



## ГРАФІЧНЕ КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ПОШТОВІЙ ГАЛУЗІ

*ДИЧКА І.А., ГОЛУБ В.І., НОВОСАД М.В.*

Пропонується можливі напрямки розвитку інформаційної технології на основі графічного кодування інформації у поштової галузі. Наводиться узагальнена схема доставлення поштової кореспонденції з використанням технології цифрових поштових марок.

### 1. Вступ

З розвитком інтернету деякими аналітиками прогнозувалася швидка стагнація ринку поштових послуг, але цього не сталося. За даними Всесвітнього поштового союзу, який є спеціалізованою установою ООН і об'єднує 191 країну, світова поштова мережа налічує понад 700 тисяч відділень пошти. У поштової галузі працюють близько 6,2 мільйона людей [1]. Поштові послуги утворюють найбільшу фізичну систему розповсюдження у світі, щорічно обробляються 440 млрд листів, листівок, бандеролей тощо [1]. Тому гостро постає питання автоматизації виробничих процесів у поштової галузі, оскільки це дасть змогу ефективніше використовувати людські ресурси, значно прискорить час обробки кореспонденції.

Україні, як члену Всесвітнього поштового союзу, необхідно застосовувати нові інформаційні технології в поштової галузі, щоб відповідати вимогам часу, розвиткові ринку комунікацій та розширювати асортимент послуг. Однією з таких технологій є DPM – технологія цифрових поштових марок (DPM – Digital Postage Mark), що ґрунтується на застосуванні графічного кодування інформації.

### 2. Постановка задачі

Всесвітнім поштовим союзом затверджено ряд стандартів, що містять організаційні вимоги до проектування та використання технології графічного кодування інформації для поштової галузі [1-3]. Однак ці стандарти не є вичерпними, оскільки вони значною мірою зорієнтовані на особливості побудови безпосередньо цифрових поштових марок, не деталізуючи методику розроблення та застосування такої технології. Також недостатньо повно розглянуті питання системного аналізу та розробки засобів захисту інформації.

Деякі передові країни, зокрема США, Канада, ФРН, Великобританія, Швейцарія на даний час впроваджують у поштової галузі власні технології, що беруть за

основу використання графічного кодування інформації. Кожна країна підходить до реалізації технології графічного кодування інформації у поштової галузі відповідно до власних можливостей, потреб та вимог [1-3].

На Укрпошті й до сьогодні більшість операцій з обробки поштової кореспонденції здійснюється вручну. Отже, необхідна автоматизація обробки поштової кореспонденції, що забезпечить більш ефективне використання людських, технічних та фінансових ресурсів. Зокрема, при розробленні нової технології на основі графічного кодування інформації можуть бути передбачені можливості для кодування службових даних, характерних для Укрпошти, реалізація засобів захисту інформації та електронного цифрового підпису відповідно до діючих стандартів, створення оригінального дизайну цифрової поштової марки тощо.

Метою впровадження технології на основі графічного кодування інформації у поштової галузі є підвищення швидкості обробки кореспонденції, а також її захист від підробок, заміни та несанкціонованого доступу. Цієї мети можна досягти шляхом більш докладного аналізу системних вимог до даної технології та їх формалізації, чіткого визначення організаційних, функціональних та технологічних аспектів використання нових стандартів графічного кодування та захисту інформації, розроблення архітектури системи графічного кодування інформації у поштової галузі.

### 3. Цифрова поштова марка

Цифрова поштова марка (DPM) – це графічне зображення, основним елементом якого є двовимірний дискретний (цифровий) позначка, яку називають графічним (штриховим) кодом (рис. 1). У цифровій позначці закодовано необхідну інформацію про поштове відправлення, наприклад, вид відправлення, дату, вагу, фізичні розміри, суму поштового збору, адресу відправника та одержувача, службові дані тощо. Дані з цифрової поштової марки зчитуються за допомогою сканування графічного коду з подальшою обробкою отриманої інформації.

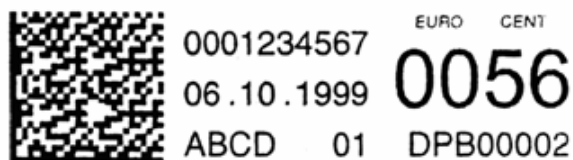


Рис. 1. Приклад цифрової поштової марки Німеччини

Звичайні поштові марки включають інформацію про суму поштових зборів, дату відправлення, службові дані, але ця інформація не є придатною для машинного розпізнавання. Перехід від символічного друкування до цифрового (DPM) відкриває перспективи більш ефективного передавання та обробки інформації про поштову кореспонденцію.

