

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ОТМАН ШАДІ О.Ю.

УДК 621.327:681.5

**МЕТОД ЗНИЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ПОТОКУ ВІДЕОКАДРІВ В
ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ
ТРАНСФОРМУВАННЯ ТА КОДУВАННЯ БАЗОВИХ КАДРІВ**

05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Бараннік Володимир Вікторович,
професор кафедри «Мережі зв'язку» Харківського національного університету радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Климаш Михайло Миколайович,
завідувач кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України;

доктор технічних наук, професор
Мачалін Ігор Олексійович,
професор кафедри телекомунікаційних систем Національного авіаційного університету Міністерства освіти і науки України.

Захист відбудеться «27» серпня 2015 р. о 15⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.17 у Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, ауд. 11-111.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розісланий «27» липня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



С. О. Гнатюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток інфокомунікаційних систем (ІКС) проводиться у напрямку реалізації необхідного рівня інформаційного забезпечення. Особлива увага приділяється бездротовим технологіям, на основі використання яких щороку зростає попит на надання відеоінформаційних сервісів. Це супроводжується зростанням інтенсивності відеопотоків, у результаті чого вони значно перевершують пропускні можливості мереж. Для подолання сформованого дисбалансу пропонується знижувати інтенсивність потоку шляхом використання технологій компресії.

Значний вклад в розвиток теорії кодування, стиснення та цифрової обробки зображень в телекомунікаціях внесло багато вчених. Серед них Корольов А.В., Бараннік В.В., Конахович Г.Ф., Красильников М.М., Рябко Б.Я., Юдін О.К. та ін. Із закордонних дослідників великий внесок внесли Зив Дж., Претт У., Шеннон К., Хартлі Р.Л. та ін.

Найбільш поширеними технологіями обробки потоку кадрів є: Motion JPEG; MPEG-2; H.261/H.263; MPEG-4 part 2 (visual); H.264/MPEG-4 part 10. Аналіз інтенсивності потоку стиснених кадрів від метрики якості показує, що затримки передачі є значними. Отже, існує суперечність, яка викликана: з одного боку зростанням вимог щодо якості відеоінформаційних сервісів; з іншого боку складнощами щодо надання сервісів заданої якості з використанням бездротових технологій. Значить, зниження інтенсивності стисненого потоку відеокadrів в інфокомунікаційних системах для підвищення якості відеоінформаційного сервісу є *актуальною науково-прикладною задачею*.

У той же час для стандартизованих технологій, проведена оцінка значень інтенсивності кадрів виявила, що: по-перше, інтенсивність відеопотоку перевищує реальну пропускну здатність бездротових технологій. По-друге, інтенсивність базового кадру надає значущий вплив на інтенсивність відеопотоку. Тому пропонується модернізувати методи обробки базових кадрів.

Отже, *тематика дисертаційних досліджень*, спрямована на зниження інтенсивності відеопотоку в інфокомунікаційних системах на основі розробки нових методів кодування базових кадрів, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводились у відповідності із наступними програмами та нормативними документами: Закону України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 04.02.1998 № 75/98-ВР, Концепції розвитку зв'язку України від 9.12.1999 р. N 2238, Національних космічних програм України від 30.09.2008 N 608-VI, планами наукової, науково-технічної діяльності Харківського національного університету радіоелектроніки, в рамках яких була виконана НДР «Технології створення

інтегрованих інформаційних систем на основі мереж цифрового мобільного зв'язку» (№ 0113U000360), у якій автор дисертації був виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у розробці методу зниження інтенсивності відеопотоку в інфокомунікаційних системах для підвищення якості відеосервісу на основі трансформування та кодування базових кадрів.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати напрямки вдосконалення технології обробки базових кадрів у складі платформи компресії відеопотоку.

2. Розробити інформаційну модель кодового представлення базових кадрів щодо скорочення їх надлишковості.

3. Створити метод зниження інтенсивності кодового представлення базових кадрів в умовах збереження заданої якості їх візуального сприйняття.

4. Побудувати верифікацію методу обробки базових кадрів у технологію зниження інтенсивності відеопотоку для забезпечення необхідної якості відеосервісу з використанням інфокомунікаційних систем.

5. Розробити метод реконструкції базових кадрів в ієрархії представлення потоку кадрів.

6. Побудувати програмну реалізацію створеного методу обробки базових кадрів та провести порівняльну оцінку ефективності їх обробки з відомими методами.

Об'єкт дослідження. Процеси зменшення інтенсивності відео потоку та підвищення ефективності надання сервісів в телекомунікаційних системах.

Предмет дослідження. Методи обробки та кодування кадрів для зменшення інтенсивності відео потоку в телекомунікаційних системах.

Методи дослідження. Обґрунтування напряму підвищення якості надання відеоінформаційних послуг з використанням телекомунікаційних систем здійснювалося на основі системного підходу, що базується на теоретичному апараті дослідження складних систем. Розробка методу зниження інтенсивності відеопотоку на основі його компактного представлення проводилося з використанням положень теорії інформації та кодування. Дослідження властивостей трансформованих зображень здійснювалося на базі методів спектрального аналізу. Оцінка адекватності теоретичних та практичних результатів проводилася на основі методів математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає у тому, що:

1. Вперше розроблено метод формування базису основ за нерівномірно-діагональним принципом. Відмінність в тому, що підстави для трансформанти виявляються для діагоналей по зигзагоподібному обходу з урахуванням наявності високочастотних складових спектра. Це дозволяє

додатково знизити кількість структурної надлишковості трансформованого уявлення фрагменту базових кадрів.

2. Отримало подальший розвиток модель для оцінки інформативності уявлення фрагменту зображень на основі трансформування та виявлення комбінаторної надлишковості. Відмінність полягає в тому, що оцінка кількості інформації здійснюється для трансформанти як комбінаторного об'єкту який формується по нерівномірній діагональній структурі. Це дозволяє оцінити нижню межу ефективності кодового представлення трансформанти.

3. Вперше розроблено метод кодування трансформант у не рівноважному діагонально-нерівномірному позиційному базисі основ. Відмінності полягають у тому, що діагональ трансформанти розглядається як нерівномірно-діагональне позиційне число з нерівномірним кодоутворенням кодограм. Це дозволяє додатково знизити кількість розрядів на представлення фрагменту базового кадру.

4. Вперше створена технологія реконструкції кодограм, що містять кодові значення ДНП чисел на основі декомпозиції службової та інформаційної частин кодової конструкції стисненого уявлення поточного фрагменту базового кадру. На відміну від інших технологій проводиться розмітка кодового потоку базового кадру на кодові конструкції трансформант з подальшою їх розміткою на кодові конструкції окремих діагоналей з використанням інформації про значення підстав та фіксованої кількості кодограм. Це дозволяє без втрат інформації встановити кодограми за призначенням, що міститься в них.

