

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И СВЯЗИ УКРАИНЫ  
УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

*На правах рукописи*

**КОВТУН Ирина Владимировна**

УДК 621.327: 681.5

**МЕЖКАДРОВОЕ ПОЛИАДИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ ДЛЯ  
УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ  
ВИДЕОИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ**

**05.12.02 - телекоммуникационные системы и сети**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание научной степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель  
кандидат технических наук,  
доцент Н.А. Королева**

**Харьков – 2007**

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
РАЗДЕЛ 1. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМАХ ТРАНКИНГОВОЙ СВЯЗИ НА ЖД ТРАНСПОРТЕ.....	11
1.1. Роль и место мобильной радиосвязи при управлении ЖД транспорт.....	11
1.2. Анализ направлений организации обработки и передачи видеоданных в транкинговых системах.....	29
1.3. Обоснование выбора показателей качества функционирования подсистемы сжатия видеоданных.....	37
1.4. Анализ существующих методов межкадрового сжатия изображений.....	41
1.5. Постановка задач на исследование.....	50
Выводы.....	53
РАЗДЕЛ 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДА МЕЖКАДРОВОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИАДИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ МАССИВОВ ДЛИН СЕРИЙ.....	55
2.1. Разработка организации формирования массивов длин серий в последовательности кадров изображений.....	55
2.2. Разработка межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий.....	65
2.3. Процесс формирования информационной части пакета данных стандартов СМР.....	74
Выводы.....	89
РАЗДЕЛ 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕЖКАДРОВОГО ПОЛИАДИЧЕСКОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ.....	92
3.1. Разработка метода восстановления кодовых комбинаций сжатого представления изображений в стандартах СМР.....	92
3.2. Разработка межкадрового полиадического восстановления массивов длин серий.....	99

3.3. Оценка количества операций, затрачиваемых в процессе восстановления изображения.....	103
Выводы.....	111
<b>РАЗДЕЛ 4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ СЖАТИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....</b>	<b>113</b>
4.1. Определение коэффициента сжатия видеоинформации, сжатой разработанным методом.....	113
4.2. Сравнительная оценка результатов сжатия и восстановления изображений для разработанного и существующих методов.....	118
4.3. Техническая реализация разработанного метода сжатия в стандартах SMP.....	121
Выводы.....	127
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>128</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>132</b>
Приложение А. Пример сжатия видеоданных.....	144
Приложение Б. Пример восстановления видеоданных.....	146
Приложение С. Акты реализации результатов исследований.....	149

## СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АСУ ЖТ – Автоматизированная система управления железнодорожным транспортом

АПД – Аппаратура передачи данных

БЗУ – Буферное запоминающее устройство

ВЗУ – Внешнее запоминающее устройство

ЖДТУ – Железнодорожный транспорт Украины

ИТС – Информационно – телекоммуникационная система

КС – Канал связи

КТС – Комплекс технических средств

МП – Микропроцессор

МПК – Метод полиадического кодирования

ОСШ – Отношение сигнал/шум

ПСВ – Подсистема сжатия видеoinформации

СМР – Система мобильной радиосвязи

СПРС – Система подвижной радиосвязи

СОИ – Система отображения информации

ЦСР – Цифровая система радиосвязи

]•[ – Операция выборки целой части числа

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** На современном этапе развития железнодорожного транспорта одной из важных задач является повышение оперативности, достоверности и полноты представляемой лицу, принимающему решение информации о состоянии всех объектов управления и контроля. Отличительная особенность систем управления железнодорожным транспортом (ЖТ) заключается в перевозке пассажиров и опасных грузов. В этом случае существует потребность в передаче жизненно важной информации в кратчайшие сроки. Для снижения вероятности принятия неправильных и несвоевременных решений необходимо организовывать видеoinформационное взаимодействие диспетчеров с объектами контроля и управления. Для решения этой задачи необходимо повысить производительность систем радиосвязи, чтобы информация обрабатывалась и передавалась за определенное время. Однако эти мероприятия приведут к росту объема данных, увеличению времени передачи и снижению оперативности принятия решения. Уменьшение объемов видеоданных возможно за счет их компактного представления. Таким образом, существует необходимость в разработке методов сжатия, базирующихся на выявлении новых закономерностей во фрагментах изображений, учитывающих особенности функционирования систем управления железнодорожным транспортом.

Большой вклад в решение данной проблемы внесли многие ученые. Некоторые из них: Акушский И.Я., Бабкин В.Ф., Зубарев Ю.В., Королев А.В., Котельников В.А.,

Орищенко В.И., Штарьков Ю.М. и др. Из зарубежных исследователей большой вклад внесли Барнсли М., Зив Дж., Прэтт У.К., Шеннон К., Хаффман Д.А., Хэмминг Р.В. и др.

