відповідати аналоговому сигналу. Числа, що складають послідовність, є значеннями сигналу в окремі (дискретні) моменти часу і називаються відліками сигналу. Як правило, відліки беруться через рівні проміжки часу T , називаються періодом дискретизації (або інтервалом, кроком дискретизації). Величина, зворотна періоду дискретизації, називається частотою дискретизації: $f_d = 1/T$. Відповідна їй кругова частота визначається наступним чином [2]:

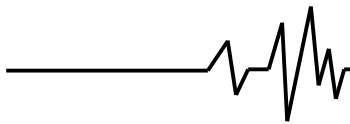
$$\omega_d = 2\pi/T \quad (1)$$

В загальному випадку подання сигналу набором дискретних відліків призводить до втрати інформації, так як ми нічого не знаємо про поведінку сигналу в проміжках між відліками. Однак, існує клас аналогових сигналів, для яких така втрата інформації не відбувається і які можуть бути точно відновлені за значеннями своїх дискретних відліків.

Процес перетворення аналогового сигналу в послідовність відліків називається дискретизацією, а результат такого перетворення - дискретним сигналом [7, 8].

Дискретний сигнал описується гратчастою функцією $x(nT)$, яка приймає будь-які значення в межах деякого інтервалу, в той час як незалежна змінна (час) приймає лише дискретні значення, наприклад, з ряду рівновіддалених значень $t = nT$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) [3, 4].

При обробці віброакустичного сигналу в обчислювальних пристроях його відліки представляються у вигляді двійкових чисел, що мають обмежене число розрядів. Внаслідок цього відліки можуть приймати лише кінцеву кількість значень і, отже, при поданні сигналу



неминуче відбувається його округлення. Процес перетворення відліків сигналу в числа називається квантуванням за рівнем, а виникаючі при цьому помилки округлення - помилками (або шумами) квантування.

Сигнал, дискретний у часі, але не квантований за рівнем, називається

дискретним сигналом. Сигнал, дискретний у часі і квантований за рівнем, називають цифровим сигналом $x_u(nT)$. Сигнали, квантовані за рівнем, але безперервний в часі, на практиці зустрічаються рідко. Різницю між аналоговими, дискретними і цифровими віброакустичними сигналами демонструє рис. 1 [1, 2].

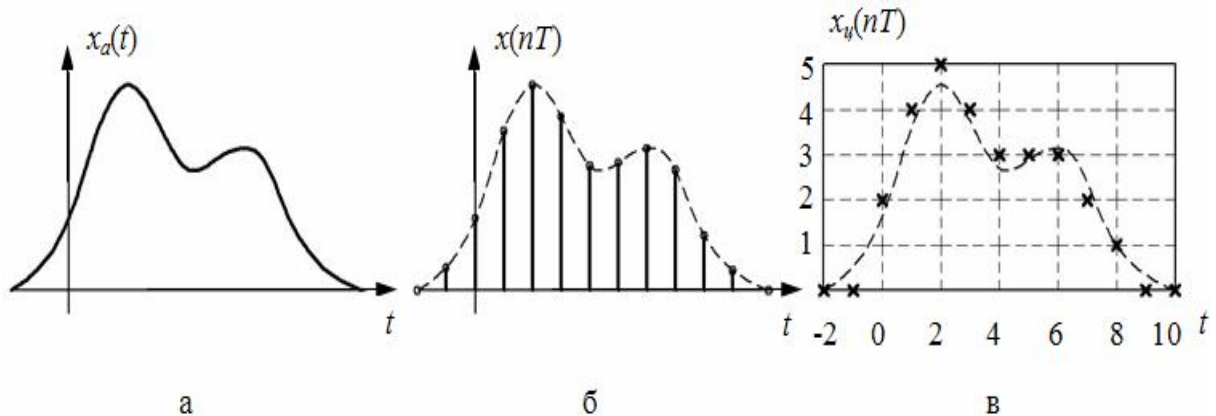


Рис. 1. Графічне зображення сигналів: а – аналоговий; б – дискретний; в – цифровий

Обчислювальні пристрої призначені для обробки сигналів, можуть оперувати тільки цифровими сигналами. Існують також пристрої, побудовані в основному на базі аналогової схемотехніки, які працюють з дискретними

сигналами, представленими у вигляді імпульсів різної амплітуди або тривалості.

