

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БОЙКО Юлія Петрівна

УДК 004.22:621.391.837:004.832.2(043.3)

**МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ СТИСКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В
СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Спеціальність: 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному авіаційному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії в галузі науки і техніки України
Юдін Олександр Костянтинович,
директор Інституту комп'ютерних інформаційних
технологій Національного авіаційного університету

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Катеринчук Іван Степанович,
провідний науковий співробітник науково-організаційного
відділу Національної академії Державної прикордонної
служби України ім. Б. Хмельницького

доктор технічних наук, професор
Толюпа Сергій Васильович,
директор Навчально-наукового інституту захисту
інформації Державного університету телекомунікацій

Захист відбудеться 27 серпня 2015 р. о 13.00 на засіданні вченої ради Д 26.062.17. при Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, Київ - 680, пр. Космонавта Комарова, 1.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, Київ 680, пр. Космонавта Комарова 1.

Автореферат розісланий «__» липня 2015 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
к.т.н., доцент

С. Гнатюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Світове інформаційне суспільство характеризується зростаючою роллю інформаційно-телекомунікаційних технологій, а також їх складовою – системами підтримки прийняття рішень. Розвиток сучасних комунікаційних відносин в державі, інтеграція рішень залежить від взаємодії і спільного використання інформаційних потоків різними міжвідомчими та міжрегіональними рівнями країни.

Очевидно, що подальший розвиток національної безпеки і оборони, досягнення стратегічних цілей – можливо реалізувати тільки на основі сучасних інфраструктур, об'єднаних у єдиний інформаційно-комунікаційний простір з динамічним розподілом функцій управління. Цей простір повинен забезпечити інформаційну й функціональну взаємодію окремих державних структур, міністерств, відомств між собою в інтегрованому процесі оперативного управління в кризових ситуаціях.

Необхідність інформатизації системи управління в кризових ситуаціях сьогодні впливає, насамперед, із проведення в державі нової економічної політики, зростання кількості техногенних катастроф, характеризується загостренням військової агресії з боку інших держав.

В даному випадку, повинна досягатися основна мета використання та впровадження сучасних технологій побудови інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) – забезпечення стійкого функціонування різних галузей на зовнішньому й внутрішньому ринку послуг, а також підвищення обороноздатності країни. У цих умовах, оперативне управління в кризових ситуаціях здобуває важливе економічне, політичне та військове значення, тому що від його якості й оперативності представлення критичної відеоінформації в заданий інтервал часу, залежить стабілізація роботи різноманітних структур країни, а також широке коло задач національної безпеки і оборони. У зв'язку із цим, стратегічно важливо мати науково обґрунтований перехід до нових технологій побудови сучасним системам підтримки прийняття рішень (СППР) з метою управління інформаційними процесами в кризових ситуаціях. Вирішення таких задач повинно бути пов'язано із взаємодією оперативних центрів СППР з групами територіально рознесених космічних комплексів, а також обробкою і висвітленням інформації, отриманої від засобів аерокосмічного та відео моніторингу.

Таким чином, застосування сучасних методів і технологій компресії даних з метою передачі, обробки та висвітлення якісної відео інформації у задані часові інтервали, повинні допомогти керівному складу, експертам галузі - підвищити ефективність функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем та забезпечити високу якість прийняття виконавських рішень.

Задачам ефективної побудови ІТС присвячені дослідження багатьох вчених, в тому числі вітчизняних, серед них: Баран П., Беркман Л.Н., Галлагер Р., Золотарьов В.В., Конахович Г.Ф., Складар Б. Чимало наукових праць також присвячено розв'язанню питання підвищення ефективності процедури компресії інформації в ТКС. Значний внесок у розвиток досліджень в галузі компресії інформації внесли вчені: Ватолін Д., Грей Ф., Зів Д., Рагушняк О., Селомон Д., Смірнов М., Хаффман Д., Шеннон К., Юкін В. Серед вітчизняних дослідників – Бараннік В.В., Корольов А.В., Поляков П.Ф, Юдін О.К.

З метою ефективної передачі, обробки та висвітлення критичної відеоінформації у системах СППР, необхідно вирішити наступний клас задач: зниження часу обробки та збільшення загальної швидкості передачі відеоданих сучасними каналами зв'язку. Рішення зазначеної проблеми, можливо реалізувати на основі зменшення загальних обсягів даних на основі нових методів компресії. Однак, теоретичні та практичні характеристики існуючих методів і технологій, не забезпечують обробку та своєчасну доставку великих обсягів відеоінформації з регульованим рівнем якості в необхідні або задані інтервали часу. В залежності від технічних характеристик ІТС, ступінь стиснення відеоданих в сучасних умовах, необхідно значно підвищити. Таким чином, підвищення ефективності функціонування ІТС з умов процесу доставки критичної відеоінформації високої роздільної здатності з наявністю регульованих втрат якості візуалізації зображень на базі розробки і впровадження нових методів та технологій компресії є актуальною науковою задачею.

Таким чином, дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі: підвищенню ефективності функціонування ІТС на базі розробки методів і моделей адаптивного кодування даних в системах підтримки прийняття рішень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в Національному авіаційному університеті, відповідно до планів науково-дослідних робіт. Одержані результати роботи реалізовано в рамках НДР № 0107U002816 «Розроблення теорії, методів та технологій оптимального управління гарантоздатною комп'ютерною мережею».

Мета роботи. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем на базі розробки методів і моделей адаптивного кодування даних в системах підтримки прийняття рішень.

Досягнення поставленої мети **передбачає розв'язання таких завдань:**

1. Провести аналіз існуючих технологій компресії зображень і обґрунтувати напрямок їх вдосконалення в рамках технологій компресії з наявністю обмежених втрат якості візуалізації зображень.

2. Розробити метод та моделі адаптивного кодування (АК) джерела повідомлень з регуляризацією обмежених втрат якості візуалізації зображень.

3. Розробити метод попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення, що враховує умови і обмеження, які встановлюються при введенні адаптивних процедур компресії зображень.

4. Розробити метод і моделі декодування цифрових зображень в умовах попереднього рекурентного виявлення характеристик структури адаптивних позиційних чисел, а також розробити методику реконструкції масивів довжин серій двійкових елементів при декодуванні.

5. На основі розроблених моделей та методів адаптивного кодування і декодування вдосконалити технологію компресії цифрових зображень в ІТС, що забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації та скорочення часових затримок на обробку даних в СППР.

6. Розробити програмно-апаратний комплекс та методику оцінки ефективності ступеня скорочення об'ємів відеоданих з наявністю обмежених

втрата якості візуалізації зображень на основі вдосконаленої технології компресії.

Об'єкт дослідження. Процеси стиснення та обробки даних в інформаційно-телекомунікаційних системах та в системах підтримки прийняття рішень.

Предмет дослідження. Технології та методи компресії інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах та в системах підтримки прийняття рішень на основі адаптивного кодування/декодування даних.

Методи дослідження. Проведені дослідження базуються на сучасних методах теорії інформації й кодування, методах теорії ймовірностей, математичної статистики, комбінаторного аналізу, методах теорії складних систем, методах структурного аналізу зображень і методах математичного та комп'ютерного моделювання.

Наукова новизна:

1. Вперше розроблено метод та модель адаптивного кодування джерела повідомлень з регуляризацією обмежених втрат якості візуалізації зображень, який на відміну від відомих методів використовує кодування послідовностей довжин серій двійкових елементів на базі позиційного представлення з адаптивним формуванням основи, що дозволило формувати кодове значення опису трансформант незалежно від основ молодших елементів, а також в процесі стиснення даних дозволяє усунути значні часові втрати для попереднього обчислення вагових коефіцієнтів.

