

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних систем та технологій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Програмна система адаптивного стиску зображень

Software system of adaptive image compression

Виконав: студент заочної форми навчання

напряму підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сухініна Катерина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник кандидат технічних наук, доцент Левченко А.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент доктор технічних наук, професор Гунченко Ю.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 9 від «16» 06 2020 р.

Завідувач кафедри

  
(підпис)

Ю.О. Гунченко

(прізвище, ініціали)

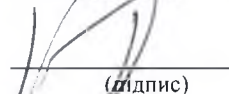
Захищено на засіданні ЕК №     

протокол №      від «    »      2020 р.

Оцінка      /      /     

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

  
(підпис)

Н.Ф. Казакова

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2020

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК ТА СКОРОЧЕНЬ . . . . .	3
ВСТУП . . . . .	5
1 ПРОБЛЕМИ СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ. . . . .	7
1.1 Обґрунтування можливості стиску зображень і функціональні обмеження. . . . .	6
1.2 Вибір процедур стиску зображень для програмної реалізації. . . . .	9
1.3 Висновки по розділу 1. . . . .	12
2 АНАЛІЗ ЗМІСТУ ПРОЦЕДУР МЕТОДУ АДАПТИВНОГО СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ . . . . .	14
2.1 Етапи стиску необхідні для прямого і зворотного перетворення зображення при субквантизації коефіцієнтів для програмної реалізації. . . . .	14
2.2 Обґрунтування врахування різниці чисельних значень енергетичних розходжень зональних послідовностей перетворення зображення . . . . .	16
2.3 Розробка варіанту арифметичного кодування для програмної реалізації . . . . .	20
2.4 Опис обраного для програмної реалізації методу адаптивного стиску зображень на основі зонально-граничної селекції і модифікованого арифметичного кодування обраного для реалізації системи адаптивного стиску зображень . . . . .	23
2.5 Висновки по розділу 2. . . . .	26
3 ПРОГРАМНА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ . . . . .	27
3.1 Реалізація алгоритму перемноження числових значень в комп'ютерній системі. . . . .	27
3.2 Алгоритми для програмної реалізації системи адаптивного стиску зображень. . . . .	31
3.3 Опис вихідних кодів підпрограм програмної реалізації системи адаптивного стиску зображень. . . . .	34

ВИСНОВКИ . . . . .	45
ЛІТЕРАТУРА . . . . .	46
ДОДАТОК А. Тестові зображення з різним ступенем насиченості . . . . .	154
ДОДАТОК Б. Діаграми значень коефіцієнтів перетворення відліків для тестових зображень . . . . .	159

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК ТА СКОРОЧЕНЬ

ДЦПХ	– двовимірне цілочисленне перетворення Хаара;
ЗП	– зональна послідовність;
ЗПС	– зонально-гранична селекція;
ЗС	– зони селекції;
СЗС	– спосіб зональної селекції;
СКВ	– середньоквадратичне відхилення;
ССИ	– спосіб стиску зображень;
СВІ	– системи відображення інформації;
СЗГС	– спосіб зонально-граничної селекції
СЧВЯ	– стиск із частковою втратою якості;
МАК	– метод арифметичного кодування;

## ВСТУП

Аналіз розвитку існуючих і створення перспективних засобів відображення інформації (СВІ) [2, 13, 22, 42, 43] показав, що однією з гострих завдань є зменшення обсягів інформації про зображення без збитку його якості.

Оперативність обробки інформації в умовах зростаючих обсягів інформації про зображення, забезпечується за рахунок збільшення пропускної здатності каналів телекомунікаційного обладнання або за рахунок зменшення обсягів переданої інформації. Збільшення пропускної здатності телекомунікаційного обладнання зв'язано як з високою вартістю останніх, так і з істотним ростом вартості апаратної реалізації безпосередньо засобів передачі. Тому зменшення обсягу інформації про зображення, як правило, вирішується шляхом використання стиску зображень.

У роботах [2, 4, 7, 20, 35, 36] показано ріст обсягів інформації, і випередження росту можливостей технічних засобів по її обробці. Розвиток комп'ютерних технологій дозволяє дозволити знаходити розв'язок виниклих протиріччя між одержанням інформації он-лайн і обмеженими можливостями мобільних терміналів [6, 36, 37, 56].

