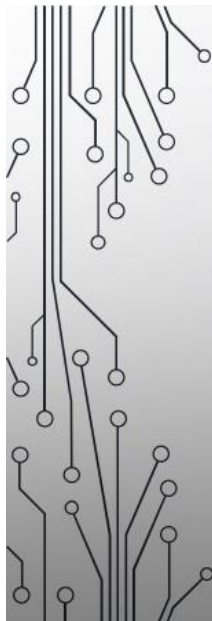


## ДОДАТОК А

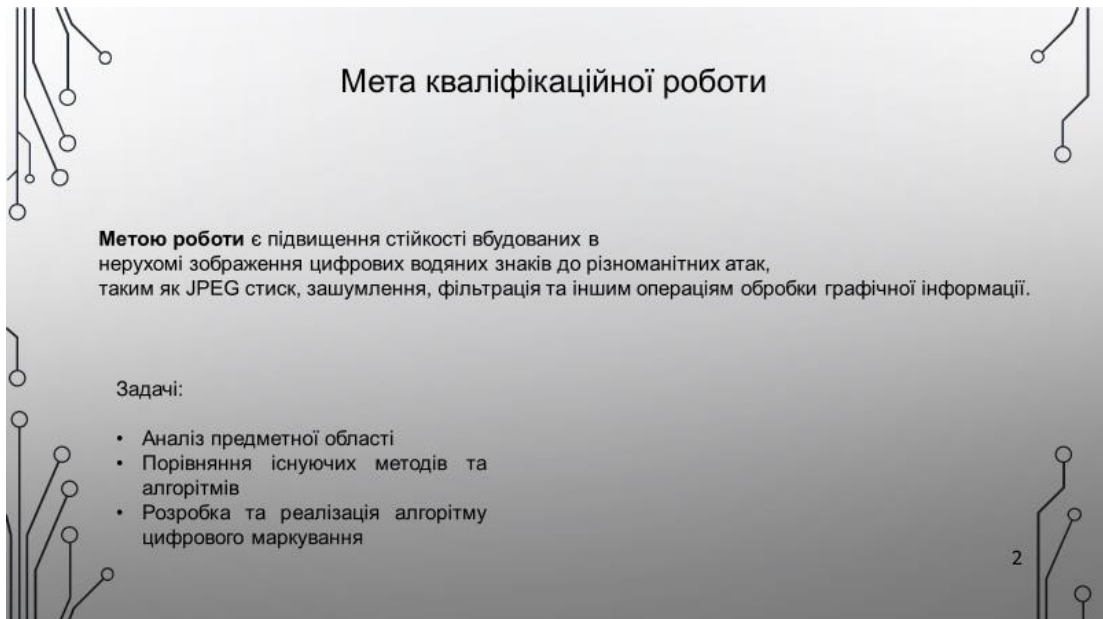
Графічний матеріал кваліфікаційної роботи



Харківський національний університет  
радіоелектроніки  
Кафедра «Електронних обчислювальних машин»

Кваліфікаційна робота на тему:  
Методи підвищення стійкості нанесення цифрових  
водяних знаків на цифрові зображення

Виконав : студент групи КСМм-21-1 Озеров М.А.  
Керівник : доц.Мартовицький В.О.



## Мета кваліфікаційної роботи

**Метою роботи** є підвищення стійкості вбудованих в нерухомі зображення цифрових водяних знаків до різноманітних атак, таким як JPEG стиск, зашумлення, фільтрація та іншим операціям обробки графічної інформації.

Задачі:

- Аналіз предметної області
- Порівняння існуючих методів та алгоритмів
- Розробка та реалізація алгоритму цифрового маркування

