

Міністерство транспорту України  
Харківська державна академія залізничного транспорту

*На правах рукопису*

КЛИМЕНКО Любов Анатоліївна

УДК 621.327:681.5

**РОЗРОБКА СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ ОБРОБКИ ТА  
ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОДАНИХ В АСУЗТ**

05.12.02 - "Телекомунікаційні системи та управління ними"

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття ученого ступеня  
кандидата технічних наук**

**Харків - 1999**

Дисертацією являється рукопис.

Робота виконана в **Харківській державній академії залізничного транспорту**  
**Міністерства транспорту України**

**Науковий керівник**

- кандидат технічних наук, доцент

**Валерій Семенович Коновалов,**

доцент кафедри "Автоматика та комп'ютерні системи управління" Харківській державній академії залізничного транспорту.

**Офіційні опоненти:**

- доктор технічних наук, професор Зеленський Олександр

Олексійович, завідуючий кафедрою "Приймання, передачі та обробки сигналів" Державного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "Харківського авіаційного інституту";

- кандидат технічних наук Остроумов Борис

Володимирович, начальник комплексного відділу СКБ ВО "Комунар" (м. Харків).

**Провідна установа**

- Харківський державний технічний університет радіоелектроніки.

Захист відбудеться "30" "червня" 1999 г. в "13.00" годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.15.04 при Харківській державній академії залізничного транспорту.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці академії.

Відгук на автореферат просимо направляти за адресою:

**Україна, 310050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7.**

Автореферат розісланий "28" травня 1999 р.

***Вчений секретар***

***спеціалізованої ради***

***к.т.н., доцент***

***І.П. Книшев***

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним із напрямків підвищення ефективності роботи і конкурентноздатності на ринку транспортних послуг є вдосконалення всіх сфер виробничої та управлінської діяльності залізничного транспорту із застосуванням прогресивних інформаційних технологій, які базуються на сучасних програмно-технічних засобах і міжнародних стандартах.

При розробленні АСУЗТ найбільш важливими є питання одержання, передачі, прийому та відображення відеоінформації, яка необхідна для управління перевізним процесом інформації у зручній формі. Тому для підвищення ефективності АСУЗТ необхідно збільшити інформаційну ємність підсистем збору інформації, перепускную спроможність й ефективність використання каналів зв'язку та надійність взаємодії людини із комплексом технічних засобів.

Проведений аналіз відомих методів обробки і передачі інформації показав, що зменшення часу обробки і передачі відеоданих в АСУЗТ можливо у результаті стиснення і компактного її представлення. У вирішення цієї проблеми великий внесок зробили багато вчених. Серед них Агеєв Д.В., Гларіозов Г.Л., Еремеев І.С., Зубарєв Ю.М., Котельніков В.О., Красільніков М.М., Крічевський Р.Є., Куликовський О.В., Мановцев А.П., Онищенко Ю.О., Орищенко В.І., Рябко Б.Я., Свіріденко Ю.А., Трофімов Б.Є. та інші. Серед дослідників дальнього зарубіжжя великий внесок внесли Джайн А.К., Кунт М., Претт У.К., Шеннон К., Хартлі Р. Л., Хаффман Д. А., Хеммінг Р.В. та інші.

Проте зростання об'єму інформації, необхідність обробки і передачі її у реальному масштабі часу, умови роботи осіб, що приймають рішення, і працюють не з реальними об'єктами, а з їхніми інформаційними моделями, вимагають розроблення більш ефективних методів компактного представлення відеоданих для зменшення часу обробки і передачі інформації в АСУЗТ.

Актуальність проблеми і її практичне значення обумовили вибір теми, визначили мету і задачі дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.** Робота виконана в рамках Національної програми інформації України і Комплексних цільових програм Укрзалізниці: "Концепції побудови безпечних систем управління рухом поїздів", "Концепції інформатизації залізничного транспорту України". Основні результати дисертаційної роботи знайшли відбиток у 2-х звітах по НДР.

**Мета і задачі дисертації.** Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі розроблення способів і засобів компактного представлення відеоданих із метою зменшення часу їх обробки і передачі в АСУЗТ.

