

кореспондуючої пари абонентів  $W$ , повинні мати однакову довжину.

#### Висновки

Розглянуті у даній статті варіанти використання адаптивної маршрутизації для мультисервісної мережі концептуально свідчать про наступні можливості такого використання.

1. Завдання оптимальної маршрутизації для потокової моделі мережі мультисервісної мережі можуть бути сформульовані з використанням фіксованих значень вхідного навантаження  $A_{ij}$ , що демонструє процес надходження/обслуговування заявок на розподіл потоків у режимах комутації пакетів, комутації віртуальних каналів, а також комутації в дейтаграмному режимі.

2. Математичні методи оптимальної маршрутизації повинні вибиратися з урахуванням доведеного положення про те, що потік кожної кореспондуючої пари абонентів направляється по шляхам, що мають мінімальну першопохідну довжину.

#### Література

1. Хелеби Сэм. Принципы маршрутизации в Internet. – 2-е издание серия – Cisco Press / Сэм Хелеби, Денни Мак-Ферсон, Вильямс: 2001. – 448 с., с ил.

2. Бертсекас Д. Сети передачи данных; пер. с англ. / Д. Бертсекас, Р. Галлагер – М.: Мир, 1989. – 544 с.

3. Ложковський А.Г. Теория масового обслуговування в телекомунікаціях. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 112 с.

Надійшла до редакції  
19.2.2013 р.

**УДК 621.315.592**

**Д. В. МИХАЛЕВСЬКИЙ, Є. С. НАУГОЛЬНИХ, В. М. МЕЛЬНИК**

Вінницький національний технічний університет

### **ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

У даній роботі запропоновано два способи, а також засіб, що їх реалізує для оцінки параметрів відеозображення, які дозволяють отримати характеристики будь-якого алгоритму кодування-декодування зображення, а також проводити аналіз придатності або непридатності каналу передачі інформації для передавання відеосигналів за рівнем спотворень відновленого сигналу.

Ключові слова: відеосигнал, керування, передача, кодування, декодування.

In this paper, presents two methods and means that their scores to estimate the parameters of the video, which provide the characteristics of any algorithm for encoding / decoding image and analyze the suitability or unsuitability of information channels to transmit video signals in terms of reduced signal distortion

Keywords: video signal, control, transmit, encoding, decoding.

#### Вступ

На сучасному етапі розвитку спостерігається тенденція росту інфокомунікаційних послуг, яка потребує постійного збільшення пропускної здатності телекомунікаційних мереж і вузлів та збільшення ємності носіїв для зберігання інформації. Найбільш гостро це питання стосується мультимедійного трафіку, який містить в собі відеоінформацію. Нестиснена відеоінформація потребує великого об'єму пам'яті для зберігання та високої пропускної здатності каналу передачі. Для прикладу, нестиснений кадр відеозображення високої якості у форматі RGB24 при роздільній здатності 1920x1200 займає близько 6 Мб, а 1 година відеопослідовності при 30 кадрах за секунду займає порядку 650 Гб. Для передачі такого відеосигналу необхідна наявність каналу передачі із пропускною здатністю 3 Гбіт/с. Забезпечити таку швидкість передачі є високозатратним на даний час. Саме тому, питання стиснення відеоінформації з найменшими втратами для передачі по існуючих мережах є актуальним. Для цього використовуються алгоритми стиснення, найбільш поширеними з яких є стандарти MPEG-4 visual та H.264, а також у майбутньому прийнятий у січні 2013 року новий стандарт H.265.

Стандарт H.265 або HEVC створювався для обробки переважно відеосигналів високої якості, і на майбутнє, для обробки сигналів якості Ultra HD. Суттєва відмінність його від H.264 полягає в тому, що замість макроблоків, які використовувались у H.264, в ньому використовуються блоки з деревовидною структурою кодування. У порівнянні з H.264, H.265 виграє у бітовій швидкості на 35 % при однаковому відношенні сигнал-шум.