Прагнення одержати повну і достовірну інформацію привело до широкого використання користувачами фотографічних зображень [7, 22, 28 – 30, 64, 110]. Аналіз дій у соціальних мережах показує, що найбільш частим шляхом одержання даних є передача саме фотофайлів [2, 20, 22, 29, 85]. При цьому фотокамери мобільних терміналів займають домінуюче положення при спілкуванні в соціальних мережах. Таке положення обумовлене як особливістю сприйняття інформації людиною, відповідно до якого через зоровий канал сприйняття людина одержує до 80% інформації про навколишній світ [4, 7, 68], так і ефективністю і простотою реалізації фотокамер терміналів.

При цьому, незважаючи на створення усе більш швидкодіючих процесорів, та пристроїв з великими обсягами пам'яті, підвищення ефективності методів обробки фотозображень, у тому числі методів стиску, залишається актуальною задачею [5, 8, 17, 23, 71].

Значна кількість робіт указує на факт того що, високі ступені стиску досягаються за рахунок збільшення обчислювальної складності алгоритмів перетворення [108, 111, 112, 123]. Це обумовлює необхідність розвитку методів адаптивного стиску для забезпечення їхньої програмної реалізації [33, 38, 42, 43].

*Метою роботи визначено* обґрунтування шляхів програмної реалізації системи адаптивного стиску зображень з подальшим розвитком методики оцінки ступеня насиченості цифрових зображень, що дозволяє автоматизувати процес віднесення зображення до різних класів.

*Частковими завданнями роботи є:*

- проаналізувати та визначити перспективні напрямки реалізації системи адаптивного стиску зображень;
- розглянути проблемні питання програмної реалізації методики оцінки ступеня насиченості цифрових зображень;
- провести аналіз алгоритмів побудови методики оцінки ступеня насиченості цифрових зображень.

*Об'єктом вивчення є* процес стиску фотозображень.

*Предметом* – шляхи програмної реалізації методів адаптивного стиску зображень.

## ВИСНОВКИ

У роботі приведені теоретичне узагальнення і задачі розробки програмної системи адаптивного стиску зображень, що забезпечує виконання вимоги до оперативності обробки і передачі інформації в мобільних засобах телекомунікації при припустимому рівні спотворення відновленого зображення.

Аналіз найбільше часто використовуваних на практиці методів стиску показав, що вони є комплексними і являють собою послідовність ряду процедур, спрямованих на зниження різного роду надмірності представлення зображення (статистичної, структурної і т.д.). Показано, що використання як процедури стиску двовимірного перетворення в базисі Хаара, зонально-граничної селекції й арифметичного кодування коефіцієнтів перетворення при забезпеченні цілочисельності даних операцій дозволяє забезпечити виконання установлених вимог до розроблювального методу стиску.

Одержав розвиток метод арифметичного кодування, що відрізняється від відомих тем, що дозволяє враховувати апріорно відомий нерівномірний статистичний розподіл значень коефіцієнтів зональних послідовностей при використанні фіксованої моделі джерела кодування з вирівнюванням по нормальному закону розподілу. Використання запропонованої модифікації методу арифметичного кодування дозволяє забезпечити мінімальну надмірність кодування і значення коефіцієнтів стиску в діапазоні 3,5 - 25 разів, а також зменшити обсяг інформації, необхідний для декодування зображення на прийомній стороні за рахунок передачі тільки параметрів функції, що вирівнює, зональної послідовності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції: Монографія / Артюшин Л.М., Мосов С.П., П'ясковський Д.В., Толубко В.Б. – К.: НАОУ. – 2002. – 208 с.*
2. *Ансон Л., Барнсли М. Фрактальное сжатие изображений // Мир ПК. – 1992. – №4. – С. 23 – 27.*
3. *Артюшин Л.М., Мосов С.П. Застосування сил і засобів повітряної розвідки наземного противника у сучасних операціях і воєнних конфліктах // ТА. – 2000. – № 24. – С. 76 – 80.*
4. *Бахтиаров Г.Д. Цифровая обработка сигналов. Проблемы и основные направления повышения эффективности // Зарубежная радиоэлектроника. – 1984. – С. 48 – 68.*
5. *Бондарев В.Н, Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. – Х.: Конус, 2001. – 398 с.*
6. *Бохан К.А. Способы и средства двумерного преобразования изображений в базисе Хаара: Дис. канд. тех. наук. – Х.: ХВУ. – 2003. – 217 с.*
7. *Бохан К.А., Королева Н.А. Двумерный целочисленный базис Хаара // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Харьков: НАУ «ХАИ». – 2002. – Вып. 29. – С. 204 – 208.*
8. *Бохан К.А., Королева Н.А. Способ зонального сжатия изображений на основе быстрого двумерного целочисленного преобразования Хаара // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – №6. – С. 40 - 46.*
9. *Бохан К.А., Королева Н.А., Сальник Ю.П. Оценка эффективности зонально-пороговой селекции коэффициентов преобразования Хаара // Системи обробки інформації. – Харків: Х.: НАНУ, ХВУ. – 2004. – Вип. 6. – С. 13–17.*
10. *Брайс Р. Руководство по цифровому телевидению. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 288 с.*
11. *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров*

