

УДК 621.3

А.Я. КУЛИК

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ДИСКРЕТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ  
ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ**

**Анотація.** Розглядається передавання інформації в інформаційно-вимірювальних системах та комп'ютерних мережах в реальних умовах впливу завад. Пропонується алгоритм визначення граничної швидкості передавання.

**Ключові слова:** вимірювання, рівень сигналу, похибка.

**Аннотація.** Рассматривается передача информации в информационно-измерительных системах и компьютерных сетях в реальных условиях влияния помех. Предлагается алгоритм определения предельной скорости.

**Ключевые слова:** измерения, уровень сигнала, погрешность.

**Abstract.** In this article show the information transmitting on the information-measurement systems and computer nets by the real hindrance

**Keywords:** measurement, signal strength, error.

**Вступ**

В розподілених системах різного функціонального призначення та комп'ютерних мережах передавання інформації здійснюється в досить жорстких умовах впливу завад [1, 2]. В результаті їх впливу та наявності спотворень в каналах зв'язку форма сигналу на виході каналу відрізняється від його форми на вході каналу. При надходженні до приймальної частини прямокутна форма елементів сигналу відновлюється за принципом порогових значень чи переходу через нуль. В результаті цього фронти відновлених сигналів на виході каналу зв'язку не співпадають з фронтами початкових імпульсів на його вході. При цьому виникають граничні спотворення сигналів, які можуть призвести до втрати інформації за рахунок втрати синхронізації. Часова відстань між фронтами початкового та кінцевого імпульсів пов'язана із характером та рівнем завад і при певній швидкості передавання буде викликати спотворення інформації. За рахунок підвищення швидкості передавання в реальних умовах, проблема забезпечення ефективного передавання інформації розглядається досить широко, що підтверджується відповідними оглядами [3, 4].

**Мета дослідження**

Під час обміну інформацією основною проблемою є підвищення ефективності передавання, яке полягає у забезпеченні максимальної швидкості передавання із дотриманням необхідної вірогідності приймання даних. Таким чином важливою задачею є визначення граничної швидкості передавання для збереження працездатності пристрою.

**Розв'язок задачі досліджень**

Напряга на приймальному боці каналу зв'язку  $U_{np}(t)$  являє собою суму напруг інформативного сигналу на передавальному боці  $U_{nep}(t)$  та завади  $\Delta U(t)$

$$U_{np}(t) = U_{nep}(t) + \Delta U(t). \quad (1)$$

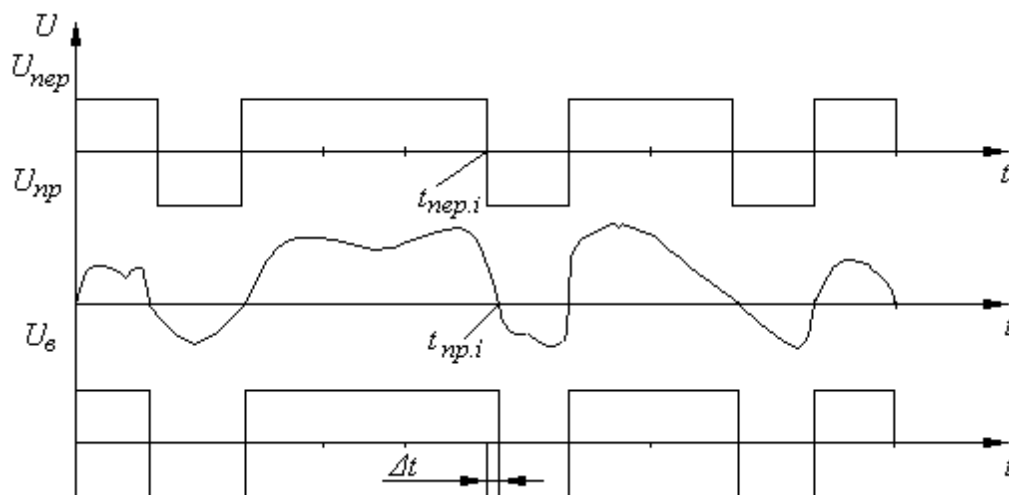


Рисунок 1 – Часові діаграми спотворення сигналів в умовах граничних завад

Час переходу через нуль  $i$ -го імпульсу для сигналу передавання  $t_{nep,i}$  та сигналу приймання  $t_{np,i}$  відрізняється на  $\Delta t$  (рис. 1). Ця різниця визначається переходами через нуль сигналів, що відповідно визначається умовами  $U_{nep}(t) = 0$  та  $U_{np}(t) = 0$ . З урахуванням того, що зсув фронтів

$$\Delta t = t_{nep} \Big|_{U_{nep}(t)=0} - t_{np} \Big|_{U_{np}(t)=0} \quad (2)$$

