



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 48411

(13) A

(51) B H03M13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ДИСКРЕТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З АДАПТАЦІЄЮ ДО ПАРАМЕТРІВ КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ**

1

2

(21) 2001064414

(22) 23 06 2001

(24) 15 08 2002

(46) 15 08 2002, Бюл. № 8, 2002 р.

(72) Кветний Роман Наумович, Кулик Анатолій Ярославович, Кривогубченко Сергій Григорович, Компанець Микола Миколайович, Кривогубченко Денис Сергійович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1 Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією до параметрів каналу зв'язку, який включає зчитування байта інформації з носія, перетворення його на послідовний код і передавання до каналу зв'язку, який відрізняється тим, що на передавальному боці додатково визначають швидкість передавання інформації, визначають період вимірювань напруги завад у каналі зв'язку, визначають середнє значення напруги завад у каналі, розраховують перевищення рівня завад над базовим m , розраховують значення $(\log_2 m+1)$, приводять отримане значення до непарного числа округленням в більший бік, передають каналом зв'язку на приймальний бік умови передавання (кількість повторів) і передають байт інформації каналом зв'язку визначену кількість разів, на приймальному боці з каналу зв'язку приймають умови передавання (кількість повторів однієї і тієї самої інформації), отримують з каналу зв'язку байт

інформації визначену кількість разів, перетворюють його на паралельний код і записують значення до оперативного запам'ятовувального пристрою, здійснюють побітове визначення вмісту розрядів байта за максимальною кількістю їх значень (нулів та одиниць)

2 Пристрій для передавання дискретної інформації, який містить персональний комп'ютер у складі центрального процесора, оперативного запам'ятовувального пристрою, постійного запам'ятовувального пристрою, носія інформації та системного каналу, послідовний порт та канал зв'язку, який відрізняється тим, що до нього введено аналого-цифровий перетворювач, програмований таймер та паралельний порт, причому до каналу зв'язку підключені вхід аналого-цифрового перетворювача та вихід послідовного порту з передавального боку та вхід послідовного порту з приймального, перший канал паралельного порту зв'язаний з інформаційним виходом аналого-цифрового перетворювача, другий канал з'єднаний з виходом "Кінець перетворення" аналого-цифрового перетворювача, за допомогою системного каналу центрального процесора зв'язаний з модулями персонального комп'ютера, послідовним та паралельним портами, а також програмованим таймером

Винахід відноситься до техніки передавання інформації і може використовуватися в інформаційно-вимірювальних системах, комп'ютерних мережах та системах обміну інформацією

Відомий спосіб передавання та приймання двійкових сигналів та пристрій для його реалізації (Авторське свідоцтво СРСР № 1164892, МКІ H03M 13/00, бюлетень "Изобретения стран мира", 1985, № 18).

Спосіб полягає в тому, що під час передавання перед кожним імпульсом перетворюваної послідовності формують додатковий, полярності якого встановлюють у відповідності з кореляційним

перетворенням полярності імпульсів початкової двійкової послідовності, а під час приймання перед порівнянням кожного сигналу, отриманого після стробування із заданим порогом, визначають його полярність і формують сигнал, що відповідає полярності даного сигналу, отриманого після стробування і сигнал передбачення полярності наступного сигналу, отриманого після стробування в наступний відліковий момент часу у відповідності з кореляційним перетворенням, що здійснюється під час передавання, який порівнюється з сигналом, що відповідає полярності наступного сигналу, отриманого після стробування, а при їх невідповідності

(13) A

(11) 48411

(19) UA

дності збільшують завданій поріг

Відомий також спосіб кодування та передавання інформації (Ангорське свідоцтво СРСР № 1432788, МКІ Н03М 13/00 бюлетень "Открытия Изобретения", 1988, № 39)

Спосіб містить в собі кодування інформаційної послідовності елементарних бінарних сигналів за допомогою частотної маніпуляції з неперервною фазою і наступне передавання модульованого сигналу каналом зв'язку. Завдяки передаванню кожних n ($n \geq 1$), кодованих загортковим кодом елементарних двійкових сигналів інформаційної послідовності з некодованим елементарним двійковим сигналом ціл самої послідовності, після чого здійснюють частотну модуляцію з неперервною фазою. При цьому забезпечується підвищення швидкості передавання. Кодова відстань лишається незмінною.

