

4. Козиол Дж. Искусство взлома и защиты систем. / Дж. Козиол, Д. Личфилд, Д. Эйтэл, К. Энли и др. // – СПб: Питер, 2006. – 416 с: ил.
5. М. Кузнецов. Социальная инженерия и социальные хакеры. / М. Кузнецов, И. Симдянов. // – Петербург: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.
6. Крис Касперски. Секретное оружие социальной инженерии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kpsc.opennet.ru/SOC_ENG.pdf.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ru.wikipedia.org
8. Современные угрозы и каналы утечки информации в компьютерных сетях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=67579>.

Надійшла: 18.10.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Хорошко В.О.

УДК 004.627(045)

Гумен М.Б., Юдін О.К., Курінь К.О.

ТЕХНОЛОГІЯ СТИСНЕННЯ НА БАЗІ МЕТОДУ КОДУВАННЯ ДВІЙКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЗА КІЛЬКІСТЮ БІТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

Запропоновано технологію стиснення зображень на базі методу кодування за кількістю бітових переходів. Сформовано прототип технології стиснення зображень. Обґрунтовано вибір методу трансформації вихідного зображення. Обґрунтовано вибір методу кодування квантованих трансформант зображення. Розроблено структурну модель процедури стиснення зображень з урахуванням методу кодування за кількістю бітових переходів.

Ключові слова: структурне кодування, стиснення зображень, дискретне вейвлетне перетворення, квантування, структурні ознаки

Вступ. Інформаційно-комунікаційні системи та мережі (ІКСМ) в сучасних умовах розвитку суспільства все ширше застосовують графіку різних класів. Так, наприклад, неможливо уявити висвітлення наукових результатів, а також жодних комунікаційних послуг в ІКСМ без роботи прикладного програмного забезпечення з графічними інтерфейсами різних типів. Деякі здійснювані інформаційною системою найпростіші дії, наприклад завантаження та пересилка файлів, також відображаються графічно. Більшість програм пропонують користувачеві графічний інтерфейси типу GUI, який значно спрощує роботу користувача й дозволяє легко інтерпретувати отримані результати. Комп'ютерна графіка використовується в багатьох областях повсякденної діяльності при перетворенні складних масивів даних в графічне відображення. Отже, графічні зображення вкрай важливі, але вони вимагають великих об'ємів пам'яті. Оскільки сучасні дисплеї передають безліч кольорів, кожен піксел прийнято інтерпретувати у вигляді 24-бітового числа, в якому компоненти червоного, зеленого й блакитного кольорів займають по 8 біт кожен. Такий 24-бітовий піксел може відтворити мільйонів кольорів. Зрозуміло, що стандартні зображення з розміром 512×512 пікселів займатимуть 786432 байтів, а зображення розміром 1024×1024 пікселів буде вимагати 3145728 байт для його зберігання. Анімація, яка також широко застосовується в комп'ютерних додатках, вимагає ще більшого об'єму пам'яті. Все це пояснює важливість використання сучасних технологій та методів стиснення зображень.

Постановка завдання досліджень.

Одними з найпоширеніших на сьогоднішній день кодерів стиснення зображень є технології типу JPEG та JPEG-2000, що розроблялися об'єднаною міжнародною групою експертів з обробки відеозображень (Joint Photographic Experts Group) для стиснення неперервно-тонових зображень. Обидві ці технології базуються на методах кодування, які враховують статистичну надмірність даних. Дані алгоритми стиснення мають наступні недоліки [1]:

- можливі втрати інформації, які виникають на етапах дискретних перетворень та квантування компонент зображення;
- залежність ефективності стиснення від характеристик джерела інформації;

- при стисненні в режимі без втрат забезпечуються недостатні значеннями ступеня стиснення (коефіцієнт стиснення природних зображень складає в середньому 2.2), тощо.

Визначення мети. Метою статті є розробка технології стиснення зображень на базі методів кодування, принципово відмінних від статистичних, з умов підвищення ефективності стиснення даних з одночасною мінімізацією додаткових спотворень у відновлюваній інформаційній структурі.

Виконання поставленої мети потребує вирішення наступних задач:

- розробити структурно-логічну схему-прототип технології стиснення зображень;
- обґрунтувати вибір методу трансформації вихідного зображення;
- обґрунтувати вибір методу кодування квантованих трансформант зображення;
- розробити структурну модель технології стиснення зображень з урахуванням методу кодування за кількістю бітових переходів.