2. Вперше розроблено метод попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення із скороченням їх обсягу, який на відміну від існуючих процедур враховує умови і обмеження, які встановлюються при введенні адаптивних процедур компресії зображень, .

3. Вперше розроблено метод та модель декодування цифрових зображень в умовах попереднього рекурентного виявлення характеристик структури адаптивних позиційних чисел, які відрізняється попереднім визначенням довжини адаптивних позиційних чисел на основі величини потужності множини допустимих чисел.

4. Вдосконалено технологію компресії та декомпресії цифрових зображень в ІТС, яка ґрунтується на розроблених методах, моделях, методиках адаптивного кодування джерела повідомлень, що на відміну від існуючих технологій забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації та скорочення часових затримок на обробку даних в СППР.

Практичне значення отриманих результатів досліджень полягає в тому, що:

1. Вдосконалена технологія компресії цифрових зображень в ІТС забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації та скорочення часових затримок на обробку даних в СППР, та дозволяє досягти:

- підвищення ступеня стиснення в середньому на 7 % і 27 % для різних класів цифрових зображень за рахунок можливості відновлювати бінарний опис трансформант із заданою втратою якості візуалізації зображень без використання додаткової інформації про кількість довжин серій двійкових елементів;

- скорочення часу на обробку і передачу в середньому на 20 % за рахунок скорочення кількості службових даних на подання інформації про кількість елементів у стовпцях масиву довжин серій двійкових елементів, що дозволило для

розробленого методу в режимі обмежених втрат якості відновлених зображень, при співвідношенні сигнал/шум 50дБ, забезпечити вигравш по скороченню стислого об'єму на рівні в середньому: 15% для слабокорельованих, а середньокорельованих зображень; 20% для сильнокорельованих зображень;

- усунення неконтрольованої втрати інформації, а також одночасно надає можливість виключити втрати інформації без використання додаткової службової інформації.

2. Розроблено програмно-апаратний комплекс та методики оцінки ефективності ступеня скорочення об'ємів відеоданих з наявністю обмежених втрат якості візуалізації, впровадження якого надало можливість підвищити ефективність функціонування ІТС, знизити час обробки цифрових зображень в СППР за рахунок виключення попереднього обчислення вагових коефіцієнтів елементів адаптивного позиційного числа, а також досягти середнього ступеню стиснення залежно від значення кореляції для рівня відповідних пікових співвідношень сигнал/шум: для слабокорельованих зображень в 12 разів; для середньокорельованих зображень в 28 разів; для сильнокорельованих зображень в 35 разів.

Особистий внесок автора. Основні положення і результати дисертаційної роботи, що виносяться до захисту, отримані автором самостійно. У роботах, написаних у співавторстві, автору належать: [1; 17] – розробка структурної моделі вдосконаленої технології стиснення зображень; [2; 5] – розробка математичної моделі процедури оцінки ефективності ступеня скорочення об'ємів відеоданих з наявністю обмежених втрат якості візуалізації зображень на основі вдосконаленої технології компресії; [3; 8; 16] – розробка нового методу відтворення зображень в умовах попереднього рекурентного виявлення характеристик структури адаптивних позиційних чисел; [4; 10] – розробка структурної моделі методу відновлення зображень на основі декомпозиції узагальненого кодового опису окремих фрагментів; [6; 11] – розробка математичної моделі процедури оцінки інтенсивності потоку стиснених відеокадрів з урахуванням витрат кількості розрядів на представлення двійкової маски, вектора покажчиків знаків і динамічної складової; [7] – розробка нового методу та моделі адаптивного кодування джерела повідомлень з регуляризацією обмежених втрат якості візуалізації зображень; [9; 14] – проведення оцінки ефективності процесу доставки відеоданих каналами зв'язку; [12; 13] – реалізація аналітичних перетворень у програмному середовищі для інтеграції в систему підтримки прийняття рішень; [15] – реалізація аналітичних перетворень у програмному середовищі, проведення оцінки ефективності аналітичних перетворень методу інваріантно-просторового кодування двійкових послідовностей.

Апробація дисертації. Результати практичних і теоретичних досліджень, викладені в дисертаційній роботі, доповідалися й обговорювалися на 8 міжнародних науково-технічних конференціях. У тому числі: Науково-технічна конференція студентів та молодих вчених «Наукоємні технології», (Київ 2013 р.), X Mezinárodní vědecko – praktická konference «Věda a vznik», (Praha 2013/2014), 12th International Conference «TCSET'2014», (Lviv, 2014), IV міжнародна науково-технічна конференція «ITSEC», (Київ 2014 р.), X International scientific and practical conference «Conduct of modern science», (Sheffield 2014), XI международная

научно-практическая конференция «Научное пространство Европы – 2015», (Пшемьсль 2015 г.), VIII міжнародна науково-технічна конференція «CSNT. Комп'ютерні системи та мережні технології», (Київ 2015 р.), XII міжнародна науково-технічна конференція «ABIA-2015».

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано у 17 наукових працях, у тому числі – 8 статтях у фахових виданнях України (з них 3 у виданнях, які входять у науково-метричні бази), а також 9 тезах доповідей на конференціях.

Структура і зміст роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, основної частини, що містить 4 розділи, висновку, списку літератури й 3-х додатків. Загальний обсяг роботи з додатками – 175 сторінок. Робота містить 33 рисунки й 6 таблиць. Список літератури включає 198 бібліографічних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, поставлені мета й задачі досліджень, визначені наукова новизна й практична цінність отриманих результатів, наведені відомості про їх апробацію й впровадження.

У першому розділі досліджено шляхи проведення якісної модернізації ІТС, і показано, що такі системи можуть бути використані як на рівні оперативного контролю, так і на рівні стратегічного планування, але вони не є ефективними для прийняття якісних рішень в умовах кризових ситуацій. Обґрунтовано необхідність створення систем підтримки прийняття рішень, на які покладаються функції збору, обробки, зберігання, передачі та аналізу інформації від різних джерел. Формуються вимоги щодо характеристик організації зв'язку та доведення інформації з урахуванням психофізичних особливостей сприйняття та аналізу інформації особою, яка приймає рішення. Показано, що відеоінформаційне забезпечення СППР надає особі, яка приймає рішення (ОПР) більш повну і наочну інформацію, в зручній для аналізу та прийняття оптимального рішення формі, а час організації зв'язку та доведення інформації має змінюватися в межах від декількох секунд до декількох хвилин. Затримка при передачі статичних і рухливих зображень не повинна перевищувати 1 секунди. Більш високі значення затримки призводять до помітного для користувачів погіршення якості відображуваних зображень. Для забезпечення затримок в необхідних рамках потрібно здійснювати передачу відповідно зі швидкостями до 100 Мбіт/с і до 3 Гбіт/с в залежності від якості візуальної оцінки зображень. Проаналізовано процес доставки відеоданих та показано, що: затримки з їх передачі в кілька разів перевищують допустимі затримки; у разі передачі відеоінформаційних потоків, які формуються зображеннями високої роздільної здатності, час доставки збільшується на кілька порядків, і досягає декількох сотень секунд; існуючі швидкості передачі даних як мінімум у десять разів нижче відносно необхідних швидкостей передачі відеографіку; необхідно організувати зниження обсягів зображень, які передаються по телекомунікаційних мережах в системах прийняття та підтримки рішень на основі використання систем компресії. Проведений аналіз характеристик існуючих технологій стиснення з наявністю втрати якості візуалізації зображень показав, що вони не забезпечують необхідного рівня зменшення їх обсягів та в залежності від доступної швидкості передачі даних ступінь стиснення необхідно підвищити в середньому на 10-50%. Обґрунтована постановка задачі.