Вказані способи мають той недолік, що не враховують умов передавання інформації каналом зв'язку.

Найбільш близьким по технічній суті є спосіб кодування і передавання інформації із захистом та пристрій для його реалізації (Патент України на винахід № 23491 А, МКІ Н03М 13/00, бюлетень "Промислова власність", 1998, № 4)

Спосіб вміщує в собі моделювання послідовності елементарних двійкових сигналів і передавання їх каналом зв'язку у вигляді стандартного блока. На передавальному боці чисельними методами розраховуються коефіцієнти ряду Фур'є, отримані гармоніки по черзі відкидають, починаючи з кінця, до тих пір, поки похибка відновлення буде в межах 0,5, досягаючи мінімального складу ряду Фур'є. Отримані коефіцієнти розбивають на байти за правилами комп'ютерної адресування, перетворюють на послідовний код і передають до каналу зв'язку. На приймальному боці елементарні двійкові сигнали зчитують з каналу зв'язку, демодулюють, перетворюють на паралельний код по байтах, вводять до персонального комп'ютера, де за правилами комп'ютерного адресування з них формують коефіцієнти ряду Фур'є довжиною у стандартне машинне слово, розраховують значення функції і аргументу, що дорівнює 1, 2, ..., n , де n - довжина стандартного блока інформації, а отримані значення округлюють до найближчого цілого числа.

Вказаний спосіб, як і попередні, розрахований на відновлення сигналу, що формується на передавальному пункті, із заданою похибкою. При цьому не враховуються особливості передавання.

При передаванні сигналів інформації в умовах кодової імпульсної модуляції немає необхідності у повному відновленні прямокутного імпульсу, за рахунок чого є достатнім передавати не ряд гармонік, а лише основну. При цьому сигнал буде являти собою послідовну комбінацію з восьми гармонічних сигналів фіксованих частот $f_c/2, f_c/4, f_c/6, f_c/8, f_c/10, f_c/12, f_c/14, f_c/16$. Навть якщо не ставити на виході вісім окремих вузькосмугових фільтрів, а використовувати один достатньо широко-смуговий, то зайнята каналом смуга частот буде являти собою

$$\Delta f = f_{\max} - f_{\min} = \frac{f_c}{2} - \frac{f_c}{16} = \frac{7}{16} \cdot f_c, \quad (1)$$

де f_c - частота синхронізації послідовного інтерфейсу.

Час передавання залежить від швидкості передавання, тривалості однієї кодової комбінації та об'єму файлу, що передається:

$$t = \frac{1}{f_c} \cdot n \cdot N = \frac{1}{k \cdot v} \cdot n \cdot N, \quad (2)$$

де N - кількість переданих кодових комбінацій, n - кількість розрядів в одній переданій кодовій комбінації,

v - швидкість передавання інформації, бп/с,

k - коефіцієнт масштабування, що визначає відповідність між швидкістю передавання інформації та частотою синхронізації, в більшості випадків він чисельно дорівнює 1 Гц/бп.

Відповідно до класичного подання параметрів сигналу, що передається (Кузьмін ІВ, Кедров ВА. Основы теории информации и кодирования - К. Вища школа, 1977, с. 131 - 133), його об'єм буде складати

$$V = \log_2 \frac{P_n}{P_s} = \log_2 \frac{1}{f_c} \cdot \frac{1}{f_c} \cdot n \cdot N = \frac{1}{16} \cdot n \cdot N \cdot \log_2 \frac{P}{P_s}, \quad \dots$$

P_s - потужність завади.

Якщо передавання інформації здійснюється в байтовому форматі ($n = 8$), то об'єм сигналу буде являти собою

$$V = 3,5 \cdot N \cdot \log_2 \frac{P_c}{P_s} \quad (4)$$

Таким чином, до об'єму сигналу входять обсяг файлу, що підлягає передаванню, та співвідношення сигнал/шум. Змінюючи ці складові з умови рівності об'єму сигналу можна добиватися найбільш ефективного режиму передавання.