Проаналізувавши структуру технологій JPEG та JPEG-2000 [2], сформуємо на її основі структурно-логічну схему прототип технології стиснення зображень (рис. 1).

Перейдемо від формального прототипу до конкретної реалізації кодера.

Етап перший – предпроцесинг. Кольорове зображення перетворюється у формат представлення моделлю RGB. Зазначимо, що в запропонованій технології стиснення даних не використовується перехід від колірної моделі RGB до моделі YUV. Це обумовлено тим, що дана технологія стиснення не передбачає використання процедури «укрупнення пікселів» [4], яка призводить до значних втрат якості при відновленні стисненого зображення. Як відомо, ця процедура вводиться в стандарт JPEG для компонент колірності моделі YUV, оскільки людське око не чутливе до змін, які відбуваються при використанні даної процедури для саме цих компонент. Отже відмова від процедури «укрупнення пікселів» робить недоцільним перехід від однієї моделі представлення зображення до іншої, й виключення цього кроку з технології стиснення дозволяє досягти зменшення часу на обробку даних при стисненні та відновленні зображення.

Пікселі кожної компоненти групуються в блоки 8×8 , що називаються сегментами зображення. Розбиття матриці зображення на сегменти проводиться для зниження кількості операцій на обробку даних та підвищення ступеня когерентності оброблюваних даних. Це є доцільним з точки зору наступної обробки зображення за допомогою ортогонального перетворення та кодування трансформант. Якщо число рядків або стовпців вихідного зображення не кратне 8, то верхній рядок і правий крайній стовпець повторюються потрібну кількість разів. Операції по стисненню проводяться з чергуванням колірних компонент: спочатку перший ряд сегментів червоної компоненти, потім перший ряд сегментів зеленої і синьої компоненти, опісля другий ряд сегментів червоної компоненти і т. д.



Рис. 1. Структурно-логічна схема технології стиснення зображень

Етап другий – трансформація компонент зображення. В роботі [2] з метою обґрунтування вибору алгоритму перетворення матриці зображення було проведено

дослідження існуючих процедур аналітичних перетворень з умови їх впливу на статистичну структуру зображення:

- проведено аналіз процедур перетворень, їх математичних моделей;
- здійснено побудову програмних моделей, які реалізують аналітичні перетворення;
- визначено основні статистичні метрики, які описують ефективність перетворень з точки зору подальшого виконання процедур стиску даних, а також проведено оцінку цих величин для перетворених тестових зображення.

Отримані результати обчислень дозволили зробити висновок, що з точки зору досягнення більшого виграшу від подальшого кодування, найбільші переваги має використання дискретного вейвлет-перетворення (ДВП) при умові зміни статистичних характеристик матриці зображення.

На користь ДВП свідчать також наступні властивості даного перетворення:

1. ДВП здатне реконструювати сильно зображення, в яких значна частина коефіцієнтів перетворення в результаті застосування подальшої процедури квантування приймає нульові значення, без внесення спотворень у відновлене зображення; інші перетворення, особливо це стосується дискретного косинусного перетворення, здатні вносити додаткові спотворення до стиснутого зображення;

2. ДВП обробляє сегменти зображення будь-якого розміру.

Найпростіший спосіб опису дискретного вейвлетного перетворення використовує добуток матриць [3]. Один з найпопулярніших вейвлетів, а саме вейвлет Добеши, який прийнято позначати D4, заснований на чотирьох коефіцієнтах c_0, c_1, c_2, c_3 :

$$c_0 = \frac{1 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \quad c_2 = \frac{3 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}},$$

$$c_1 = \frac{3 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \quad c_3 = \frac{1 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}.$$

Матриця W перетворення:

$$W = \begin{pmatrix} c_0 & c_1 & c_2 & c_3 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & -c_2 & c_1 & -c_0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_0 & c_1 & c_2 & c_3 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_3 & -c_2 & c_1 & -c_0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & c_0 & c_1 & c_2 & c_3 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & c_3 & -c_2 & c_1 & -c_0 \\ c_2 & c_3 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & c_0 & c_1 \\ c_1 & -c_0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & c_3 & -c_2 \end{pmatrix}.$$

При практичній реалізації ДВП обчислюється у вигляді добутку матриць WPW^T , де P – початкова 8×8 матриця пікселів.