Другий розділ присвячений обґрунтуванню етапів вдосконалення інформаційної технології компресії та набирає подальший розвиток теорія стиснення бінарного опису трансформант в рамках розробки методу адаптивного кодування послідовностей довжин серій двійкових областей. Показано можливість щодо скорочення обсягу на подання трансформанти цифрового зображення в результаті виявлення просторових обмежень на послідовностях довжин серій двійкових елементів.

Розробляються аналітичні засади адаптивного кодування, що ґрунтується на побудові кодових слів в умовах формування базової основи позиційних чисел. Створюється теоретичні основи методу адаптивного декодування в умовах попереднього рекурентного виявлення довжини позиційного числа на основі фіксованої базової основи і заданої довжини стовпця масиву довжин двійкових серій.

У процесі вибору підходу для обробки бітового представлення трансформованих зображень потрібно забезпечити не тільки скорочення надмірності для заданих параметрів візуалізації, а й зниження кількості операцій на обробку. У загальному випадку технологія компресії бітового опису трансформант проводиться в два етапи: на першому виконується попередня обробка потоку двійкових даних для усунення надмірності обумовленої просторовим розташуванням двійкових елементів; на другому проводиться статистичне кодування для усунення просторової надмірності в масивах проміжного представлення.

Для обробки бінарних масивів, що мають нестационарні статистичні характеристики, пропонується використовувати метод виявлення серій двійкових елементів (СДЕ). У цьому випадку рядки бінарного масиву замінюються послідовністю довжин серій, що містять однакові виконавчі елементи. З позиції врахування просторової структури бінарного опису в умовах скорочення складності обробки найбільш прийнятним попереднім перетворенням є виявлення розмірів двійкових об'єктів на основі кодування довжин двійкових елементів. Для варіанту обробки бінарних масивів коефіцієнт стиснення $\eta_{\text{бм}}$ залежить від вибору методу кодування довжин СДЕ й у загальному випадку визначається за формулою

$$\eta_{\text{бм}} = n \cdot m / \bar{v}_v, \quad (1)$$

де \bar{v}_v дорівнює середній кількості двійкових розрядів, що припадає на одну довжину серії ДЕ; n - кількість стовпців бінарної площини трансформанти, а m - кількість рядків.

Можливі два базові підходи для кодування довжин СДЕ: поелементні (рівномірне кодування, нерівномірне статистичне кодування) та для послідовностей (арифметичне кодування, не рівноважне позиційне кодування). Для усунення недоліків, властивих рівномірному/нерівномірному та арифметичному кодуванню в процесі обробки послідовностей довжин серій двійкових елементів пропонується використовувати систему позиційного кодування з адаптивною основою АК, яке забезпечує скорочення обсягу бінарного опису. Ступень стиснення досягається в умовах не стационарності статистичних характеристик довжин двійкових елементів.

Перед виконанням адаптивного кодування виявлені СДЕ групуються в масиви A_i , утворюється вектор $\bar{P} = \{p_{s,k}\}$ довжиною S (кількість рядків у масиві A_i) елементів. Виявлення меж кодових слів здійснюється за принципом визначення їх довжин V_c і кількості. Довжина V_c кодового слова для заданої довжини S нерівноважного позиційного числа вибирається з умови того, що максимально можливе значення коду буде обмежено величиною добутку основ p , тобто

$$\text{Codek}_k \leq \left(\prod_{s=1}^S p_{s,k} \right) - 1, \quad (2)$$

де Codek_k – величина коду для k -го нерівноважного позиційного (НП) числа, утвореного на основі елементів відповідного стовпця масиву довжин СДЕ.

Таким чином, розроблено умову для забезпечення зниження кількості операцій для реалізації технології кодування бінарного опису трансформанти (БОТ).

Схема практичної реалізації нерівноважного позиційного кодування полягає в обчисленні значення коду Codek_k за формулою

$$\text{Codek}_k = v_{1,k} \prod_{\xi=2}^S p_{\xi} + \dots + v_{s,k} \prod_{\xi=s}^S p_{\xi} + \dots + v_{s-1,k} p_S + v_{s,k}. \quad (3)$$

Вагові коефіцієнти $D_{s,j}$ обчислюються за рекурентною схемою. Підсумкове значення вагового коефіцієнта формується, коли оброблена основа для останнього елемента НП числа, тобто

$$D_s = D_{s,s} = p_S P_{s,s-1} = \prod_{i=s+1}^S p_i. \quad (4)$$

Недоліком є те, що формування величин $\text{Codek}_{k,S}$ неможливо без знання вагового коефіцієнта. Звідси для обчислення коду НП числа потрібно виконати два проходи по елементах стовпця масиву довжин СДЕ: перший - для визначення вагових коефіцієнтів, на другому проході виробляється обчислення накопиченої суми величин $\text{Codek}_{k,S}$. Це призводить до необхідності в процесі обробки використовувати часові затримки на попереднє обчислення вагових коефіцієнтів для всіх елементів НП числа. Якщо довжина стовпця масиву довжин серій двійкових елементів дорівнює S , то часова затримка буде дорівнювати часу виконання $(S - 1)$ -й операцій множення.

Значить, умова для технології нерівноважного позиційного кодування щодо скорочення часу на обробку полягає у зменшенні затримки на попереднє формування вагових коефіцієнтів для елементів НП числа. Для цього пропонується розроблений автором метод формування адаптивних позиційних чисел з базовою основою. Аналітична модель адаптивного кодування з однією базовою основою може бути представлена наступним виразом (у сукупності з обмеженнями вираз-2 та виразів 3-4 для формування коду):

$$\text{Codek}(p)_k = c(p)_{k,1} + c(p)_{k,2} + \dots + c(p)_{k,S} + \dots + c(p)_{k,S'}. \quad (5)$$

Тут S' визначається з наступної умови:

$$S' = \begin{cases} S, \rightarrow k \leq K - 1; \\ S_K, \rightarrow k = K. \end{cases} \quad (6)$$

Величина $c(p)_{k,S}$ дорівнює добутку S -го елемента k -го стовпця масиву довжин СДЕ на величину вагового коефіцієнта, тобто

$$c(p)_{k,S} = v_{s,k} p^{S'-s}. \quad (7)$$

В результаті застосування запропонованого методу час на реалізацію технології кодування буде скорочуватися в середньому на 20%. Схема реалізації процесу адаптивного кодування наведена на рис. 1.

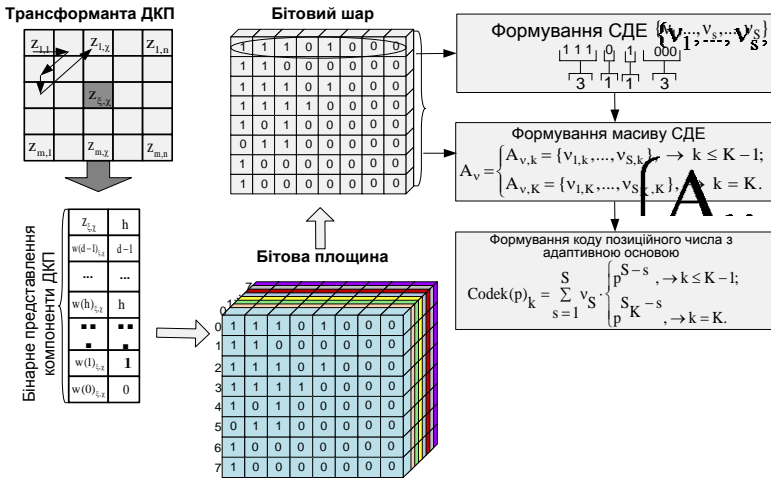


Рис. 1. Структурно-аналітична модель методу адаптивного кодування

Процес адаптивного декодування пропонується здійснювати на базі двох основних етапів: попереднього визначення довжини S' АП числа; проведення відновлення елементів $v_{s,k}$ АП числа.