В настоящее время в системах мобильной радиосвязи для компактного представления изображений используются в основном методы сжатия семейства JPEG и MPEG. Особенностью данных методов является то, что сжатие изображений в основном достигается за счет исключения психовизуальной избыточности. Это сопровождается потерей важной информации. Значит, организация видеoinформационного взаимодействия с использованием таких методов в системах управления, в которых главным требованием является сохранение заданной степени достоверности информации, недопустима. Для обеспечения передачи изображений без потери информации необходимо разработать метод межкадрового кодирования. Данный метод должен учитывать особенность передачи видеоданных в системе управления транспортом (в том числе и железнодорожным транспортом), заключающуюся в наличии межкадровой структурной избыточности.

Таким образом, разработка метода сжатия изображений на основе полиадического кодирования длин серий для уменьшения времени обработки и передачи видеoinформации при сохранении ее достоверности является актуальной.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Работа выполнена в рамках Национальной программы информатизации Украины и Комплексных целевых программ Укрзалізници: "Програми підвищення безпеки руху на залізницях" и "Концепції інформатизації

залізничного транспорту України". Основные результаты диссертационной работы нашли отражение в отчете НИР: "Розробка методів обробки інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах" (шифр "ТОР-1"; № 0101U000615; Інв. № 15886).

**Цель и задачи исследований.** Целью диссертационной работы является уменьшение времени обработки и передачи видеоинформации в системах радиосвязи на железнодорожном транспорте за счет сокращения межкадровой избыточности. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Обосновать подход для сокращения избыточности в последовательности изображений.

2. Разработать метод сжатия изображений на основе межкадрового полиадического кодирования длин серий, отвечающий требованиям к комплексу технических средств подвижных радиосистем, а, именно, обрабатывать и передавать видеоданные за определенное время при сохранении необходимой степени достоверности.

3. Разработать метод восстановления по полиадическим кодам длин серий.

4. Разработать программно-аппаратные реализации методов межкадрового сжатия и восстановления изображений с учетом особенностей стандартов систем мобильной радиосвязи (СМР).

**Объект исследования.** Процессы обработки и передачи последовательности кадров в системах радиосвязи на ЖТ.

**Предмет исследования.** Обработка и передача видеоизображений в системах радиосвязи на ЖТ.

**Методы исследования.** Исследование роли подсистем сжатия видеоданных в процессе функционирования информационно – телекоммуникационных систем (ИТС) на ЖТ основывалось на методах теории сложных систем. Исследование свойств длин серий проводилось на базе методов структурного анализа изображений. Для вывода выражения, определяющего энтропии распределения значений полиадических кодов, определения избыточности полиадических кодов относительной энтропии источника изображений, использовались методы теории вероятностной и математической статистики, методы теории информации.

**Научная новизна полученных результатов** обусловлена решением задач видеоинформационного взаимодействия в СМР, а также уменьшение времени обработки и передачи видеоинформации при сохранении высокого качества ее представления за счет сокращения избыточности изображений и состоит в том, что:

1. Впервые разработан метод межкадрового сжатия видеоизображений без потери информации, основанный на полиадическом кодировании массивов длин серий, последовательности изображений. Он отличается от известных методов тем, что:

- обработка и передача видеоданных проводится в стандарте TETRA;
- компактное представление длин серий (ДС) полиадическими кодами (ПК) осуществляется кодами равномерной длины для передачи пакетов видеоданных;
- сжатие изображений достигается за счет исключения межкадровой избыточности в отдельных столбцах массива и во всем массиве путем формирования длин серий;
- строится локально – равномерное представление кодов – номеров полиадических чисел с целью повышения степени сжатия изображений.

2. Впервые разработан метод восстановления последовательности, основанный на декодировании информационной части пакета стандарта СМР и ПК ДС. Он в отличие от известных методов обеспечивает:

- декодирование информационной части пакета стандартов СМР;
- декодирование межкадровых полиадических кодов для восстановления исходных изображений.

3. Получила дальнейшее усовершенствование модель оценки информативности межкадрового полиадического представления на основе выявления длин серий.

Новизна полученных результатов подтверждается отсутствием аналогов в положениях теории и практики систем кодирования, обработки и передачи данных.

**Практическое значение полученных результатов** состоит в следующем:

1. Разработаны программно – аппаратные реализации метода сжатия последовательности изображений на основе межкадрового полиадического кодирования массивов длин серий. Для разработанного метода полиадического кодирования длин серий с уменьшенным диапазоном максимальные значения коэффициента сжатия достигаются при следующих значениях параметров: длина машинного слова  $M = 64$  разряда, максимальная длина серии  $\ell_{\max} = 128$  и размеры массива длин серии  $m_{\text{дс}} \times n_{\text{дс}} = 8 \times 8$ . При этом значения коэффициента сжатия находятся в пределах от 1,4 до 27 в зависимости от структурного содержания изображения.