Відповідно до поставленої цілі сформульовані такі задачі досліджень:

1. Розробити і дослідити математичну модель компактного представлення зображень із обмеженими довжинами.
2. Розробити і проаналізувати інформаційну модель представлення зображень із обмеженими довжинами.
3. Розробити засіб кодування "гнучкою" розрядною сіткою і способи адаптації кодування довжин серій із необмеженою та обмеженою довжиною.
4. Розробити метод представлення відеоданих із виділенням серій максимальної довжини й алгоритми стиснення і відновлення відеоданих.
5. Розробити технічні рішення, що реалізують алгоритми стиснення і відновлення відеоданих.

**Методи дослідження** базуються на апараті теорій імовірності й інформації, теорії систем телекомунікації і систем обробки та відображення інформації, математичному і фізичному моделюванні.

**Наукова новизна отриманих результатів** дисертаційної роботи полягає у наступному:

1. Запропонована математична модель представлення відеоданих серіями із обмеженою довжиною, яка дозволяє здійснювати дослідження процесів формування серій в аналітичній формі при усуненні статистичної надмірності відеоданих.
2. Запропонована інформаційна модель представлення відеоданих серіями із обмеженою довжиною, що дозволяє здійснювати дослідження зміни інформаційних характеристик відеоданих в аналітичній формі при усуненні статистичної надмірності відеоданих.
3. Розроблено засіб кодування "гнучкою" розрядною сіткою, що дозволяє одержувати оптимальні значення коефіцієнта стиснення і зменшувати об'єм відеоданих у залежності від значень параметрів візуалізації і розподілу довжин серій у зображенні.
4. Розроблений метод представлення відеоданих із виділенням серій максимальної довжини, які базуються на формуванні послідовностей серій максимальної довжини, послідовностей залишків, параметрів повернення, що дозволяє якнайкраще зменшити об'єм відеоданих за рахунок вибору оптимальної розрядної сітки подвійного коду і порівняння отриманого об'єму відеоданих із вихідним.
5. Розроблено способи адаптації кодування довжин серій на основі апостеріорної інформації про тип зображення і розподілі довжин серій.

**Практичне значення отриманих результатів.** Практична реалізація отриманих результатів складається в тому, що вони дозволяють:

- зменшити об'єм пам'яті, необхідний для збереження відеоінформації за рахунок високих коефіцієнтів стиснення;

- зменшити час передачі відеоданих по каналах зв'язку в АСУЗТ у результаті значного зменшення їхнього об'єму;
- поліпшити якість відображення інформації (збільшити перепускную спроможність операторів) щодо її відображення на пунктах централізованого управління залізничними перевезеннями.

Запропоновані способи, алгоритми, технічні засоби стиснення й усунення надмірності відеоданих можуть бути використані як для зменшення зайнятості каналів зв'язку під час передачі на відстань, так і в обчислювальній та вимірювальній техніці.

**Реалізація результатів роботи.** Результати дисертаційної роботи використані в двох звітах по НДР, на які отримані позитивні відгуки від замовників. Практична значущість отриманих результатів підтверджується застосуванням їх при розробленні нових зразків техніки в СКБ ПО "Комунар", у Харківському приладобудівному КБ "Авіаконтроль", у навчальному процесі ХВУ за курсами "Автоматизовані системи управління", "Системи обробки і відображення інформації", при курсовому і дипломному проектуванні.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення дисертації доповідалися і обговорювалися на:

- 8-й - 10-й міжнародних школах – семінарах "Перспективные системы управления на железнодорожном, промышленном и городском транспорте" (вересень 1995, 1996, 1997 р. р., м. Алушта);
- міжнародних НТК: "Передача, обработка и отображение информации" (березень 1994 р., м. Домбай); "Проблемы передачи и обработки данных" (вересень 1994 р., м. Харків); "Новые технологии в машиностроении" (1995 р., м. Рибаче); "Человеческий фактор в вопросах безопасности на железнодорожном транспорте и проблемы железнодорожной медицины" (січень 1996 р., м. Харків); "Обработка информации и обеспечение надежности систем управления" (грудень 1996 р., м. Харків); "Промышленность строительных материалов, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений. Математическое моделирование и информационные технологии" (жовтень 1997 р., м. Белгород); "Проблемы совершенствования систем управления и связи" (грудень 1997 р., м. Харків);
- теоретичних семінарах: "Синтез, обработка и отображение информационных моделей" Наукової ради НАН України по проблемі "Теоретическая электротехника и электронное моделирование" (1996 – 1999 р.), а також на науково-технічних семінарах ХарДАЗТ.