Недоліком прототипу є те, що умови передавання (такі параметри як рівень завад або співвідношення сигнал/шум) ним взагалі не враховуються, що призводить до зниження вірогідності передавання інформації за рахунок вливу завад.

Таким чином, суттєвий ефект може дати врахування цього параметру і розроблення алгоритму адаптації засобу передавання до параметрів каналу.

В основу винаходу покладена задача створення способу передавання інформації, при якому за рахунок введення нових операцій забезпечується адаптація пристрою передавання до параметрів каналу, завдяки чому зменшується вплив завад і підвищується вірогідність передавання інформації.

Вказана задача вирішується тим, що на передавальному боці спочатку здійснюється вимірювання рівня завад в каналі зв'язку, після чого визначається кількість разів, які необхідно повторювати передавання, а лише тоді в режимі накопичування здійснюється передавання інформації з повторюванням та арбтражем.

Якщо на протязі часу передавання рівень сигналу постійний і дорівнює U_c , а на сигнал впливає адитивна завада U_s , то послідовність підрахунків можна подати у вигляді

$$\begin{cases} U_1 = U_c + U_{g1} \\ U_2 = U_c + U_{g2} \\ \dots \\ U_m = U_c + U_{gm} \end{cases} \quad (5)$$

де U_{gm} - значення напруги в момент m -го підрахунку

В каналі зв'язку буде проходити сигнал

$$U = \sum_{i=1}^m (U_c + U_{gi}) = m \cdot U_c + \sum_{i=1}^m U_{gi} \quad (6)$$

Відношення потужностей сигналу та завади буде визначатися співвідношенням

$$\left(\frac{P_c}{P_g} \right) = \frac{(m \cdot U_c)^2}{D \left(\sum_{i=1}^m U_{gi} \right)} \quad (7)$$

$$D \left(\sum_{i=1}^m U_{gi} \right)$$

- дисперсія завади в каналі зв'язку
З урахуванням того, що значення рівня завади некорельовані, дисперсія суми підрахунків U_{gi} дорівнює сумі дисперсій відрхунків

$$D \left(\sum_{i=1}^m U_{gi} \right) = \sum_{i=1}^m D(U_{gi}) \quad (8)$$

Вважаючи, що завада є стаціонарним випадковим процесом, можна отримати,

$$D \left(\sum_{i=1}^m U_{gi} \right) = m D(\xi) \quad (9)$$

Тоді співвідношення потужностей сигналу і завади в каналі зв'язку можна подати у вигляді

$$\left(\frac{P_c}{P_g} \right) = \frac{(m U_c)^2}{m D(U_c)} = m \frac{U_c^2}{D(U_c)} = m \left(\frac{P_c}{P_g} \right) \quad (10)$$

Тобто, при перерахованих вище умовах повторне передавання однієї і тієї самої інформації m разів можна розглядати як збільшення відношення сигнал/шум в m разів

Визначений формулою (4) обсяг сигналу V можна записати у вигляді

$$\begin{aligned} i &= 3.5 \cdot \log_2 \left(\frac{P_c}{P_g} \right) = 3.5 \cdot \log_2 \left(\frac{P_c}{P_g} \cdot \frac{1}{m} \cdot m \right) = 3.5 \cdot N \cdot \log_2 \left(\frac{P_c}{P_g} \cdot m \right) = \\ &= 3.5 \cdot \left[\log_2 m + \log_2 \left(\frac{P_c}{P_g} \right) \right] = 3.5 \cdot \log_2 m + 3.5 \cdot \log_2 \left(\frac{P_c}{P_g} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

Або, якщо від потужності переходити до амплітуди

$$\begin{aligned} i &= 3.5 \cdot N \cdot \log_2 \left(\frac{U_c}{U_g} \right) = 7 \cdot N \cdot \log_2 \left(\frac{U_c}{U_g} \cdot \frac{1}{m} \cdot m \right) = 7 \cdot \log_2 \left(\frac{U_c}{U_g} \cdot m \right) = \\ &= 7 \cdot \left[\log_2 m + \log_2 \left(\frac{U_c}{U_g} \right) \right] = 7 \cdot \log_2 m + 7 \cdot \log_2 \left(\frac{U_c}{U_g} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

Практично виразами (11) та (12) можна інтерпретувати таким чином якщо рівень завад збільшився у m разів, то інформацію, що передається до каналу зв'язку, необхідно повторювати $\log_2 m$

разів або передавати $(\log_2 m + 1)$ разів. При цьому вплив випадкових завад зменшується в $\log_2 m$ разів, тобто зменшується імовірність створення сигналу і, відповідно, в $\log_2 m$ разів збільшується відповідність передавання інформації каналом зв'язку.