Перший етап. Для визначення довжини S' поточного позиційного числа пропонується використовувати умову наявності обмеження на значення коду АП числа $Codek(p)_k = p^{S'-1}$. За властивостями позиційних чисел для вагового коефіцієнта $D_{1,k}$ старшого елемента $v_{1,k}$ АП числа буде виконуватися нерівність

$$D_{1,k} = p^{S'-1} < Codek(p)_k \leq pD_{1,k} - 1 = p^{S'} - 1. \quad (8)$$

Звідси випливає, що якщо нерівність (8) виконується, то величина $D_{1,k}$ є ваговим коефіцієнтом старшого елемента АП числа, а довжина позиційного числа дорівнюватиме S' і $k = K$.

В якості початкової (перевірочної) довжини АП числа пропонується використовувати довжину S повного стовпця масиву СДЕ. Тоді схема визначення

довжини АП числа формується таким чином: допоміжна довжина АП числа приймається рівною $\lambda = S$; здійснюється перевірка нерівності $p^{\lambda-1} < \text{Codek}(p)_k$; залежно від результату порівняння можливі наступні дії:

- якщо нерівність виконується, то $S' = \lambda$, тобто знайдена шукана довжина АОП числа;

- якщо нерівність не виконується, то $\lambda := \lambda - 1$, і здійснюється перехід на другий етап.

Для запропонованої схеми максимальну кількість ітерацій для визначення довжини АП числа дорівнюватиме $(S - S_k + 1)$.

Другий етап. Для відомої довжини S' позиційного числа, реконструкція його елементів проводиться за такою формулою:

$$v_{s,k} = [\text{Codek}(p)_k / p^{S'-s}] - [\text{Codek}(p)_k / p^{S'-s+1}]p, \quad s = \overline{1, S'}. \quad (9)$$

Аналізуючи даний вираз приходимо до висновку, що для отримання S -го елемента досить знати довжину оброблюваного адаптивного позиційного числа. Отже, розроблений метод адаптивного кодування дозволяє без втрати інформації відновлювати стовпці масиву довжин серій двійкових елементів в умовах відсутності інформації про його довжину. Таким чином доведено, що забезпечується умова скорочення кількості службових даних, необхідних для відновлення бінарного опису трансформанти без втрати інформації.

У третьому розділі розроблено метод попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення із скороченням їх обсягу.

Виконання дискретного косинусного перетворення дозволяє досягти перетрансформування енергії вихідного сигналу і отримати області, що несуть меншу кількість інформаційного навантаження про вихідне зображення з позиції їх візуального сприйняття зоровою системою експерта СППР, це дозволяє усунути психовізуальну надмірність цифрового зображення. Для цього використовується етап реалізації нерівномірного бітового розподілу по компонентах трансформанти на основі зигзагоподібної квантизації. Дана аналітична модель реалізації методу полягає в скалярному квантуванні компонент трансформант, аналітично описується наступним виразом:

$$z_{\xi, \chi} = [(z_{\xi, \chi}'' + \frac{1}{2}) / q_{\xi, \chi}], \quad (10)$$

де $z_{\xi, \chi}$ - квантовані значення компоненти трансформанти, після округлення в більшу сторону; $q_{\xi, \chi} = 1 + ((1 + (\xi - 1) + (\chi - 1)) \times f)$ - компонента матриці квантизації. В результаті квантизації компонент трансформанти здійснюється пониження їх динамічного діапазону, аж до нульового значення. При цьому найбільше зниження динамічного діапазону досягається для високочастотних компонент трансформанти. Тим самим здійснюється скорочення психовізуальної надмірності.

Для того, щоб скоротити найбільшу кількість просторової надмірності в бінарному описі трансформанти, необхідно забезпечити можливість для утворення областей двійкових елементів, що містять найбільшу кількість нулів. У зв'язку з чим, пропонується враховувати особливості контексту бінарних площин, утворених для відповідних зрізів двійкового представлення компонент трансформанти. Обробка для виявлення розмірів двійкових областей в цьому

випадку буде проводитися для окремих бітових площин. Напрямок обходу площин для зниження часу візуалізації на засобах відображення пропонується обирати, починаючи зі старших розрядів компонент трансформант. Бітова площина $W(h) = \{w(h)_{\ell, \gamma}\}$ будується на основі двійкових елементів $w(h)_{\ell, \gamma} \in \{0; 1\} \rightarrow$ відповідних h -му розряду компоненти трансформанти. Розміри площин рівні розмірам трансформанти, тобто $\ell = \overline{1, m}$, $\gamma = \overline{1, n}$.

Отримання двійкового подання для кожної компоненти $z_{\xi, \chi}$ трансформанти організовується за формулою що разом виразом 10 складає кінцеву аналітичну модель попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення, що дозволяє перевести десяткове число в двійкову форму, починаючи зі старших розрядів, і враховуючи, що старші розряди компонент мають вищий порядковий індекс h , $d-1 \geq h \geq 0$, тобто

$$w(h)_{\xi, \chi} = \left[\frac{z_{\xi, \chi}}{2^h} \right] - \left[\frac{z_{\xi, \chi}}{2^{h+1}} \right] 2, \quad (11)$$

де 2^h - ваговий коефіцієнт двійкового елемента $w(h)_{\xi, \chi}$; d - кількість двійкових розрядів на представлення компоненти трансформанти.

З аналізу отриманого співвідношення випливає, що якщо виконується умова $[z_{\xi, \chi} / 2^h] = 0$, то тим більше $[z_{\xi, \chi} / 2^{h+1}] = 0$. Отже, виконується рівність $w(h)_{\xi, \chi} = 0$. Це дозволяє для отримання значення двійкового розряду компоненти трансформанти виконувати тільки одну операцію ділення. Дану умову пропонується використовувати для скорочення часу на формування БОТ. В результаті виконання перетворень, заданих співвідношенням (11) для всіх компонент трансформанти будується БОТ. Сукупність $W(h) = \{w(h)_{\xi, \chi}\}$, $\ell = \overline{1, m}$, $\gamma = \overline{1, n}$, двійкових елементів, відповідають одному бітовому рівню h утворює бінарну площину.

У межах вдосконалення методів стиснення зображень на основі кодування бітового опису трансформант необхідно передбачити виконання трьох умов. *Перша умова* полягає в забезпеченні скорочення просторової надмірності і можливості використання технології адаптивного кодування для послідовності довжин двійкових областей. *Друга умова* полягає в інтеграції АК. *Третя умова* інтеграції полягає в необхідності формування на базі послідовностей довжин серій ДЕ адаптивних позиційних чисел.

У цих умовах розроблений *метод адаптивного кодування* з регуляризациєю обмежених втраг якості візуалізації зображень реалізується наступними базовими етапами.