- и учащихся вузов. – М.: Наука, 1981. – 718 с.
12. *Бутаков Е.А., Островский В.И., Фадеев И. Л.* Обработка изображений на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1987. – 240 с.
  13. *Быков Р.Е., Манцветов А.А., Степанов Н.Н.* Преобразователи изображения на ПЗС. – М.: Радио и связь, 1992. – 184 с.
  14. *Васильев В.Н., Гуров И.П.* Компьютерная обработка сигналов. – СПб: БХВ – Санкт-Петербург, 1998. – 240 с.
  15. *Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.* Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
  16. *Воєнна операція „Свобода Іраку”* // Інформаційний бюлетень (спец. випуск). – К.: МО України, 2003. – 215 с. – Таємно. – Інв № 6767.
  17. *Воробьев В.И., Грибунин В.Г.* Теория и практика вейвлет – преобразования. – СПб.: ВУС, 1999. – 203 с.
  18. *Гаврилов Н.* Оборудование американских космических аппаратов видовой разведки // Зарубежное военное обозрение. – 1986. – №5. – С.41 – 45.
  19. *Гимельфарб Г.Л.* Аппаратные средства и особенности программного обеспечения диалоговой цифровой обработки изображений // Зарубежная радиоэлектроника. – 1985. – №10. – С. 87 – 128.
  20. *Гультяев А.* Визуальное моделирование в среде MATLAB: Учебный курс. – СПб: Питер, 2000. – 468 с.
  21. *Даджион Д., Марсеро Р.* Цифровая обработка многомерных сигналов. – М.: Мир, 1988. – 488 с.
  22. *Джайн А.К.* Сжатие видеоданных // ТИИЭР. – 1981. – №3. – С. 71 – 117.
  23. *Дмитриев В.И.* Прикладная теория информации. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.
  24. *Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Р.Е. Пащенко та ін.* – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
  25. *Єрмошин М.О., Федай В.М.* Боротьба в повітрі: Навчальний посібник. – Х.: ХВУ, 2004. – 383 с.
  26. *Еремеев И.С.* Устройства сжатия информации. – М.: Энергия, 1980. – 160 с.

27. *Залманзон Л.А.* Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М.: Наука, 1989. – 496 с.
28. *Зубарев Ю.В., Глориозов Г.Л.* Передача изображений. – М.: Радио и связь, 1982. – 224 с.
29. *Зубарев Ю.В.* Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений. – М.: Международный центр научной и технической информации, 1997. – 212 с.
30. *Использование разведывательных БПЛА в военно-морских силах капиталистических государств / Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах их выявления. Серия: Технические средства разведывательных служб капиталистических государств // ЕИБ ВИНТИ. – 1998. – № 2. – С. 15 – 27.*
31. *Использование цифровых видеокамер для повышения эффективности воздушной разведки / Иностранная печать об экономическом, научно-техническом и военном потенциале государств-участников СНГ и технических средствах их выявления. Серия: Технические средства разведывательных служб капиталистических государств // ЕИБ ВИНТИ. – 2000. – № 4. – С. 14 – 21.*
32. *Клименко Л.А., Малахов С.В.* Методы кодирования видеоданных // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1998. – №2. – С. 59 – 62.
33. *Климов А.С.* Форматы графических файлов. – С.-Пб.: ДиаСофт, 1995. – 385 с.
34. *Коган Б.М., Сташин В.Б.* Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. – М.: Энергия, 1989. – 376 с.
35. *Козелков С.В., Клименко Л.А., Сальник Ю.П.* Алгоритм зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара // Системи обробки інформації. – Харків: Х.: НАНУ, ХВУ. – 2004. – Вип. 5. – С. 97 – 100.
36. *Королев А.В.* Методы и средства обработки информации: Учебное пособие. – Харьков.: МО Украины, 1996. – 398 с.