При m -кратному передаванні для підвищення ефективності доцільно реалізувати режим арбітражу, коли інформація передається непарну кількість разів і за більшістю повторень визначається правильна.

Рєєстрацію значень напруги потрібно здійснювати в умовах, наближених до реального режиму передавання (з урахуванням швидкості) для уникнення динамічної похибки. Період вимірювання напруги завади необхідно визначити зі співвідношення

$$T_{\text{вим}} = \tau_{\text{мг}} = \frac{1}{k \cdot \nu} \quad (13)$$

Де $\tau_{\text{імф}}$ - тривалість передавання одного інформаційного імпульсу

Відомий пристрій для приймання дискретних сигналів з кореляційним кодуванням по рівню (Авторське свідоцтво СРСР № 1164892, МКІ НОЗМ 13/00, бюлетень "Изобретения стран мира", 1985, № 18), який вміщує в себе блок кодування і формувач сигналів на передавальному боці, а також формувач вхідного сигналу, блок вирішення, реєстр зсуву, блок передбачення знаку, блок порівняння, елемент співпадіння та інвертор.

Відомий також пристрій для реєстрації способу кодування і передавання інформації (Авторське свідоцтво СРСР № 1432788, МКІ НОЗМ 13/12, бюлетень "Открытия Изобретения", 1988, № 39), який вміщує в собі комутатори, блок старозового кодування, блок модуляції та канал зв'язку.

Недоліком даних пристроїв є те, що вони не враховують параметрів каналу передавання.

Найбільш близьким на технічному суттю є пристрій для реалізації способу кодування і передавання інформації із захистом (Патент України на винахід № 23491 А, МКІ НОЗМ 13/00, бюлетень "Промислова власність", 1998, № 4), який вміщує персональний комп'ютер у складі центрального процесора, оперативного запам'ятовувального пристрою, монітора, клавіатури та носія інформації, арифметичного співпроцесора, друкувального пристрою та системного каналу, канал передавання інформації, модем, програмований контролер переривань та послідовний порт, причому модем зв'язаний з каналом передавання інформації, по двунправленій шині зв'язаний інформаційним каналом послідовного порту, виходи запитів переривання якого підключені до входів програмованого контролера переривань, а за допомогою системного каналу центральний процесор зв'язаний з арифметичним співпроцесором, постійним та оперативним запам'ятовувальними пристроями, монітором, клавіатурою, друкувальним пристроєм та носієм інформації.

Недоліком цього пристрою є те, що під час організації передавання інформації він не враховує параметрів каналу обміну (рівня завад та співвідношення сигнал/шум).

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою передавання дискретної інфо-

рмації, в якому за рахунок введення нових блоків зв'язків реалізується адаптація пристрою до параметрів каналу зв'язку. Це здійснюється завдяки введенню до складу передавальної частини пристрою аналого-цифрового перетворювача, паралельного інтерфейсу та програмованого таймера з відповідними зв'язками.

Поставлена задача досягається тим, що до пристрою, який вміщує персональний комп'ютер у складі центрального процесора, оперативного запам'ятовувального пристрою, постійного запам'ятовувального пристрою, носія інформації та системного каналу, послідовний порт та канал зв'язку додатково введені блок аналого-цифровий перетворювач, паралельний порт та програмований таймер, причому до каналу зв'язку підключені вхід аналого-цифрового перетворювача та вихід послідовного порту з передавального боку та вихід послідовного порту з приймального, вхід "Пуск" аналого-цифрового перетворювача підключений до одного каналу паралельного порту, вихід "Кінець перетворення" – до другого, а інформаційна шина – до третього, за допомогою системного каналу центральний процесор пов'язаний з модулями персонального комп'ютера, послідовним та паралельним портами, а також програмованим таймером.

