

Винахід (передбачуване) належить до області передачі повідомлень і може бути використаний в системах телевимірювання, телекерування, зв'язку і в обчислювальній техніці.

Відомий дискретний спосіб передачі безперервних повідомлень [1, 2 і др.], що полягає в тому, що з повідомлення, що передається ($X(t)$) ($|X(t)| < b = \text{const}$), отримують і запам'ятовують вибірки X_i , $i = \overline{1, k}$ з кроком дискретизації $T \leq 1/2f_b$, f_b - верхня гранична частота повідомлення, вибірки передають за допомогою аналогового імпульсного виду модуляції [1], в приймальному пристрої за допомогою детектування одержують оцінки $\hat{X}_i^{(1)}$, $i = \overline{1, k}$, вибірок, переданий відрізок повідомлення тривалістю kT отримують у вигляді ряду Котельникова

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

шляхом низькочастотної фільтрації послідовності оцінок $\hat{X}_i^{(1)}$, $i = \overline{1, k}$, вибірок. Недоліком цього способу є те, що тут має місце значне розширення спектра сигналу, невисоке використання пропускної спроможності каналу зв'язку і збільшення порогового відношення сигнал/шум (тобто зниження перешкодостійкості) [1, 2, 3].

Найбільш близьким по технічній суті до способу, що заявляється є цифровий спосіб передачі безперервних повідомлень [4], вибраний як прототип.

Суть прототипу полягає в тому, що з кожного чергового відрізка тривалістю kT повідомлення, що передається $X(t)$, отримують і запам'ятовують k вибірок, X_i , $i = \overline{1, k}$, $T \leq 1/2f_b$, f_b - верхня гранична частота повідомлення, вибірки квантують за допомогою аналогово-цифрового перетворення (АЦП), отримуючи ненадлишкові двійкові кодові комбінації, елементи останніх передають за допомогою перешкодостійкостного кодування і аналогового імпульсного вигляду модуляції, в приймальному пристрої виробляють операції детектування сигналу, декодування перешкодостійкостних кодів, цифроаналогове перетворення (ЦАП) ненадлишкових двійкових кодових комбінацій в оцінки $\hat{X}_i^{(1)}$, $i = \overline{1, k}$, вибірок, X_i , кожний черговий відрізок тривалістю kT переданого повідомлення отримують у вигляді ряду Котельникова

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

, прийняте повідомлення отримують як безпосередньо наступні один за одним відрізки повідомлення.

Спільне для прототипу і способу, що заявляється, полягає в тому, що з кожного чергового відрізка тривалістю kT повідомлення, що передається $X(t)$, отримують і запам'ятовують k вибірок, X_i , $i = \overline{1, k}$, $T \leq 1/2f_b$, f_b - верхня гранична частота повідомлення, вибірки передають за допомогою аналогового імпульсного виду модуляції, в приймальному пристрої за допомогою детектування одержують первинні оцінки $\hat{X}_i^{(1)}$, $i = \overline{1, k}$, вибірок X_i , кожний черговий відрізок тривалістю kT переданого повідомлення отримують у вигляді ряду

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

Котельникова, прийняте повідомлення отримують як безпосередньо наступні один за одним відрізки повідомлення.

Недоліком відомого способу є те, що тут має місце значне розширення спектру сигналу, невисоке використання пропускної спроможності каналу зв'язку і складність реалізації [1, 2, 3, 4].

У основі винаходу - удосконалення цифрового способу передачі безперервних повідомлень, внаслідок чого виключається операція квантування вибірок, отже виключається дроблення енергії, що припадають на передачу однієї вибірки повідомлення, на декілька менших частин, що припадають на передачу одного розряду кодової комбінації, відповідний квантованому значенню. Це забезпечує можливість мати більш низьке порогове відношення сигнал/шуми (велику перешкодостійкість) і меншу ширину спектра сигналу, отже, більш високе використання пропускної спроможності каналу зв'язку.