37. *Корольов А.В.* Теоретичні основи компактного представлення зображень на основі усунення версифікаційної надмірності: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Х.: УкрДАЗТ, 2003. – 32 с.
38. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Кучук Г.А. Целочисленное преобразование Хаара при обработке изображений // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 6 (16). – С. 150 – 156.
39. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Сальник Ю.П. Оценка степени насыщенности изображений // Моделирование та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ, НАНУ. – 2003. – Вып. 22. – С. 88 – 93.
40. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Сальник Ю.П. Исключение зон трансформанты Хаара // Збірник наукових праць ІПМЕ . – К.: ІПМЕ НАНУ. – 2003. – Вып. 22. – С. 68 – 72.
41. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Сальник Ю.П. Зонально-пороговая селекция коэффициентов быстрого двумерного преобразования Хаара // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ХВУ. – 2004. – Вып. 4. – С. 109 – 113.
42. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Сальник Ю.П. Метод расчета порога зонально-пороговой селекции коэффициентов двумерного преобразования Хаара // ІКСЗТ. – 2004. – № 2. – С. 45 – 51.
43. *Королев А.В.,* Бохан К.А., Сальник Ю.П. Субквантизация трансформанты двумерного целочисленного преобразования Хаара// Моделирование та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ, НАНУ. – 2004. – Вып. 26. – С. 3 – 7.
44. *Королев А.В.,* Малахов С.В., Линник Н.Ф. Модифицированное зональное сжатие изображений при частичном устранении фазовых составляющих спектра // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вып. 5 (15). – С. 176 – 180.
45. *Королев А.В.,* Малахов С.В., Рубан И.В. Метод сжатия видеоданных посредством преобразований // Электрон. моделирование. – 1999. – № 4. – С. 47 – 55.
46. *Королев А.В.,* Новиков В.И., Рубан И.В. Сжатие видеoinформации за счет комбинирования методов с сохранением и потерей информации // Системы

- обработки информации. – Харьков: НАНУ, ХВУ. – 1998. – С. 96 – 99.
47. *Королев А.В., Рубан И.В.* Внутрикадровое и межкадровое кодирование видеoinформации цветных изображений // *Электрон. моделирование.* – 1996. – № 3. – С. 66 – 71.
  48. *Красильников Н.Н.* Теория передачи и восприятия изображений. Теория передачи изображений и ее приложения. – М.: Радио и связь, 1986. – 248 с.
  49. *Краснов А.* Автоматизация процессов воздушной разведки // *Зарубежное военное обозрение.* – 1983. №2. – С. 45 – 50.
  50. *Краснов А.* Некоторые направления развития воздушной разведки // *Зарубежное военное обозрение.* – 1987. №5. – С. 33 – 38.
  51. *Кутувий О.П.* Тенденції розвитку БПЛА // *НАУКА і ОБОРОНА.* – 2000. – № 4. – С. 39 – 47.
  52. *Литвинов В.А. Крамаренко В.В.* Контроль достоверности восстановления информации в человеко-машинных системах. – К.: Техника, 1986. – 200 с.
  53. *Малахов С.В., Королев А.В.* Метод сжатия видеоданных, получаемых с искусственных спутников Земли и космических аппаратов // *Управление и связь.* – Х.: ХВУ. – 1998. – С. 51 – 61. – Секретно. – Инв. № 5716У.
  54. *Методы передачи изображений. Сокращение избыточности* / Под ред. У.К. Прэтта – М.: Радио и связь, 1983. – 264 с.
  55. *Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео* / Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2002. – 384 с.
  56. *Миано Дж.* Форматы сжатия изображений в действии. – М.: Триумф, 2003. – 354 с.
  57. *Мусман Х.Г., Пирш П., Гарллет Х.Й.* Достижения в области кодирования изображений // *ТИИЭР.* – 1985. – №4. – С. 31 – 39.
  58. *Надежность и эффективность в технике: Справочник: в 10 т.* / Ред. совет: В.С. Авдудевский и др. – М.: Машиностроение, 1986. т. 1: *Методология. Организация. Терминология.* / Под ред. А.И. Рембези. – 224 с.
  59. *Обработка изображений и цифровая фильтрация* // Под ред. Т.С. Хуанга. – М.: Мир, 1979. – 318 с.