Етап третій – квантування. Після обчислення всіх коефіцієнтів ДВП проводиться їх квантування. На даному етапі відбувається необоротна втрата інформації. Але даний крок і ДВП (як етап підготовки квантуванню) забезпечують істотне підвищення ступеня стиснення, оскільки у результаті в блоці елементів кожного сегменту залишаються лише декілька ненульових елементів.

Кожне число з матриць коефіцієнтів ДВП ділиться на спеціальне число – коефіцієнт квантування з таблиці квантування, а результат округлюється до найближчого цілого.

Все числа з таблиці квантування є параметрами алгоритму стиснення. В принципі, користувач може поміняти будь-який коефіцієнт для досягнення більшого ступеня стиснення. На практиці досить складно експериментувати з таким великим числом параметрів, тому на даному етапі зазвичай використовують два підходи [4]:

1. Використання таблиці квантування, прийнятої за умовчанням. Дана таблиця для хроматичних компонент є результатом тривалого дослідження з безліччю експериментів, виконаних комітетом JPEG.

2. розраховується таблиця коефіцієнтів квантування, яка залежить від деякого параметра Rq , який задається користувачем. Значення коефіцієнта квантування у цьому випадку розраховується за наступною формулою:

$$Q_{ij} = 1 + (i + j) \times Rq,$$

де $i \in [0;7], j \in [0;7]$.

Даний вираз гарантує зменшення коефіцієнтів квантування у напрямку з лівого верхнього кута до правого нижнього.

Запропонована технологія стиснення передбачає використання першого варіанту вибору таблиці квантування.

Якщо квантування зроблене правильно, то в блоці коефіцієнтів ДВП залишаться всього декілька ненульових коефіцієнтів, які будуть сконцентровані в лівому верхньому куті матриці.

Оскільки на даному етапі квантовані сегменти містять від'ємні значення, доцільно сформулювати матриці знаків за правилом:

$$sign_{i,j} = \begin{cases} 0, & \rightarrow com_{i,j} \geq 0; \\ 1, & \rightarrow com_{i,j} < 0. \end{cases}$$

Тут $sign_{i,j}$ – ij -й елемент матриці знаків, що надає інформацію про знак компоненти $com_{i,j}$.

$i = \overline{0, L-1}, j = \overline{0, C-1}$, де L та C – кількість рядків та стовбців растру зображення.

Етап четвертий – кодування трансформант. Як вже було зазначено, найпоширеніші на сьогоднішній день технології стиснення зображень JPEG та JPEG-2000 базуються на використанні статистичного кодування компонент трансформант ортогональних перетворень. Для кодування квантованих трансформант використовуються такі статистичні методи стиснення, як кодування Хаффмена (для стандарту JPEG) й арифметичне кодування (JPEG-2000). У роботі [5] були перелічені недоліки використання даного класу методів кодування для стиснення зображень, й запропоновано включити в технологію стиснення метод кодування який використовує принципово відмінний від статистичних алгоритмів метод кодування трансформант зображення – метод кодування за кількістю бітових переходів (КБП).

Даний метод кодування відноситься до класу структурних методів стиснення даних [1], які забезпечують усунення структурної надмірності на підставі значення структурних ознак: кількості переходів від одиничного елемента до нульового $p_{1 \rightarrow 0}$ та кількості переходів від нульового елемента до одиничного $p_{0 \rightarrow 1}$. Разом з тим комбінація $p_{0 \rightarrow 1}$ та $p_{1 \rightarrow 0}$ однозначно визначає ще одну ознаку, яка характеризує двійкову послідовність – номер структурної групи S . Параметр S також визначає загальну кількість переходів між нулем та одиницею в послідовності [5].

Кожне з 64 числових значень квантованої трансформанти представляється у вигляді 8-бітового двійкового числа (тобто кожним сегментом є паралелепіпед довжина якого складає 8 біт, а ширина і висота дорівнюють розмірності сегменту 8×8). Десяткові значення представлення даних в сегменті «розростаються» у глибину на 8 біт. Кожен сегмент складається з восьми шарів. Доцільність розбиття сегментів зображення на бітові шари зумовлена певними міркуваннями.

По-перше, структурне кодування оперує двійковими даними.

По-друге, у цьому випадку враховуються такі особливості компонентів трансформант: двійкове представлення компонентів трансформант містить великі зони нульових елементів; нульові біти двійкового представлення компонент трансформанти, які визначають низькочастотні складові, розміщуються в середині й наприкінці двійкового числа.