малий, можна визначити

$$U_{np}(t_{np}) = U_{np}(t_{nep}) + \Delta U(t) \approx U_{np}(t_{nep}) + \left. \frac{dU_{np}(t)}{dt} \right|_{t=t_{nep}} \cdot \Delta t. \quad (3)$$

Виходячи з цього

$$\Delta t = \frac{U_{np}(t_{np}) - U_{np}(t_{nep})}{\left. \frac{dU_{np}(t)}{dt} \right|_{t=t_{nep}}}. \quad (4)$$

Оскільки  $U_{np}(t_{np}) = 0$

$$U_{np}(t_{np}) = U_{nep}(t_{nep}) + \Delta U(t_{nep}) = \Delta U(t_{nep}). \quad (5)$$

Підставляючи отриманий результат у (4), можна отримати

$$\Delta t = \frac{-\Delta U(t_{nep})}{\left. \frac{dU_{np}(t)}{dt} \right|_{t=t_{nep}}}, \quad (6)$$

а з урахуванням того, що похідні можна вважати приблизно рівними

$$\left. \frac{dU_{np}(t)}{dt} \right|_{t=t_{nep}} \approx \left. \frac{dU_{nep}(t)}{dt} \right|_{t=t_{nep}}, \quad (7)$$

стрімкість фронтів імпульсів буде дорівнювати

$$S_{\phi} = \frac{v_{\phi}}{U_1 - U_0} = \frac{dU_{nep}(t)}{dt} \cdot \frac{1}{U_1 - U_0}. \quad (8)$$

де  $v_{\phi} = \frac{dU_{nep}(t)}{dt}$  – швидкість зростання фронту

$U_0$  та  $U_1$  – відповідно рівні логічних „нуля” та „одиниці”.

Тоді

$$\Delta t = -\frac{\Delta U(t_{nep})}{S_{\phi} \cdot (U_1 - U_0)}. \quad (9)$$

З урахуванням виду модуляції, що характеризується коефіцієнтом  $k_m$ , швидкість передавання сигналів каналом зв'язку  $v_c$  пов'язана зі швидкістю передавання інформації  $v_i$  співвідношенням

$$v_c = \frac{v_i}{k_m}. \quad (10)$$

Степінь граничного спотворення імпульсів визначається співвідношенням

$$\delta_i = \frac{\Delta t}{\tau_i}. \quad (11)$$

Тоді

$$\delta_i = -\frac{\Delta U(t_{nep})}{S_\phi \cdot (U_1 - U_0)} \cdot \frac{v_i}{k_m}. \quad (12)$$

Виходячи з того, що під час передавання в каналі зв'язку здійснюється взаємодія декількох чинників, які мають випадковий характер і незалежні одна від одної, результуючий закон розподілу буде наближатися до нормального

$$f(\Delta U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot U_\xi} \cdot e^{-\frac{(\Delta U)^2}{2U_\xi^2}}. \quad (13)$$

Щільність розподілу випадкової величини  $f(\delta)$  можна знайти з (13), користуючись відомим виразом

$$f(\delta) = f(\Delta U) \cdot \left| \frac{d(\Delta U)}{dt} \right|, \quad (14)$$

$$\Delta U(t_{nep}) = -\frac{S_\phi \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}{v_i} \cdot \delta, \quad (15)$$

$$\frac{d\Delta U(t_{nep})}{dt} = -\frac{S_\phi \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}{v_i}. \quad (16)$$

Підставляючи (15) та (12) до (13), можна отримати

$$f(\Delta U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot U_\xi \cdot \frac{v_i}{S_\phi \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}} \cdot e^{-\frac{\delta^2}{2 \left( \frac{U_\xi \cdot v_i}{S_\phi \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m} \right)^2}}. \quad (17)$$

Виходячи з отриманого виразу, середньоквадратичне відхилення степені граничного спотворення імпульсів визначається співвідношенням

$$\sigma_\delta = U_\xi \cdot \frac{v_i}{S_\phi \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}. \quad (18)$$

До отриманої формули (18) входить швидкість передавання інформації та різниця між рівнями напруги логічних "одиниці" та "нуля", тобто параметри, які можуть варіюватися під час передавання. Виходячи з правила "3σ", яке показує, що 99,7% значень попадають до цього інтервалу, можна підібрати оптимальні швидкість передавання  $v_i$  та рівні сигналів  $U_1$  і  $U_0$ , задаючись граничним спотворенням імпульсів  $\delta$  з умови підтримання працездатності пристрою передавання. Тобто кінцева формула буде мати вигляд