5. Вперше побудована узагальнена технологія прямих та зворотних кодових перетворень діагоналей без урахування апріорної інформації про її довжину та порядковому номері у трансформанті. На відміну від існуючих підходів враховується симетрія структурних властивостей трансформанти щодо найбільшої діагоналі, та формування для неї діагонально-нерівномірних позиційних чисел. Це дозволяє спростити алгоритмічні реалізації процесів кодування та декодування.

Новизна отриманих результатів підтверджується відсутністю розроблених моделей та методів в існуючих стандартах кодування відеопотоку та технологій зниження інтенсивності потоку відеокадрів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що програмна інтеграція розроблених методів в інфокомунікаційних системах щодо використання існуючих технологій стиснення забезпечує:

- ступінь стиснення кадрів І-типу для розробленого методу на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування (ДНПК) перевищує ступінь стиснення для стандартизованих технологій (JPEG-технологія), а саме для ПВСШ на рівні 42 дБ на 22%;

- у разі обробки базового кадру на основі розробленого методу ДНПК його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованою технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПВСШ.

Досягається зниження дисбалансу між інтенсивністю та швидкість передачі по мережі у середньому на 12%. Це дозволяє:

- з одного боку використовувати для передачі відеопотоку ІКС технологій з більш низькою пропускну здатністю, а саме на рівні 4 - 10 Мбіт/с;

- з іншого боку підвищити якість візуальної оцінки відеопотоку за рахунок зниження викривлень без підвищення інтенсивності відеопотоку одночасно для Р-кадрів з рівня 28дБ до рівня 32 дБ, та для кадрів В-типу з 22 дБ до 24 дБ.

Кількість операцій для створеного методу на основі ДПН кодування трансформант щодо технології JPEG₁, що використовує статичні таблиці кодів, буде менша у середньому на 10%, відносно технології JPEG₂ досягається: скорочення кількості типових операцій добутку мінімум на 53%, а кількості типових операцій додавання/віднімання - мінімум на 75%.

В середньому кількість операцій на обробку відеопотоку на основі стиснення базового кадру шляхом діагонально-нерівномірного позиційного кодування трансформант щодо стандартизованих технологій обробки кадрів скорочується в середньому на 45%.

Практична значимість отриманих результатів дисертації підтверджується їх застосуванням при виконанні дослідно-конструкторських робіт у державно науково-виробничому підприємстві «Об'єднання Комунар» НТ СКБ «ПОЛІСВІТ» (акт реалізації від 23.03.2014 р.).

Особистий внесок здобувача дисертаційної роботи у публікаціях, які виконано у співавторстві, полягає у тому, що: у статті [1] – створюється метод оцінки інтенсивності відеопотоку з врахуванням диференційного внеску типів кадрів і компресії базових кадрів на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування; у статті [2] – розроблена технологія реконструкції з врахуванням розмітки кодового потоку базового кадру на кодові конструкції трансформант і окремих діагоналей без врахування апріорної інформації про її довжину і порядковий номер в трансформанті; у статті [3] – отримано модель для оцінки інформативності та розроблено метод кодування трансформант у нерівноважному діагонально-нерівномітному позиційному базисі основ з нерівномірним кодоутворенням кодограм; у статті [4] – розробляється метод зниження дисбалансу між інтенсивністю і швидкістю передачі по мережі з урахуванням кодування трансформант на основі усунення структурної надмірності в діагональному напрямі; у статті [6] – побудована технологічна концепція формування нерівноважного нерівномірно-діагонального базису підстав на основі виявлення динамічних діапазонів для окремих діагоналей; у статті [7] –

розроблені методологічні рекомендації по вдосконаленню технології зниження інтенсивності кодового представлення базових кадрів. Показано, що забезпечується підвищення якості надання сервісів відеоінформації з використанням інфокомунікаційних систем; у статті [8] – побудований метод і проведена порівняльна оцінки ефективності методу обробки базових кадрів в нерівноважному базисі підстав; у статті [9] – розроблено метод оцінки інтенсивності потоку з врахуванням формування кодових конструкцій на основі діагонально-нерівномірного кодування і статистичного кодування DC-компонент. Проведені експериментальні оцінки щодо підвищення ефективності функціонування телекомунікаційних мереж.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації доповідалися та були схвалені на: International Symposium «Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014)», (Kiev, Ukraine, September 26–30, 2014); Чотирнадцятій міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатики та моделювання», (Харків-Ялта 22-28 вересня 2014 р.); Науково-методичній конференції «Сучасні проблеми телекомунікації і підготовка фахівців в галузі телекомунікацій – 2014»; Науково-технічній конференції «Інформатика, управління та штучний інтелект» / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», (Харків, 26 – 27 листопада 2014 р.); Третій міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації», (Київ, 11 – 13 грудня 2014 р.); XIII International Conference «The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)», (Lviv – Polyana, Ukraine, February 26 – 29, 2015); Науково-технічна конференція «Інформаційна безпека України» / Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Київ, 12-13 березня 2015 р.)

Публікації. Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковано у 16 наукових працях, серед яких 9 статей, зокрема – одна одноосібна стаття та чотири статті опубліковано в журналах, які входять до міжнародних науко-метричних баз. Апробація результатів дисертації відображена у 7 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях. Зокрема дві апробації на конференціях, які входять до бази міжнародної організації IEEE.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, списку використаної літератури і двох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 165 сторінок, з них: 35 рисунків, 19 таблиць, список використаної літератури зі 127 джерел на 13 сторінках та два додатки на 4 сторінках. Дисертація написана російською мовою.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі доводиться актуальність теми дисертації, обґрунтовується мета досліджень, наводиться об'єкт та предмет досліджень, формулюється наукова новизна, практична значимість та достовірність отриманих наукових

результатів. Приводяться відомості про особистий внесок автора дисертаційної роботи у наукових статтях, які виконано у співавторстві.

У першому розділі дано обґрунтування наявності дисбалансу між інтенсивністю відеопотоку та пропускними спроможностями бездротових інфокомунікаційних технологій; виявлено значний вплив базових кадрів на інтенсивність та якість реконструкції відеопотоку.