Введення аналого-цифрового перетворювача та паралельного порту на передавальному боці дозволяє вимірювати напругу завади, що впливає на канал зв'язку. Введення програмованого таймера дозволяє проводити вимірювання напруги завади з визначеним періодом, який відповідає періоду передавання інформації до каналу зв'язку.

На фіг. 1 подана схема пристрою, що реалізує спосіб передавання інформації, на фіг. 2 – схема роботи пристрою з передавального боку, а на фіг. 3 – схема роботи пристрою з приймального боку.

Пристрій для передавання дискретної інформації з адаптацією до параметрів каналу зв'язку вміщує канал зв'язку 1, до якого підключений аналоговий вхід а аналого-цифрового перетворювача 2, персональний комп'ютер 3, в якому за допомогою системного каналу 4 центральний процесор 5 пов'язаний з послідовним портом 6, паралельним портом 7, програмованим таймером 8 та модулями персонального комп'ютера 3, носієм інформації 9, оперативним запам'ятовувальним пристроєм 11, вихід послідовного порту підключений до каналу зв'язку 1 з передавального боку, а вхід – з приймального, перший канал паралельного порту 7 підключений до інформаційного виходу аналого-цифрового перетворювача 2, другий канал – до його виходу "Кінець перетворення", а третій – до виходу "Пуск".

Описаний спосіб вміщує дві у такій послідовності:

На передавальному боці

- визначення швидкості передавання інформації,
- визначення персональним комп'ютером 3 періоду вимірювань напруги завади у каналі зв'язку 1 за формулою (13),
- визначення за допомогою аналого-цифрового перетворювача 2, паралельного порту 7 та персонального комп'ютера 3 середнього зна-

чення напруги завади у каналі 1,

- розрахунок перевищення рівня завади над базовим m за допомогою персонального комп'ютера 3,

- розрахунок персональним комп'ютером 3 значення $(\log_2 m + 1)$,

- приведення отриманого значення до непарного числа округленням в більший бік,

- передавання каналом 1 на приймальний бік умов передавання (кількості повторів),

- зчитування байта інформації з носія 9,

- перетворення його на послідовний код за допомогою порту 6,

- передавання його до каналу зв'язку 1 визначену кількість разів,

на приймальному боці

- приймання з каналу зв'язку 1 умов передавання (повторів однієї і тієї самої інформації),

- отримання з каналу 1 байта інформації визначену кількість разів через послідовний порт 6,

- перетворення його на паралельний код послідовним портом 6 і зчитування значень до оперативного запам'ятовувального пристрою 10 персонального комп'ютера 3,

- побітове визначення вмісту розрядів байта за максимальною кількістю їх значень (нулів та одиниць).

Пристрій працює у відповідності із схемами роботи, наведеними на фіг. 2 та фіг. 3. При увімкненні живлення центральний процесор 5 здійснює ініціалізацію портів і приводить розрахунок періоду вимірювання напруги завади у відповідності з формулою (13). Після цього здійснюється програмування таймера 8 на розрахований часовий інтервал і одночасно із його запуском через паралельний порт 7 формується сигнал "Пуск". Аналого-цифровий перетворювач здійснює квантування рівня напруги завади у відповідності з формулою

$$N = \frac{U}{U_{on}} \cdot N_{max} \quad (14)$$

де U_{on} – значення опорної напруги аналого-цифрового перетворювача 2,

N_{max} – максимальний код, який може зафіксувати аналого-цифровий перетворювач 2.

Після встановлення аналого-цифровим перетворювачем 2 сигналу "Кінець перетворення", результат зчитується центральним процесором 5 через перший канал паралельного інтерфейсу 7 до оперативного запам'ятовувального пристрою 10. Після цього центральний процесор починає контроль стану програмованого таймера 8, який працює в режимі від'ємного рахування. Стан нуля програмованого таймера 8 означає, що період вимірювання завершений і розпочинається наступний. До програмованого таймера 8 знов записується код, який відповідає періоду вимірювання і цикл повторюється. Реєстрація продовжується до тих пір, поки весь масив значень не буде зареєстрований і записаний до оперативного запам'ятовувального пристрою.