**Публікації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковані у 14 наукових працях, з них 12 наукових статей і 2 патенти України на винаходи.

За темою дисертації опубліковано 28 друкованих робіт і 2 звіти з науково-дослідних тем. Серед них 2 навчальних посібника, 7 статей у журналах, 7 статей у збірниках наукових праць, 10

тезисів та матеріалів на всеукраїнських і міжнародних конференціях та семінарах, 2 патенти України на винаходи.

**Особистий внесок здобувача.** Особистий внесок здобувача у працях, які опубліковані зі співавторами. У працях [2, 6, 7] – дисертанту належить постановка й обґрунтування наукової задачі; у праці [5] – здобувачем розроблено алгоритм представлення відеоданих різністю кольорових серій; у праці [7] – дисертанту належить постановка й обґрунтування наукової задачі, а також запропоновано процедуру відбору коефіцієнтів та формування матриць знаків; у праці [9] – розроблена методика оцінки завадостійкості кодограм із нерівноважними елементами; у праці [11] – обґрунтовані результати досліджень та оцінка впливу загрубіння кольору на величину стиснення масиву відеоданих; у праці [12] – розроблено спосіб міжкадрового кодування серій адресами граничних елементів; у працях [13, 14] – відібрані і обґрунтовані методи побудови та розроблені алгоритми функціонування пристроїв щодо модулювання процесу передачі інформації і стиснення зображень.

**Об'єм роботи.** Дисертаційна робота викладена на 138 сторінках машинописного тексту, складається із вступу, п'ятих розділів, висновку, списку літератури з 157 найменувань і 5 додатків, та містить 11 таблиць, 65 ілюстрацій і додатків на 22 сторінках. Дисертація написана російською мовою.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, дана загальна характеристика роботи, описана структура дисертації, сформульовані мета і задачі дисертації. Приводяться основні результати, що характеризують новизну та практичне значення досліджень, відомості про публікації, апробацію і реалізацію роботи.

**Перший розділ** містить аналіз застосування нових інформаційних технологій на залізничному транспорті України; способів реалізації і вимог до підсистем відображення, передачі даних в АСУЗТ, що працюють у реальному масштабі часу; рішення задач розроблення методів стиснення інформації; існуючих методів кодування і графічних форматів представлення відеоінформації.

Застосування нових технологій відображення і передача інформації дозволить підвищити якість, інформаційну ємність, надійність, достовірність, оперативність передачі й представлення даних, а також ефективність і продуктивність управлінської роботи. В даний час у системах відображення інформації перспективним є використання растрового методу формування і цифрової обробки зображень. Для підвищення ефективності інформаційної мережі і растрового методу формування зображень необхідно ввести проміжну форму представлення зображення, що дозволяє компактно формувати відеодані із урахуванням зберігання високої достовірності.

Аналіз методів кодування й форматів представлення зображень показав, що існуючі графічні формати призначені тільки для збереження та не можуть використовуватися для роботи в реальному масштабі часу. Тому актуальною є задача розроблення методу представлення зображень, який дозволяє кодувати зображення в реальному масштабі часу із урахуванням динаміки зміни зображень та без втрати інформації.

Другий розділ містить аналіз інформаційної надмірності відеоданих і вимог, що пред'являються до методів представлення зображень, які працюють у реальному масштабі часу; обґрунтування вибору метода кодування зображень у вигляді довжин серій, взятого за основу; дослідження імовірнісних і інформаційних характеристик за допомогою розроблених аналітичних моделей представлення зображень.

Аналіз надмірності зображень показав, що змістовна надмірність усувається в процесі проектування СВІ. Усунення візуальної надмірності багато в чому залежить від фізіології зору і від вимог до якості і дозволеній спроможності проектованої СВІ.

В основу досліджень покладений метод довжин серій. Він дозволяє обробляти зображення в реальному масштабі часу з повним зберіганням інформації; забезпечити високий коефіцієнт стиснення при відсутності будь-яких погіршень; виключити додатковий час на обробки зображень; знизити вимоги до швидкодії засобів обробки і передачі відеоінформації. Застосування даного методу пов'язано із деякими труднощами, що виникають у процесі технічної реалізації. Довжина серії величина змінна та лежить у межах від **1** до **N**, де **N** - кількість елементів у растровому зображенні. Під час кодування довжин серій необхідно змінювати розрядність кодової сітки. Це ускладнює й утрудняє як процес кодування, так і процес декодування. Тому на практиці для спрощення кодування довжин серій необхідно вводити обмеження довжини серії. Це спрощення призводить до зміни інформаційних характеристик.