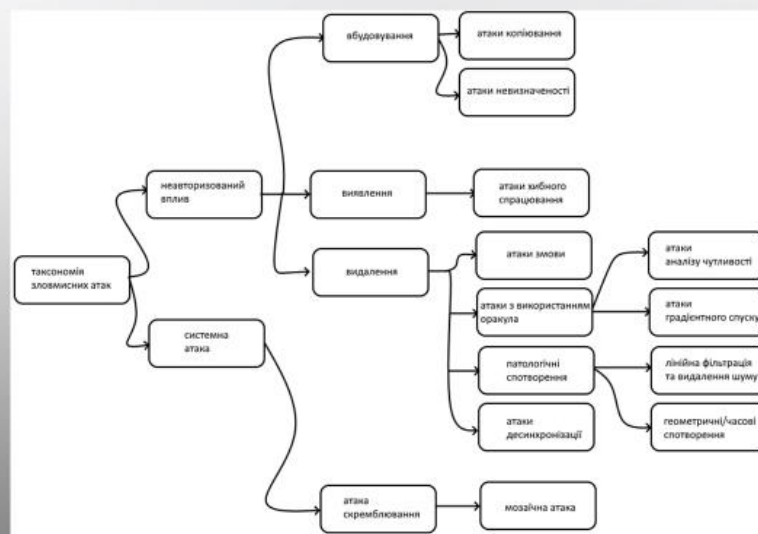
2

## Постановка задачі

- Невидимий водяний знак застосовується, якщо зовнішній вигляд даних неможливо змінити. Невидимий ЦВЗ - це спеціальна вбудована мітка, так звана "контейнер", яка повинна захистити авторські права та підтвердити загальну цілісність інформації або даних. Особливість такого виду водяних знаків полягає у тому, що їх непросто виявити. Потенційні порушники можуть використовувати дані, не здогадуючись про те, що вони містять маркування правласника.
- В наш час створено багато різних методів вбудовування невидимих ЦВЗ у зображення, наприклад метод LSB (Last Significant Bit), спосіб псевдовипадкового інтервалу, метод псевдовипадкової перестановки (підбору), метод блокування.
- Але, в наш час є величезна кількість шкідливих впливів, які можна використовувати для видалення водяного знака з метою запобігання визначення джерела витoku, наприклад: зашумлення, фільтрація, зміна властивостей (розмір, яскравість тощо). Використовуючи дані атаки, правонарушник здатний ускладнити весь процес відстеження неправомірного копіювання та розповсюдження даних. Саме тому потрібно вдосконалювати існуючі алгоритми та винаходити нові

3

## Класифікація атак на системи цифрового маркування



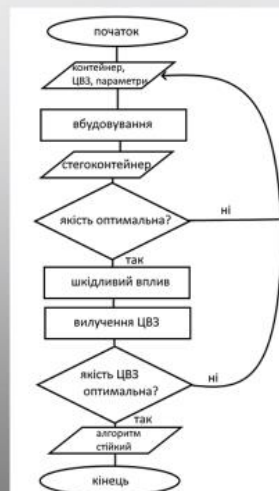
4

## Атака «Компресія»

- Одним з найпоширеніших вредних впливів на системи цифрового маркування є компресія зображення у зв'язку з широким поширенням у мережі Інтернет графічного формату JPEG, а також більш ефективного формату JPEG2000, що набирає популярності. Тому в цій роботі основну увагу приділено дослідженню протидії систем цифрового маркування атак компресії зображення.
- Основою стиснення JPEG2000 є дискретне вейвлет перетворення (ДВП), яке також здійснює перерозподіл енергії зображення. На відміну від JPEG стиснення вейвлет-перетворення застосовується до всього зображення повністю. Основна ідея вейвлет-перетворення сигналу полягає в ієрархічному розкладанні вхідного сигналу на послідовності так званих базових компонент з послідовно зменшується розрідження і пов'язаних з ним компонент деталей. У порівнянні з ДКП ДВП має набагато кращу здатність перерозподіляти енергію зображення.

5

## Загальна схема перевірки стійкості алгоритму цифрового маркування до шкідливих впливів



6

## Основні етапи процедури стиснення по стандарту JPEG



7

## Алгоритм Elham

- Відмінною особливістю алгоритму Elham є попередня обробка ЦВЗ, що імітує процес стиснення JPEG. Основна мета операції – суттєво скоротити обсяг вбудованої інформації без значного зменшення зовнішнього вигляду ЦВЗ. Водяний знак розбивається на блоки розміром  $K \times K$ , кожний з яких застосовується ДКП. Кожна отримана матриця коефіцієнтів вибудовується у вектор-рядок з використанням алгоритму Зигзаг сканування. У кожній рядки зберігаються тільки  $L$  коефіцієнтів, що йдуть поспіль, починаючи з першого. Потім усі рядки об'єднуються в єдину строку, елементи якої будуть вбудовані в контейнер.
- Процес отримання водяного знака здійснюється аналогічно, але всі операції виконуються у зворотному порядку. Вихідне зображення-контейнер необхідне визначення місцезнаходження модифікованих блоків стеганоконтейнера. Вилучення частотного коефіцієнта ЦВЗ здійснюється за такою формулою 3, поданою в розділі II. Сформований вектор рядок розбивається на однакові блоки, тривалість яких була визначена при вбудовуванні водяного знака. З кожної рядки формується матриця коефіцієнтів ДКП розміром  $K \times K$ . Кожен блок піддається зворотному ДКП. Отримані матриці поєднуються, тим самим відновлюючи вбудування ЦВЗ.