Навпаки, для високочастотних компонентів характерне розміщення нульових біт їх двійкового представлення на початку двійкового числа. Причому компоненти

трансформанти з більшими значеннями сконцентровані у відносно малій області трансформанти, а компоненти з мінімальними значеннями займають більшу площу трансформанти. Тому для бітових шарів трансформант буде характерна наявність областей, що містять велику кількість нульових двійкових елементів.

А отже, на початку двійкової послідовності, яка представляє бітовий шар трансформанти, буде сконцентрована невелика кількість всіх одиничних елементів. Тобто така послідовність характеризуватиметься невеликою кількістю бітових переходів S при досить значній довжині двійкової послідовності. Згідно [5] це забезпечить суттєвий ступінь стиснення.

Переваги технології кодування бітових шарів трансформант у порівнянні з технологією безпосереднього кодування компонент трансформант полягають у наступному:

1. Зазначена технологія кодування характеризується простотою реалізації в технологічному плані;

2. Визначений принцип розбиття зображення є доцільним для обробки сильнонасичених реалістичних зображень, оскільки в цьому випадку існує можливість виявлення більшої кількості закономірностей; це у свою чергу створює потенційні можливості для підвищення ступеня стиснення у порівнянні з кодуванням з урахуванням абсолютних значень компонент;

3. Квантовані трансформанти характеризуються великою кількістю нульових областей розподілених на різних позиціях бітових шарів;

4. Обробці спочатку піддаються старші розрядні шари трансформанти, а потім поетапно молодші бітові шари; це забезпечує можливість швидкої передачі грубих форм зображень із поступовим додаванням уточнюючої інформації.

На рис. 2 зображено описаний вище принцип просторової структуризації зображення.

Завданням даного етапу є формування порядкового номера методом КБП для кожного із шарів сегменту на базі виявлення структурної надмірності з урахуванням структурних ознак об'ємного сегменту зображення. Таким чином для сегменту формуються 8 кодів-номерів.

Сама процедура кодування відбувається у наступні етапи:

1. Зигзаг-сканування. Використання цього принципу зчитування двійкових даних доцільне, оскільки воно забезпечить скорочення кількості бітових переходів у послідовності.

2. Формування масиву S_ar із значеннями структурної ознаки – кількості переходів між двійковими елементами. Дана ознака розраховується для кожного з восьми бітових шарів кожного сегменту зображення. Тоді для зображення, що складається з L рядків та C стовпців розмірність масиву S_ar :

$$N_{S_ar} = 3 \times N_{seg} \times N_{layer} = 3 \times \frac{L \times C}{8 \times 8} \times 8 = 3 \times \frac{L \times C}{8}.$$

N_{seg}, N_{layer} – кількість сегментів зображення та кількість шарів кожного сегменту.

3. Розрахунок значень порядкових номерів для двійкових послідовностей у складі бітових шарів зображення. NUM – масив значень кодів-номерів. Оскільки для кожного бітового шару розраховується один код-номер, то розмірність даного масиву складе:

$$N_{NUM} = N_{s_ar} = 3 \times \frac{L \times C}{8}.$$

Етап п'ятий – додаткове стиснення. На даному етапі застосовується кодування послідовностей порядкових номерів методом RLE з метою збільшення ступеня стиснення початкового зображення. Цей прийом є доцільним, якщо врахувати те, що в результаті попереднього кроку буде сформовано велике число нульових порядкових номерів.

Принцип кодування методом RLE полягає в наступному: ненульові елементи передаються без змін, а послідовності нулів кодуються стандартно двома числами, перше з

яких – 0 – мітка (позначає початок послідовності нулів), другий – розмір довжини даної послідовності. Також на даному етапі за таким же принципом проводиться кодування вмісту масиву знаків *sign*.