Для аналізу зміни інформаційних характеристик впроваджений поділ на серії із необмеженими та обмеженими довжинами. Це дозволило розробити імовірнісну та інформаційну моделі для представлення зображень серіями із обмеженою довжиною. Під час розроблення на імовірнісну модель накладені такі обмеження:

виявлення перепаду і поява визначеного значення параметру візуалізації для будь-якого елемента зображення є незалежні та однакові випробування;

імовірність виявлення перепаду є значення  $p$  ( $0 < p < 1$ ), що не залежить від результатів попередніх випробувань, а залежить тільки від типу відеоданих;

імовірність появи визначеного значення параметру візуалізації не залежить від результатів попередніх випробувань.

Введення цих обмежень дозволило застосувати існуючі в теорії імовірності закони розподілу випадкових величин для імовірнісної моделі, яка розробляється.

Аналітичні вирази запропонованих імовірнісної і інформаційної моделей мають вигляд:

$$P^C(S = s_{i,j}) = \begin{cases} \frac{M_i}{N} \times q^{l_j - 1} \times p & \text{для } l_j < C; \\ \frac{M_i}{N} \times q^{C-1} & \text{для } l_j = C; \\ 0 & \text{для } l_j > C, \end{cases}$$

$$H^C(S) = - \left[ \left( 1 - q^{C-1} \right) \times \left( \sum_{i=1}^{N_{\Pi}} \frac{M_i}{N} \log_2 \left( \frac{M_i}{N} \right) + \frac{1}{p} (p \log_2 p + q \log_2 q) \right) + \right. \\ \left. + q^{C-1} \sum_{i=1}^{N_{\Pi}} \frac{M_i}{N} \log_2 \left( \frac{M_i}{N} \right) \right],$$

де  $M_i$  - кількість елементів, які мають  $i$ -ий параметр візуалізації;

$p$  - імовірність виявлення перепаду;

$q = 1 - p$  - імовірність невиявлення перепаду;

$l_j$  - довжина серії;

$N$  - кількість елементів послідовності параметрів візуалізації;

$C$  - обмеження довжини серії.

Чисельні розрахунки показали, що інформаційні характеристики зі зменшенням імовірності виявлення перепаду параметрів візуалізації для серій із обмеженою довжиною нижче, чим у серій із необмеженою довжиною. Також встановлено, що для стиснення відеоданих необхідно розробити спосіб кодування довжин серій, який би не збільшував кількість серій, а дозволяв "гнучко" змінювати довжину розрядної сітки під час кодування.

**Третій розділ** містить математичний опис і дослідження запропонованого способу кодування "гнучкою" розрядною сіткою і способів адаптації кодування як для серій із обмеженої, так й із необмеженою довжиною; теоретичну оцінку ефективності і порівняльний аналіз способів адаптації та способу кодування: існуючої - фіксованої та розробленої - "гнучкою" розрядними сітками.

У залежності від виду серії застосовується відповідне кодування. Для серій із обмеженою довжиною використовується тільки кодування фіксованою розрядною сіткою. Для кодування серій із необмеженою довжиною застосовуються як фіксована, так і "гнучка" розрядні сітки. Таким чином, характеристики відеоданих, представлених у цифровому вигляді, змінюються у залежності від обраного виду довжини серії і методики кодування. Щоб вибрати найбільш ефективний варіант поєднання виду довжини серії і засобу кодування, проводиться теоретична оцінка змін характеристик відеоданих. Оцінка і порівняння проводилися за такими характеристиками відеоданих як: об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування.