На основі використання бездротових технологій, щороку зростає попит на надання відеоінформаційних сервісів. Це супроводжується зростанням інтенсивності відеопотоку щодо пропускних можливостей мереж. Для подолання дисбалансу пропонується знижувати інтенсивність потоку шляхом використання технологій компресії. Основними характеристиками технологій компресії є: ступінь зменшення вихідної інтенсивності $I(v_t)$, тобто $I_k = I(v_t)/k_c$; середньоквадратична метрика візуальної якості реконструкції відеопотоку. Аналіз інтенсивності потоку стиснених кадрів показує, що затримки передачі є значними. Отже, існує суперечність щодо якості надання відеоінформаційних сервісів та обмеженою продуктивністю бездротових технологій. Отже, потрібно досягти підвищення ступеня стиснення, що задається формулою $k_c \rightarrow \max$ при забезпеченні умов балансу інтенсивності I_k стисненого потоку та швидкості U_n передачі по каналу зв'язку, тобто: $I_k = f(I(v_t); k_c; h) \leq U_n$ та $h \geq h_n$ для $t_p \leq t_n$. Тут t_n - необхідна затримка доставки відеопотоку; h_n - необхідне пікове відношення сигнал/шум; U_n - швидкість передачі для інфокомунікаційних технологій.

Для стандартизованих технологій потоку кадрів розбивається на групи, кожна з яких починається з кадру I-типу та з певною періодичністю містить P-кадри та B-кадри. Тому залежно від типу кадру будуть досягатися різні значення інтенсивності. При цьому оцінка значень інтенсивності відеопотоку показує, що: по-перше, інтенсивність перевищує реальну пропускну здатність бездротових технологій, а дисбаланс буде рости з ростом якості відеопотоку. По-друге, внесок інтенсивності кодового представлення базового кадру у сумарну інтенсивність відеопотоку в залежності від якості візуальної реконструкції кадрів змінюється від 50 до 75%. Звідси *пропонується* удосконалювати методи обробки базових кадрів. У зв'язку з чим, потрібно створити метод зниження інтенсивності відеопотоку, який описується функціоналом $I'_1 = F_1\{h; q_1\}$, так, щоб забезпечувалося вимога $I'_k = f(I(v_t); k_c; F_1\{h; q'_1\}) < I_k$ за умови досягнення необхідного рівня h_n якості реконструкції відеокадрів та затримки t_n по доставці потоку відеокадрів.

Другий розділ дисертації спрямований на обґрунтування концептуальних механізмів технології обробки базових кадрів для зниження інтенсивності кодового представлення.

Оцінка впливу уразливостей стандартизованих технологій обробки І-кадрів на інтенсивність I_1 їх кодового представлення показана на рис. 1. Звідки випливає, що для забезпечення ПКСШ на рівні 45 дБ, інтенсивність необхідно додатково знизити в 1,5 рази.

Залежності часу $t_{\text{дост}}$ доставки повідомлень, у разі використання протоколу TCP, від числа втрат $P_{\text{втрат}}$, у ході передачі та кількості $N_{\text{вузлів}}$ проміжних вузлів наведено на рис. 2.

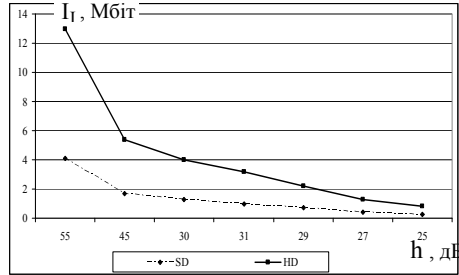


Рис. 1. Графіки залежності інтенсивності базового кадру від ПКСШ

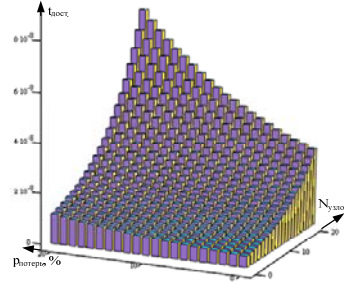


Рис. 2. Залежність часу доставки від імовірності втрат та числа вузлів ІКС

За результатами аналізу графіків можна стверджувати, що при збільшенні числа вузлів від 1 до 20 затримка збільшиться у 8 разів. У разі доставки базових кадрів з використанням стандартизованих технологій компресії та протоколу UDP, отримані зображення «розпадаються» навіть при малих втратах.

Тому *пропонується* розробити нові підходи для зниження інтенсивності за рахунок обліку нерівномірності динамічних діапазонів трансформант базових кадрів. Тут для динамічного діапазону компонент $Y_{k\ell}$ використовується співвідношення $d_{k\ell} = \min(d_k; d_\ell)$. Звідси для скорочення надлишковості пропонується використовувати підхід, що базується на опису компонент у вигляді нерівноважних позиційних чисел. Значення коду $E'_{\ell,n}$

буде визначатися за виразом $E'_{\ell,n} = y_{n,\ell} \prod_{k=1}^{n-1} d_{k,\ell} + y_{n-1,\ell} \prod_{k=1}^{n-2} d_{k,\ell} + \dots + y_{1,\ell}$, а

сумарна кількість $Q_{n \times n}$ розрядів на представлення трансформанти

знаходиться наступним чином: $Q_{n \times n} = \sum_{\ell=1}^n ([\ell \log_2 (\prod_{k=1}^n d_{k,\ell}) - 1] + 1)$ (біт).

Експериментальна оцінка показує, що запропонований підхід має потенціал для додаткового зниження інтенсивності кодового представлення базового кадру.

Таким чином, виявлені вразливості стандартизованих технологій обробки базових кадрів та обґрунтовано концептуальні засади створення напрямку для кодування базових кадрів.

Третій розділ присвячений розробці інформаційної моделі представлення трансформант базових кадрів; побудові методів кодування та реконструкції базових кадрів відеопотоку. Для додаткового усунення структурної надлишковості необхідно зменшити кількість розрядів на представлення коду $E'_{\ell,n}$. Для цього пропонується враховувати тенденцію зміни структурних характеристик у діагональному напрямку. У зв'язку з чим, введемо такі поняття:

1. Під діагоналлю $\bar{Y}^{(\xi)}$ трансформанти з номером ξ будемо розуміти послідовність, що формується згідно із виразами:

$$\bar{Y}^{(\xi)} = \{y_{1,\xi}; \dots y_{1+\tau,\xi-\tau}; \dots y_{\xi,1}\}, \text{ де } \tau = \overline{0, \xi-1}, \text{ для } \xi \leq n;$$

$$\bar{Y}^{(\xi)} = \bar{Y}^{(n+k-1)} = \{y_{k,n}; \dots y_{k+\tau,n-\tau}; \dots y_{n,k}\}, \text{ де } \tau = \overline{0, 2n-\xi-1}, \text{ для } \xi \geq n+1.$$

Тут τ - допоміжна змінна, яка використовується для перерахування елементів, що належать діагоналі; k - координата компонент за рядками.

