



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71202 (13) A

(51) 7 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 УМОВ ПЕРЕДАВАННЯ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ**

1

2

(21) 20031210868

(22) 01.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Кулик Анатолій Ярославович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання, який включає на передавальному боці зчитування з носія інформації, що має передаватися, передавання в послідовному коді, на приймальному боці зчитування інформації з паралельного інтерфейсу та записування отриманої інформації на носій персонального комп'ютера, який **відрізняється** тим, що на передавальному боці додатково передають до каналу зв'язку тестову послідовність "нулів", передають до каналу зв'язку тестову послідовність "одиниць" і приймають від приймальної частини результати тестування каналу зв'язку; на приймальному боці отримують з каналу зв'язку тестову послідовність "нулів", отримують з каналу зв'язку тестову послідовність "одиниць", визначають коефіцієнт несиметричності каналу зв'язку, розраховують пороговий рівень ідентифікації сигналу, передають на передавальний бік результати, визначають у відповідності із швидкістю передавання часові інтервали ідентифікації інформативних сигналів і фіксують їх у програмованому таймері, вимірюють у фіксовані інтервали часу рівень

напруги в каналі зв'язку і порівнюють визначену напругу з пороговим рівнем та ідентифікують рівень сигналу.

2. Пристрій для передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання, який містить модем, канал зв'язку, послідовний та паралельний інтерфейси, аналого-цифровий перетворювач та персональний комп'ютер у складі центрального процесора, системного каналу, носія інформації, оперативного та постійного запам'ятовувальних пристроїв, причому лінійний вхід/вихід модему підключений до каналу зв'язку, а вхід передавання та вихід приймання даних з'єднані з відповідними виходом передавання та входом приймання послідовного інтерфейсу, аналоговий вхід аналого-цифрового перетворювача підключений до каналу зв'язку, цифровий вихід зв'язаний з каналом А паралельного інтерфейсу, вхід "Пуск" з'єднаний з виходом каналу С паралельного інтерфейсу, а вихід "Кінець перетворення" підключений до каналу В паралельного інтерфейсу, за допомогою системного каналу центральний процесор зв'язаний з носієм інформації, оперативним та постійним запам'ятовувальними пристроями, а також послідовним та паралельним інтерфейсами, який **відрізняється** тим, що до нього введений програмований таймер, вхід дозволу роботи якого з'єднаний з виходом каналу С паралельного інтерфейсу і з входом "Пуск" аналого-цифрового перетворювача.

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

Відомий спосіб передавання m -розрядних кодів слів та пристрій для його здійснення (Авторське свідоцтво СРСР №1605935, МКІ H03M7/00, бюлетень "Открытия. Изобретения",

1990, №41).

Спосіб полягає у введенні m -розрядного коду, просуванні його m -розрядним регістром зі зміною рівнів елементарних сигналів у випадку неспівпадіння бітів вхідного та вихідного слова і виводі m -розрядних бінарних сигналів.

Цей спосіб дозволяє зміну рівнів елементарних сигналів в залежності від зовнішніх факторів,

(19) UA (11) 71202 (13) A

але їх не враховує.

Відомий спосіб передавання та приймання двійкових сигналів та пристрій для його здійснення (Авторське свідоцтво СРСР №1164892, МКІ Н03М13/00, бюлетень "Изобретения стран мира", 1985, №18).

Спосіб полягає в тому, що під час передавання перед кожним імпульсом перетворюваної послідовності формують додатковий, полярність 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, що отримується 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 збільшують заданий поріг.

Спосіб реалізує певні елементи передбачення полярності наступного сигналу, але не враховує умов передавання інформації.