Зазначені характеристики для кодування фіксованою розрядною сіткою розраховувалися за такими аналітичними виразами:

$$w_S^\infty = N \cdot p \cdot G_S; K_S^\infty = \frac{G_\Pi}{p \cdot G_S}; \mathfrak{A}_S^\infty = \frac{H_L^\infty(S)}{G_L^\infty};$$

$$w_S^C = \frac{N \cdot p}{1 - q^C} \cdot G_S; K_S^C = \frac{(1 - q^C) \cdot G_\Pi}{p \cdot G_S}; \mathfrak{A}_S^C = \frac{(1 - q^{C-1}) \cdot H_L^\infty(S)}{G_L^C},$$

де  $w_S^\infty, K_S^\infty, \mathfrak{A}_S^\infty$  - об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування для відеоданих поданих серіями із необмеженою довжиною;

$w_S^C, K_S^C, \mathfrak{A}_S^C$  - об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування для відеоданих поданих серіями із обмеженою довжиною;

$G_S$  – розрядність кодового слова, необхідна для запису параметрів серії;

$G_\Pi$  – розрядність кодового слова, яка відводиться на кодування параметру візуалізації;

$G_L^C$  - розрядність кодового слова, яка відводиться на кодування серії із обмеженою довжиною;

$H_L^\infty(S)$  - ентропія довжини серії із необмеженою довжиною.

При кодуванні "гнучкою" розрядною сіткою  $w_S^D, K_S^D, \mathfrak{A}_S^D$  - об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування дорівнюють:

$$w_S^D = N_S \cdot \left[ (1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} N \cdot p \cdot (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D \right];$$

$$K_S^D = \frac{G_\Pi}{p \cdot \left[ (1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D \right]};$$

$$\mathfrak{A}_S^D = \frac{H^\infty(S)}{(1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D},$$

де  $N_S$  – кількість серій;

$D_1, D_r, D_{r-1}$  – інтервали кодових груп за довжиною серій;

$G_{S_1}^D, G_{S_r}^D$  - розрядність кодового слова, що необхідна для запису параметрів серії, які потрапляють у відповідну кодову групу;

$H^\infty(S)$  - ентропія серії із необмеженою довжиною.

Чисельні розрахунки характеристик відеоданих показали, що необхідно розробити способи адаптації кодування під тип зображення. При кодуванні серій із обмеженою довжиною максимальні значення коефіцієнта ефективного кодування отримані для способу, що використовує ентропію довжини серії із необмеженою довжиною. При кодуванні "гнучкою"

розрядною сіткою найкращі показники коефіцієнта ефективного кодування мають два способи, які використовують ентропію серії із необмеженою довжиною та розрядність кодового слова, необхідну для кодування математичного чекання довжини необмеженої серії.

Для порівняння використовуються два варіанти сполучення довжин у послідовності серій: найкращий і найгірший. Передбачається, що все сімейство залежностей характеристик відеоданих знаходиться в області, обмеженої залежностями, отриманими для найкращого і найгіршого варіантів. Дослідження залежностей об'ємів і коефіцієнтів стиснення відеоданих показує, що мінімальний об'єм і найбільший коефіцієнт стиснення відеоданих буде для найкращого варіанту при кодуванні серій із необмеженими довжинами фіксованою розрядною сіткою. Цей факт дозволив спростити дослідження характеристик відеоданих тільки для найгіршого варіанту сполучення довжин у послідовності серій.

Аналіз отриманих результатів показав, що для представлення зображень варто використовувати серії із необмеженою довжиною, які кодуються фіксованою або "гнучкою" розрядною сіткою в залежності від сполучення довжин у послідовності серій.

**Четвертий розділ** присвячений розробленню методу представлення відеоданих з виділенням серій максимальної довжини, який використовує серії із необмеженою довжиною, що кодуються "гнучкою" розрядною сіткою.

Алгоритм стиснення методом із виділенням серій максимальної довжини реалізується у три етапи. На першому етапі для статичних і динамічних зображень використовуються розроблені алгоритми формування серій із необмеженими довжинами, що дозволяють усунути інформаційну надмірність у послідовності параметрів візуалізації та забезпечити мінімальний час формування відеоданих, а на другому етапі – алгоритм кодування серій. Під час кодування вихідна послідовність серій перетвориться в дві кодові групи: "сплесків" й "залишків". Для визначення умови, що дозволяє помістити серію в одну з груп, використовується розрядність подвійного слова, яка необхідна для кодування значення середньоарифметичної довжини послідовності серій. У процесі кодування також формується послідовність параметрів повернення. На третьому етапі визначена кількість рівнів перетворення. Воно дорівнює двом, тому що в цьому випадку кількість кодових груп не перевищить 4.

Алгоритм відновлення реалізується у два етапи. На першому етапі працює розроблений алгоритм декодування довжин серій та зворотного перетворення послідовностей: "сплесків", "залишків" і параметрів повернення – у вихідну послідовність довжин серій. На другому етапі використовується запропонований алгоритм відновлення відеоданих представлених довжинами серій.