Відмічений технічний результат досягається тим, що у відомий спосіб передачі повідомлень, що полягає в тому, що з кожного чергового відрізка тривалістю kT повідомлення, що передається $X(t)$,

отримують і запам'ятовують k вибірок X_i , $i = \overline{1, k}$, $T \leq 1/2f_b$, f_b - верхня гранична частота повідомлення, вибірки передають за допомогою аналогового імпульсного вигляду модуляції, в приймальному пристрої за допомогою детектування одержують первинні оцінки $\hat{X}_i^{(1)}$, $i = \overline{1, k}$, вибірок X_i , кожний черговий відрізок

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

тривалістю kT переданого повідомлення отримують у вигляді ряду Котельникова, прийняте повідомлення отримують як безпосередньо наступні один за одним відрізки повідомлення, згідно з винаходом введені наступні суттєві ознаки; для передачі відрізка повідомлення тривалістю kT на протязі часу його передачі додатково передають r перевірочних величин X_{k+h} , $h = \overline{1, r}$, що отримуються відповідно

$$X_{k+h} = - \left[\sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right] \bmod 2 \cdot b + b$$

до перевірного співвідношення, де постійна величина $b > |X_i|$, $i =$

$\overline{1,k}$;

$g_{ik+h} = \overline{0,1}$ - елементи матриці перевірочних символів;

$$\left[\left(\sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right) \bmod 2 \cdot b \right] - \text{залишок від розподілу вмісту в дужках на } 2 \cdot b;$$

$$\text{постійна величина } 2 \cdot b \cdot q \geq \max \left| \sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} \right|;$$

$q=1, 2, 3, \dots$ - ціле число,

в приймальному пристрої за допомогою детектування отримують первинні оцінки перевірочних величин

X_{k+h} , $h = \overline{1,r}$, для кожної вибірки X_i , $i = \overline{1,k}$, і перевірочної величини X_{k+h} , $h = \overline{1,r}$, обчислюють повторні оцінки

$$\hat{X}_i^{(jh)} = \left(-\hat{X}_{k+h}^{(j-1)} - b - \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(j-1)} \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q + \hat{X}_i^{(j-1h)} \cdot g_{ik+h} \right) \bmod 2 \cdot b,$$

$h = \overline{1,r}$, $j = \overline{2,m}$,

$$\hat{X}_{k+h}^{(jh)} = - \left(\sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(j-1)} \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right) \bmod 2 \cdot b + b, j = \overline{2,m},$$

що отримуються від використання окремо взятого h -го перевірного співвідношення, обчислюють повторні оцінки як зважені суми згаданих оцінок

$$\hat{X}_{i\Sigma}^{(j)} = \sum_{h=1}^r a_h \hat{X}_i^{(jh)} + a \cdot \hat{X}_i^{(j-1)}, j = \overline{2,m},$$

де a_h , $h = \overline{1,r}$, a - вагові коефіцієнти, ітеративна $m-1$ раз повторюють процес обчислення повторних оцінок, використовуючи як вхідні величини подальшого обчислювального рівня ітеративної процедури

вихідні величини попереднього обчислювального рівня ітеративної процедури, вихідні величини $\hat{X}_{i\Sigma}^{(m-1)}$ останнього обчислювального рівня ітеративної процедури використовують для оцінки кожного чергового відрізка тривалістю kT переданого повідомлення у вигляді ряду Котельникова

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_{i\Sigma}^{(m-1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

У результаті кожна окремо взята вибірка повідомлення передається спільно з іншими (за рахунок використання перевірочних співвідношень). Це збільшує енергію для її передачі без додаткових енергетичних витрат і зменшення швидкості передачі інформації. Крім того, при цьому відсутнє квантування вибірок з супутнім йому розширенням спектра сигналу і зменшенням енергії, що припадають на передачу розряду кодової комбінації, відповідної квантованому значенню. При використанні, наприклад, матриці перевірочних символів коду (21, 11, 6) [5] розширення спектра, викликане введенням перевірочних співвідношень, становитиме $21/11 \approx 1,9$, енергетичний виграш - приблизно 2,3 рази. Ці показники конкурентоздатні з такими, що отримуються при використанні амплітудної, фазової і частотної і інших модуляцій. Кращі показники можуть бути досягнуті при використанні матриці перевірочних символів інших кодів.