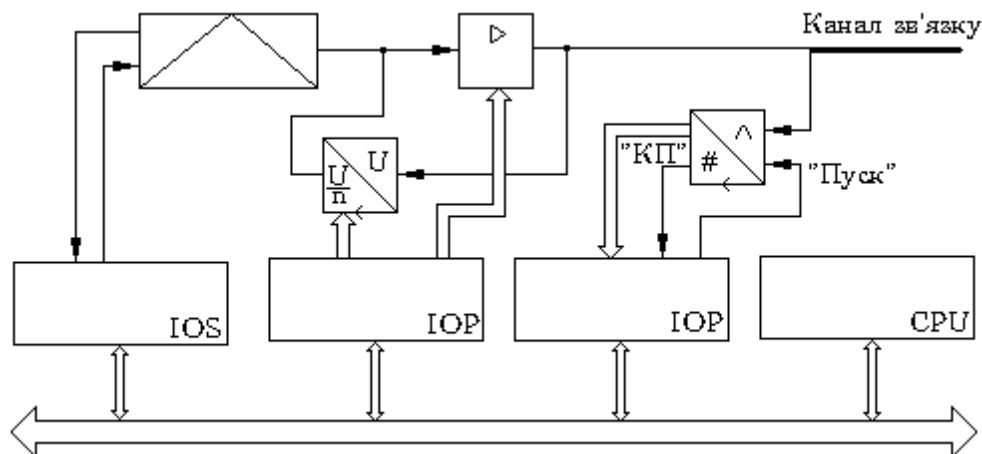


Рисунок 2 – Структура засобів обміну інформацією для реалізації алгоритму адаптації