Найбільш близьким за своєю технічною суттю є спосіб кодування та передавання інформації (Патент №52880 А, МПК₇ Н03М13/00, бюлетень "Промислова власність" №1, 15.01.03). Спосіб вміщує в собі на передавальному боці: реєстрацію масиву значень напруги завад у каналі зв'язку, розрахунок середньодіючого значення напруги завад, визначення максимальної швидкості передавання з умови збереження працездатності пристрою і необхідних рівнів логічних "нуля" та "одиниці" передавання сигналів, вибір стандартної швидкості передавання інформації, передавання умов зв'язку до приймальної частини, зчитування з носія персонального комп'ютера інформації, що має передаватися, передавання в послідовному коді даних із визначеною швидкістю, перетворення сигналу у відповідності з визначеними рівнями логічних рівнів сигналів за допомогою програмованого підсилювача і передавання до каналу зв'язку; на приймальному боці: отримання з каналу зв'язку умов передавання інформації, програмування послідовного інтерфейсу на визначену швидкість обміну інформацією і програмованого подільника напруги на визначений коефіцієнт, отримання з каналу зв'язку інформаційних сигналів, їх ослаблення у відповідності із отриманим коефіцієнтом, де модулювання, перетворення інформації з послідовного формату на паралельний, зчитування інформації в паралельному форматі, записування отриманої інформації на носій.

При цьому забезпечується адаптація параметрів пристрою до параметрів каналу зв'язку і визначається максимальна швидкість передавання, виходячи з умов забезпечення завадозахищеності.

Разом з тим, вказаний спосіб, використовую-

чи умови завадозахищеності, не дозволяє визначити поріг ідентифікації прийнятого сигналу ("одиниця" чи "нуль").

В результаті впливу завад 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.

Недоліком прототипу є те, що пороговий рівень ідентифікації сигналу фіксований і не враховує реальних умов передавання. При цьому виникають помилки приймання інформації: фіксується нуль, коли була передана одиниця чи одиниця при переданому нулі, що призводить до зменшення вірогідності передавання інформації.

Таким чином, суттєвий ефект може дати реалізація алгоритму адаптації до умов зв'язку з вибором параметрів передавання інформації.

В основу винаходу поставлена задача створення способу передавання дискретної інформації з адаптацією до умов зв'язку, при якому за рахунок введення нових операцій забезпечується вибір порогового рівня ідентифікації сигналу, оптимального для параметрів каналу зв'язку, що дозволяє уникнути помилок під час передавання інформації, зменшити її втрати і підвищити ефективність її передавання.

Поставлена задача вирішується тим, що обмін інформацією здійснюється в декілька етапів.

На першому етапі здійснюється тестування каналу зв'язку, пов'язане з передаванням тестових послідовностей нулів та одиниць, і визначається імовірність спотворення сигналів нуля та одиниці. На другому визначаються оптимальні параметри ідентифікації сигналів для реальних умов зв'язку. На третьому етапі здійснюється передавання інформації у визначених умовах.

Напруга сигналу в каналі зв'язку є випадковою величиною з нормальним законом. Вона центрована на U , коли передається "одиниця", і на 0 , коли передається "нуль". Тому умовна імовірність приймання символу "0", коли переданий "1", буде дорівнювати імовірності того, що напруга на вході приймача буде нижчою від порога U_s . Вираз для цієї імовірності буде мати вигляд:

$$p(0/1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_U^2}} \int_{-\infty}^{U_s} \exp\left[-\left(\frac{x-U}{\sqrt{2\sigma_U^2}}\right)^2\right] dx \quad (1)$$

Аналогічно, умовна імовірність приймання символу "1" при переданому "0", буде дорівнювати:

$$p(1/0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_U^2}} \int_{U_s}^{\infty} \exp\left[-\left(\frac{x}{\sqrt{2\sigma_U^2}}\right)^2\right] dx \quad (2)$$

Заміна змінних дозволяє отримати формули:

$$p(0/1) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{U-U_s}{\sqrt{2\sigma_U^2}}\right) \quad (3)$$

$$p(1/0) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{U_s}{\sqrt{2\sigma_U^2}} \right) \quad (4)$$

де $\operatorname{erfc}(x)$ - додаткова функція помилок, що дорівнює:

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \exp(-x^2) dx \quad (5)$$

Якщо канал несиметричний, то умовні імовірності спотворення символів пов'язані співвідношенням:

$$p(0/1) = n \cdot p(1/0) \quad (6)$$

Тоді, з урахуванням формул (1)-(4)

$$\frac{U - U_s}{\sqrt{2\sigma_U^2}} = n \cdot \frac{U_s}{\sqrt{2\sigma_U^2}} \quad (7)$$

З виразу (7) можна отримати

$$U - U_s = n \cdot U_s \quad (8)$$

$$U_s = \frac{U}{n+1} \quad (9)$$

де U - амплітуда сигналу в каналі зв'язку.