2. Разработаны программно – аппаратные реализации метода восстановления изображений на основе декодирования полиадических кодов длин серий. Отличительные особенности разработанного метода состоят в построении аналитических правил, обеспечивающих вычисление размеров и границ кодовых комбинаций с учетом определения очередности следования

частей кодовых комбинаций сжатого представления фрагмента изображений. Учитываются особенности формирования кодовых комбинаций сжатого представления фрагментов изображений на основе межкадрового полиадического кодирования с учетом формирования массивов длин межкадровых серий. Для дополнительного повышения степени сжатия создается локально-равномерное представление кодов-номеров полиадических чисел, сформированных для массивов длин межкадровых серий. Это создает возможность организовать прием изображений в системах мобильной радиосвязи.

Результаты диссертации использовались при выполнении опытно - конструкторских работ на НТ СКБ "ПОЛІСВІТ" (акт реализации от 15.12.2006 г.), а также в учебном процессе УкрДАЗТ (акт реализации от 06.12.2007 г.) .

**Личный вклад автора** диссертационной работы в публикации, выполненные в соавторстве, заключается в следующем: в статье [69] - обоснована необходимость использования подсистем сжатия видеоданных в системах транкинговой связи; в статье [70] - обоснована необходимость использования межкадрового полиадического кодирования видеоданных в системах транкинговой связи; в статье [15] - обоснована необходимость организации передачи видеоинформации в цифровой системе мобильной связи TETRA, изложены основные этапы формирования информационной части пакета TETRA с учетом передачи изображений, представляемых в компактном виде на основе межкадрового полиадического кодирования; в статье [16] - разработан метод межкадрового полиадического кодирования изображений с выявлением серий одинаковых элементов; в статье [17] - впервые предложены основные способы получения на приемной стороне кодовых комбинаций сжатого представления изображений на основе анализа данных в информационных частях пакетов стандарта TETRA, изложены основные этапы метода межкадрового полиадического декодирования массивов длин серий; в статье [58] - предложена математическая модель

оценки коэффициента сжатия изображений за счет их межкадрового кодирования с выявлением серий одинаковых элементов, проведена оценка эффективности разработанного метода сжатия по коэффициенту сжатия и времени на обработку.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертации докладывались и были одобрены на следующих научно-технических конференциях и семинарах:

- VII международной научно - технической конференции "Проблемы информатики и моделирования", г. Харьков: НТУ "ХПИ", 2007 г.;

- III научной конференции ХУПС им. И. Кожедуба, г. Харьков, 2007 г.;

- I международной конференции "Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України", г. Евпатория, 2007 г.;

- международной научно - практической конференции "Обробка сигналів і негауссівських процесів", г. Черкассы, 2007 г.

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы изложены в 12 научных трудах [15 - 19, 58 - 62, 69, 70], которые включают 6 научных статей [15 - 17, 58, 69, 70], 6 тезисов - докладов [18, 19, 59 - 62] и 1 отчет по НИР [113].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акушский И.Я., Заболоцкий В.Н. О комбинаторном подходе к идее сжатия информации // Цифровая вычислительная техника и программирование. - 1971.-№6.- С.5-17.
2. Акушский И.Я., Юдицкий Ф.И. Машинная арифметика в остаточных классах. - М.: Сов. радио, 1968. - 440 с.
3. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. - Л.: Наука, 1985. - 192 с.
4. Аллен Дж. Архитектура вычислительных устройств для цифровой обработки сигналов // ТИИЭР. - 1985. - №5. - С. 4 - 29.
5. Ансон Л., Барнсли М. Фрактальное сжатие изображений //Мир ПК.-1992.-№4-С. 23-27.
6. Антипин В.М. Интегральная оценка качества телевизионного изображения. - М.: Наука, 1970. - 154 с.
7. Асташкин А.А. Космические системы аппараты и приборы для решения задач природоиспользования и экономического контроля. - М.: ВИНТИ, 1991. - 142 с.
8. Бабкин В.Ф., Крюков А.Б., Штарьков Ю.М. Сжатие данных.- В кн.: Аппаратура для космических исследований. - М.: Наука, 1972. - 172 - 209 с.
9. Бабкин В.Ф., Штарьков Ю.М. Проблемы сокращения описания дискретных данных в вычислительных сетях //Вопросы кибернетики. - 1980. - №65. - С. 107 - 112.
10. Баранник В.В., Королёва Н.А. Математическая модель представления серий элементов изображений полиадическими кодами // Системы обработки шфор-мацп. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 2001. - Вип 3(13). - С. 174

- 178.

11. *Баранник В.В., Королёва Н.А.* Обоснование возможности компактного представления длин серий полиадическими кодами // Системи обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 2001. - Вип 4(14). - С. 72 - 77.