Аналого-цифрове перетворення віброакустичних сигналів включає дискретизацію сигналу за часом, квантування за рівнем і цифрове кодування (рис. 2).

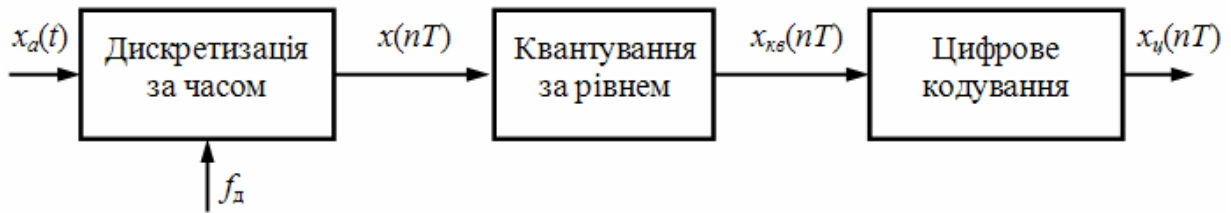


Рис. 2. Послідовність операцій аналого-цифрового перетворення віброакустичного сигналу

В результаті дискретизації утворюється дискретний сигнал $x(nT)$, відповідний вибіркам аналогового сигналу $x_a(t)$ в дискретних рівновіддалених моментах часу nT , дискретний квантований сигнал $x_{кв}(nT)$, що відрізняється кінцевою безліччю прийнятих ним значень і цифровий сигнал $x_u(nT)$ у вигляді послідовності цифрових двійкових кодів з числом розрядів, відповідним розрядності аналого-цифрового перетворювача. Процесором цифрової обробки сигналів згідно з заданим алгоритмом цифрової обробки (оператором Φ) вхідний цифровий сигнал $x_u(nT)$ перетвориться у вихідний цифровий сигнал системи [5]:

$$y_u(nT) = \Phi[x_u(nT)]. \quad (2)$$

Узагальнена структура системи цифрової обробки сигналів наведена на рис. 3. На вхід надходить аналоговий сигнал $x_a(t)$. Його часова

дискретизація і квантування за рівнем виробляються в аналого-цифровому перетворювачі. Взагалі ці два процеси - дискретизація і квантування - є незалежними один від одного, але вони, як правило, виконуються всередині однієї мікросхеми. Вихідним сигналом аналого-цифрового перетворювача є послідовність чисел, що надходить в цифровий процесор, що виконує необхідну обробку. Процесор здійснює різні математичні операції над вхідними відліками; раніше отримані відліки і проміжні результати можуть зберігатися в пам'яті процесора для використання в наступних обчисленнях. Результатом роботи процесора є нова послідовність чисел, що представляють собою відліки вихідного сигналу. Сигнал на виході $x_{вих}(t)$ може бути перетворений за допомогою фільтра.

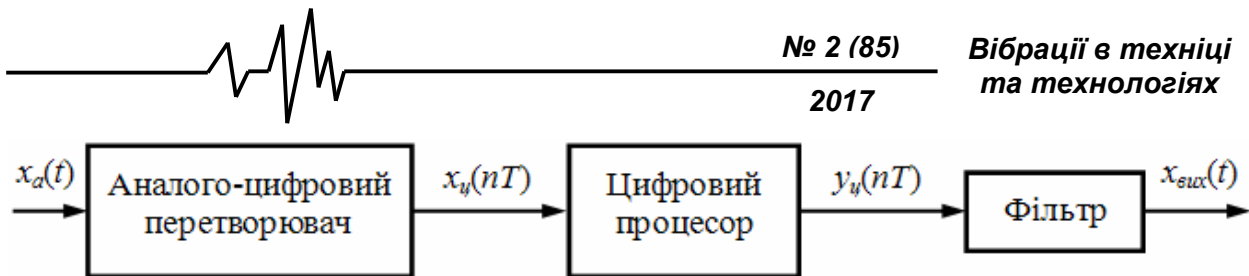


Рис. 3. Структурна схема системи цифрової обробки віброакустичних сигналів

Пристрої, що реалізуються за допомогою структури типу рис. 3, можуть мати найрізноманітніший характер. У цифровій формі можна створювати фільтри, аналізатори спектра, нелінійні перетворювачі сигналів і багато іншого.