Використання алгоритмів відеостиснення дає змогу значно зменшити об'єм інформації, яка передається та значно зменшити вимоги до каналів передачі інформації. Але алгоритми стиснення мають наступні недоліки: втрати зображення у якості, похибки при кодуванні-декодуванні та інші. Крім того, при перенесенні трафіку стисненого відеозображення від джерела повідомлення до отримувача, під впливом

затримок та завад каналу передачі та при декодуванні, можливе виникнення спотворень відеосигналу.

Тому одним із актуальних завдань у телекомунікаціях, а саме, у мультисервісних системах, є визначення та оцінка параметрів якості стисненого відеосигналу при кодуванні кодером та відеосигналу, який надходить з каналу передачі. Оцінка параметрів стиснення відеозображення дає можливість визначати, наскільки змінилась якість відеозображення та його бітова швидкість, та чи не має кодер помітного програту у якості.

Основна частина

У розглянутих вище стандартах в якості методу стиснення відеозображення використовується дискретне косинусне перетворення. Його суть полягає в тому, що зображення можна описати у вигляді суми синусоїд з різною амплітудою і частотою, яку можна записати так:

$$y_{kl} = \frac{c(k) \cdot c(l)}{\sqrt{2n}} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} \left[ x_{ij} \cdot \cos\left(\frac{(2i+1)k\pi}{2n}\right) \cdot \cos\left(\frac{(2j+1)l\pi}{2n}\right) \right], \quad (1)$$

де  $c(k) = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, k = 0; \\ 1, k \neq 0. \end{cases}$   $c(l) = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, l = 0; \\ 1, l \neq 0. \end{cases}$

В загальному, систему для стиснення та передачі відеозображення можна представити так, як зображено на рисунку 1.

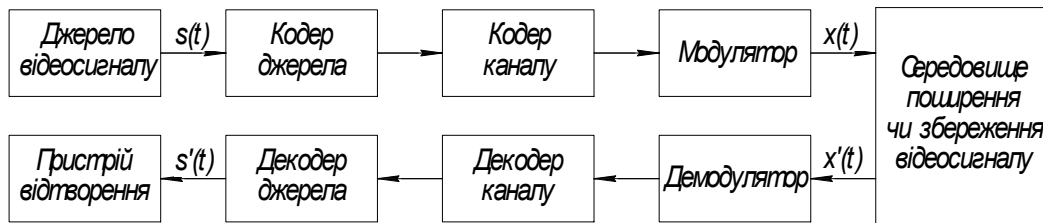


Рис. 1. Структура системи кодування та передачі стиснених відеоданих

Як видно із рисунку 1, така система передачі буде вносити у відеопослідовність певні спотворення. До них можна віднести похибки дискретизації та квантування, завади у середовищі передачі, шуми демодулятора та декодера каналу, похибки у декодері та інш. Для того, щоб такі завади не створювали значного впливу на відеосигнал, необхідно перед тим, як передавати інформацію, визначити та оцінити характеристики кодека та параметри каналу передачі.

Розглянемо основні процедури стиснення відеоданих. Відеокодер кодує відліки сигналу джерела, відповідно до алгоритму стиснення, а також декодує ці відліки на іншому кінці системи, відтворюючи відеокопію початкового сигналу, яка або співпадає, або близька до вихідної відеопослідовності. Перетворення відліків відеосигналу відбувається за допомогою певної моделі. Модель кодування – це ефективне кодоване представлення відеоданих, за допомогою якої можна відновити ці дані з певним ступенем точності. В ідеалі модель повинна являти собою послідовність з найменшим числом біт і найбільшою можливою точністю. Ці дві умови на практиці суперечать одна одній, так як висока ступінь стиснення відеоданих припускає істотне зниження якості на виході декодера[2,3]. Загальну математичну модель алгоритму кодування та передачі відеоданих можна записати так:

$$x(t) = K_{cc}(t) \cdot K_{ck}(t) \cdot K_{cd}(t) \cdot s(t), \quad (2)$$

де  $K_{cc}(t), K_{ck}(t), K_{cd}(t)$  – коефіцієнти передачі кодера джерела, кодера каналу та модулятора відповідно.

$$s'(t) = K_{dc}(t) \cdot K_{ck}(t) \cdot K_{dd}(t) \cdot x'(t), \quad (3)$$

де  $K_{dc}(t), K_{ck}(t), K_{dd}(t)$  – коефіцієнти передачі декодера джерела, декодера каналу та демодулятора відповідно.