2. Діагоналі $\bar{Y}^{(\xi)}$ мають нерівномірні довжини n_{ξ} , які дорівнюють

$$n_{\xi} = \begin{cases} \xi, & \rightarrow \xi \leq n; \\ 2n - \xi = n - k, & \rightarrow \xi \geq n + 1. \end{cases} \quad (1)$$

Звідси властивості діагоналей трансформант будуть представлятися таким чином:

1) перша властивість. Значення компонент зменшуються при обході діагонального зигзагу у напрямку зліва - направо, а саме:

$$y_{\alpha,\beta} < y_{\gamma,\phi}, \text{ якщо } y_{\alpha,\beta} \in \bar{Y}^{(\omega)} \text{ та } y_{\gamma,\phi} \in \bar{Y}^{(\eta)}, \text{ а } \omega < \eta.$$

2) друга властивість задає тенденцію між значеннями компонент однієї діагоналі, а саме виконується нерівність $y_{\alpha,\beta} < y_{\gamma,\phi}$, якщо виконуються умови між координатами елементів $y_{\alpha,\beta}$ та $y_{\gamma,\phi}$:

$$- u < v, \text{ де } \alpha = 1 + u, \beta = \xi - u, \text{ а } \gamma = 1 + v, \phi = \xi - \phi \text{ та } k = 1 \ \& \ \xi \leq n;$$

$$- u < v, \text{ де } \alpha = \xi + u, \beta = n - u, \text{ а } \gamma = \xi + v, \phi = n - \phi \text{ та } \xi \geq 2 \ \& \ \ell = n.$$

2) третя властивість полягає у тому, що для зигзагоподібного обходу у діагональному напрямку в області високочастотних компонент спостерігається поява найбільш довгих ланцюжків компонент з нульовими значеннями.

Для виявлених особливостей трансформант пропонується визначити динамічні діапазони d'_ξ їх діагоналей як:

$$d'_\xi = \begin{cases} \max_{0 \leq \tau \leq n_\xi - 1} \{y_{1+\tau, \xi-\tau}\} + 1, & \rightarrow \xi \leq n; \\ \max_{0 \leq \tau \leq n_\xi - 1} \{y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}\} + 1, & \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases} \quad (2)$$

Тоді для динамічних діапазонів діагоналей трансформанти будуть характерні наступні тенденції, а саме:

1) для динамічних діапазонів d'_ω та d'_η діагоналей $\bar{Y}^{(\omega)}$ та $\bar{Y}^{(\eta)}$ виконується нерівність

$$d'_\omega > d'_\eta, \quad \text{якщо } \omega < \eta. \quad (3)$$

2) динамічний діапазон d'_ξ потенційно визначається значеннями елементів $u_{\alpha, \beta}$, координати $(\alpha; \beta)$ яких задовольняють умовам:

$$\alpha \rightarrow \xi, \quad \beta \rightarrow 1, \quad \text{для } k=1 \ \& \ \xi \leq n; \quad (4)$$

$$\alpha \rightarrow n, \quad \beta \rightarrow \xi, \quad \text{для } \xi \geq 2 \ \& \ \ell = n. \quad (5)$$

3) значення величини d'_ξ буде прагнути до 1, тобто

$$d'_\xi \rightarrow 1, \quad \text{коли } \xi \rightarrow v_d \quad \text{та } \xi \geq 2 \ \& \ \ell = n. \quad (6)$$

Звідки можна сформулювати наступне визначення.

Визначення 1. Підхід щодо виявлення динамічних діапазонів трансформанти у напрямку діагоналей будемо називати *методом нерівномірно-діагонального* формування динамічних діапазонів трансформант.

Якщо трансформанту ДКП розглядати як перестановку з повтореннями зі специфікаціями, заданими у вигляді обмежень (3) - (6), то її можливо розглядати як комбінаторний об'єкт. Кількість $\bar{V}_{n \times n}^{(2)}$ таких трансформант визначається за формулою:

$$\bar{V}_{n \times n}^{(2)} = \begin{cases} \prod_{\xi=1}^{v_d} \left(\max_{0 \leq \tau \leq n_\xi - 1} \{y_{1+\tau, \xi-\tau}\} + 1 \right)^{n_\xi}, & \rightarrow \xi \leq n; \\ \prod_{\xi=1}^{v_d} \left(\max_{0 \leq \tau \leq n_\xi - 1} \{y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}\} + 1 \right)^{n_\xi}, & \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

Відповідно кількість $\bar{Q}_{n \times n}^{(2)}$ інформації, яка у середньому міститься в одному елементі $u_{k, \ell}$, оцінюється виразом $\bar{Q}_{n \times n}^{(2)} = \left(\sum_{\xi=1}^{v_d} n_\xi \log_2 d'_\xi \right) / n \cdot n$.

Для порівняння потенційно скорочуємої структурної надлишковості на основі рядково-стовпового методу та нерівномірно-діагонального сформулюємо та доведемо наступне твердження.

Твердження. В умовах наявності тенденції зміни динамічних діапазонів $d'_{k,\ell}$ діагоналей, виконується наступна нерівність

$$d'_{k,\ell} < d_{k,\ell}, \quad (7)$$

де $d'_{k,\ell}$, $d_{k,\ell}$ - значення динамічних діапазонів компоненти $u_{k,\ell}$, які обчислені відповідно для рядково-стовпового та нерівномірно-діагонального методів.

З урахуванням нерівності (7) кількість $\bar{Q}_{n \times n}^{(2)}$ інформації у трансформанті для нерівномірно-діагонального методу виявлення динамічних діапазонів буде меншим, ніж $\bar{Q}_{n \times n}^{(2)}$ - для рядково-стовпового методу, тобто

$$\bar{Q}_{n \times n}^{(2)} = \left(\sum_{\xi=1}^{v_d} n_{\xi} \log_2 d'_{\xi} \right) / n \cdot n < \bar{Q}_{n \times n}^{(2)} = \left(\sum_{k=1}^n \sum_{\ell=1}^n \log_2 d_{k,\ell} \right) / n \cdot n.$$

Відповідно кількість H' потенційно скорочуємої надлишковості буде відмінна від нульового значення, тобто $H' = \bar{Q}_{n \times n}^{(2)} - \bar{Q}_{n \times n}^{(2)} > 0$. Тому можна зробити висновок, що нерівномірно-діагональний метод виявлення динамічних діапазонів створює потенціал щодо додаткового усунення структурної надлишковості у зображеннях.

Сформулюємо поняття не рівноважного позиційного нерівномірно-діагонального базисного простору.

Визначення 2. Не рівноважний позиційний простір (базис) основ, який формується на основі нерівномірно-діагонального методу виявлення динамічних діапазонів, що відображається системою співвідношень (2), тобто визначення основ здійснюється для окремих нерівномірних діагоналей у залежності від їх порядкового номеру та напрямку зигзаг обходу, називається *не рівноважним позиційним нерівномірно-діагональним базисом основ*.