60. *Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов* / Н.Ахмед - К.Р. Рао.: Пер. с англ.. – М.: Связь, 1980. – 246 с.
61. *Орищенко В.И., Сонников В.Г., Свириденко В.А. Сжатие данных в системах сбора и передачи информации.* – М.: Радио и связь, 1985. – 184 с.
62. *Осипов Л.А. Обработка сигналов на цифровых процессорах.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 112 с.
63. *Пивоваров А.М. Методы обеспечения достоверности информации в АСУ.* – М.: Радио и связь. 1982. – 144 с.
64. *Потапов В.Н. Теория информации. Кодирование вероятностных источников.* – Новс.: МВССО РФ, 1999. – 271 с.
65. *Прэтт У.К. Цифровая обработка изображений: В 2 кн.* – М.: Мир, 1982. – Кн. 1. – 312 с. – Кн. 2. – 480 с.
66. *Романенко В. Безпілотні літальні апарати: „бойова колісниця” майбутніх війн // Народна армія.* – 2001. – № 5. С. 3 – 7.
67. *Рубан И.В. Разработка метода и средств компактного представления видеоданных АСБУ с использованием межкадровой избыточности видеоинформации. Автореф. дис . . . канд. техн. Наук: 20.01.09. / ХВУ.* – Харьков, 1996. – Секретно. – Инв. № 3926У.
68. *Сальник Ю.П. Модифицированный метод арифметического кодирования с фиксированной моделью // Радіоелектронні і комп'ютерні системи.* – Х.: МОНУ, ХНАУ «ХАИ». – 2005. – Вип. 1. – С. 50 – 54.
69. *Сальник Ю.П., Бохан К.О. Статистическое кодирование трансформанты двумерного преобразования Хаара // Материалы международной научно-технической конференции „Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании”.* – Ставрополь: СКГТУ, 2004. – С. 240.
70. *Сальник Ю.П. Сжатие изображений путем исключения зон трансформанты Хаара // Матеріали науково-технічної конференції „Наукові проблеми розробки, модернізації та застосування інформаційних систем космічного і наземного базування”* – Житомир: ЖВУРЕ, 2004. – С. 90 – 91.

71. *Сальник Ю.П.* Критерий степени насыщенности // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції „Проблеми інформатики і моделювання”. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2004. – С. 756.
72. *Сальник Ю.П.* Зонально-порогова селекція коефіцієнтів швидкого двомірного перетворення Хаара // Матеріали наукової конференції молодих вчених Харківського військового університету. – Х.: ХВУ, 2004. – С. 52.
73. *Сальник Ю.П., Гуржий П.Н., Козелков О.А.* Анализ направлений повышения степени сжатия изображений // Тези доповідей першої науково-технічної конференції Харківського університету Повітряних Сил. Х.: ХУ ПС. – 2005. – Вип. 1. – С. 233.
74. *Сальник Ю.П.* Метод классификации изображений по степени насыщенности // Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції „Інтегровані комп’ютерні технології в машинобудуванні” ІКТМ’2004. – Х.: ХАИ. – 2004. – С. 292.
75. *Сальник Ю.П.* Субквантизация коэффициентов двумерного целочисленного преобразования Хаара // Материалы международной научно-практической конференции „Системы и средства передачи и обработки информации”. – Одесса: ССПОИ, 2004. – С. 84.
76. *Сальник Ю.П.* Метод сжатия изображений с использованием арифметического кодирования // Материалы 3 междунар. НТК «Проблемы информатики и моделирования». – Х.: НАНУ, НТУ «ХПИ». –2003. – С.21.
77. *Семенов А.* Канада: финансирование космических военных программ // Зарубежное военное обозрение. – 2001. – №1. – С. 38.
78. *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов. – СПб.: «Питер», 2003. – 603 с.
79. *Скляр В.С.* Математические модели информационных систем. – Х.: ХВВКИУРВ, 1989. – 479 с.
80. *Смирнов А.В.* Основы цифрового телевидения: Учебное пособие.– М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 224 с.