12. *Баранник В.В., Королёва Н.А.* Организация массивов длин серий для полиадического кодирования // ИУСЖТ. - 2001. - №4. - С. 20 - 23.

13. *Баранник В.В., Королёва Н.А.* Информационная модель представления серий элементов изображений полиадическими кодами // АСУ и приборы автоматики. - 2001. - Вып 117. - С. 36-43.

14. *Баранник В.В., Королёва Н.А.* Способ сокращения динамического диапазона массивов длин серий // АСУ и приборы автоматики. - 2002. - Вып 118. - С. 5 - 8.

**15. Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В. Метод компактного представления изображений в стандарте TETRA // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: НАКУ «ХАИ». - 2007. – Вып.35. - С.86 - 91.**

16. *Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В.* Межкадровое полиадическое кодирование изображений с выявлением серий одинаковых элементов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2007. - Вып.34. С. - 136 - 140.

17. *Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В.* Метод межкадрового полиадического восстановления видеоданных в стандарте TETRA // Системи обробки інформації. 2007. - Вип. 1(59). - С. 9 - 12.

18. *Баранник В.В., Корольова Н.А., Ковтун И.В.*

Компактне представлення відеоданих у стандарті TETRA // Матеріали III наукової конференції Харківського університету повітряних сил імені Івана Кожедуба. - Х.: ХУПС - 2007. - С. 39.

19. Баранник В.В., Королёва Н.А., Ковтун И.В. Способ исключения межкадровой избыточности изображений в телекоммуникационных системах // Матеріали міжнародної науково - практичної конференції «Обработка сигналов і негауссівських процесів». - Черкаси. - 2007. - С.133.

20. Бондарев В.Н., Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. - Севастополь: СевГТУ, 1999. - 398 с.

21. Бункин М. Искусство хранить изображения // HARD'n'SOFT. -1997. -№8. -С.46-54.

22. Вебер Д.Р. Экономический аспект проблемы сжатия данных // Достижения в области телеметрии / Под ред. А.П. Мановцева и Р.М. Беляева. - М.: Мир. -1970.-С. 144-151.

23. Величкин А.И. Передача аналоговых сообщений по цифровым каналам связи. - М.: Радио и связь. 1978. - 180 с.

24. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. - М.: Машиностроение, 1982. - 344 с.

25. Вентцель Е.С. Теория вероятности. - М.: Наука, 1964. - 576 с.

26. Виттих В.А. Сжатие данных при экспериментальных исследованиях //Вопросы кибернетики. Сжатие данных - 1974. - С. 5 - 23.

27. Вишенчук И.М. Алгоритмические операционные устройства и супер -ЭВМ. - К.: Техника, 1990. - 197 с.
28. Гавзов Д.В. Методы статистического кодирования информации в циклических системах телемеханики // Микропроцессорные системы на железнодорожном транспорте. - Л.: ЛИИЖТ. - 1991. - С. 93 - 98.
29. Галлагер Р.Г. Теория информации и надежности связи: Пер. с англ. / Под ред. М.С. Пинскера и Б.С. Цыбакова. - М.: Сов. радио, 1974. - 720 с.
30. Галлагер Р.Г. Адаптивный код Хаффмена // ТИИЭР. - 1978. - №6. - С. 668 - 674.
31. Горелов Г.В., Фомин А.Ф., Волков А.А., Котов В.К. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте - М.: Транспорт, 1999. - 415 с.
32. Гришко А.В., Королева Л.А., Номеровский А.И. Сжатие видеоданных длинами серий // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - №1. - С. 18 - 21.
33. Девиссон Л.Д. Теоретический анализ систем сжатия данных // ТИИЭР. -1968. - №2. - С. 46 - 58.
34. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. - М.: Высшая школа, 1989. - 320 с.
35. Дьюдни А.К. Аффинные преобразования и фрактальные структуры // В мире науки. - 1990. - №7. - С. 82 - 86.
36. Дядунов А.Н., Онищенко Ю.А., Сенин А.И. Адаптивные системы сбора и передачи аналоговой информации. - М.: Машиностроение, 1988. - 288 с.
37. Еремеев И.С. Устройства сжатия информации. - М.: Энергия, 1980. - 160 с.

38. Жихарев В.Я., Луханин М.И., Чумаченко И.В. Алгебраические методы проектирования устройств сжатия информации // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. - 2000. - С. 73 - 76.

39. Зив Дж. Арифметический код //ТИИЭР. - 1994. - №11. - С. 102 - 104.

40. Зив Дж. Алгоритм универсального сжатия данных // Проблемы передачи информации. - 1996. - №2. - С. 47 - 55.

41. Золотарев В.В. Коды и кодирование //Радиоэлектроника и связь. -М.: Знание, 1990. - № 9. - 62 с.