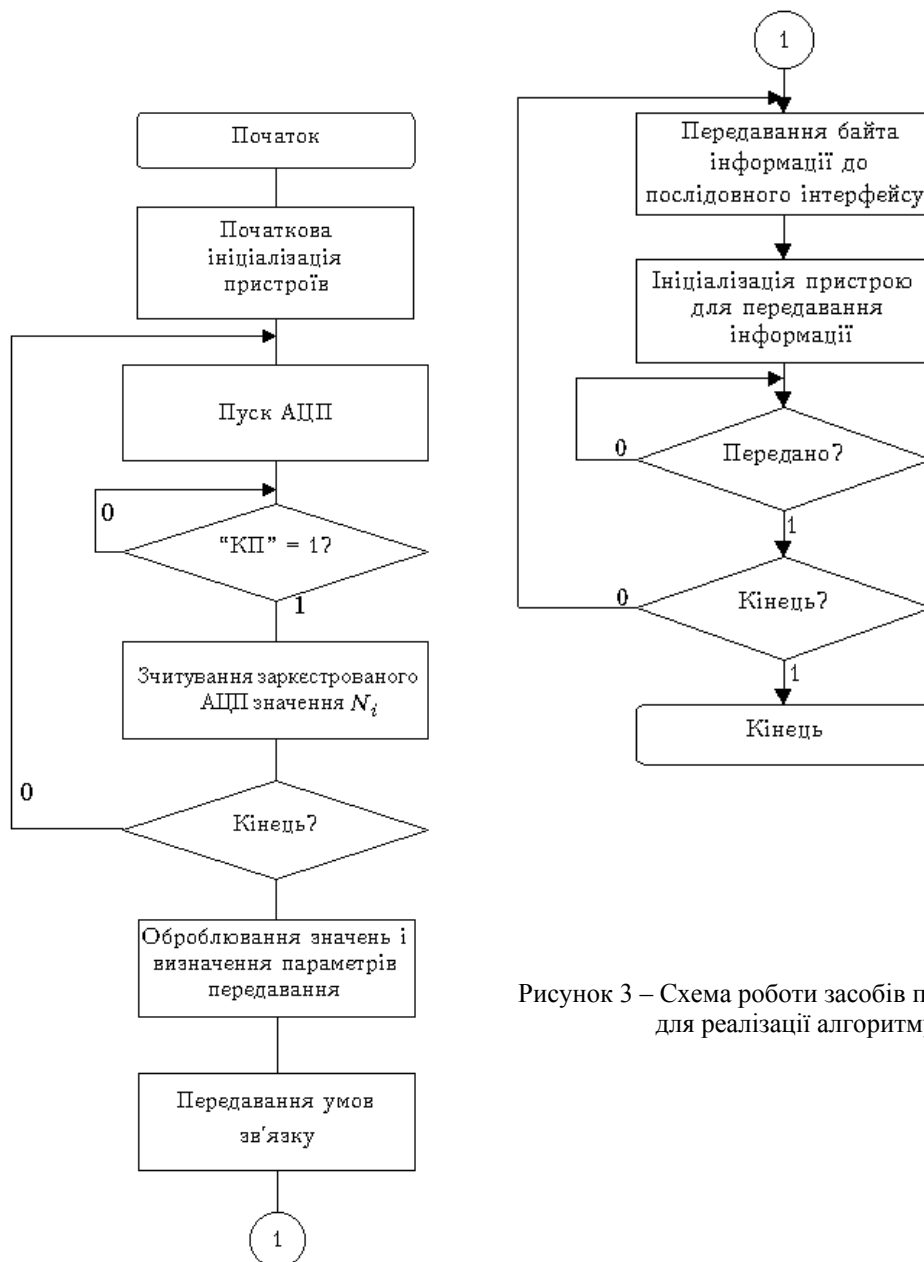


Рисунок 3 – Схема роботи засобів передавання інформації для реалізації алгоритму адаптації