Для збереження та передачі стиснених відеоданих розроблено формат представлення даних, який складається з трьох частин: інформація про файл; інформація про відеодані та метод

стиснення; послідовність відеоданих, яка складається з двох груп: послідовність параметрів візуалізації і послідовність довжин серій.

**В розділі п'ятому** зроблена оцінка ефективності методів представлення відеоінформації, аналізується завадостійкість відеоданих, записаних довжинами серій, розглядаються питання технічної реалізації методу стиснення із виділенням серій максимальної довжини.

Порівняльна оцінка ефективності представлення зображень ІКМ і розробленими способами проведена за такими характеристиками як: середній об'єм відеоданих, час формування зображення, потік або швидкість передачі відеоданих. Порівняльний аналіз показав, що застосування методу довжин серій, який використовує запропоновані способи адаптації, дозволяє зменшити середній об'єм відеоданих, що припадає на один елемент зображення, скоротити час формування зображень та зменшити потік відеоданих. Це дозволить без додаткових витрат на підвищення швидкодії відеопідсистеми поліпшити якість зображення та частково звільнити ресурси для виконання інших задач.

В розділі проведено аналіз завадостійкості відеоданих, представлених довжинами серій. Він дозволив оцінити викривлення інформації при передачі зображень по дискретному каналу зв'язку з біноміальним розподілом імовірності помилок. Для оцінки завадостійкості запропонований імовірнісний розрахунок, що використовує ефект "розмноження помилок", який дозволив перекласти аналіз завадостійкості кодограм з різними вагами символів у площину аналізу рівноважних кодограм. Це істотно спростило оцінку завадостійкості. Запропонований підхід можна застосувати і при розрахунку завадостійкості нерівноважних кодограм із надмірністю, тобто закодованих  $(n, k)$ -кодом, який має завадостійкість.

При оцінці завадостійкості було помічено, що виникнення однієї або більше помилок будь-яких комбінацій у нерівноважній кодограмі з приблизною межею довжини  $n \geq 4$  (при використанні прийнятого ступеневого інформаційного критерію оцінки значення нерівноважних символів) еквівалентно ефекту поразки усіх біт кодограми, тобто абсолютній поразці кодограми у цілому; відомі коригувальні коди малоефективні для захисту нерівноважних блоків, тому для них варто використовувати спеціальні коди з пріоритетним нерівним захистом символів.

Розглянуто питання технічної реалізації представлення зображень. Для обробки відеоданих запропонована структурна схема із незалежною пам'яттю регенерації, у якій пам'ять регенерації є незалежним накопичувачем, а перетворення кодів графічних елементів та координат здійснюється спеціальною апаратною логікою, пов'язаною з мікро-ЕОМ. За суттю, пристрій стиснення відеоданих уявляє собою спец-ЕОМ, яка призначена для виконання алгоритмів компресії і декомпресії зображення. Така структура відрізняється підвищеною складністю, але забезпечує найбільшу швидкість перетворення і редагування даних.

Запропоновано патентоспроможне технічне рішення схеми пристрою кодування зображень. Воно забезпечує збільшення можливості правильного відтворення інформації при впливі перешкод, зменшення об'єму пам'яті, необхідної для збереження зображення і часу на передачу по каналові зв'язку.

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена рішення актуальної науково-технічної задачі розробки способів і засобів зменшення часу оброблення і передачі відеоінформації в АСУЗТ за допомогою компактного представлення відеоданих. При цьому:

1. Найбільше важливими науковими та практичними результатами, отриманими у роботі, є:

- математична та інформаційна моделі представлення зображень серіями із обмеженими довжинами, що дозволили визначити імовірнісні й інформаційні характеристики під час усунення статистичної надмірності, заснованої на "схожості" значень сусідніх елементів зображення. Дані чисельних розрахунків характеристик дозволили оцінити ефективність використання методу серій із обмеженими довжинами для всього спектра існуючих зображень та порівняти їх із характеристиками серій із необмеженими довжинами;

- засіб кодування "гнучкою" розрядною сіткою, який дозволив підвищити ефективність застосування серій із необмеженою довжиною;