Перший етап. На базі стовпців масиву довжин серій двійкових елементів формуються адаптивні позиційні числа $A_s^{(k)} = \{v_{s+(k-1), s, k}\}$, $s = \overline{1, S}$. Для цього визначається адаптивна базова основа p , та виконується наступна обробка по

рядках масиву A_v : $p_s = \max_{1 \leq k \leq K - (1 - \text{sign}(\text{sign}(S_k - s) + 1))} \{v_{s+(k-1)S, k}\} + 1$. Після чого одержимо величину p в такий спосіб:

$$p = \max_{1 \leq s \leq S} \{p_s\}. \quad (12)$$

На *другому етапі* проводиться безпосереднє обчислення коду $C(p)_k$. Для цього пропонується використовувати наступні перетворення:

$$\text{Codek}(p)_k = \sum_{s=1}^{S'} v_{s+(k-1)S, k} p^{S'-s}. \quad (13)$$

З урахуванням $D_s = p^{S-s} = p^{o_s}$, $p^{o_s} = 1$, перетворимо отримані вирази до наступного вигляду:

$$\text{Codek}(p)_k = v_{1+(k-1)S, k} p^{o_1} + v_{2+(k-1)S, k} p^{o_2} + v_{3+(k-1)S, k} p^{o_3} + \dots + v_{s+(k-1)S, k} p^{o_s} + \dots + v_{S+(k-1)S, k}. \quad (14)$$

На *третьому етапі* процесу стиску організується формування кодових слів для кодів $\text{Codek}(p)_k$ адаптивних позиційних чисел. Для цього обчислюється максимальна кількість V_{max} розрядів на представлення кодів $C(p)_k$ для виявленої основи p , тобто $V(\text{Codek}(p)_k) \leq [\log_2 p^S - 1] + 1 = V_{max}$.

Оскільки адаптивна базова основа є постійною для всіх АП чисел, то $V(\text{Codek}(p)_1) = \dots = V(\text{Codek}(p)_k) = \dots = V(\text{Codek}(p)_K) = V_c$, тобто довжина кодових слів буде рівномірною в рамках обробки окремої трансформанти. Це дозволяє визначити початкову позицію (координату $v_{0,k}$ першого біта) наступного k -го кодового слова на основі формули $v_{0,k} = (k-1)V_c + 1$. Використовуючи властивість адаптивного кодування, можна одержати довжину кодового слова V_c .

$$V_c = [\log_2(D_1 p - 1)] + 1. \quad (15)$$

Звідси можна зробити висновок, що для визначення довжини кодового слова необхідно виконати одну операцію множення. При цьому схема реалізації адаптивного кодування забезпечує усунення варіантів переповнення кодового слова і дозволяє: проводити розрахунки довжини кодового слова для оброблюваної трансформанти тільки один раз для першого стовпця масиву довжин серій двійкових елементів; таким чином виключити часові втрати на попереднє обчислення вагових коефіцієнтів.

Також в третьому розділі представлено розробку методу компресії та декомпресії зображень з попереднім квантуванням компонент трансформант, що враховує умови вбудовування аналітичного представлення адаптивного кодування, і забезпечує підвищення ступеня стиснення, виключення неконтрольованих втрат якості відновлених зображень; зниження часу обробки, як на етапах попередньої обробки, так і на всіх етапах кодування з метою скорочення надмірності.

Розроблено метод адаптивного декодування, а також вдосконалено інформаційну технологію стиснення і відновлення зображень. Показано, що розроблені методи компресії забезпечують обмежені втрати якості візуалізації, і за умови зниження кількості службових даних, а також забезпечують виключення

неконтрольованих втрат інформації.

Розроблений метод декомпресії стиснених зображень з урахуванням введення процедур забезпечення обмежених втрат якості візуалізації, згідно представленої теорії адаптивного кодування, повинен містити в собі наступні етапи (рис. 2).

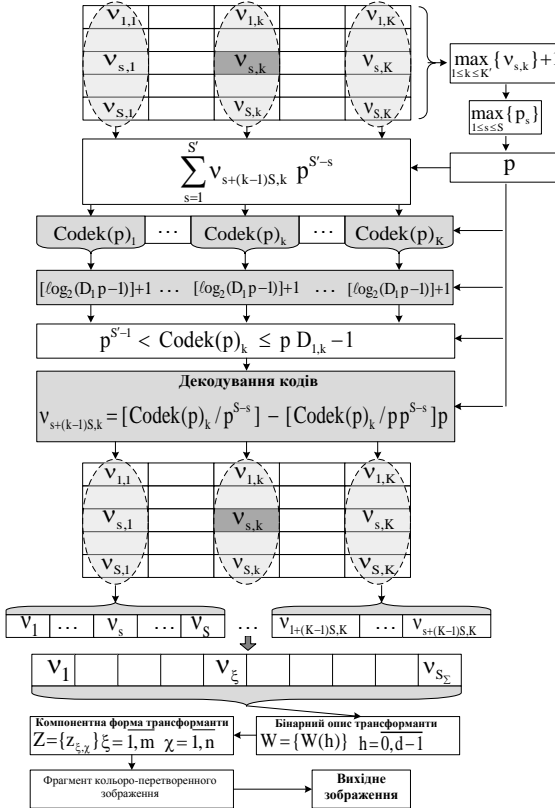


Рис.2. Структурно-аналітична схема декомпресії зображень із заданим рівнем якості візуалізації

Третій етап. Формування абсолютних значень $z_{\xi,\chi}$ компонент трансформанти ДКП досягається на основі поліноміального співвідношення $z_{\xi,\chi} = w(d-1)_{\xi,\chi} 2^{d-1} + \dots + w(h)_{\xi,\chi} 2^h + \dots + w(1)_{\xi,\chi} 2 + w(0)_{\xi,\chi}$, яке забезпечує відновлення всієї трансформанти дискретного косинусного перетворення, що містить абсолютні значення квантованих компонент.

Четвертим етапом процесу відновлення зображень є виконання зворотного блокового двовимірного ДКП. Оскільки в загальному випадку в результаті квантування компонент трансформанти виконується нерівність $z'''_{\xi,\chi} \neq z''_{\xi,\chi}$, то

Перший етап – визначення характеристик кодограм стислому представлення масиву відеоданих, він містить у собі: знаходження початку й кінця кодового представлення відновлюваної трансформанти у всьому стислому представленні зображення; визначення довжини кодових слів V_c , що використовується для представлення кодів $\text{Codek}(p)_k$ адаптивних одноосновних позиційних чисел, утворених для бітового опису поточної трансформанти.

Другий етап – відновлення елементів масиву $A_v = \{A_v^{(k)}\}$, $k=1, \dots, K$ довжин серій двійкових елементів (виконання умов та обмежень АК).

відновлення значення $x'_{i,j}$ масиву $X'(i,j)$ може відрізнятись від вихідного значення $x_{i,j}$ масиву відеоданих $X(i,j)$, тобто $x'_{i,j} \neq x_{i,j}$. Звідки з'являються втрати якості щодо сприйняття відновлюваних зображень.

На завершальному n '-тому етапі на основі кольороворізного опису проводиться одержання фрагменту зображення, що відповідає моделі RGB, $R'=\{r'_{ij}\}$, $G'=\{g'_{ij}\}$, $B'=\{b'_{ij}\}$, $i=\overline{1,m}$, $j=\overline{1,n}$.

У результаті одержуємо фрагмент відновленого зображення для кольорового представлення основи з використанням моделі RGB.

Також у третьому розділі вдосконалено технологію компресії та декомпресії цифрових зображень в ІТС, яка ґрунтується на розроблених методах, моделях, методиках адаптивного кодування джерела повідомлень.