81. *Солонина А.* Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2001. – 454 с.
82. *Справочник по устройствам цифровой обработки информации /* Виноградов Н.А. и др. – К.: Техника, 1988. – 415 с.
83. *Стеклов В.К., Беркман Л.Н.* Телекомунікаційні мережі. – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
84. *Стрюк А.Ю., Бохан К.А.* Цветовые модели в системах сжатия видеоданных // Радиоэлектроника и информатика. – 2002. - № 1. – С. 23 – 25.
85. *Татарин В., Дуда В.* Беспилотные разведывательные аппараты // Зарубежное военное обозрение. – 1987. – № 9. – С. 21 – 24.
86. *Теорія і техніка протидії безпілотним засобам повітряного нападу. Книга 1. Безпілотні засоби повітряного нападу. Застосування та перспективи розвитку. Виявлення малопомітних засобів повітряного нападу /* Ткаченко В.І., Даник Ю.Г., Дробаха Г.А., Карпенко В.І., Пащенко Р.Е., Смірнов Є.Б. – Х.: ХВУ, 2002. – 220 с.
87. *Трофимов Б.Е., Куликовский О.В.* Передача изображений в цифровой форме. – М.: Связь, 1980. – 130 с.
88. *Федоренко В.В., Корниенко С.В., Шугаев В.И., Сальник Ю.П.* Устойчивость оценки состояния информационной системы по результатам измерения комплексного показателя // ИКСЗТ. – 2002. – №3. – С. 51 – 53.
89. *Хармут Х.Ф.* Передача информации ортогональными функциями. – М.: Связь, 1975. – 272 с.
90. *Хэмминг Р.В.* Теория кодирования и теория информации / Под ред. Б.С. Цыбакова. – М.: Радио и связь, 1983. – 176 с.
91. *Чернега В.С.* Сжатие информации в компьютерных сетях. – Севастополь.: Сев. ГТУ, 1997. – 175 с.
92. *Чуларис О.* Использование США космической группировки в войне против Ирака // Зарубежное военное обозрение. – 2003. – №11. – С. 41 – 42.
93. *Эндрюс Г.* Применение вычислительных машин для обработки изображений. – М.: Энергия, 1977. – 160 с.
94. *Ярославский Л.П.* Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Сов.

- радио, 1979. – 312 с.
95. Algazi V.L., Dewitte J.T. Theoretical performance of entropy-encoded DPCM. IEEE. 1982. v. COM – 30, № 5. p. 1088 – 1094.
  96. Armstrong L. Video compression picture is clearing // Electronics. – 1978. – №11. – P. 96 – 97.
  97. 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.
  98. Haar A. Zur Theorie der ortogonalen Funktionssysteme // Math. Ann. – 1910. – V.69. – S. 331 – 371.
  99. Korolyov A.V., Ruban I.V. Compression of Video Data by Boundary Element Series // Engineering Simulation. – N. Delhi. – 1998. pp. 595 – 605.
  100. Korolyov A.V., Ruban I.V. Intraframe and Interframe Coding of Digital Color Images // Engineering Simulation. – 1997. – Vol. 14, pp. 449 – 457.
  101. Korolyov A.V., Ruban I.V., Malachov S.V. Videodata Compression Method Based on Conversions // Engineering Simulation. – Singapore. – 2000. pp. 497 – 506.
  102. Korolyov A.V., Soroka L.S. On the Application of Micropolygramme Imaging in Computer Terminals // Electronic modeling. Printed in USA. 1982.
  103. Nelson M. The Data Compression Book. – USA: M&T Publishing. – 1991. – P. 45 – 50.
  104. Rosenfeld A. Parallel Image Processing Using Cellular Arrays // Computer. – 1983. – №1. – P.14 – 20.
  105. Storer J.A. Data Compression: Methods and Theory. USA // Computer Science Press. – 1988. – №6. – P. 23 – 36.
  106. Fisher Y. Fractal Image Compression. IEEE SIG Graf Course Notes, 1992. 148 p.
  107. Wallace G.K. The JPEG Still Picture Compression Standard // Communication of the ACM. – 1991. – Vol. 34 – №4.