- засоби адаптації кодування фіксованої та "гнучкою" розрядними сітками дозволили змінювати параметри кодування під тип зображення та розподіл довжин у послідовності серій, одержувати при цьому максимальні значення коефіцієнтів ефективного кодування і стиснення відеоданих для всього існуючого спектра зображень;

- метод стиснення з виділенням серій максимальної довжини і формат представлення відеоданих, що дозволяють максимально зменшити цифровий опис зображення, забезпечити високу достовірність та роботу в реальному масштабі часу;

- методика оцінки завадостійкості відеоданих, поданих довжинами серій, що дозволила оцінити викривлення інформації при передачі зображень по дискретному каналу зв'язку із біноміальним розподілом незалежних помилок;

- патентоспроможні пристрої стиснення зображень.

1. Отримані наукові результати є внеском у розвиток теорії кодування та представлення відеоінформації і мають практичну значущість.

2. Достовірність отриманих у роботі результатів підтверджується:

- високою збіжністю із результатами експериментальних досліджень;

- непротивіччя відомим результатам;

- використанням на підприємствах промисловості.

1. Висунуті в роботі теоретичні та практичні положення відбиті в двох звітах по НДР, використані при розробленні на підприємствах ВО "Комунар", СКБ "Авіаконтроль" і ХВУ, що підтверджується відповідними актами про впровадження.

2. Результати, отримані в дисертаційній роботі, доцільно використовувати також:

- при проведенні конструкторських і науково-дослідних робіт щодо розроблення нових технологій і програмних засобів по обробленню відеоінформації;

- при розробленні структури, визначенні задач та методики їх рішення для перспективних АСУ;

- при викладанні навчальних дисциплін по кодуванню, обробленню і передачі відеоінформації в АСУ у вищих навчальних закладах України.

### **Основні наукові результати дисертації опубліковані у наступних працях:**

1. Королева (Клименко) Л.А. Сжатие данных цветных изображений // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1996. - № 3,4. - С.83.

2. Кучук Г.А., Муравьев А.В., Королева (Клименко) Л.А. Информационное обеспечение на транспорте // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1996. - № 5. - С.51-53

3. Королева (Клименко) Л.А. Сжатие видеоданных с выделением серии максимальной длины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1997. - № 3. – С.39-41.

4. Королева (Клименко) Л.А. Способ сжатия видеоданных // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1997. - № 4. – С.100.

5. Рубан И.В., Королева (Клименко) Л.А., Петрукович Д.Е. Представление видеоданных разностью цветовых серий // Сб. науч. тр.: Обработка информации и обеспечение надежности систем управления. – Харьков: НАНУ, ПАНИ, ХВУ. - 1997. - С.47-50.

6. Гришко А.В. Королева (Клименко) Л.А. Номеровский А.И. Сжатие видеоданных длинами серий с синхронизацией по строкам // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - №1. - С. 18-21.

7. Клименко Л.А., Малахов С.В. Метод кодирования видеоданных // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - № 2. – С.59-62.

8. Клименко Л.А. Сжатие видеоданных с помощью "гибкой" разрядной сетки // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - № 3. – С. 95-101.

9. Клименко Л.А., Макаров Л.Б. Анализ помехоустойчивости приема кодограмм с неравновесным двоичным кодом // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - № 4. – С. 108-111.
10. Клименко Л.А. Модифицированный метод сжатия видеоданных с выделением серий максимальной длины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - № 5. – С. 52-56
11. Клименко Л.А., Рубан И.В. Сжатие видеоданных длинами серий с закруглением цвета // Информатика. - К.: Наукова думка. - 1998. - Вып. 5. - С. 44-48
12. Рубан И.В., Королева (Клименко) Л.А. Межкадровое кодирование цифровых цветных изображений методом серий граничных элементов // Труды междунар. НТК "Проблемы передачи и обработки данных". - Харьков: НАНУ, ПАНИ, ХВУ. - 1994. - С.21-22.
13. Пат. 23270А UA, МКИ G 06 F 15/20 Пристрій для моделювання процесу передачі інформації / Козлов О.Л., Гришко А.В., Королева (Клименко) Л.А. - № 97052327; Заявл. 21.05.97; Опубл. 19.05.98 - 28с.
14. Пат. МКИ H 04 N 7/18 Пристрій для стиснення цифрових телевізійних сигналів кольорового зображення / Гришко А.В., Рубан І. В., Королева (Клименко) Л.А. - № 97125781; Заявл. 02.12.97; Опубл. 26.10.98 - 40с.