Як видно із рис. 1 та формул (1) і (2), якість зображення при відтворенні залежить від багатьох факторів, таких як: вибраного методу кодування, параметрів кодера каналу, методів модуляції, а також зовнішніх факторів, які виникають в процесі перенесення трафіку.

Таким чином, для оцінки якості передачі відеозображення в телекомунікаційних мережах задамося певною групою параметрів для визначення характеристик сигналу на апаратному рівні за допомогою кодера/декодера в реальному часі. Це можливо реалізувати на основі алгебраїчних методів. В якості параметрів оцінки якості стиснення відеозображення можна застосувати наступні коефіцієнти.

а) Коефіцієнт стиснення[3]:

$$K_{ст} = \frac{B_{вих}}{B_{ст} + B_{дек}}, \quad (4)$$

де  $B_{вих}$  – розмір вихідного файлу (біт),  $B_{ст}$  – розмір стисненого файлу,  $B_{дек}$  – розмір програми декодера.

б) Бітова швидкість[3]:

$$r = \frac{f}{N} \left( \sum_{i=0}^{N-1} B_{ст_i} + B_{дек} \right), \quad (5)$$

де  $B_{ст_i}$  – розмір стисненого відеокadra під номером  $i$ ,  $f$  – частота кадрів джерела відеоданих,  $N$  – число кадрів відеопослідовності.

в) Візуальна якість стисненої відеопослідовності відносно заданого коефіцієнта стиснення або бітової швидкості.

г) Середня абсолютна різниця[3]:

$$SAD = \frac{1}{N \cdot W \cdot H} \sum_{n \in N} \sum_{(x,y) \in N} |s_n(x,y) - s_n^*(x,y)|, \quad (6)$$

де  $H, W$  – висота і ширина кадру в пікселях,  $s_n(x,y), s_n^*(x,y)$  – значення яскравості пікселів з координатами  $x$  і  $y$  у вихідному та відновленому кадрах з номером  $n$ .

д) Середньоквадратична помилка[6]:

$$SSD = \frac{1}{N \cdot W \cdot H} \sum_{n \in N} \sum_{(x,y) \in N} (s_n(x,y) - s_n^*(x,y))^2, \quad (7)$$

е) Складність реалізації кодера/декодера (кількість операцій, об'єм пам'яті, використання енергії).

Для оцінки параметрів відеосигналу, можна запропонувати два способи:

а) Перший порівнюється нестиснений сигнал зі стисненим.

б) Другий порівнюється стиснений сигнал і сигнал, прийнятий із каналу передачі.

Для реалізації наведених вище способів оцінки параметрів стиснення відеосигналу було запропоновано засіб, який наведено на рис. 2.