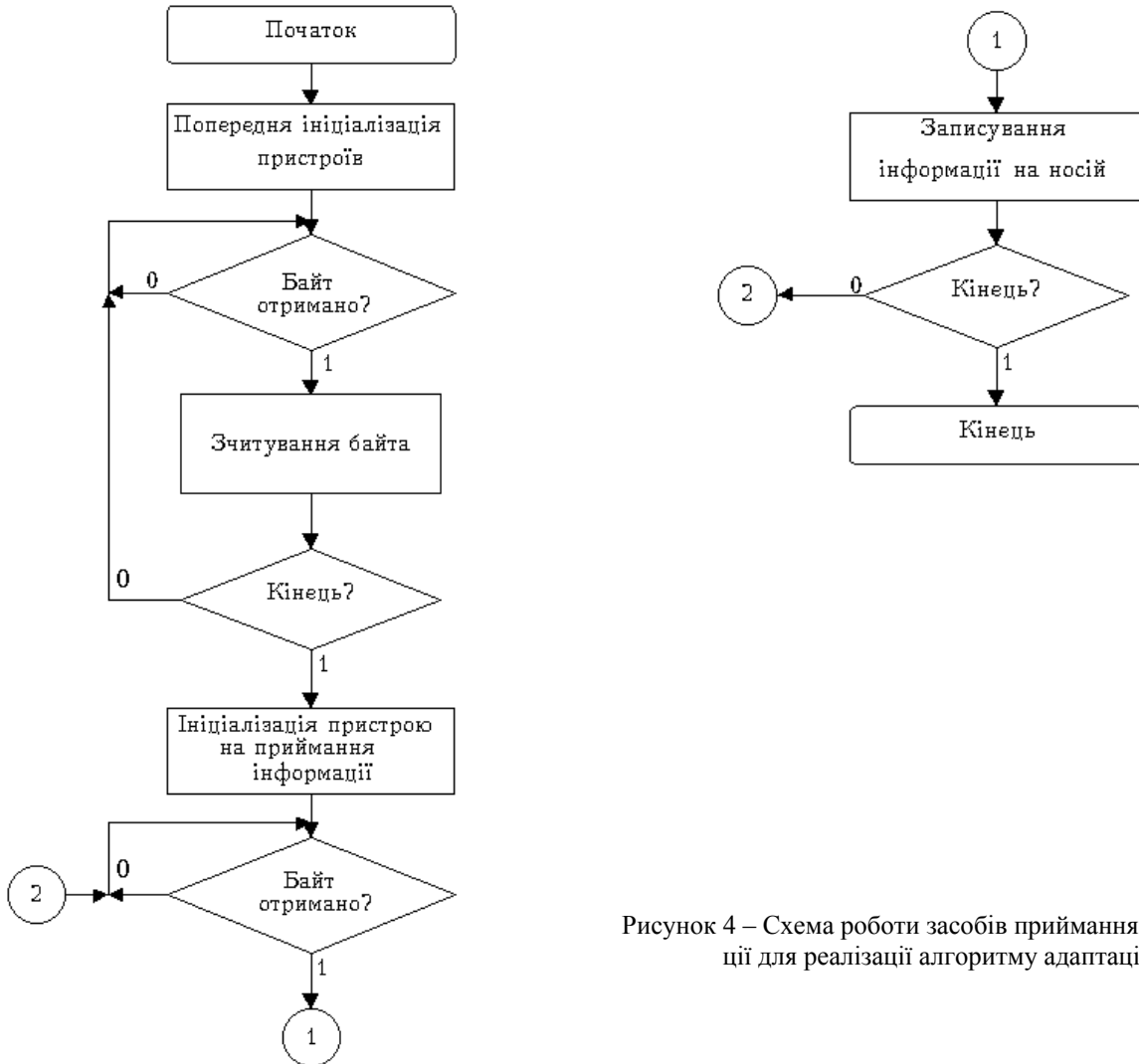


Рисунок 4 – Схема роботи засобів приймання інформації для реалізації алгоритму адаптації

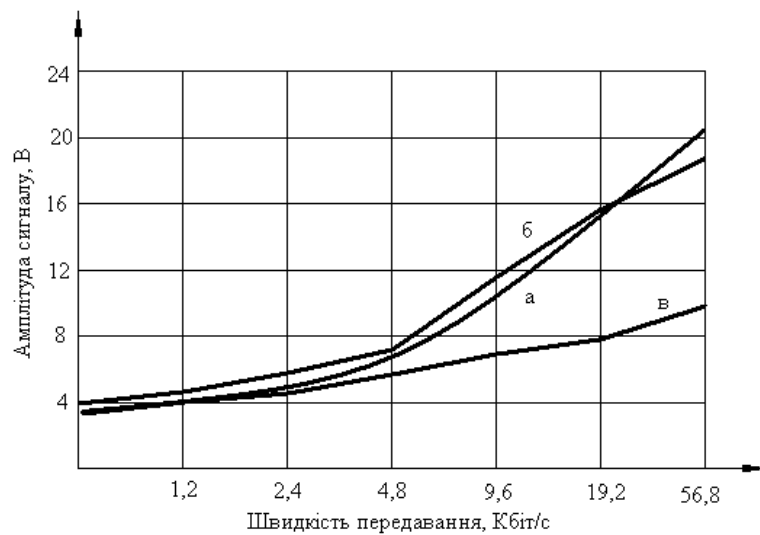


Рисунок 5 – Теоретична та експлуатаційна характеристики пристрою, що реалізує метод адаптації з урахуванням граничних завод: а – теоретична; б – експлуатаційна (без адаптації); в – експлуатаційна з адаптацією

$$\delta_{\max} = 3U_{\xi} \cdot \frac{v_{\max}}{S_{\phi} \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}, \quad (19)$$

$$v_{\max} = \frac{\delta_{\max} \cdot S_{\phi} \cdot (U_1 - U_0) \cdot k_m}{3 \cdot U_{\xi}}. \quad (20)$$

### Висновки

Таким чином, виходячи з відомих параметрів передавання (амплітуди рівнів логічних нуля та одиниці, стрімкості фронтів), визначивши амплітуду завади в каналі зв'язку та задавшись похибкою, можна отримати максимальне значення швидкості передавання для реальних умов. Описаний алгоритм може бути реалізований програмно-апаратним шляхом на базі персонального комп'ютера чи мікропроцесорного контролера (рис. 2) [5] із програмними драйверами, наведеними на рис. 3, 4. При цьому може бути задіяний режим програмного опитування, переривань чи прямого доступу до пам'яті. Отримані результати підтверджуються експериментальною перевіркою, результати якої наведені на рис. 5.

### Список використаної літератури

1. Кветний Р.Н., Компанець М.М., Кривогубченко С.Г., Кулик А.Я. Основи техніки передавання інформації. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2002, 358 с.
2. Шварцман В.О., Емельянов Г.А. Теория передачи дискретной информации. – М.: Связь, 1979, с. 112 – 118.
3. Кулик А.Я. Адаптивні алгоритми передавання інформації. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 213 с.
4. Кветний Р.Н., Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Кривогубченко Д.С. Методи адаптації пристроїв передавання інформації до параметрів каналу зв'язку. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 213 с.
5. Патент України на винахід 52880А. Н03М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання та пристрій для його реалізації. Бюл. № 1, 15.01.2003 / Кветний Р.Н., Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Компанець М.М., Кривогубченко Д.С.

Стаття надійшла до редакції: 26.05.2010.

### Відомості про авторів

**Кулик Анатолій Ярославович** – д.т.н., доцент, професор кафедри автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки Вінницького національного технічного університету, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021, тел. (0432) 598-437, E-mail: kulyk@inaeksu.vstu.vinnica.ua