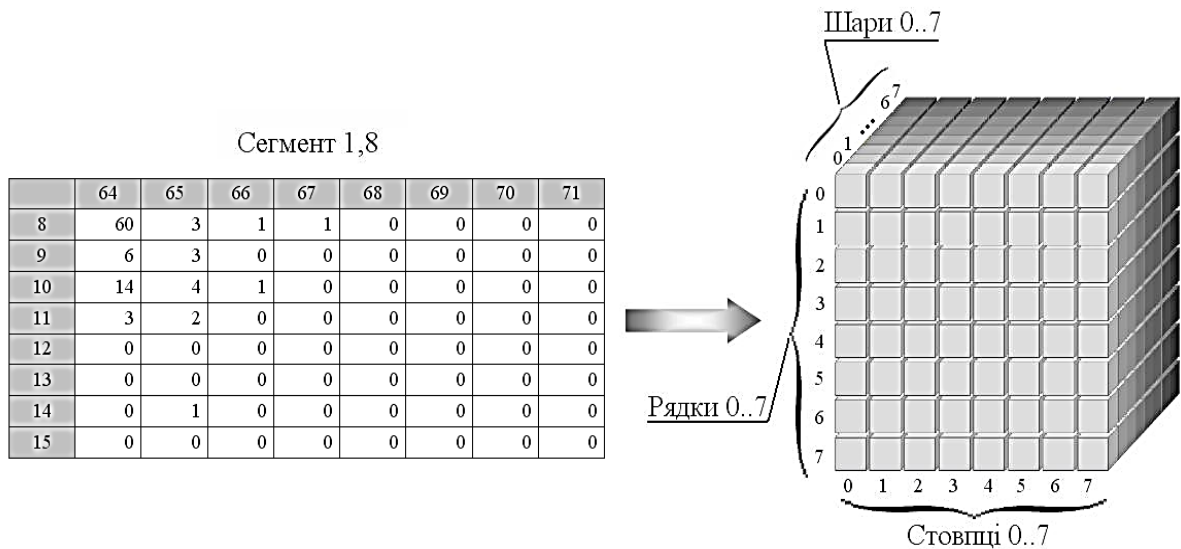


Рис. 2. Графічна модель структуризації зображень

Структурна модель визначеного процесу стиснення зображень на базі методу кодування бітових переходів представлена на рис. 3.