Враховуючи наявність тенденції щодо зигзаг образного зменшення значень компонент трансформант **пропонується** формувати позиційні числа на базі елементів діагоналі трансформанти ДКП. Відповідно до чого, сформулюємо наступне визначення.

Визначення 3. *Діагональним нерівномірним позиційним числом*, тобто позиційним числом $\bar{Y}^{(\xi)}$ у нерівномірно-діагональному базисі основ (ДНПЧ) називається таке позиційне число, для якого залежно від порядкового номеру діагоналі у трансформанті виконуються наступні умови:

- 1) елементи $u_{k,\ell}$ позиціонуються на діагоналях трансформанти, тобто

$$\overline{Y}^{(\xi)} = \begin{cases} \{y_{1+\tau, \xi-\tau}\}_{\tau=0, \xi-1}, & \rightarrow \xi \leq n; \\ \{y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau}\}_{\tau=0, \xi-1}, & \rightarrow \xi \geq n+1. \end{cases}$$

2) основи d_ξ елементів діагоналей визначаються з використанням виразів (2);

3) довжина n_ξ для ДНП числа є нерівномірною та визначається за системою формул (1).

Значення коду $\overline{E}'_{\xi, n_\xi}$ для нерівномірного позиційного числа у не рівноважному нерівномірно-діагональному позиційному просторі буде визначатися за співвідношенням:

$$\overline{E}'_{\xi, n_\xi} = \begin{cases} \sum_{\tau=0}^{n_\xi-1} y_{1+\tau, \xi-\tau} d_\xi^{n_\xi-\tau-1}, & \rightarrow \xi \leq n; \\ \sum_{\tau=0}^{n_\xi-1} y_{\xi-n+1+\tau, n-\tau} d_\xi^{n_\xi-\tau-1}, & \rightarrow \xi \geq n+1, \end{cases} \quad (8)$$

де n - лінійний розмір трансформанти; n_ξ - довжина для ξ -ї діагоналі трансформанти; $d_\xi^{n_\xi-\tau-1}$ - ваговий коефіцієнт для τ -го елемента ξ -ї діагоналі трансформанти.

Структурна схема ДНП кодування представлена на рис. 3. Для кодоутворення *пропонується* використовувати діагонально-нерівномірний принцип виділення кількості розрядів. Тут враховується обмеження для верхньої межі коду $\overline{E}'_{\xi, n_\xi}$, задане співвідношенням: $\overline{E}'_{\xi, n_\xi} \leq d_\xi^{n_\xi}$, де $d_\xi^{n_\xi}$ - накопичений добуток основ для діагонального нерівномірного позиційного числа довжиною n_ξ елементів.

Тоді сумарна кількість $\overline{Q}'_{n \times n}$ розрядів на представлення усієї трансформанти оцінюється за формулою $\overline{Q}'_{n \times n} = \sum_{\xi=1}^{2n-1} ([n_\xi \log_2 d_\xi] + 1)$ (біт). За

результатами експериментальної оцінки кількості розрядів можна зробити висновок, що додаткове скорочення кількості розрядів на представлення трансформанти за рахунок використання нерівномірного кодоутворення для коду ДНП числа щодо не рівноважного позиційного кодування у рядковостовповому базисі основ становить від 15 до 30% залежно від ступеня насиченості та значення ПВСШ.

Процес відновлення базових кадрів пропонується організувати на основі: декомпозиції нерівномірних кодових конструкцій компресійного

уявлення діагоналей трансформанти; діагонально-нерівномірного позиційного декодування для змінної кількості елементів діагоналей трансформанти.

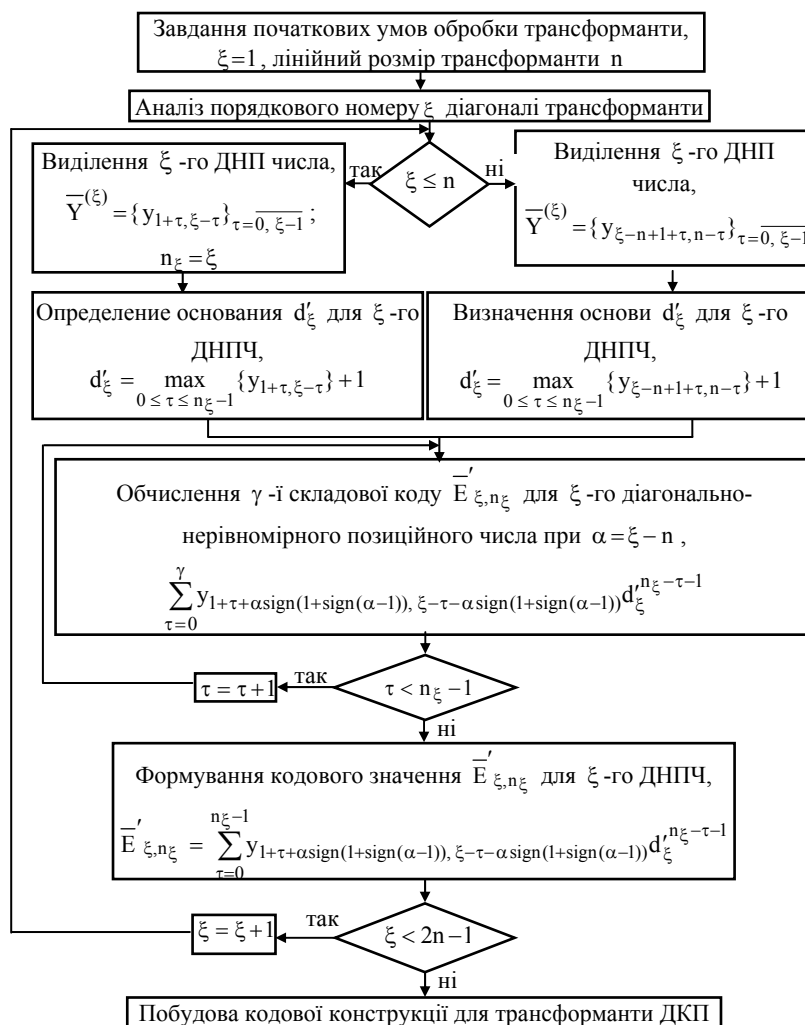


Рис. 3. Структурна схема кодування діагонально-нерівномірних позиційних чисел

Виділення кодограм реалізується на основі базису основ з використанням кількості \bar{Q}'_{ξ, n_ξ} розрядів на представлення значення \bar{E}'_{ξ, n_ξ} .