На фіг. представлена структурна схема пристрою, в якому реалізується спосіб передачі безперервних повідомлень, що пропонується.

Пристрій містить аналоговий кодер 1, блоки пам'яті 2 і 10, блок отримання вибірок 3, передавальний пристрій 4, блоки управління 5 і 8, лінію зв'язку 6, приймальний пристрій 7, аналоговий декодер 9 і фільтр нижніх частот 11.

Робота пристрою полягає в наступному, У блоці отримання вибірок 3 з повідомлення, що передається $x(t)$, отримують його вибірки, X_i , $i = \overline{1,k}$, з кроком дискретизації T , вибраним відповідно до теореми Котельникова. У аналоговому кодері 1, використовуючи блок пам'яті 2, з кожних k вибірок обчислюють g перевірочних величин X_{k+h} , $h = \overline{1,r}$, відповідно до перевірного співвідношення

$$X_{k+h} = - \left[\left(\sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right) \bmod 2 \cdot b \right] + b$$

де постійна величина $b > |X_i|$, $i = \overline{1,k}$;

$g_{ik+h} = \overline{0,1}$ - елементи матриці перевірочних символів;

$$\left[\left(\sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right) \bmod 2 \cdot b \right] - \text{залишок від розподілу вмісту в дужках на } 2 \cdot b;$$

$$\text{постійна величина } 2 \cdot b \cdot q \geq \max \left| \sum_{i=1}^k X_i \cdot g_{ik+h} \right|;$$

У передавальному пристрої 4 проводиться формування сигналу, несучого вибірки і перевіірочні величини. Цей сигнал передається через лінію зв'язку 6 в приймальний пристрій 7, де одержують (первинні) оцінки вибірок і перевіірочних величин. Використовуючи блок пам'яті 10, в аналоговому декодері 9 для

$$\hat{X}_i^{(j_h)} = \left(-\hat{X}_{k+h}^{(j-1)} - b - \sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(j-1)} \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q + \hat{X}_i^{(j-1_h)} \cdot g_{ik+h} \right) \bmod 2 \cdot b,$$
$$\hat{X}_{k+h}^{(jh)} = - \left(\sum_{i=1}^k \hat{X}_i^{(j-1)} \cdot g_{ik+h} + 2 \cdot b \cdot q \right) \bmod 2 \cdot b + b, j = \overline{2, m},$$
$$\hat{X}_{i\Sigma}^{(j)} = \sum_{h=1}^r a_h \hat{X}_i^{(jh)} + a \cdot \hat{X}_i^{(j-1)}, j = \overline{2, m},$$

Ітеративна m-1 раз повторюють процес обчислення повторних оцінок, використовуючи як вхідні величини подальшого обчислювального рівня ітеративної процедури вихідні величини попереднього

$$\hat{X}(t) = \sum_{i=1}^k \hat{X}_{i\Sigma_i}^{(m-1)} \cdot \frac{\sin \pi f_B(t - iT)}{\pi f_B(t - iT)}$$

оцінки повідомлення виробляється за допомогою блоків управління 5 і 8. Хоч згадані алгоритми формування сигналу і отримання оцінки повідомлення принципово с аналоговими, їх реалізація можлива за допомогою цифрових пристроїв подібно тому, як реалізуються аналогові алгоритми фільтрації сигналів цифровими фільтрами.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Каллер М.Я, Фомін А.Ф. Теоретичні основи транспортної зв'язку. М.: Транспорт, 1989. - 383 з.
2. А с 485694 СРСР, МКИ Н04В7/167. Фазовий зв'язна апаратура /В.М. Бронников. - Заявлене 18.07.73. - 6 з.
3. Фомін А.Ф. Помехоустойчивость систем передачі безперервних повідомлень. М., Сов. радіо, 1975. - 352 з.
4. Радиотехнические системи передачі інформації/ Бориса В. А, Калмиків В.В., Ковальчук Я.М. і інш. / Під ред. В.В. Калмикова. - М.: Радіо і зв'язок, 1990. - 304 з.
5. Тепляков И.М., Рошин Б.В., Фомін А.И., Вейцель В.А Радіосистеми передачі інформації. - М.: Радіо і зв'язок, 1982. - 264 з.