За рахунок введення комплексу операцій, пов'язаних з тестуванням каналу можна визначити оптимальні параметри передавання, що дозволяє уникнути спотворення інформації за рахунок впливу завад і підвищити вірогідність її передавання.

Відомий пристрій для здійснення способу перекодування m -розрядних кодових слів (Авторське свідоцтво СРСР №1605935, МКІ Н03М7/00, бюлетень "Открытие. Изобретения", 1990, №41).

Пристрій складається з m -розрядного регістра зсуву, двійкових елементів зв'язку і сенсорів сигналу управління.

Цей пристрій в принципі дозволяє зміну рівнів елементарних сигналів в залежності від зовнішніх факторів, але їх не враховує.

Відомий пристрій для приймання дискретних сигналів з кореляційним кодуванням по рівню (Авторське свідоцтво СРСР №1164892, МКІ Н03М13/00, 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, регістр зсуву, блок передбачення знаку, блок порівняння, елемент співпадіння та інвертор.

Пристрій реалізує певні елементи передбачення полярності наступного сигналу, але не враховує умов передавання інформації.

Найбільш близьким за технічною суттю є пристрій для реалізації способу передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання (Патент №52880 А, МПК₇ Н03М13/00, бюлетень "Промислова власність" №1, 15.01.03), який вміщує канал зв'язку, до якого підключені вихід програмованого підсилювача, вхід програмованого подільника напруги, модем, лінійний вхід/вихід якого з'єднаний зі входом програмованого підсилювача та виходом програмованого подільника напруги, аналого-цифровий перетворювач, аналоговий вхід якого підключений до каналу зв'язку, послідовний інтерфейс, вхід при-

ймання та вихід передавання інформації якого підключені відповідно до виходу приймання та входу передавання даних модему, перший паралельний інтерфейс, виходи каналів А та В якого зв'язані відповідно з інформаційними входами програмованих підсилювача та подільника напруги, другий паралельний інтерфейс, вхід каналу А якого підключений до цифрового виходу, вхід каналу В з'єднаний з виходом "Кінець перетворення", а вихід каналу С підключений до входу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача, персональний комп'ютер, за допомогою системного каналу якого центральний процесор зв'язаний з носієм інформації, оперативним та постійним запам'ятовувальними пристроями, що входять до складу персонального комп'ютера, а також послідовним, першим та другим паралельними інтерфейсами.

Недоліком прототипу є те, що пороговий рівень ідентифікації сигналу фіксований і не враховує реальних умов передавання. При цьому виникають помилки приймання інформації: фіксується нуль, коли була передана одиниця чи одиниця при переданому нулі, що призводить до зменшення вірогідності передавання інформації.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою передавання інформації, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків реалізується алгоритм адаптації пристрою до умов передавання шляхом вибору параметрів зв'язку, за рахунок чого оптимізується режим передавання інформації і збільшується вірогідність передавання.

Поставлена задача досягається тим, що до пристрою, який вміщує модем, канал зв'язку, послідовний та паралельний інтерфейси, аналого-цифровий перетворювач та персональний комп'ютер у складі центрального процесора, системного каналу, носія інформації, оперативного та постійного запам'ятовувальних пристроїв, причому лінійний вхід/вихід модему підключений до каналу зв'язку, а вхід передавання та вихід приймання даних з'єднані з відповідними виходом передавання та входом приймання послідовного інтерфейсу, аналоговий вхід аналого-цифрового перетворювача підключений до каналу зв'язку, цифровий вихід зв'язаний з каналом А паралельного інтерфейсу, вхід "Пуск" з'єднаний з виходом каналу С паралельного інтерфейсу, а вихід "Кінець перетворення" підключений до каналу В паралельного інтерфейсу, за допомогою системного каналу центральний процесор зв'язаний з носієм інформації, оперативним та постійним запам'ятовувальними пристроями, а також послідовним та паралельним інтерфейсами додатково введений програмований таймер, вхід дозволу роботи якого підключений до входу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача і з виходом каналу С паралельного інтерфейсу.