Зареєстрований масив значень напруги оброблюється за принципом пошуку середнього арифметичного, після чого визначається коефіцієнт

перевищення рівня завади над базовим m . Це значення піддається перерахунку у відповідності з формулою

$$m = \log_2 m + 1 \quad (15)$$

Отриманий результат округлюється до найближчого непарного числа із збільшенням і передається до приймача. На цьому підготовча частина завершується.

Байт інформації, що має передаватися, зчитується з носія 9 і записується до послідовного порту 6. Там він перетворюється на послідовний код і передається до каналу зв'язку 1. Цей байт передається m_1 разів, після чого зчитується і передається наступний. Процес повторюється до тих пір, поки весь масив інформації не буде переданий.

На приймальному боці при увімкненні живлення центральний процесор 5 персонального комп'ютера 3 здійснює ініціалізацію послідовного порту 6. Спочатку з каналу зв'язку 1 надходить інформація щодо кількості повторів передавання інформації.

Перший інформаційний байт, що надходить до каналу зв'язку 1 до послідовного порту m_1 разів, перетворюється ним на паралельний код і зчитується центральним процесором 5 до оперативного запам'ятовувального пристрою 10.

Після записування до оперативного запам'ятовувального пристрою всього масиву інформації, вона розбивається на блоки по m_1 байт. Байти кожного блока розбиваються на розряди і однакові розряди порівнюються. Якщо розряд вміщує більшість одиниць, то він ідентифікується як одиниця, якщо нулів – то як нуль. Сформований байт записується на носій інформації 9. Таким чином відновлюються всі передані байти.

Оскільки перед передаванням інформації здійснюється вимірювання параметрів каналу зв'язку і на основі цього визначаються параметри передавання, то реалізується алгоритм адаптації пристрою до параметрів каналу зв'язку. При цьому досягається значний позитивний ефект, який полягає у підвищенні вірогідності передавання за рахунок зменшення імовірності спотворення символів, що відбувається завдяки m_1 -кратному передаванню інформації.

Пропоновані спосіб та пристрій для його реалізації доцільно реалізовувати на базі персонального комп'ютера IBM PC. Паралельний та послідовний порти, а також програмований таймер і аналого-цифровий перетворювач реалізовані інтегральними