42. Зубарев Ю.В., Дворкович В.П. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений. -М.: Международный центр научной и технической информации, 1997.- 212 с.

43. Зубарев Ю.В., Глориезов Г.Л. Передача изображений. -М.: Радио и связь, 1982. - 224 с.

44. Из "Концепции создания сети связи МПС РФ с интеграцией услуг" назначение, необходимость разработки "Концепции..." //Мир связи. Connect. -1998.-№4.-С. 1-29.

45. Илюхин М.В. Повышение эффективности передачи информации в телемеханических системах циклического действия //Микропроцессорные системы на транспорте. - Л.: ЛИИЖТ. - 1991. - С.49 - 53.

46. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Материалы второй международ, научно-практич. конф "ИНФОТРАНС-97". - С.Петербург, 1997. - 301 с.

47. Інформатизація України. Концепція державної політики інформатизації. Основні напрями Національної програми інформатизації України /Під керівництвом В.С. Михалевича *IT* Управляющие системы и машины. - 1994. - №4/5.-С.7-21.

48. *Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В.* Сети подвижной связи. - М.: Эко - Трендз, 2001. - 302 с.

49. *Кларк Дж. мл., Кейн Дж.* Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. с англ. /Под ред. В.С. Цыбакова. - М.: Радио и связь, 1987.-391 с.

50. *Клименко К.С.* Формирование серий видеоданных // Системи обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 1999. - Вип.1(5). - С. 147 - 150.

51. *Клименко К.С.* Метод анализа и описания видеоданных // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 1999. - №5. - С 65 - 67.

52. *Клименко К.С.* Разработка метода компактного представления видеоинформации в АСУЖТ: Дис. канд. техн. наук: 05.12.02 // ХарГАЖТ, 2001. -199 с

53. *Клименко К.С.* Описание и кодирование серий // Системи обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 2000. - Вип.2(8). - С 132 - 136.

54. *Клименко Л.А.* Модифицированный метод сжатия видеоданных с выделением серий максимальной длины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1998. - № 5. - С. 52 - 56.

55. *Клименко Л.А.* Сжатие видеоданных с помощью "гибкой" разрядной сетки // Информационно-управляющие

системы на железнодорожном транспорте. - 1998.-№ 3. - С. 95 - 101.

56. *Клименко Л.А.* Розробка способів та засобів зменшення часу обробки і передачі відеоданих в АСУЗТ. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.12.02 // ХарДАЗТ, 1999.-16 с.

57. *Клюев Н.И.* Информационные основы передачи сообщений. - М.: Сов. радио, 1966. -360 с.

58. *Ковтун И.В.* Оценка эффективности межкадрового представления изображений в стандарте TETRA. // Системы обробки інформації .2007. - Вип.. 2(60). - С. - 37 - 40.

59. *Ковтун И.В.* Декодування відеоданих у стандарті TETRA // Матеріали III наукової конференції Харківського університету повітряних сил імені Івана Кожедуба. - Х.: ХУПС. - 2007. - С. 87.

60. *Ковтун И.В.* Порівняльний аналіз методів, які знищують міжкадрову надмірність // Матеріали I міжнародної конференції «Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України». - Євпаторія. - 2007. - С.54 - 55.

61. *Ковтун И.В.* Оцінка результатів стиснення і відновлення зображень на основі використання міжкадрового поліадичного кодування // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2007.- №4 - С. 48.

62. *Ковтун И.В.* Порівняльний аналіз розробленого і існуючих методів стиску і відновлення зображень на основі видалення міжкадрової надмірності // Матер. VII международ. НТК «Проблемы информатики и моделирования».

- Харьков: ХПИ. - 2007. - С. 33.

63. *Кожурин Ф.Д., Ярмош Н.А.* Структурная обработка больших информационных массивов. - Минск: Наука и техника, 1973. - 256 с.

64. *Колмогоров А.Н.* Три подхода к определению понятия "количества информации" // Проблемы передачи информации. - 1965. - №1. - С. 4 - 11.

65. Концепция информатизации железнодорожного транспорта Украины. - К.: Государ. адм. ж.д. транспорта, 1998. - 54-с.

66. Концепция построения и модернизации цифровой сети и передачи данных железнодорожного транспорта. - К.: Укрзализниця, 1999. - 78 с.

67. *Королев А.В., Родионов А.Г., Ярош К.С.* Формирование графических изображений. МО СССР, 1987. - 206 с.

68. *Королев А.В., Рубан И.В., Малахов С.В.* Метод сжатия изображений по средствам преобразований //Электронное моделирование. - 1999. - №4. - С. 47 - 55.

69. *Королева Н.А., Ковтун И.В.* Обґрунтування необхідності використання підсистем стиску відеоданих у системах транкінгового зв'язку. - Х.: УкрДАЗТ. - 2006. - Вип. 78. - С. 102 - 112.