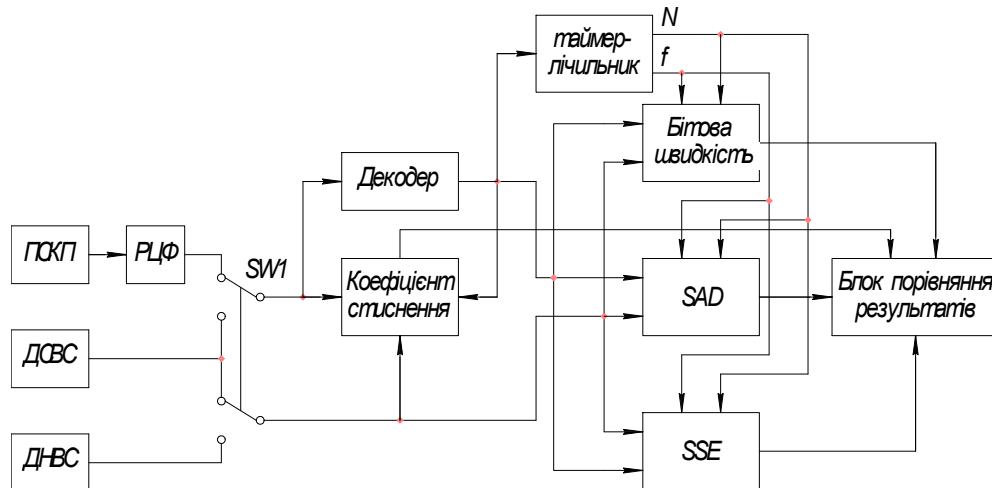


Рис. 2. Структурна схема пристрою для оцінки якості стиснення відеозображення

Даний засіб містить в собі приймач сигналу з каналу передачі ПСКП, джерело стисненого відеосигналу ДСВС, джерело нестисненого відеосигналу ДНВС, рекурсивний фільтр, декодер відеосигналу, блок оцінки коефіцієнта стиснення, таймер-лічильник, блок визначення бітової швидкості, блок визначення середньої абсолютної різниці, блок визначення середнього квадратичного відхилення та блок порівняння отриманих результатів.

До входів системи можна підключити два із трьох блоків: джерело нестисненого відеосигналу, джерело стисненого відеосигналу та приймач сигналу з каналу передачі.

Джерелами нестисненого та стисненого відеосигналів можуть бути переносні носії: флеш-накопичувачі, DVD-диски, переносні вінчестери та інші.

Приймач з каналу передачі виконує демодуляцію та декодування відеосигналу, який надходить з каналу передачі. Зазвичай цей сигнал має певні спотворення, завдяки неідеальності перехідної характеристики каналу передачі, тобто у спектрі прийнятого відеосигналу можуть бути завади. Тому для видалення таких спотворень після приймача використовується рекурсивний цифровий фільтр (РЦФ).

Всі операції для визначення параметрів відеосигналу виконуються у відповідності із алгоритмом, який наведено на рис. 3. На першому етапі виконується встановлення критеріїв оцінки (параметр  $N$ ). Після рекурсивного фільтра відеосигнал потрапляє на блок визначення коефіцієнта стиснення. На цей блок також надходять стиснений відеосигнал та сигнал з декодера для проведення операції порівняння. Визначення коефіцієнта стиснення відбувається за формулою (4). Паралельно з блоком визначення коефіцієнта стиснення, відеосигнал потрапляє на декодер, де відбувається декодування стисненого відеосигналу для відтворення його до початкового вигляду. Після декодера відновлений сигнал надходить на блок визначення коефіцієнта стиснення, таймер-лічильник, блок визначення бітової швидкості, блок визначення середньої

абсолютної різниці та блок визначення середньоквадратичної помилки.