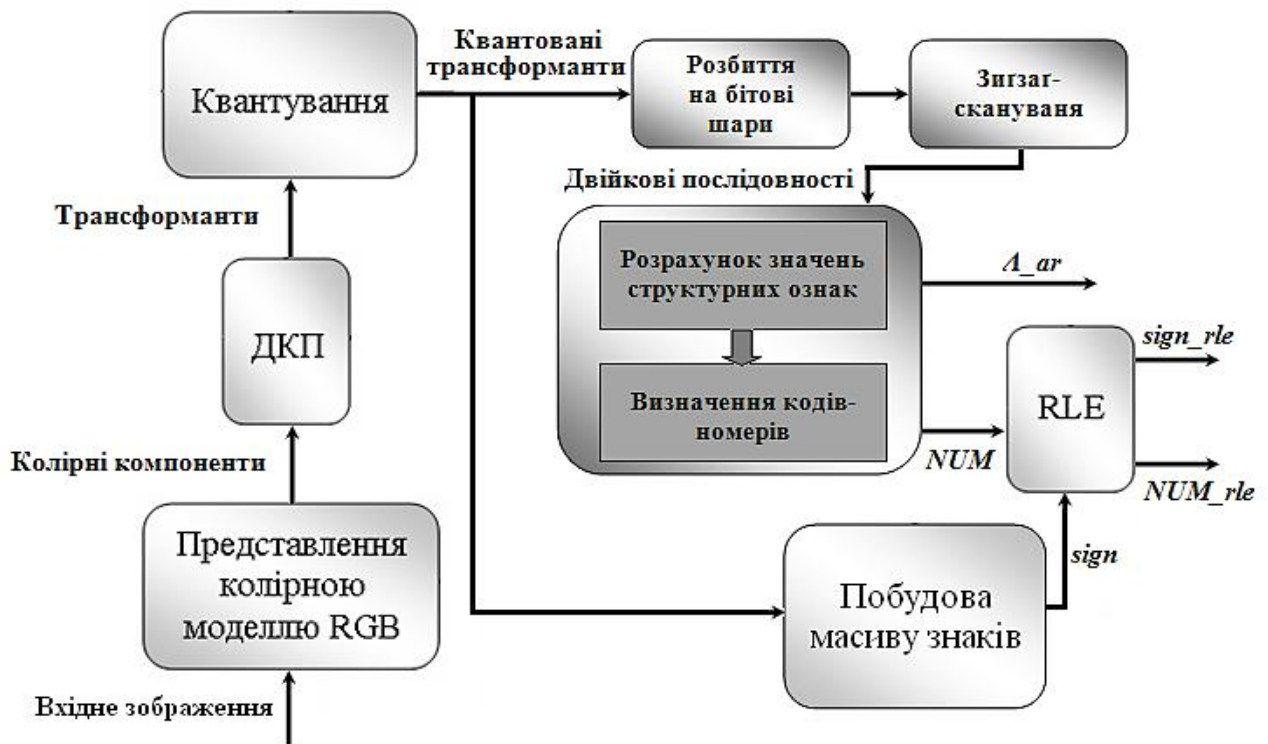


Рис. 3. Структурна схема реалізації технології стиснення на базі методу КБП

Висновок. Вдосконалено технологію стиснення зображень на базі методів кодування, принципово відмінних від статистичних, з умов підвищення ефективності стиснення даних з одночасною мінімізацією додаткових спотворень у відновлюваній інформаційній структурі.

В ході написання статті були вирішені наступні наукові задачі:

- сформовано прототип структурно-логічної схеми технології стиснення зображень;

- обґрунтовано вибір методу трансформації вихідного зображення;
- обґрунтовано вибір методу кодування квантованих трансформант зображення;
- розроблено структурну модель процедури стиснення зображень з урахуванням методу кодування за кількістю бітових переходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Юдін. О.К. Методи структурного кодування даних в автоматизованих системах управління / О.К. Юдін – К.: НАУ, 2007.
2. Юдін О.К. Використання аналітичних перетворень в задачах стиснення зображень / К.О. Курінь, О.К. Юдін, О.І. Варченко // Наукоємні технології. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – № 13(7). – С. 64–69.
3. Воробьев В.И. Теория и практика вейвлет-преобразования / В.И. Воробьев, В.Г. Грибунин. – СПб.: ВУС, 1999. – 203 с.
4. Селомон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Селомон – М.: Техносфера, 2006. – 386с.
5. Юдін О.К. Метод кодування двійкових послідовностей за кількістю бітових переходів / О.К. Юдін, К.О. Курінь // Наукоємні технології. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. – №3 (15). – С. 87-92.

Надійшла: 10.10.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Давлет'яніц О.І.

УДК 004.056

Архипов А.Е.

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА РИСКОВ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В статье рассмотрены основные свойства информационно-коммуникационных систем (ИКС), дано определение термина ИКС, обоснована необходимость процессного задания вероятностных свойств реализаций угроз информации в ИКС и введения динамических характеристик рисков угроз. Рассмотрены сценарные и экспертные способы задания терминальных вероятностей угроз.

Ключевые слова: информационно-коммуникационная система (ИКС), коммуникационная система, коммуникационная технология, терминальная вероятность, динамический риск, сценарии угроз.

Вступлення

Относительно недавно появившееся в журнальных публикациях словосочетание «информационно-коммуникационные системы» (ИКС) достаточно быстро стало привычным в сфере технической защиты информации. При этом очень часто аббревиатура ИКС просто механически заменяет широко использовавшуюся ранее аббревиатуру ИТС – информационно-телекоммуникационная система, что по умолчанию предполагает полную синонимичность (или эквивалентность) терминов ИКС и ИТС. Однако если содержание термина ИТС достаточно четко изложено в нормативно-правовых документах [1,2], то ситуация с ИКС диаметрально противоположна. Поэтому прежде чем приступить к рассмотрению рисков в ИКС, попытаемся уточнить ее основные свойства и характеристики.

Чаще всего появление термина «информационно-коммуникационные системы» (ИКС) связывают с введением в вузах Украины подготовки бакалавров по программе 6.170101 «Безопасность информационных и коммуникационных систем» в области знаний 1701 «Информационная безопасность». Однако термин «ИКС» использовался и раньше, в частности, в [3] ИКС представляется как эффективное средство управления в сфере предпринимательства и обеспечения безопасности организации. К сожалению, в отечественных нормативно-правовых документах определение термина ИКС отсутствует. Это влечет возможность неоднозначной трактовки данного понятия, порождая ряд негативных последствий, в частности, противоречия в категориально-понятийном аппарате защиты информации, что является абсолютно недопустимым как в этой, так и в любой другой сфере деятельности. Поэтому прежде чем приступить к рассмотрению рисков в ИКС, следует сформулировать содержание самого термина ИКС.