70. *Королева Н.А., Ковтун И.В.* Обґрунтування необхідності використання міжкадрового поліадичного кодування відеоданих у системах транкінгового зв'язку // Радиоэлектроника и информатика. - 2006. - № .- С.

71. *Королёва Н.А., Новиков В.И.* Оценка коэффициента сжатия гибридного метода кодирования видеоданных // ИУСЖТ. -1999. - №4. - С. 36 - 39.

72. *Королёва Н.А.* Оценка эффективности обработки видеoinформации методом длин серий // Системы обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 1999. - Вип 2(6). - С 181 - 185.

73. *Королёва Н.А., Стрюк А.Ю.* Способ сжатия видеоданных, основанный на дискретном волновом преобразовании // ИУСЖТ. - 2000. - №6. - С. 67 - 70.

74. *Королёва Н.А.* Сжимающее отображение на основе кодирования массивов длин серий // Системы обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. -2001. - Вип 5(15). - С 67 - 74.

75. *Королёва Н.А.* Информационная модель компактного представления длин серий. Матер. междунаrod. НТК "Проблемы информатики моделирования". - Харків: НТУ "ХПИ". - 2001. - С. 8.

76. *Котельников В.А.* Теория потенциальной помехоустойчивости. - М.: Госэнергоиздат, 1956.-151 с.

77. *Кравченко В.Ф., Рвачев В.А.* "Wavelet"- системы и их применение в обработке сигналов // Зарубежная радиоэлектроника. - №4. - 1996. - С. 3 - 20.

78. *Красильников Н.Н.* Статистическая теория передачи изображений. - М.: Связь, 1976.-184 с.

79. *Красильников Н.Н.* Теория передачи и восприятия изображений. Теория передачи изображений и ее приложения. - М.: Радио и связь, 1986. - 248 с.

80. *Кривошеев М.И.* Цифровое телевидение. - М.: Связь, 1980. - 285 с.

81. *Кричевский Р.Е.* Связь между избыточностью кодирования и достоверностью сведений об источнике // Проблемы передачи информации. -1968. - №3. -С. 5-11.

82. *Кричевский Р.Е.* Кодирование источников с конечным числом состояний // Вопросы кибернетики. - 1977. - №34. - С. 40 - 48.

83. *Кунт М., Икономопулос А., Кошер М.* Методы кодирования изображений второго поколения // ТИИЭР. - 1985. - №4. - С. 73 - 78.

84. *Кучук Г.А., Акимова Ю.А., Королёва Н.А.* Распределение информации в базе данных АСУ // ИУСЖТ. - 1999. - №1. - С. 24 - 27.

85. *Левин Б. Р.* Теория случайных процессов и ее применение в радиотехнике. - М.: Радио и связь, 1960. - 663 с.

86. *Лист Ф.Д., Кутыркин А.В., Шамецян Л.С.* Информатизация железнодорожного транспорта: Состояние, проблемы, перспективы // Проблемы информатизации на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт. - 1992. - С. 3 - 19.

87. *Малахов СВ., Виноградов Н.В., Королёва Н.А.* Исследование характеристик зонального сжатия изображений при различных способах формирования областей селекции коэффициентов трансформант // ИУСЖТ. - 2000. - №3. - С. 107.

88. *Мануйлов В.Е., Паржин Ю.В., Овсянников И.Д., Гайдаров С.Ю.* Применение рекурсивных структур в фрактальном сжатии изображения // Системи обробки інформації. - Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. - 1999. - Вип 2(6). - С 135 - 138.

89. *Мастрюков Д.* Алгоритмы сжатия информации. Часть 2. Арифметическое кодирование // Монитор. - 1994. - №1. - С. 20-23.

90. *Мастрюков Д.* Алгоритмы сжатия информации. Часть 4. Алгоритм LZW // Монитор. - 1994. - №2. - С. 8 - 11.

91. *Мастрюков Д.* Алгоритмы сжатия информации. Часть 7. Сжатие графической информации // Монитор. - 1994. - №6. - С. 12 - 17.

92. *Нетравали А.М., Лимб Дж.О.* Кодирование изображений: Обзор // ТИИЭР. - 1980. - №3. - С. 76 - 124.

93. *Николаев Ф.А., Фолин В.И., Хохлачев Л.М.* Проблемы повышения достоверности в информационных системах. -Л.: Энергоатомиздат, 1982. - 138 с.

94. *Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И.* Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи. Серия изданий «Связь и бизнес». - М.: МЦНТИ, ООО «Мобильные коммуникации», 2000. - 166 с.

95. *Орищенко В.И., Сонников В.Г., Свириденко В.А.* Сжатие данных в системах сбора и передачи информации. - М.: Радио и связь, 1985. - 184 с.