Використовується вираз: $\overline{Q}'_{\xi, n_{\xi}} = [\log_2(d_{\xi}^{n_{\xi}} - 1)] + 1$ (біт). Після чого організовується перехід на етап декодування кодових значень $\overline{E}'_{\xi, n_{\xi}}$, що задається наступною системою співвідношень:

$$Y_{1+\tau+\eta(\xi-n), \xi-\tau-\eta(\xi-n)} = \begin{cases} \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, \xi}}{d_{\xi}^{\xi-\tau-1}} \right] - \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, \xi}}{d_{\xi}' \cdot d_{\xi}^{\xi-\tau-1}} \right] d_{\xi}'^{\xi}, & \rightarrow \eta=0 \& \xi \leq n; \\ \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, 2n-\xi}}{d_{\xi}'^{2n-\xi-\tau}} \right] - \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, 2n-\xi}}{d_{\xi}' \cdot d_{\xi}'^{2n-\xi-\tau}} \right] d_{\xi}'^{\xi}, & \rightarrow \eta=1 \& \xi \geq n+1. \end{cases}$$

Якщо потрібно використовувати спрощену схему алгоритмічного процесу декодування кодів ДНП чисел, то використовується наступна формула:

$$Y_{1+\tau+\alpha \text{sign}(1+\text{sign}(\alpha-1)), \xi-\tau-\alpha \text{sign}(1+\text{sign}(\alpha-1))} = \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, n_{\xi}}}{d_{\xi}'^{2n-\xi-\tau}} \right] - \left[\frac{\overline{E}'_{\xi, n_{\xi}}}{d_{\xi}' \cdot d_{\xi}'^{2n-\xi-\tau}} \right] d_{\xi}'^{\xi},$$

де n - лінійний розмір трансформанти; n_{ξ} - довжина для ξ -ї діагоналі трансформанти; $d_{\xi}^{n_{\xi}-\tau-1}$ - ваговий коефіцієнт для τ -го елементу ξ -го числа.

За викладеним матеріалом можна зробити висновок: розроблено метод формування базису основ для трансформанти ДКП за нерівномірно-діагональним принципом. Створено метод представлення трансформанти на основі нерівномірно-діагонального кодування з нерівномірним кодоутворенням; побудований метод реконструкції базових кадрів на основі діагонально-нерівномірного декодування трансформант ДКП.

У четвертому розділі проводиться оцінка інтенсивності потоку, що припадає на базовий кадр, та на весь відеопотік; будується оцінка алгоритмічної складності за кількістю типових операцій для методу обробки базових кадрів на основі розробленого методу.

Оцінка інтенсивності I_1 з розрахунку на базовий кадр для стандартизованої (СТТ) та розробленої (РТ) технологій кодування у залежності від ПКСШ h та ступеню насиченості зображення наводиться у вигляді діаграм на рис. 4. Аналіз діаграм на рис. 4 показує, що у разі обробки базового кадру на основі розробленого методу діагонально-нерівномірного позиційного кодування (ДНПК) його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованою технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПКСШ.

Оцінка інтенсивності $I(\text{GOP})_k$ скомпресованого відеопотоку, яка припадає на групу кадрів, з використанням розробленої технології здійснюється за наступним співвідношенням:

$$I(\text{GOP})_k = \sum_{i=1}^{MN/nn} (\bar{Q}_{\text{DC}} + \sum_{\xi=2}^{2n-2} ([n_{\xi} \log_2 d_{\xi}^{\prime}] + 1) + \bar{Q}_Z + \bar{Q}_R)_i + 2I_P + 5I_B,$$

де I_P , I_B - значення інтенсивностей для компактно-представлених кадрів відповідно IP-типу та B типу; \bar{Q}_Z - обсяг представлення матриці знаків; \bar{Q}_R - кількість біт на представлення кроку R квантування; \bar{Q}_{DC} - довжина статистичного коду DC-компоненти. Оцінка інтенсивностей $I(\text{GOP})_k$ та $I_k^{(24)}$, що припадає на v_t кадрів розглядається на діаграмах рис. 5.

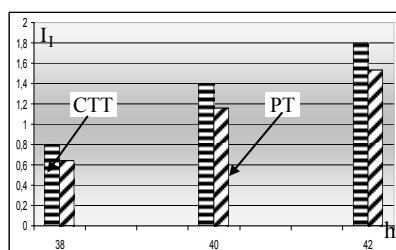


Рис. 4. Значення I_1 для PT та STT технологій

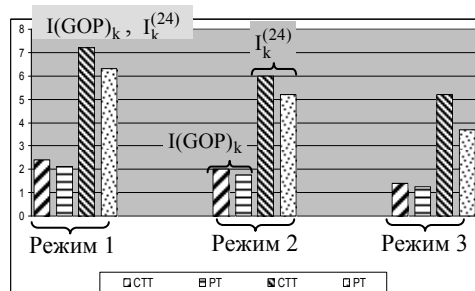


Рис. 5. Значення інтенсивностей для STT та PT обробки базових кадрів

Тут режими обробки кадрів будувалися з урахуванням забезпечення наступних рівнів ПВСШ: режим 1: I-кадр – 42 дБ, P-кадр – 28 дБ, B-кадр – 22 дБ; режим 2: I-кадр – 40 дБ, P-кадр – 28 дБ, B-кадр – 22 дБ; режим 3: I-кадр – 38 дБ, P-кадр – 28 дБ, B-кадр – 22 дБ. За результатами досліджень діаграм на рис. 5 можна зробити висновок, що за рахунок обробки базових кадрів на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування трансформант досягається зниження сумарної інтенсивності відеопотоку від 10 до 13%.

Кількість операцій з урахуванням їх типів, яку необхідно витратити на обробку усього базового кадру на основі розробленого методу, представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка величини q_1' для усього базового кадру з використанням PT

Вид операції	Порівняння	Добуток	Ділення	Додавання/ віднімання
Кількість операцій	M N	$M N \log_2 n^2 + M N + \frac{M N (2n - 3)}{n^2}$	M N	$M N \log_2 n^2 + M N$

Аналіз даних у табл. 1 дозволяє зробити висновок, що кількість операцій для створеного методу на основі ДПН кодування щодо технології JPEG1, що

використовує статичні таблиці кодів, буде менше у середньому на 10%, а щодо технології JPEG2 досягається: скорочення кількості типових операцій добутку мінімум на 53%, а кількості типових операцій додавання/віднімання - мінімум на 75%.