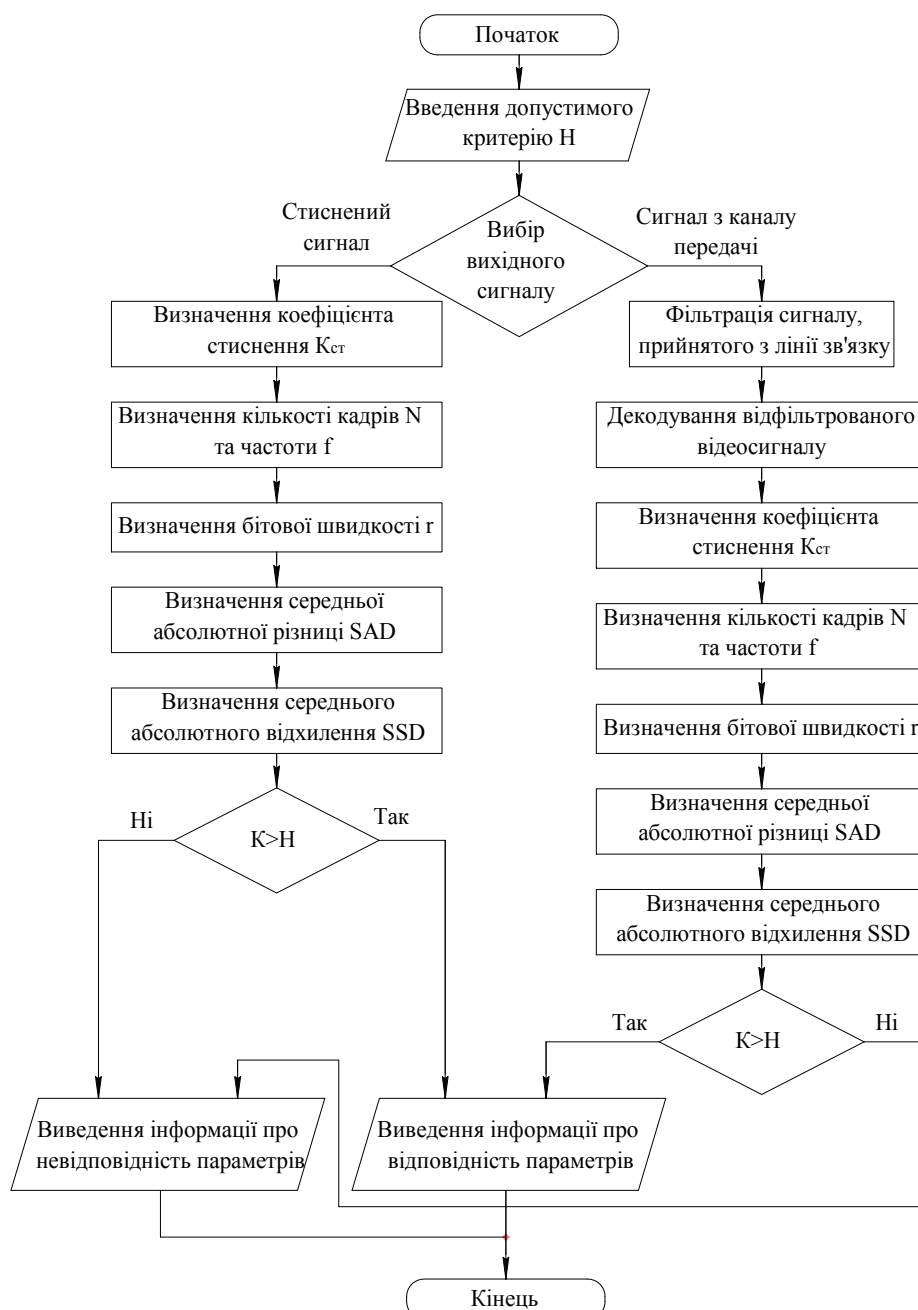


Рис. 3. Алгоритм роботи засобу

Таймер-лічильник визначає кількість  $N$  та частоту  $f$  кадрів відеосигналу. Далі визначається бітова швидкість за формулою (5). Наступним кроком визначається середня абсолютна різниця за формулою (6). Потім у наступному блоці визначається середньоквадратична помилка за формулою (7). На кінець, у блоці порівняння отриманих результатів виконується операція контролю відповідно до параметра  $N$ . Операція порівняння визначається за наступним виразом:

$$K_{n/r} = \frac{K_c}{K_{nc}} \cdot 100\% \geq N, \quad (8)$$

де  $K_{nc}$  та  $K_c$  – відповідні коефіцієнти нестисненого та стисненого сигналів.

Для порівняння стисненого сигналу зі сигналом, прийнятим із каналу передачі використовується наступна нерівність:

$$K_{c/ln} = \frac{K_{ln}}{K_c} \cdot 100\% \geq N, \quad (9)$$

де  $K_c$  та  $K_{ln}$  – відповідні коефіцієнти стисненого сигналу та сигналу з лінії зв'язку.

Отже, використовуючи наведені вище нерівності є можливість отримати інформацію про придатність кодера забезпечити необхідну якість передачі відеосигналу (нерівність 8), або про придатність каналу передачі при операціях перенесення мультимедійного трафіка (нерівність 9).