96. *Оноков И.В., Королёва Л.А.* Способ оценки описания изображений фрагментами алфавитов // Информационные системы. - Харьков: НАНУ, ХВУ. -1995.-С. 109-112.

97. Отображение информации в АСУ реального времени / *Бондаренко В.П., Клименко А.Я., Пашук В.Ф.* и др. - Томск: Изд. Томск, ун-та, 1993. - 160 с.

98. Параллельно - иерархический подход для обработки изображений / *Тимченко Л.И., Грудин М.А., Кутаев Ю.Ф.* и др. // Электронное моделирование. -1999. -№4.-С. 35-46.

99. Патент 36780А. Україна. МПК H04N7/18. Пристрій

для стиснення цифрових телевізійних сигналів кольорового зображення / Гришко А.В. Пінєвський О.М. Клименко К.С. Корольова Н.А. - №2000020680; Заявл. 08.02.2000; Опубл. 16.04.2000. Бюл. №3. 2001. - 3 с

100. Патент 36809А. Україна. МПК H04N7/18. Пристрій для стиснення цифрових телевізійних сигналів кольорового зображення / Стрюк О.Ю., Корольова Н.А., Поляков В.П. - №2000020747; Заявл. 10.02.2000; Опубл. 16.04.2000. Бюл. №3.2001.-5с.

101. Патент 43715 А Україна. МІЖ 606F07/04. Пристрій для стиснення цифрових телевізійних сигналів кольорового зображення / Бохан К.В., Корольова Н.А., Кучук Г.А. - №2001053572; Заявл. 28.05.2001; Опубл. 17.12.2001. Бюл. № 11. 2001.-2 с.

102. *Петров И.И., Косилов Р.А.* Телевидение на железнодорожном транспорте - М.: Транспорт, 1991. - 198 с.

103. *Пивоваров А.М.* Методы обеспечения достоверности информации в АСУ. - М.: Радио и связь, 1982. - 144 с.

104. *Поляков П.Ф.* Широкополосные системы связи с составными сигналами. - М.: Радио и связь, 1992 - 192 с.

105. *Поляков П.Ф., Баранник В.В., Королёва Н.А.* Метод восстановления изображений // Системы обробки інформації. - Харків: НАЛУ, ПАНМ, ХВУ. -2001. - Вип 6(16). - С 140 - 145.

106. *Поляков П.Ф., Баранник В.В., Королёва Н.А.* Метод восстановления изображений. Матер междунаrod НТК "Проблемы информатики и моделирования". - Харків: НТУ

"ХПІ". - 2001. - С. 11.

107. Прэтт У. Цифровая обработка изображений: Том 1, 2. - М.: Мир, 1985. - 736 с.

108. Прэтт У. Методы передачи изображений. Сокращение избыточности. М.: Радио и связь, 1983. - 263 с.

109. Ревенко В.Н., Сегал В.М. Комплексы средств отображения информации. - М.: Радио и связь, 1985. - 216 с.

110. Розробка основ побудови вузла інформаційно - телекомунікаційної мережі ВАК: Звіт про НДР / ХВУ. № ГР 3588; Інв. № 11401. - Харків, 1999. - 83 с.

111. Розробка методів і засобів обміну даними і виключення надмірності інформації. Шифр "Око": Звіт про НДР /МОУ, ХВУ. №ГР 3643; Інв. № 11517. - Харків, 2000. - 80 с

112. Розробка методів і засобів компактного представлення і розподілу відеоінформації (шифр "Око - 2"). Звіт про НДР №3759; Інв. №2197. - Харків, МОУ, ХВУ, 2001. - С 60 - 66.

113. Розробка методів обробки інформації у інформаційно-телекомунікаційних системах (шифр "ТОР-1"). Звіт про НДР № 0101U000615; Інв. № 15886. - Харків, МОУ, ХУПС, 2006. - С 65 - 71.

114. Рубан И.В., Королева Н.А., Андреев В.М. Сжатие видеоданных с улучшенными характеристиками восстановления изображений // ИУСЖТ. - 2000. -№3.-С. 56-58.

115. Свириденко В.А. Анализ систем со сжатием данных - М.: Связь, 1977. - 184 с.

116. Свищ В.М. Королёва Н.А., Баранник В.В. Метод кодирования преобразованных изображений // ИУСЖТ. -

1999. - №4. - С. 78.

117. *Ситняковская Е.И.* Построение эффективных побуквенных кодов для словарных методов сжатия данных // Проблемы передачи информации. - 1998. -№2. - С. 47 - 55.

118. *Смирнов Н.В.* Курс теории вероятностей и математической статистики. - М.: Наука. - 1969. - 506 с.