Введення до складу пристрою програмованого таймера, а також нових зв'язків дозволяє оцінити протестувати канал зв'язку і визначити оптимальний поріг ідентифікації логічних рівнів "нуля" та "одиниці" для зменшення впливу завад і підвищення вірогідності передавання інформації.

На фіг.1 наведена схема, що реалізує спосіб передавання дискретної інформації,

на фіг.2 - схема роботи передавальної частини пристрою, а

на фіг.3 - схема роботи його приймальної частини.

Пристрій передавання дискретної інформації вміщує канал зв'язку 1, до якого підключені лінійний вхід/вихід модему 2 та аналоговий вхід аналого-цифрового перетворювача 3, послідовний інтерфейс 4, вхід приймання та вихід передавання інформації якого відповідно з'єднані зі виходом та входом модему 2 програмований таймер 5, вхід дозволу роботи якого підключений до входу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача 3 та до каналу С паралельного інтерфейсу 6, канал А якого зв'язаний з цифровим виходом, а канал В - з виходом "Кінець перетворення" аналого-цифрового перетворювача 3, центральний процесор 7, за допомогою системного каналу 8 персонального комп'ютера 9 зв'язаний з носієм інформації 10, оперативним 11 та постійним 12 запам'ятовувальними пристроями, що входять до складу персонального комп'ютера 9, а також послідовним 4 і паралельним 6 інтерфейсами та програмованим таймером 5.

Пристрій передавання дискретної інформації працює у відповідності зі схемами роботи, наведеними на фіг.2 та фіг.3.

Описаний спосіб вміщує дії у такій послідовності:

на передавальному боці:

- передавання до каналу зв'язку 1 через послідовний інтерфейс 4 і модем 2 тестової послідовності "нулів";

- передавання до каналу зв'язку 1 через послідовний інтерфейс 4 і модем 2 тестової послідовності "одиниць";

- приймання від приймальної частини результатів тестування каналу зв'язку 1;

- зчитування з носія 10 персонального комп'ютера 9 інформації, що має передаватися;

- передавання в послідовному коді центральним процесором 7 персонального комп'ютера 9 до послідовного інтерфейсу 4 даних;

на приймальному боці:

- отримання з каналу зв'язку 1 через модем 2 і послідовний інтерфейс 4 тестової послідовності "нулів";

- отримання з каналу зв'язку 1 через модем 2 і послідовний інтерфейс 4 тестової послідовності "одиниць";

- визначення коефіцієнта несиметричності каналу зв'язку 1 p у відповідності з формулою (6);

- розрахунок порогового рівня ідентифікації сигналу у відповідності з формулою (9);

- передавання на передавальний бік результатів, що є свідченням завершення першого етапу;

- визначення у відповідності із швидкістю передавання часових інтервалів ідентифікації інформативних сигналів і їх фіксація у програмованому таймері 5;

- вимірювання у фіксовані інтервали часу рівня напруги в каналі зв'язку 1 за допомогою аналого-цифрового перетворювача 3;

- зчитування центральним процесором 7 персонального комп'ютера 9 інформації з паралельного інтерфейсу 6;

- порівняння визначеної напруги з пороговим рівнем та ідентифікація рівня сигналу;

- записування отриманої інформації на носій 10 персонального комп'ютера 9.

При увімкненні живлення на передавальній частині центральний процесор 7 персонального комп'ютера 9 здійснює ініціалізацію пристрою таким чином, що послідовний інтерфейс 6 програмним шляхом налаштовується на задану швидкість передавання інформації, канал С паралельного інтерфейсу 6 - на виведення даних, а канали А і В - на введення даних, програмований таймер налаштовується на режим переривання термінального рахування.