схемами

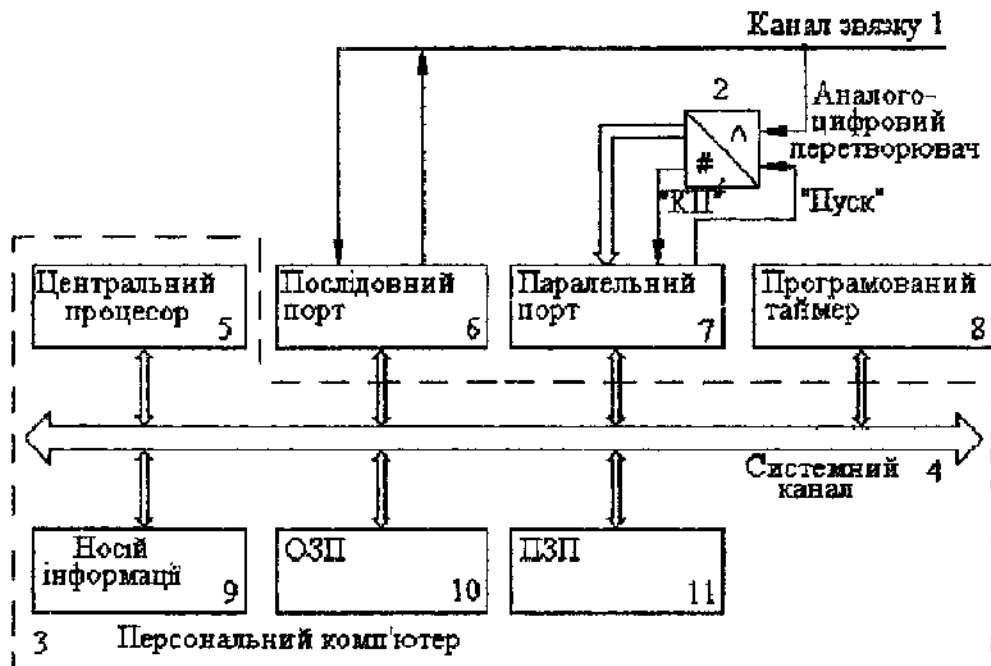
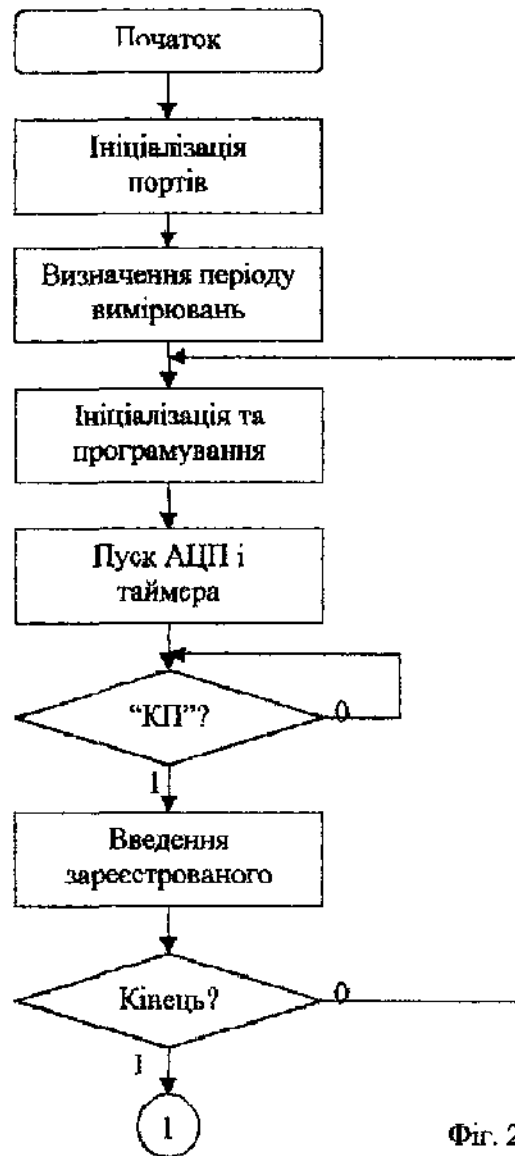


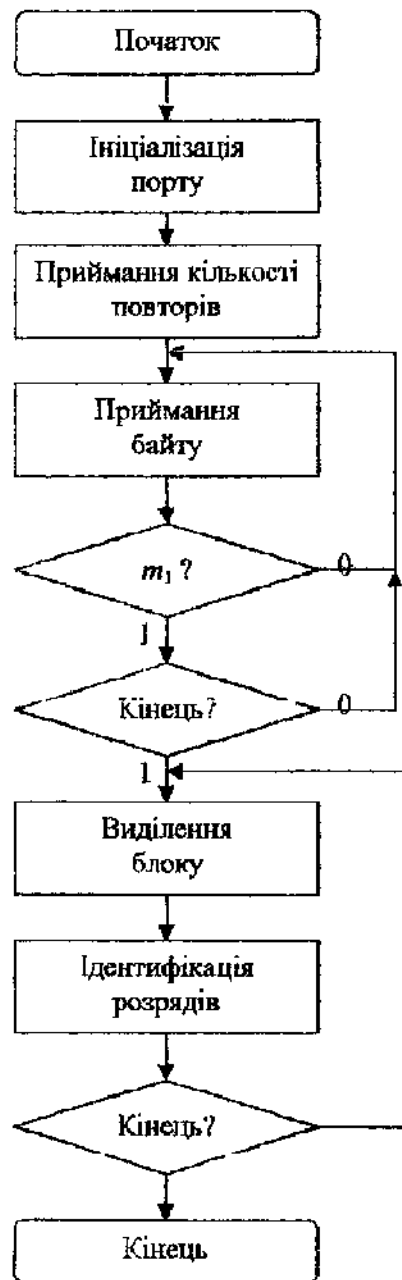
Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 2



Фіг. 3

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71