На рис.3 наведено удосконалену технологію компресії цифрових зображень в ІТС, що забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації.

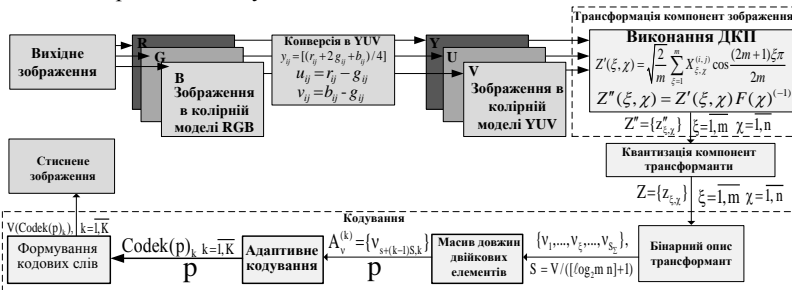


Рис. 3. Структурно-аналітична модель технології компресії цифрових зображень на базі АК

Вдосконалена технологія кодеру реалізує стиснення та відновлення зображень на основі удосконаленої технології компресії та декомпресії цифрових зображень і забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації із скороченням часових затримок на обробку відеоданих в СППР.

В четвертому розділі будується аналітична модель та методики оцінки ступеня скорочення об'ємів відеоданих, що передаються в ІТС та обробляються в СППР з наявністю обмежених втрат якості візуалізації зображень. Проводиться оцінка ефективності функціонування ІТС на основі вдосконаленої технології та розроблених методів стиснення цифрових зображень з використанням адаптивного кодування масивів довжин СДЕ бітового опису трансформант. При цьому враховується, що виключення неконтрольованих втрат якості забезпечується без використання додаткової службової інформації про вектор довжин серій двійкових елементів в стовпцях. Запропоновано структурно-логічну схему СППР в кризових ситуаціях на базі вдосконаленої технології компресії з урахуванням теорії АК.

Середній об'єм \bar{V}_{ci} на стиснене подання масиву відеоданих залежить від наявності втрат якості. Рівень візуалізації зображень у режимі обмежених втрат

якості відповідає значенню співвідношення сигнал/шум, рівний $\sigma = 50$ дБ. Помірний рівень візуалізації цифрових зображень в СППР досягається для $\sigma = 30$ дБ. Найбільше скорочення об'єму відеоданих досягається зі збільшенням втрати якості. Об'єм V_{ca} службової складової визначається витратами кількості V_{mz} двійкових розрядів на подання матриць знаків і V_{mo} кодове подання адаптивної базової основи позиційних чисел, сформованих для довжин двійкових серій бітового подання трансформант. Тоді середній об'єм \bar{V}_{ca} службових даних, що доводяться на один масив відеоданих, буде дорівнювати $\bar{V}_{ca} = \bar{V}_{mz} + \bar{V}_{mo}$ де \bar{V}_{mz} і \bar{V}_{mo} відповідно середній об'єм кодового подання матриці знаків й адаптивної основи, що припадає на один масив відеоданих. З урахуванням цього середній \bar{V}_{Σ} сумарний об'єм на стиснене подання одного масиву буде дорівнювати

$$\bar{V}_{\Sigma} = \frac{m \cdot n \cdot (([S_{\Sigma}([\log_2 m \cdot n] + 1)] + 1) \cdot V_c / V_{mc} + \bar{V}_{mz} + \bar{V}_{mo})}{M \cdot N}, \quad (16)$$

де $M \times N$ – розмір зображення.

Порівняльна оцінка по середніх витратах на стиснене подання масивів відеоданих для відомого нерівноважного позиційного кодування (НПК) і адаптивного кодування наведені у вигляді діаграм на рис. 4. Рівень внесених втрат якості відповідає піковому відношенню сигнал/шум $\sigma = 27$ дБ, а оброблювані зображення вибираються по трьох класах залежно від ступеня їх корельованості. У розрахунок приймаються тільки ті похибки, які вносяться на етапі квантування компонент трансформант.

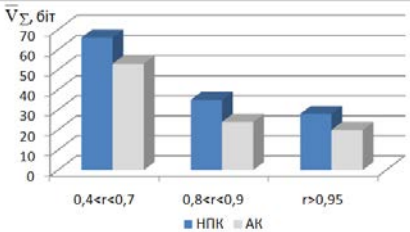


Рис. 4. Значення об'єму \bar{V}_{Σ} для методів НПК і АК при $\sigma = 27$ дБ залежно від ступеня корельованості зображень

Для відомого об'єму \bar{V}_{Σ} ступінь стиснення η для розробленого методу визначається на основі співвідношення

$$\eta = \frac{d \cdot M \cdot N}{([S_{\Sigma}([\log_2 m \cdot n] + 1)] + 1) \cdot V_c / V_{mc} + \bar{V}_{mz} + \bar{V}_{mo}}, \quad (17)$$

де d - глибина оцифрування елемента зображення.

З аналізу діаграм можна зробити наступні висновки:

- у режимі наявності обмежених втрат якості на рівні $\sigma = 27$ дБ середні витрати біт на один масив змінюються від 20 до 50 біт залежно від ступеня когерентності зображень;
- у випадку адаптивного кодування досягається зниження середніх об'ємів стисненого подання масиву відеоданих щодо відомого НПК на рівні 12% для слабкорельованих і на рівні 7% для сильнокорельованих зображень.

З урахуванням даних на рис. 3, отриманих для середнього об'єму \bar{V}_Σ , для стисненого подання фрагмента можна оцінити коефіцієнт стиснення η . Для цього використовується формула (17), розмір блоку приймається рівним $m \times n = 64$, а $d = 8$ біт. Тоді середній ступінь стиснення залежно від ступеня кореляції для рівня перекручувань відповідному піковому відношенню сигнал/шум буде наступним: для слабокорельованих зображень в 12 разів; для середньокорельованих зображень в 28 разів; для сильнокорельованих зображень в 35 разів.

Порівняльний аналіз за ступенем стиснення зображень для розробленого методу, що використає технологію кодування адаптивних позиційних чисел сформованих для стовпців масиву довжин серій двійкових елементів бітового опису трансформанти (АК) і методу формату JPEG для різних класів когерентності зображень наведений на рис. 5, 6.

З аналізу діаграм можна зробити наступні висновки:

1) для розробленого методу в режимі обмежених втрат якості відновлених зображень, що відповідає рівню співвідношення сигнал/шум 50дб, забезпечується виграш по скороченню стислого об'єму на рівні в середньому: 15% для слабокорельованих і середньокорельованих зображень; 20% для сильнокорельованих зображень;

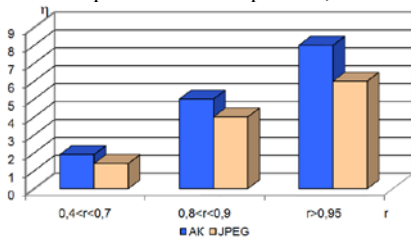


Рис. 5. Залежність η від корельованості зображень для $\sigma = 50$ дБ

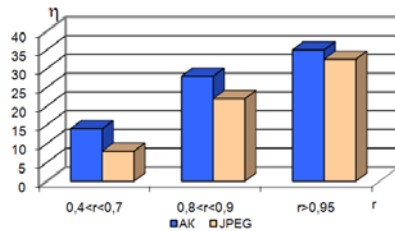


Рис. 6. Залежність η від корельованості зображень для $\sigma = 27$ дБ

2) у порівнянні з методами формату JPEG для запропонованого методу досягається виграш по зниженню об'єму стислих зображень у режимі втрат якості на рівні співвідношення сигнал/шум 27дб у випадку обробки слабокорельованих зображень на 20%, середньокорельованих зображень на 18%. У той же час для сильнокорельованих зображень стислий об'єм для запропонованого методу перебуває на рівні стислого об'єму формованого методами формату JPEG.