8

## Модифікація алгоритму Elham

Попередній процес скорочення вбудовується інформації здійснюється аналогічно вихідному алгоритму, однак для зменшення обчислювальної складності замість ДКП було використано ДПА. При цьому якість ЦВЗ знизилася незначно.

Потім створюється порожня таблиця-ключ  $M$  дескрипторів  $m_i$ , кожен з яких представлено наступними 6 елементами:

координати  $(y, x)$  верхнього лівого пікселя блоків декомпозиції (розміром  $8 \times 8$ ) стеганоконтейнера;  
 координати модифікованого коефіцієнта  $\alpha'$  в кожному з блоків декомпозиції стеганоконтейнера для вилучення частотного коефіцієнта ЦВЗ;  
 вказівник знака коефіцієнта зміни (sign): «1» или «-1»;  
 коефіцієнт зміни  $\alpha$ ;  
 частотний коефіцієнт ДПА  $\alpha$  вихідного зображення.  
 Коефіцієнт зміни  $\alpha_i$  для кожного частотного коефіцієнта  $w_i$  визначається згідно:

$$\alpha_i = \begin{cases} 70, & \text{если } |w_i| \leq 1 \\ 30, & \text{если } 1 < |w_i| \leq 3 \\ 20, & \text{если } |w_i| > 3 \end{cases}$$

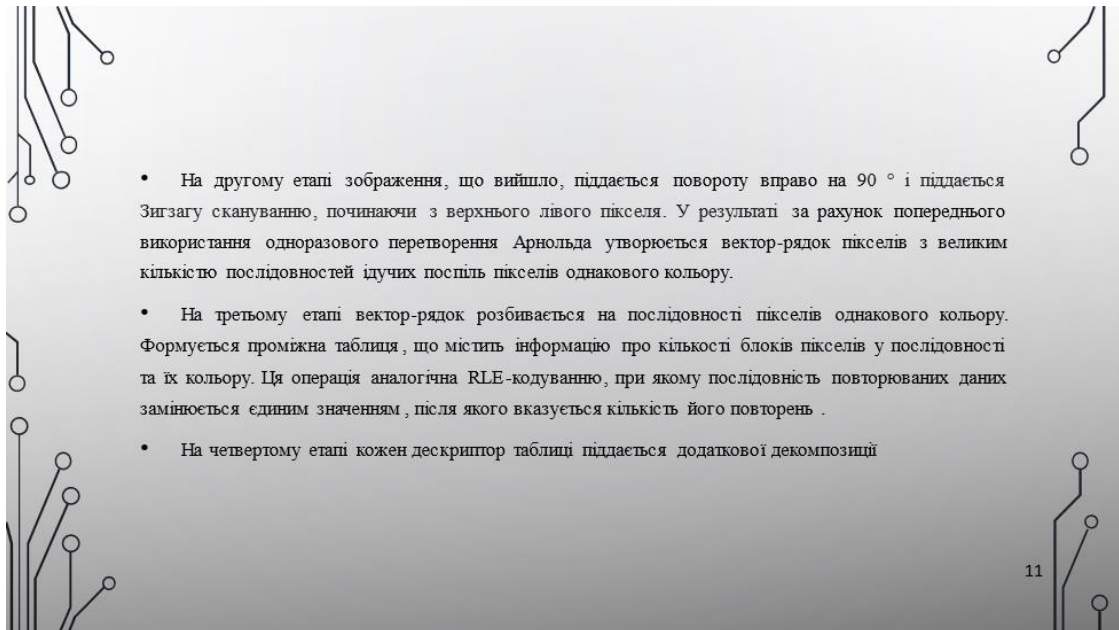
9

## НОВИЙ АЛГОРИТМ

- При розробці нового алгоритму головним завданням було досягнення стійкості водяного знака за будь-якого значення коефіцієнта якості JPEG. За основу розробленого алгоритму а цифрового маркування взятий алгоритм Elham. Новий алгоритм ґрунтується на оцінці змін значень коефіцієнтів перетворення Адамара при максимальному стиску JPEG. У якості ЦВЗ використано бінарне чорно-біле зображення.
- на першому етапі пікселі водяного знака піддаються одноразовий перестановці за допомогою перетворення Арнольда, яке представляє собою оборотну хаотичну карту:

$$\begin{bmatrix} y' \\ x' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} y \\ x \end{bmatrix} \bmod N,$$