Отже, по викладеному можна зробити висновок, що: розроблений метод обробки базових кадрів, який використовує створену технологію діагонально-нерівномірного позиційного кодування трансформант у не рівноважному базисі основ забезпечує зниження інтенсивності відеопотоку та скорочення алгоритмічної складності процесу його компресії.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу, яка пов'язана з зниженням інтенсивності стиснутого потоку відеокадрів у інфокомунікаційних системах для підвищення якості відеоінформаційного сервісу. Розроблено метод обробки базових кадрів на основі діагонально-нерівномірного позиційного кодування трансформант у не рівноважному базисі основ. Побудована технологія реконструкції кодограм, які містять кодові значення ДНП чисел.

Основними науковими результатами, отриманими в роботі є:

1. Метод формування базису основ для трансформанти за нерівномірно-діагональним принципом. Це дозволяє додатково знизити кількість структурної надлишковості трансформованого представлення базових кадрів щодо кодування у рядково-стовповому базисі основ від 15 до 30% залежно від ступеня насиченості та значення ПВСШ.

2. Модель для оцінки інформативності представлення зображень на основі подання трансформанти як комбінаторного об'єкту, який формується завдяки нерівномірній діагональній структурі. Це дозволяє оцінити нижню межу ефективності кодового представлення трансформанти.

3. Метод кодування трансформант у не рівноважному діагонально-нерівномірному позиційному базисі основ з нерівномірним кодоутворенням. Це дозволяє додатково знизити кількість розрядів на представлення фрагменту базового кадру.

4. Технологія реконструкції кодограм, які містять кодові значення ДНП чисел на основі декомпозиції службової та інформаційної частини кодової конструкції стисненого уявлення поточного фрагменту базового кадру. Це дозволяє без втрат інформації встановити кодограми за призначенням, що міститься в них.

5. Узагальнена технологія прямих та зворотних кодових перетворень діагоналей без урахування апріорної інформації про її довжину та порядкового номеру у трансформанті. Це дозволяє спростити алгоритмічні реалізації процесів кодування та декодування.

Основні практичні результати досліджень полягають у наступному:

1. У разі обробки базового кадру на основі розробленого методу ДНПК його інтенсивність знижується щодо випадку обробки стандартизованою технологією у середньому від 15% до 20% залежно від ПВСШ.

2. Досягається зниження дисбалансу між інтенсивністю та швидкістю передачі по мережі у середньому на 12%. Це досягається за рахунок використання для передачі відеопотоку більш низьких пропускних спроможностей мережі; підвищення якості візуальної оцінки відеопотоку шляхом зниження викривлень одночасно для Р-кадрів та кадрів В-типу.

3. Кількість операцій на обробку відеопотоку на основі стиснення базового кадру шляхом діагонально-нерівномірного позиційного кодування трансформант щодо стандартизованих технологій обробки кадрів скорочується в середньому на 45%.

Достовірність отриманих результатів забезпечується наступним: адекватністю результатів експериментальних та теоретичних досліджень щодо бітової швидкості потоку відеокadrів та тимчасових витрат на обробку, отриманих на основі програмної реалізації та математичної моделі; не суперечливості отриманих результатів положенням теорії інформації та методам позиційного кодування.

Мета дослідження, яка полягає у розробці методу зниження інтенсивності відеопотоку в інфокомунікаційних системах для підвищення якості відеосервісу на основі трансформування та кодування базових кадрів, досягнута.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Barannik V.V. Method of Intensity Lowering for Video Stream in Infocommunication Systems / V.V. Barannik, Otman Shadi O.U., A.A. Krasnorutskyi // *Radioelectronics & informatics*. - 2013. - № 1. - С.36-39.

2. Баранник В.В. Метод реконструкції трансформант в діагонально-нерівномірному базисі оснований на основі декодування нерівномірних кодограмм / В.В. Баранник, Отман Шади О.Ю., Хаханова А.В. // *АСУ и приборы автоматизи.* - 2014. - № 166. - С. 42-47.

3. Баранник В.В. Метод кодування діагональних нерівномірно позиційних чисел для компресії базових кадрів відеопотоку в інфокомунікаційних системах / В.В. Баранник, Отман Шади О.Ю. // *Наукоємні технології*. – 2014. - № 4. – С. 24-30.

4. Баранник В.В. Метод снижения интенсивности видеопотока в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, Отман Шади О.Ю., А.В. Хаханова // *АСУ и приборы автоматизи.* - 2014. - № 167. - С. 23-28.

5. Отман Шади О.Ю. Методологическая база для представления трансформанты в неравновесном позиционном неравномерно-диагональном пространстве // *Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте*. – 2014. - № 6. – С. 58-64.

6. Баранник В.В. Технологическая концепция обработки базовых кадров для снижения интенсивности кодового представления / В.В. Баранник, О. Ю. Отман Шади // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2014. – № 4. – С. 25-31.
7. Баранник В.В. Методологические рекомендации по совершенствованию технологии снижения интенсивности кодового представления базовых кадров / В.В. Баранник, Отман Шади О.Ю., А.А. Подорожняк // Системи обробки інформації. – № 8(124). – 2014. – С. 87-93.
8. Баранник В.В. Методология оценки задержки на обработку базовых кадров видеопотока для инфокоммуникационных технологий / В.В. Баранник, Отман Шади О.Ю., С.Ю. Стасев, А.П. Мусяненко // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. - № 4. – С. 10 – 13.
9. Баранник В.В. Метод оцінки інтенсивності відеопотоку у розрахунок на базовий кадр/ В.В. Баранник, Ю.М. Рябуха, Отман Шаді О.Ю. / Системи озброєння та військова техніка.– 2015. - № 1. – С. 34 – 41.
10. Othman Shadi O.Yo. Control of Video Compression Parameters with Regard to the Particular Characteristics of Block Content / Shadi Othman, Dmitry Dvukhglavov, Vitaliy Tverdokhleb, N. Kharchenko // International Symposium [«Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014)»], (Kiev, Ukraine, September 26–30, 2014) / Kyiv: 2014.– P. 338–340.
11. Отман Шади О.Ю. Стиснення стереозображень / О.Ю. Шаді Отман, А.О. Подорожняк, С.С. Бульба, Р.А. Москаленко // Чотирнадцята міжнародна науково-технічна конференція [«Проблеми інформатики та моделювання»], (Харків 22-28 вересня 2014 р.) / Національний технічний університет «ХПІ». – 2014. – С. 45.
12. Отман Шади О.Ю. Обоснование рекомендаций для технологий снижения интенсивности потока кадров в инфокоммуникациях / В.В. Баранник, Шади Отман О.Ю., С.А. Сидченко // Науково-методична конференція [«Сучасні проблеми телекомунікації і підготовка фахівців в галузі телекомунікацій – 2014»] / Національний університет «Львівська політехніка», 1-4 листопада 2014р. – С. – 115-116.
13. Отман Шаді О.Ю. Спосіб оцінки інформативності зображень з трансформуванням / О.Ю. Отман Шади, В.К.Бондарчук // Науково-технічна конференція [«Інформатика, управління та штучний інтелект»] / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», (Харків, 26 – 27 листопада 2014 р.) – С. 23.
14. Баранник В.В. Концепция обработки кадров видеопотока для снижения интенсивности / В.В. Баранник, О.Ю. Отман Шади // Третя міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми інформатизації", (Київ, 11-13 грудня 2014 г.) / Державний університет телекомунікацій, Київ, 2014. – С. 9.