На першому етапі здійснюється тестування каналу зв'язку 1, для чого до нього за допомогою послідовного інтерфейсу 4 та модему 2 передаються тестові послідовності "нулів" та "одиниць", які на приймальному боці через модем 2 поступають на послідовний інтерфейс 4. Центральний процесор 7 персонального комп'ютера 9 зчитує дані з послідовного інтерфейсу 4 і записує їх до оперативного запам'ятовувального пристрою 11, після чого розраховує коефіцієнт несиметричності каналу p у відповідності з формулою (6). У відповідності із формулою (9) розраховують оптимальне значення порогового рівня напруги сигналу U_s , яке відповідає реальним значенням завад в каналі зв'язку 1. Ці результати передаються до передавальної частини, що свідчить про завершення етапу тестування каналу зв'язку 1.

На другому етапі центральний процесор 7 персонального комп'ютера 9 зчитує дані по байтам з носія інформації 10 і за допомогою послідовного інтерфейсу 4 та модему 2 передає їх до каналу зв'язку 1.

На приймальному боці, виходячи зі швидкості передавання розраховують часові інтервали ідентифікації рівнів сигналів, що надходять з каналу зв'язку 1. До лічильника програмованого таймера 5 записується число, що розраховується у відповідності із формулою:

$$N_i = \frac{\tau_i}{T_0} = \frac{f_0}{f} \left(i + \frac{1}{2} \right) \quad (10)$$

де f_0 - тактова частота лічильника програмованого таймера 5;

τ_i - i -тий часовий інтервал ідентифікації сигналу каналу зв'язку 1;

f - швидкість передавання інформації каналом зв'язку 1.

Перший сигнал високого рівня напруги, що надходить з каналу зв'язку 1 свідчить, що після нього будуть надходити інформаційні байти. Контроль часових інтервалів ідентифікації даних здійснюється за допомогою програмованого таймера 5 в режимі читання "на льоту". При досягненні у лічильнику значення N_i здійснюється запуск аналого-цифрового перетворювача 3 шляхом подання сигналу "Пуск" через канал С паралельного інтерфейсу 6. Сигнал "Кінець пере-

творення", що поступає з аналого-цифрового перетворювача 3 на канал В паралельного інтерфейсу 6, свідчить про завершення вимірювання поточного значення сигналу U_i і встановлення на каналі А паралельного інтерфейсу 6 значення напруги в цифровому вигляді:

$$N_{\text{АЦП}} = \frac{U_i}{10,24} \cdot 2^{n_{\text{АЦП}}} \quad (11)$$

Де $n_{\text{АЦП}}$ - кількість двійкових розрядів аналого-цифрового перетворювача 3.