На адаптивне кодування всіх стовпців масиву довжин серій ДЕ витрачається наступна кількість операцій: $K \cdot S$ – операцій порівняння; $K(S-1)$ – операцій множення; $K(S-1)$ – операцій додавання. Тоді для стиснення бітового опису всіх трансформант по трьох складових потрібно виконати наступну кількість операцій: $3MN(d + KS/mn)$ – операцій порівняння; $3MN/mn$ – операцій ділення; $3MNK(S-1)/mn$ – операцій множення; $3MNK(S-1)/mn$ – операцій додавання. Для визначення довжини кодового слова, з урахуванням їх сталості в межах одного масиву відеоданих, потрібно виконати одну операцію множення.

Відповідно для всіх масивів по трьох кольірних складових витрачається $3MN/mn$ операцій множення.

Також в 4 розділі розроблена методика оцінки часу обробки зображень на основі запропонованих методів та запропоновано структурно-логічні схеми реалізації СППР в кризових ситуаціях з урахуванням впровадження вдосконаленої технології компресії на базі розробленої теорії і методах адаптивного кодування.

Проведене тестування показало, що адаптивне кодування стовпців масивів довжин серій двійкових елементів бітового опису трансформанти витрачає меншу кількість операцій, ніж статистичні кодери методу JPEG; кодери JPEG мають підвищену складність програмної і технічної реалізації у зв'язку з необхідністю синхронізації і маркування нерівномірних кодових комбінацій; - у випадку адаптивного кодування Хаффмана для кожної трансформанти потрібно обчислювати статистику, будувати кодові таблиці й організовувати подвійний прохід за оброблюваним даними, а при відновленні весь фрагмент буде відновлений тільки після перекодування всіх нерівномірних кодових слів. Це приводить до підвищення часу обробки особливо для середньо і сильно насичених зображень. Витрати часу на стиснення із використанням універсальних обчислювальних засобів зображень HD якості на основі запропонованого методу адаптивного кодування не перевищують 0,04 сек. Дані результати вказують на те, що отриманий метод компресії допускається для доставки відеоданих у реальному часі для систем підтримки прийняття рішень.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішено важливу науково-технічну задачу: підвищено ефективність функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) на базі розробки методів і моделей адаптивного кодування даних в системах підтримки прийняття рішень. Основні наукові й практичні результати роботи полягають в такому:

1. Вперше розроблено метод та моделі адаптивного кодування джерела повідомлень з регуляризациєю обмежених втрат якості візуалізації зображень, на основі позиційного представлення з адаптивним формуванням основи кодових чисел, що дозволило формувати кодове значення опису трансформант незалежно від основ молодших елементів, а також усунути часові втрати для попереднього обчислення вагових коефіцієнтів.

2. Вперше розроблено метод попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення із скороченням їх обсягу, що на відміну від існуючих методів враховує умови і обмеження, які встановлюються при введенні адаптивних процедур компресії зображень та забезпечує скорочення кількості службових даних на подання інформації.

3. Вперше розроблено метод і моделі декодування цифрових зображень в умовах попереднього рекурентного виявлення характеристик структури адаптивних позиційних чисел, які відрізняються попереднім визначенням довжини двійкових послідовностей на основі величини потужності множини допустимих чисел, що забезпечило досягти зростання середнього рівня ступеня стиснення для рівня відповідних пікових співвідношень сигнал/шум ІТС: для слабкорецьованих зображень в 12 разів; для середньорецьованих зображень в

28 разів; для сильнокорельованих зображень в 35 разів.

4. Вдосконалено технологію компресії та декомпресії цифрових зображень в ІТС, яка ґрунтується на розроблених методах, моделях, методиках адаптивного кодування джерела повідомлень, що дозволило забезпечити вираш по скороченню стислого об'єму відеоданих в системах СППР в середньому: 15% для слабокорельованих і середньокорельованих зображень; 20% для сильнокорельованих зображень при співвідношенні сигнал/шум 50дб, а також забезпечити скорочення часових затримок на обробку даних.

5. Розроблено програмно-апаратний комплекс та методики оцінки ефективності ступеня скорочення об'ємів відеоданих з наявністю обмежених втрат якості візуалізації, впровадження яких надало можливість підвищити ефективність функціонування ІТС за рахунок підвищення ступеня стиснення в середньому на 7% і 27 % для різних класів цифрових зображень, знизити час обробки цифрових зображень в СППР в середньому на 20 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Юдін О.К.* Технологія компресії для скорочення обсягу трансформант на основі кодування їх бінарного представлення / О.К. Юдін, Ю.П. Бойко // Наукоємні технології. – 2014. – №1 (21). – С. 84 – 89.

2. *Юдін О.К.* Оцінка характеристик технології компресії зображень / О.К. Юдін, Ю.П. Бойко // Наукоємні технології. – 2014. – №4 (24). – С. 455 – 461.

3. *Юдін О.К.* Технологія декомпресії зображень із заданим рівнем якості візуалізації / О.К. Юдін, Ю.П. Бойко // Наукоємні технології. – 2015. – №2 (26). – С. 47 – 51.

4. *Юдин А.К.* Методы восстановления цифровых изображений на основе декомпозиции обобщенной базовой кодограммы / А.К. Юдин, А.Ю. Школьник, Ю.П. Бойко // Інформаційна безпека. – 2013. – №3 (11). – С. 105 – 111.

5. *Лозова І.Л.* Метод оцінки інформаційних ресурсів з урахуванням суміщення обміну і обчислень / І.Л. Лозова, Ю.П. Бойко // Інформаційна безпека. – 2013. – №4 (12). – С. 75 – 83.

6. *Остроумов Б.В.* Метод оценки интенсивности потока сжатых видеок кадров / Б.В. Остроумов, А.А. Леках, Ю.П. Бойко // Сучасна спеціальна техніка. – 2013. – №3 (34). – С. 45 – 52.

7. *Гуржий П.Н.* Адаптивное одноосновное позиционное кодирование массивов длин серий двоичных элементов / П.Н. Гуржий, В.Ф. Третьяк, Ю.П. Бойко // Радиоэлектроника и информатика. – 2013. – №2. – С. 49–52.

8. *Королева Н.А.* Технологія реконструкції масивов длин серий двоичных элементов для систем доставки видеоданных в телекоммуникационных сетях / Ю.П. Бойко, Н.А. Королева, А.А. Подорожняк // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 2(15). – С. 161 – 163.

9. *Зюбіна Р.В.* Ширококуглові бездротові технології / Зюбіна Р.В., Бойко Ю.П. // Наукоємні технології: науково-технічна конференція студентів та молодих вчених, 11-15 листопада 2013 р. : тези доп. – К. : НАУ, 2013. – С. 29.

10. *Юдин А.К.* Методы восстановления цифровых изображений на основе декомпозиции обобщенной базовой кодограммы / А.К. Юдин, А.Ю. Школьник, Ю.П. Бойко // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická konference [“Věda a vznik – 2013/2014”. - Díl 34. Moderní informační technologie], (Praha, 27 prosinncu 2013 –

05 ledna 2014) / Praha. Publishing House "Education and Science", 2013/2014. – P. 71 – 75.