## АНОТАЦІЯ

Клименко Л. А. Розробка способів та засобів зменшення часу передачі та обробки відеоданих в АСУЗТ. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 - телекомунікаційні системи і управління ними. – Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 1999.

Дисертація присвячена питанню розробки способів та засобів компактного представлення зображень у АСУЗТ, які дозволять обробляти і здійснювати передачу зображень у реальному масштабі часу з повним збереженням інформації, забезпечувати високий коефіцієнт стиснення при відсутності будь-яких погрешностей. В дисертації розробляються математична і інформаційна моделі, які дозволять здійснювати дослідження імовірних і інформаційних характеристик відеоданих у аналітичній формі при усуненні статистичного надміру відеоданих.

Розроблений спосіб кодування "гнучкою" розрядною сіткою, який дозволяє підвищити коефіцієнт стиску і зменшити обсяг відеоданих. Запропонований метод представлення відеоданих із виокремленням серий максимальної довжини, який містить 3 етапи кодування та 2 етапи відновлення. Для підвищення коефіцієнта стиску запропоновані алгоритми адаптації під тип зображень довжин серий. Дослідження містить патентно-здатні технічні рішення.

Ключові слова: зображення, відеоінформація, відеодані, стискання відеоданих, відновлення зображення, представлення зображення, параметр візуалізації, серія, довжина серії, обмежена і необмежена довжина серії, кодування довжин серій, спосіб адаптації кодування.

## **АННОТАЦИЯ**

Клименко Л.А. Разработка способов и средств уменьшения времени обработки и передачи видеоданных в АСУЗТ. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 - телекоммуникационные системы и управление ими. – Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 1999.

Диссертация посвящена вопросу разработки способов и средств представления изображений в АСУЖТ, позволяющих обрабатывать и осуществлять передачу изображений в реальном масштабе времени с полным сохранением информации, обеспечивать высокий коэффициент сжатия видеоданных при отсутствии каких-либо погрешностей. В работе разрабатываются математическая и информационная модели, позволяющие осуществлять исследование вероятностных и информационных характеристик видеоданных в аналитической форме при устранении статистической избыточности видеоданных.

Разработан способ кодирования "гибкой" разрядной сеткой, позволяющей повысить коэффициент сжатия и уменьшить объем видеоданных. Предложен метод представления видеоданных с выделением серий максимальной длины, содержащей 3 этапа кодирования и 2 этапа восстановления. Для повышения коэффициента сжатия предложены алгоритмы адаптации под тип изображений и распределения длин серий. Исследование содержит патентно-способные технические решения.

Ключевые слова: изображение, видеоинформация, видеоданные, сжатие видеоданных, восстановление изображения, представление изображений, параметр визуализации, серия, длина серии, ограниченная и неограниченная длина серии, кодирование длин серий, способ адаптации кодирования.

## **THE SUMMARY**

Klimenko L.A. Development of methods and means of a diminution of time of processing and transfer of videodatas in АСУЗТ. - Manuscript.

Thesis on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.12.02 - telecommunication systems and management by them, - Kharkov state academy of a railway transport, Kharkov, 1999.

The thesis is devoted to a problems of development of methods and means of submission of images in ASCRT, permitting to treat and to realize transfer of images in an actual time scale with full preservation of an information to ensure a high aspect ratio of videodatas for want of any errors. In work are developed a mathematical and information model permitting to realize a research of probability and information performances of videodatas in the analytical form for want of removal of statistical redundancy of videodatas.

The method of coding by a "flexible" digit grid permitting to increase an aspect ratio and to reduce volume of videodatas is developed. The method of submission of videodatas with selection of a series of maximum length containing 3 stages of coding and 2 stages of restoring is offered. For increase of an aspect ratio the algorithms of adaptation under a type of images and distribution of lengths of a series are offered. The research contains патентно-capable engineering solutions.

Key word: an image, video information, videodatas, compression of videodatas, image reconstruction, submission of images, parameter of visualization, series, length of a series limited and unlimited length of a series, coding of lengths of a series, method of adaptation of coding.

Підписано до друку 14.04.99р.

Об'єм 1 др.а.

Обл.-друк. а.- 0,75

Формат паперу 60×84 1/16

Тираж. 100 пр.

Зам.21/220

---

Друкарня ХВУ, м. Свободи, 6