**Висновок**

Таким чином, при операціях контролю, відеосигнал буде якісно стиснений або задовільно спотворений, під час проходження по каналу передачі, якщо коефіцієнти якості (8) і (9) будуть приймати значення від 70 % до 100 %. В тому випадку, якщо коефіцієнти будуть приймати значення менші за 70 %, то відеокодер або канал передачі вважаються неякісними. Границі контролю при цьому можна задавати будь-які.

**Література**

1. Дворкович В. Проблемы и перспективы развития систем кодирования динамических изображений / В. Дворкович, М. Чобану // MediaVision. – 2011. – № 4/14. – С.69-70.
2. Тропченко А.Ю. Методы сжатия изображений, аудиосигналов и видео. Учебное пособие/ А.Ю. Тропченко, А.А. Тропченко – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 108 с.
3. Беляев Е. А. Список научных публикаций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eugeniy-belyaev.narod.ru/>. (Дата звернення: 06.03.2013).
4. Капранов В.А. Эффективное кодирование «Живого» видео высокого разрешения вещательного качества для сетевых приложений. / В.А. Капранов, А.Ю. Ушаков // Телематика 2012: XIX Всероссийская научно-методическая конференция. 25-28 июля 2012р. Санкт-Петербург: материалы всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург 2012.

Надійшла до редакції  
06.3.2013 р.

**УДК 621.37.01**

**Б.Б. КАПОЧКИН, Е.А. СОРОЧИНСКАЯ, Н.В. КУЧЕРЕНКО**

Национальная академия связи им. А.С.Попова

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЗЗ ДЛЯ ПРОГНОЗА СУРОВЫХ ЗИМ С УЧЕТОМ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

В статті розглянуті питання дослідження, які проводили з метою вивчення та пристосовування нових методів аналізу та прогнозування кліматичних умов за зимовий період. За результатами виконаних досліджень, що базуються на основі супутникового моніторингу в ІК діапазоні, затверджено, що геотермічні потоки тепла є важливим кліматоутворюючим фактором.

Ключові слова: геотермічні потоки тепла, супутниковий моніторинг, кліматичні умови.

In the article questions the research that was carried out to study and adaptation of new methods of analysis and forecasting of climatic conditions in winter. According to the results of the studies that are based on satellite monitoring in the infrared range, confirmed that geothermal heat fluxes is an important climate-factor.

Keywords: geothermal heat fluxes, satellite monitoring, climatic conditions.

**Введение.**

В последние десятилетия, в связи с приостановившимся ростом среднеглобальной температуры Земли, вновь стала актуальной проблема прогнозирования суровых зим, в том числе и на территории Украины. Так в январе 2012 года в связи с морозами в Украине был введен режим чрезвычайной ситуации. Всего в январе-феврале на европейском континенте от холода погибло более 650 человек, что является рекордным показателем последних лет.

**Цель работы и постановка проблемы.**

Прогнозирование климатических условий в зимний сезон до сих пор осуществляется устаревшими методами расчета атмосферных индексов. Для европейского региона прогнозирования температуры зимой осуществляется на основании анализа индексов Арктического Колебания. Так в начале января 2012 г. в Северном полушарии наблюдались погодные условия, характерные для положительной фазы Арктического колебания. Считается, что «во время положительной фазы Арктического колебания высокое атмосферное давление над средними широтами вынуждает циклоны перемещаться по более высоким широтам. В отрицательной фазе учащаются вторжения арктического воздуха в Европу, и на территорию Северной Америки». Были изучены изменения индексов Арктического колебания в январе – феврале 2012г. Установлено, что похолодание в Европе началось намного раньше начала фиксирования отрицательной фазы указанного индекса, что свидетельствует об отсутствии в данном случае прогностической ценности этого метода зимой 2012 г. Более того, вопреки ожидаемому похолоданию в Северной Америке, во время экстремального похолодания в Европе, в США была самая теплая зима за всю историю инструментальных измерений. Более того, во время отрицательной фазы Арктического колебания циклоны двигались, как при положительной фазе формируя десятиградусные аномалии тепла в Арктике. В таких условиях заток арктической воздушной массы не формирует экстремально низких температур на Украине. Не подтвердились и гипотезы о влиянии температуры Атлантики на климат Европы.