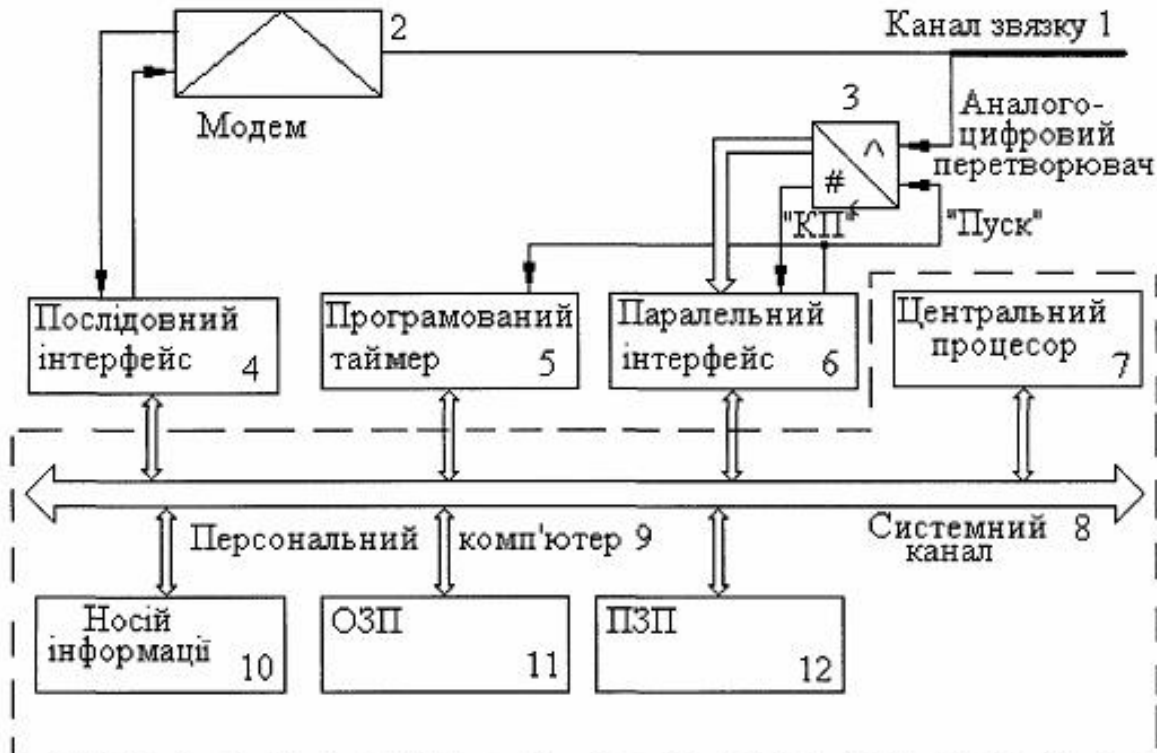
Зафіксоване значення сигналу U_i порівнюється з пороговим U_s та ідентифікується як "нуль" чи "одиниця" в залежності від амплітуди. Локальний цикл продовжується до тих пір поки вісім інформативних розрядів переданого байту не будуть ідентифіковані, після чого байт даних записується до оперативного запам'ятовувального пристрою 11 персонального комп'ютера 9.

Процес продовжується до тих пір, поки вся

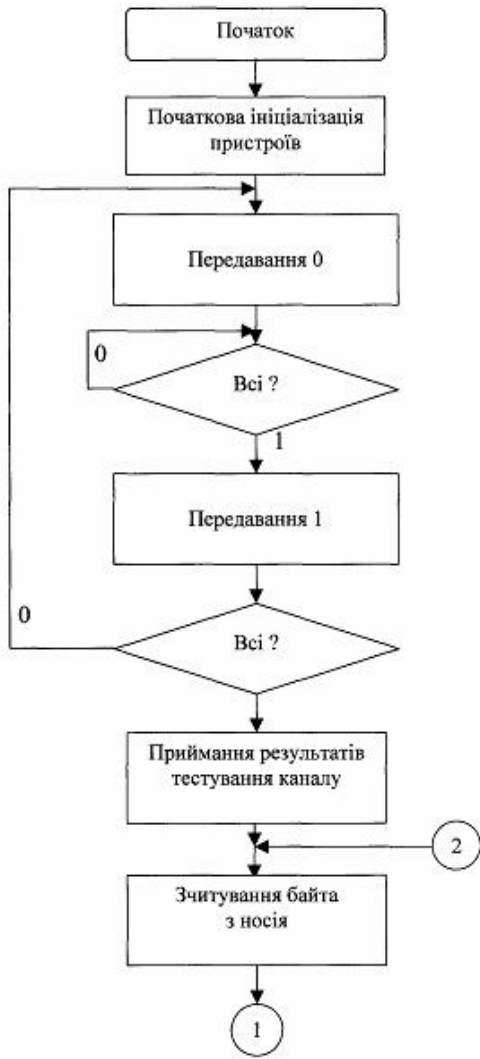
інформація не буде отримана, після чого вона записується на носій інформації 10 персонального комп'ютера 9.