Висновок. Включення до складу діагностичної системи пристроїв цифрової обробки сигналів неминуче призводить до появи додаткових похибок. Однак переваги цифрової обробки перед аналоговою при сучасному рівні розвитку обчислювальної техніки такі, що дозволяють отримати значну перевагу в якості функціонування навіть з урахуванням додаткових похибок.

Список використаних джерел

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: БХВ-Петербург, – 2011. – 768 с.
3. Прием и обработка сигналов в авиационных радиоустройствах / А. М. Карлов, В. В. Криницин, А. И. Логвин [та ін.]; за ред. В. В. Криницина. – М.: Транспорт, – 1992. – 328 с.
4. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: Справочник / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. – М.: Радио и связь, – 1985. – 312 с.
5. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов. В 2 ч. Ч. 1. / Глинченко А.С. – Красноярск: Изд-во КГТУ, – 2001. – 199 с.
6. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А.И. Солонина, С.М. Арбузов. – СПб.: БХВ-Петербург, – 2008. – 816 с.
7. Zolzer Udo. Digital Audio Signal Processing / Udo Zolzer. – New York City: John Wiley & Sons Ltd, – 2008. – 334 p.
8. Stanneyby Dag. Digital Signal Processing: DSP and Applications / Dag Stanneyby. – Oxford: Newnes, – 2001. – 239 p.

Список джерел в транслітерації

1. Sergiyenko A.B. Tsifrovaya obrabotka signalov / A.B. Sergiyenko. – SPb.: Piter, – 2002. – 608 s.
2. Sergiyenko A.B. Tsifrovaya obrabotka signalov / A.B. Sergiyenko. – SPb.: BKHV-Peterburg, – 2011. – 768 s.

3. Priyem i obrabotka signalov v aviatsionnykh radioustroystvakh / A. M. Karlov, V. V. Krinitsin, A. I. Logvin [ta in.]; za red. V. V. Krinitsina. – M.: Transport, – 1992. – 328 s.

4. Gol'denberg L.M. i dr. Tsifrovaya obrabotka signalov: Spravochnik / L. M. Goldenberg, B. D. Matyushkin, M. N. Polyak. – M.: Radio i svyaz, – 1985. – 312 s.

5. Glinchenko A.S. Tsifrovaya obrabotka signalov. V 2 ch. CH. 1. / Glinchenko A.S. – Krasnoyarsk: Izd-vo KGTU, – 2001. – 199 s.

6. Solonina A.I. Tsifrovaya obrabotka signalov. Modelirovaniye v MATLAB / A.I. Solonina, S.M. Arbuзов. – SPb.: BKHV-Pegerburg, – 2008. – 816 s.

7. Zolzer Udo. Digital Audio Signal Processing / Udo Zolzer. – New York City: John Wiley & Sons Ltd, – 2008. – 334 p.

8. Stanneyby Dag. Digital Signal Processing: DSP and Applications / Dag Stanneyby. – Oxford: Newnes, – 2001. – 239 p.

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Аннотация. В статье предлагается рассмотреть процесс аналого-цифрового преобразования виброакустических сигналов.

Представлено последовательность операций аналого-цифрового преобразования виброакустического сигнала.

Проанализировано структурную схему системы цифровой обработки виброакустических сигналов.

Ключевые слова: цифровой сигнал, аналоговый сигнал, дискретный сигнал, аналого-цифровой преобразователь, вычислительное устройство.

ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTING OF VIBROACOUSTIC SIGNALS

Annotation. In this article proposes to consider the process of analog-to-digital conversion of vibro-acoustic signals.

Submitted flowchart analog-to-digital conversion of vibro-acoustic signal.

It analyzed a block diagram of a digital processing system of vibro-acoustic signals.

Key words: digital signal, analog signal, digital signal, analog-to-digital converter, the computing device.