11. *Krasnorutskij Andrii*. Estimation Calculable Complication Realization of Compression Method and the Regeneration of Images with the Use Extended Recurrence Reverse Position Structural-Weight Coding /, Yuliia Boiko // 12th International Conference ["TCSET'2014"], (Lviv, Ukraine, February 25 – 28, 2014) / Lviv: 2014. – P. 200 – 201.

12. *Іваненко М.В.* Система підтримки прийняття рішень в галузі інформаційної безпеки / М.В. Іваненко, Ю.П. Бойко // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "ITSEC", 20-23 травня 2014 р. : тези доп. – К. : НАУ, 2014. – С. 82

13. *Ноговський С.С.* Комбінована система підтримки прийняття рішень у сфері інформаційної безпеки / С.С. Ноговський, Ю.П. Бойко // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "ITSEC", 20-23 травня 2014 р. : тези доп. – К. : НАУ, 2014. – С. 84

14. *Козлов А.С.* Програмний модуль захисту даних для телекомунікаційних каналів загального користування / А.С. Козлов, Ю.П. Бойко // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції "ITSEC", 20-23 травня 2014 р. : тези доп. – К. : НАУ, 2014. – С. 137

15. *Курінь К.О.* Принципи інваріантно-просторового представлення двійкових послідовностей / К.О. Курінь, Р.В. Зюбіна, Ю.П. Бойко // Materials of the X International scientific and practical conference ["Conduct of modern science"], (Sheffield, November 30 - December 7, 2014). – Sheffield: Science and education LTD, 2014. – Volume 21. Mathematics. Physics. Modern information technologies. – P. 70-72.

16. *Юдін О.К.* Метод відтворення зображень з контрольованим рівнем втрач / О.К. Юдін, Ю.П. Бойко // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції ["Научное пространство Европы – 2015». – ч. 17. Современные информационные технологии], (Пшемисль 07 - 15 квітня 2015). – Пшемисль: Sp. z o.o. "Nauka I studia". – С. 83-90.

17. *Бойко Ю.П.* Метод компресії зображень з попереднім квантуванням компонент трансформант дискретного косинусного перетворення / Ю.П. Бойко // Матеріали VIII Міжнародна науково-технічної конференції «CSNT. Комп'ютерні системи та мережні технології», 16-18 квітня 2015 р. : тези доп. – К. : НАУ, 2015. – С. 125.

АНОТАЦІЯ

Бойко Ю.П. Методи та моделі стиску інформаційних потоків в системах підтримки прийняття рішень – 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 важливої науково-технічної задачі: підвищенню ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) на базі розробки методів і моделей адаптивного кодування даних в системах підтримки прийняття рішень. В роботі вперше

розроблено метод та моделі адаптивного кодування джерела повідомлень з регуляризацією обмежених втрат якості візуалізації зображень. Запропоновано метод попереднього квантування компонент трансформант дискретного косинусного перетворення із скороченням їх обсягу. Розроблено метод і моделі декодування цифрових зображень в умовах попереднього рекуррентного виявлення характеристик структури адаптивних позиційних чисел. На основі розроблених методів, моделей та методик адаптивного кодування і декодування, вдосконалено технологію компресії цифрових зображень в ІТС, яка забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації та скорочення часових затримок на обробку даних в системах підтримки прийняття рішень. Запропонована технологія компресії цифрових зображень забезпечує реалізацію функцій скорочення надмірності в умовах обмежених втрат якості візуалізації та скорочення часових затримок на обробку даних, та дозволяє досягти зниження часу на обробку і передачу в середньому на 20 % за рахунок скорочення кількості службових даних на подання інформації про кількість елементів у стовпцях масиву довжин серій двійкових елементів.

Ключові слова: кризові ситуації; система підтримки прийняття рішень; адаптивне кодування; стиснення; декодування.

АННОТАЦІЯ

Бойко Ю.П. Методы и модели сжатия информационных потоков в системах поддержки принятия решений - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 - «Телекоммуникационные системы и сети». - Национальный авиационный университет, Киев, 2015.

Диссертация посвящена решению важной научно-технической задачи: повышению эффективности функционирования информационно-телекоммуникационных систем (ИТС) на базе разработки методов и моделей адаптивного кодирования данных в системах поддержки принятия решений. В работе впервые разработан метод и модели адаптивного кодирования источника сообщений с регуляризацией ограниченных потерь качества визуализации изображений, который в отличие от известных методов использует кодирование последовательностей длин серий двоичных элементов на базе позиционного представления с адаптивным формированием основы. Данный подход позволил формировать кодовое значение описания трансформант независимо от основ младших элементов, а также в процессе сжатия данных позволяет устранить временную задержку для предварительного вычисления весовых коэффициентов. Предложен метод предварительного квантования компонент трансформант дискретного косинусного преобразования с сокращением их объема, в отличие от существующих процедур учитывает условия и ограничения, которые устанавливаются при введении адаптивных процедур компрессии изображений. Разработан метод и модели декодирования цифровых изображений в условиях предварительного рекуррентного определения характеристик структуры адаптивных позиционных чисел, обеспечивающий их рассжатие с ограниченными потерями качества визуализации. На основе разработанных методов, моделей и методик адаптивного кодирования и декодирования, усовершенствована

технология компрессии цифровых изображений в ИТС, которая обеспечивает реализацию функции сокращения избыточности в условиях ограниченных потерь качества визуализации и сокращения временных задержек на обработку данных в системах поддержки принятия решений и обеспечивает: повышение степени сжатия в среднем на 7% и 27% для разных классов цифровых изображений за счет возможности восстанавливать бинарное описание трансформант с заданной потерей качества визуализации изображений без использования дополнительной информации о количестве длин серий двоичных элементов; сократить время на обработку и передачу в среднем на 20% за счет сокращения количества служебных данных на представление информации о количестве элементов в столбцах массива длин серий двоичных элементов, что позволило для разработанного метода в режиме ограниченной потери качества восстановленных изображений, при пиковом соотношении сигнал/шум 50дБ, обеспечить выигрыш по сокращению сжатого объема на уровне в среднем: 15% для слабокоррелированных и среднекоррелированных изображений; 20% для сильнокоррелированных изображений.

Ключевые слова: кризисные ситуации; система поддержки принятия решений; адаптивное кодирование; сжатие; декодирование.

ABSTRACT

Boiko Yu. Methods and models of information flows compression in decision support systems. - Manuscript.

Thesis for scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.12.02 – «Telecommunication systems and networks». - National Aviation University, Kyiv, 2015.

Dissertation is devoted to the solution of important scientific and technical objective: improving the efficiency of information technology systems (ITS), based on the development of methods and models of adaptive data compression in decision support system. For the first time we developed a method and models adaptive source coding messages regularization limited loss of quality imaging. For the first time were developed the method and models of adaptive messages source coding with regularization of limited loss of quality imaging. Proposed a method of pre-quantization component transforms discrete cosine transform to the reduction in volume. Also was developed the method of decoding digital models and images in the pre-identification of recurrent characteristics of the structure adaptive mono positional numbers. On the basis of the developed methods and models offered improved compression technology of digital images in the ITS, which ensures the implementation of the functions of reducing redundancy in a limited loss of visual quality and reduce time delays in the processing of data in the decision support system. The proposed digital image compression technology ensures the implementation of the reduction of redundancy functions under limited losses imaging quality and reduce time delays in data processing, and achieves reduction in time to process and transfer an average of 20% by reducing the number of official data on the submission of information on the number of items in the columns array of lengths of series of binary elements.

Key words: crisis; decision support system; adaptive coding; compression; decoding.