Таким чином досягається значний позитивний ефект, оскільки за рахунок проведення тестування умов передавання інформації каналом зв'язку вибирається оптимальне значення порогового рівня ідентифікації сигналів. Це дозволяє суттєво уникнути руйнівного впливу завад на інформативний сигнал і підвищити вірогідність передавання інформації.

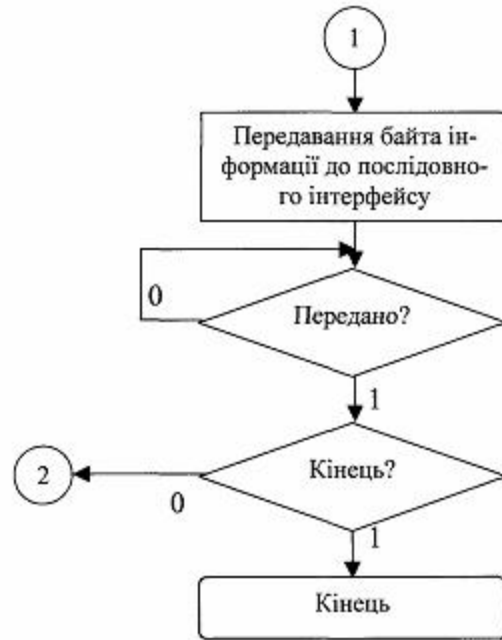
Пропоновані спосіб та пристрій для його реалізації доцільно будувати на базі персонального комп'ютера IBM PC. Модеми, послідовні та паралельні інтерфейси, а також аналого-цифровий перетворювач випускаються серійно. Всі інші блоки входять до складу персонального комп'ютера.



Фіг. 1



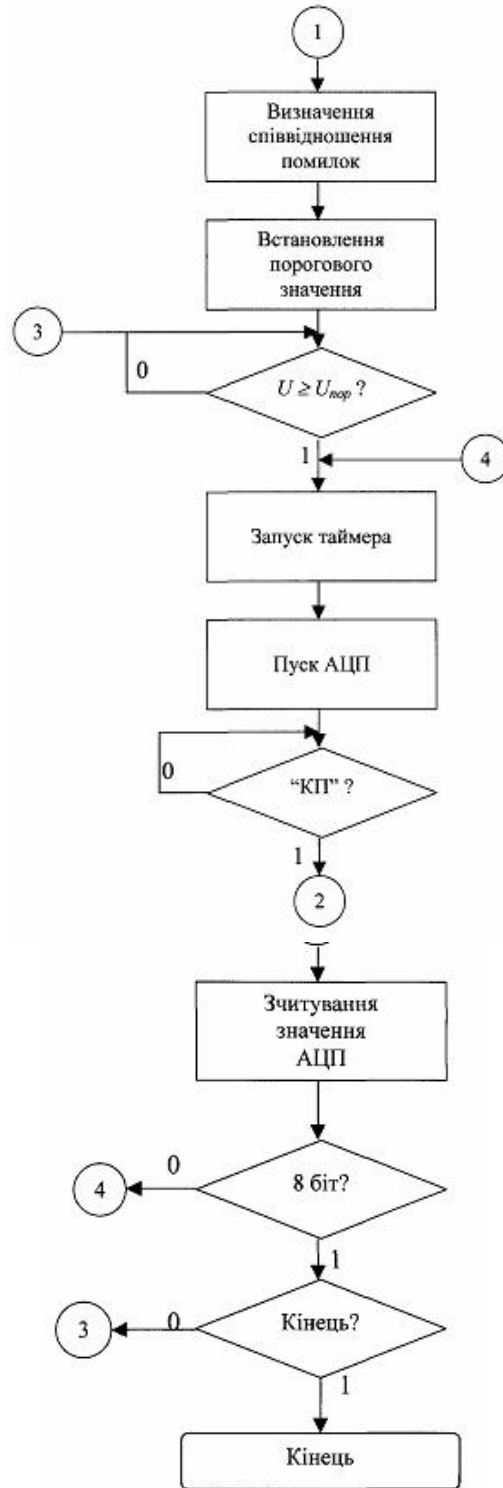
Фіг. 2



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 3