119. Cover Story Современные технологии сжатия видеоданных // ВУТЕ/РОССИЯ. -2000. -№11. -С. 14 - 20.

120. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов ж. - д. транспорта / Г.В. Горелов, В.А. Кудряшов, В.В. Шмытинский и др. / Под ред. Г.В. Горелова. - М.: УМК МПС России, 1999. - 576 с.

121. *Трофимов Б.Е., Куликовский О.В.* Передача изображений в цифровой форме. - М.: Связь, 1980. - 130 с.

122. *Фано Р.* Передача информации. Статистическая теория связи.- М.: Мир, 1965.-316 с.

123. *Федюшин Ю.М.* Информатизация железнодорожного транспорта Украины // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 1996. - №4. - С.7 - 12.

124. *Фитингов Б.М.* Сжатие дискретной информации // Проблемы передачи информации. - 1967. - №3. - С. 28 - 30.

125. *Фомин СВ.* Системы счисления. - М.: Наука, 1968. - 68 с.

126. *Харатишвили Н. Г.* Дифференциальная импульсно - кодовая модуляция в системах связи. - М.: Радио и связь, 1982. - 135 с.

127. *Хорошилов В.* Перспективы развития цифрового транкинга в России // MOBILE COMMUNICATIONS INTERNATIONAL/RE. - 2001. - №1. - С. 58 - 64.

128. *Хэмминг Р.В.* Теория кодирования и теория информации /Под. ред. Б.С. Цыбакова. - Пер. с англ. СИ.

Гельфанда. - М.: Радио и связь, 1983. - 176 с.

129. Цифровое кодирование телевизионных изображений /Под ред. И.И. Цуккермана. - М.: Радио и связь, 1981. - 240 с.

130. Цифровое телевидение / Под ред. М.И. Кривошеева. - М.: Связь, 1980.-264 с.

131. Цифровые телекоммуникационные сети / Г.В. Горелов, Н.А. Казанский, В.А. Кудряшов, О.Н. Ромашкова / Под ред. Г.В. Горелова, Г.И. Загария. - Харьков: ХФИ "Транспорт Украины", 2000. - 216 с.

132. Шелухин В.И., Шелухин О.И., Косилов Р.А. Телевидение и радиолокация на железнодорожном транспорте / Под ред. В.И. Шелухина. - М.: Транспорт, 1994. - 176 с.

133. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. - М.: Изд -во иностр. лит - ры, 1963. - 793 с.

134. *Armstrong L.* Video compression picture is clearing //Electronics. - 1978. -№11.-P. 96-97.

135. *Bell T.* C Text compression. Englewood Clifs, N. J.: Prentice - Hall, 1990.

136. *Barnsley M.F. Hurd L.P.* Fractal Image Compression / A.K. Peters Ltd. Wellesley Massachusetts, 1993.

137. *Coifman R.R., Wickerhauser M.V.* Entropy-based algorithms for best basis selection // IEEE Trans. on Inf. Theory. - 1992. - Vol. 38, №2. - p. 713-718.

138. *DeVore R.A., Jawerth B., Lucier B.J.* Image compression through wavelet transform coding // IEEE Trans. on Inf. Theory. - 1992. - Vol. 38, №2. - P. 719-746.

139. *Donoho D.L.* De-noising by soft - thresholding

// IEEE Trans. on Inf. Theory. - 1995. - Vol. 41, №3. - P. 613-627.

140. *Donoho D.L., Johnstone I.M., Kerkyacharian G., Picard D.* Wavelet shrinkage: asymptotia // Jour. Roy. Stat. Soc. - 1995. - Series B, vol. 57, №2. - P. 301-369.

141. *Korolev A.V., Ruban I.V.* Intraframe and Interframe Coding of Digital Color Images // Engineering Simulation. - 1997. - №3. - P.449 - 457.

142. *Korolev A.V., Ruban I.V.* Compression of Vidio Data by Boundary Element Series // Engineering Simylation. - 1998. - P.595 - 605.

143. *Kuduvalli G.R. and Rangayyan R.M.* Performance analysis of reversible image compression techniques for high - resolution digital teleradiology // IEEE Trans. Med. Imaging. - 1992. - Vol. 11. - P. 430 - 445.

144. *Mallat S.* A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation // IEEE Pattern Anal. and Machine Intell. - 1989. - Vol. 11, №7. - P. 674 - 693.

145. *Nelson M.* The Data Compression Book. - USA: M&T Publishing. -1991.-P.45-50.

146. *Storer J.A.* Data Compression :Methods and Theory. USA //Computer Science Press. - 1988. - №6. - P.23-36.

147. *Wallace G.K.* The JPEG Ctill Picture Compression Standard // Communication of the ACM. - 1991. - №4.

148. *Zandi, Allen J., Schwartz E. and Boliek M,* CREW: Compression with reversible embedded wavelets // IEEE Data Compression Conference, (Snowbird, Utah). - 1995.-P.212-221.