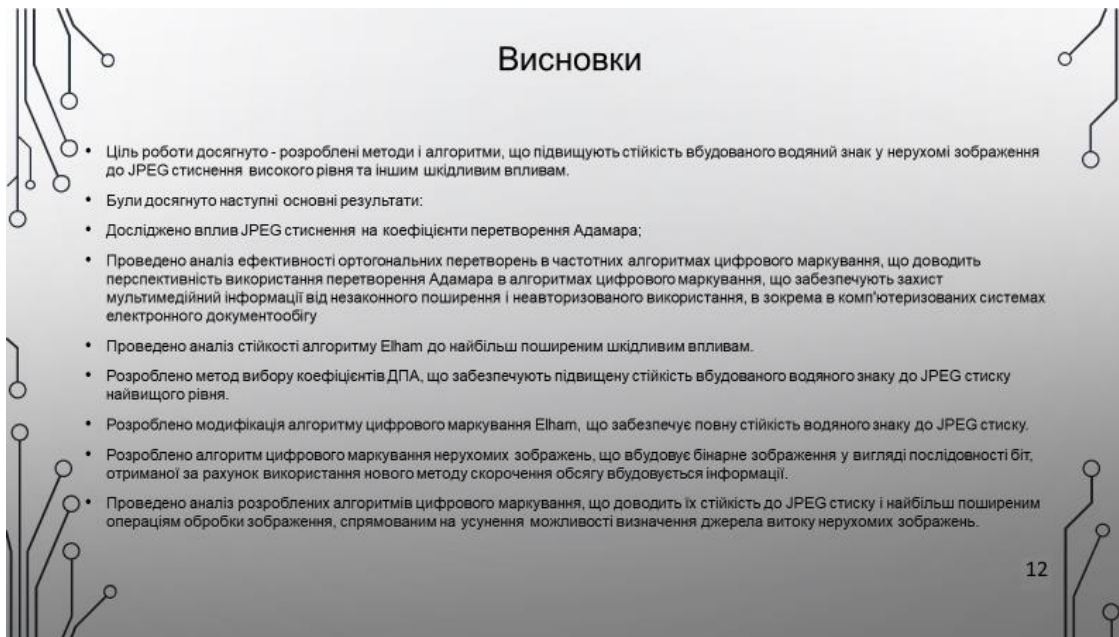
10



- На другому етапі зображення, що вийшло, піддається повороту вправо на  $90^\circ$  і піддається Зигзагу скануванню, починаючи з верхнього лівого пікселя. У результаті за рахунок попереднього використання одноразового перетворення Арнольда утворюється вектор-рядок пікселів з великим кількістю послідовностей ідучих посліп пікселів однакового кольору.
- На третьому етапі вектор-рядок розбивається на послідовності пікселів однакового кольору. Формується проміжна таблиця, що містить інформацію про кількості блоків пікселів у послідовності та їх кольору. Ця операція аналогічна RLE-кодуванню, при якому послідовність повторюваних даних замінюється єдиним значенням, після якого вказується кількість його повторень.
- На четвертому етапі кожен дескриптор таблиці піддається додатковій декомпозиції

11

## Висновки



- Ціль роботи досягнуто - розроблені методи і алгоритми, що підвищують стійкість вбудованого водяний знак у нерухомі зображення до JPEG стиснення високого рівня та іншим шкідливим впливам.
- Були досягнуто наступні основні результати:
- Досліджено вплив JPEG стиснення на коефіцієнти перетворення Адамара;
- Проведено аналіз ефективності ортогональних перетворень в частотних алгоритмах цифрового маркування, що доводить перспективність використання перетворення Адамара в алгоритмах цифрового маркування, що забезпечують захист мультимедійній інформації від незаконного поширення і неавторизованого використання, в зокрема в комп'ютеризованих системах електронного документообігу
- Проведено аналіз стійкості алгоритму Elham до найбільш поширеним шкідливим впливам.
- Розроблено метод вибору коефіцієнтів ДПА, що забезпечують підвищену стійкість вбудованого водяного знаку до JPEG стиску найвищого рівня.
- Розроблено модифікація алгоритму цифрового маркування Elham, що забезпечує повну стійкість водяного знаку до JPEG стиску.
- Розроблено алгоритм цифрового маркування нерухомих зображень, що вбудовує бінарне зображення у вигляді послідовності біт, отриманої за рахунок використання нового методу скорочення обсягу вбудовується інформації.
- Проведено аналіз розроблених алгоритмів цифрового маркування, що доводить їх стійкість до JPEG стиску і найбільш поширеним операціям обробки зображення, спрямованим на усунення можливості визначення джерела витoku нерухомих зображень.

12