15. Barannik V. A method to control bit rate while compressing predicted frames / V. Barannik, N. Kharchenko, Othman Shadi O.Yo., A. Musienko // The XIIIth International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics CADSM'2015 (24-27 February 2015 Polyana-Svalyava (Zakarpattia), Ukraine). – P. 29-31.

16. Баранник В.В. Методология селективной защиты видеопотока по базовым кадрам для ведомственных систем / Баранник В.В., Комолов Д.И., Тарнополов Р.В., Отман Шади О.Ю. // Науково-технічна конференція [«Інформаційна безпека України»] / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 12-13 березня 2015 р. - С. 25.

АНОТАЦІЯ

Отман Шади О.Ю. Метод зниження інтенсивності потоку відеокадрів в інфокомунікаційних системах на основі трансформування та кодування базових кадрів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. – Національний авіаційний університет, Київ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, яка полягає у зниженні інтенсивності стисненого потоку відеокадрів в інфокомунікаційних системах для підвищення якості відеоінформаційного сервісу.

Обґрунтовується, що інтенсивність базового кадру надає значний вплив на інтенсивність видеопотоку. Для розробки нових методів кодування базових кадрів виявляються вразливі сторони функціонування стандартизованих технологій обробки базових кадрів видеопотоку. Викладається розробка методу кодування трансформант у не рівноважному діагонально-нерівномірному позиційному базисі основ з нерівномірним кодоутворенням. Це дозволяє додатково знизити кількість структурної надлишковості трансформованого представлення базових кадрів щодо кодування у рядковостовповому базисі основ. Будується технологія реконструкції кодограм, що містять кодові значення діагонально-нерівномірних позиційних чисел на основі декомпозиції службової та інформаційної частин кодової конструкції стисненого представлення поточного фрагменту базового кадру. Це дозволяє без втрат інформації встановити кодограми за призначенням, що міститься в них.

Ключові слова: інтенсивність видеопотоку, базис основ, діагоналі трансформант, позиційне кодування, структурна надлишковість.

АННОТАЦИЯ

Отман Шади О.Ю. Метод снижения интенсивности потока видеокадров в инфокоммуникационных системах на основе трансформирования и кодирования базовых кадров. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – телекоммуникационные системы и сети. – Национальный авиационный университет, Киев, 2015.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-прикладной задачи, которая состоит в снижении интенсивности сжатого потока видеокадров в инфокоммуникационных системах для повышения качества видеотрансляционного сервиса.

Проводится обоснование того, что повышение качества видеотрансляционных услуг достигается за счет снижения битовой скорости видеопотока на основе их компрессии. Показывается необходимость усовершенствования технологий кодирования для систем сжатия с контролируемыми погрешностями.

Показывается особое значение беспроводных технологий в обеспечении ежегодно роста спроса на предоставление видеотрансляционных сервисов. Доказывается, что это сопровождается ростом интенсивностей видеопотоков, в результате чего они значительно превосходят пропускные возможности сетей. Для преодоления сложившегося дисбаланса предлагается снижать интенсивность потока путем использования технологий компрессии. Обосновывается, что интенсивности базового кадра оказывает значимое влияние на интенсивность видеопотока. Для разработки новых методов кодирования базовых кадров выявляются уязвимые стороны функционирования стандартизированных технологий обработки базовых кадров видеопотока.

Строится метода формирования базиса оснований по неравномерно-диагональному принципу с учетом того, что основания для трансформанты выявляются для диагоналей по зигзагообразному обходу с учетом наличия высокочастотных составляющих спектра. Формируется модель для оценки информативности представления фрагмента изображений на основе трансформирования и выявления комбинаторной избыточности. Это позволяет оценить нижнюю границу эффективности кодового представления трансформанты. Излагается разработка метода кодирования трансформант в неравновесном диагонально-неравномерном позиционном базисе оснований с неравномерным кодообразованием. Это позволяет дополнительно снизить количество структурной избыточности трансформированного представления базовых кадров относительно кодирования в строчно-столбцовом базисе оснований. Строится технология реконструкции кодограмм, содержащих кодовые значения диагонально-неравномерных позиционных чисел на основе декомпозиции служебной и информационной частей кодовой конструкции

сжатого представления текущего фрагмента базового кадра. В отличие от других технологий проводится разметка кодового потока базового кадра на кодовые конструкции трансформант с последующей их разметкой на кодовые конструкции отдельных диагоналей с использованием информации о значениях оснований и фиксированного количества кодограмм. Это позволяет без потерь информации установить кодограммы по назначению, содержащейся в них информации.

Создается обобщенная технология прямого и обратного кодовых преобразований диагоналей без учета априорной информации о ее длине и порядковом номере в трансформанте. Это позволяет упростить алгоритмические реализации процессов кодирования и декодирования.

Ключевые слова: интенсивность видеопотока, базис оснований, диагонали трансформант, позиционное кодирование, структурная избыточность.

ABSTRACT

Othman Shadi O.Yo. Method of video frames flow intensity lowering in infocommunication systems on the basis of basic frames transformation and coding. – Manuscript.

The dissertation on competition of an academic degree of Technical Sciences Candidate in the specialty 05.12.02 – Telecommunication systems and networks. – National aviation university, Kyiv, 2015.

Dissertation is devoted to the solution of the actual scientific and application-oriented task which consists in lowering of video frames compressed stream intensity in infocommunication systems for improvement of quality of video information service.

It is justified that has intensity of a basic frame significant impact on intensity of a video stream. For development of new encoding techniques of basic frames the vulnerable sides of functioning of the standardized technologies of video frames stream basic processing are identified. Development of the transforms encoding technique in non-equilibrium diagonal and non-uniform positional base of the bases with a non-uniform code formation is explained. It allows to reduce in addition amount of structural redundancy of the basic frames transformed representation relatively to the coding in the line and column base of the bases. The technology of codegrams reconstruction which contain of code values of diagonal and non-uniform positional numbers on the basis of decomposition of the service and information parts of code construction of basic frame current fragment compressed representation is built. It allows to set codegram on the bases of containing information without information losses.

Key words: video stream intensity, base of the bases, diagonals of transforms, positional coding, structural redundancy.