Використання цифрових поштових марок має ряд переваг над звичайними марками. По-перше, можливість машинного зчитування та обробки даних,

внаслідок чого зростає універсальність і швидкість обробки поштової кореспонденції, а також мінімізується вплив людських помилок. По-друге, висока щільність зберігання даних; цифрову поштову марку фактично можна розглядати як переносну базу даних. По-третє, завдяки використанню електронних мереж зв'язку та технологій криптографічного захисту підвищується рівень безпеки пересилання об'єктів та інформації, з'являється можливість автентифікації поштових відправлень.

Кожна країна може самостійно розробляти дизайн цифрової поштової марки, залежно від призначення, типу кодового зображення, інформаційної ємності тощо.

Цифрова поштова марка зазвичай складається з чотирьох частин:

- 1) графічна частина (логотип) з точки зору дизайну є специфічною для кожної країни та може включати логотип або інші символи, що характеризують підрядника з надання поштових послуг;
- 2) цифровий графічний код містить інформацію для машинного зчитування, зазвичай поданий у формі двовимірного графічного коду DataMatrix;
- 3) інформація у формі, придатній для читання людиною та систем OCR (Optical Character Recognition) – систем оптичного розпізнавання;
- 4) ділянка, зарезервована для клієнта. Використовується клієнтом (відправником) на власний розсуд (наприклад, для привітання, повідомлення, фотографії тощо).

Наприклад, цифрова поштова марка України може виглядати як запропоновано на рис.2.



Рис. 2. Приклад цифрової поштової марки для Укрпошти

Засобами графічного коду в даній цифровій поштовій марці представлено таку інформацію:

- Тип поштового відправлення (2 символи): ЛП (лист простий).
- Дата відправлення (8 символів): 02.01.2009.
- Вага (6 символів): 00.356.
- Вартість (у гивнях) (6 символів): 005.67.
- Адреса відправника (20 символів): 01001 м.Київ, а/с 55.
- Адреса отримувача (40 символів): 02009 м.Харків, вул. Центральна, б.17, кв.10.

Загальна довжина послідовності становить 92 символи, з яких 82 – інформаційних, 10 – службових. Цій

послідовності відповідає GK-позначка розмірністю 32x32, що складається з чотирьох підматриць.

На ділянці, яку відведено для інформації, придатної для швидкого читання людиною (зокрема, співробітниками поштової служби), міститься індекс поштового відділення відправника, загальна вартість та дата відправлення, а також ідентифікатор поштового відділення отримувача (002 B19).

Ліва частина цифрової поштової марки, що зарезервована для клієнта (відправника), може містити будь-які тематичні зображення та/або текстові дані за бажанням клієнта.

Для реалізації технології на основі DPM необхідні такі засоби:

- 1) *технічні* (пристрої для зчитування, обробки, перетворення, зберігання та виведення інформації);
- 2) *програмні* (алгоритми обробки даних, графічного кодування та декодування, автентифікації, захисту інформації тощо);
- 3) *організаційні* (вимоги до технічних засобів, заходи для забезпечення захисту інформації, порядок роботи персоналу та ін.).

#### 4. Етапи створення графічно-кової позначки цифрової поштової марки

Двовимірна дискретна позначка є основною та невід'ємною частиною цифрової марки. Така позначка, що містить у собі певну інформацію про об'єкт – лист, бандероль, листівку тощо, повинна задовольняти такі вимоги: можливість машинного зчитування, висока інформаційна щільність та ємність, завадостійкість, універсальність.

Зазначимо, що кожна країна, реалізуючи технологію на основі DPM, може вибрати будь-який стандарт двовимірних графічних символік [3-5] або створити власний графічний код. Наприклад, цифрові марки поштової служби США базуються на стековому коді PDF417 [6]. Можливе також використання багатокольорних графічних кодів.

Однак більшість країн, що впроваджують технології на основі DPM, використовують стандарт двоколірного матричного графічного коду Data Matrix.

Стандартна графічно-кова позначка (надалі GK-позначка) зазвичай має вигляд квадратної (або прямокутної) матриці, заповненої чорними та білими комірками (рис.3).

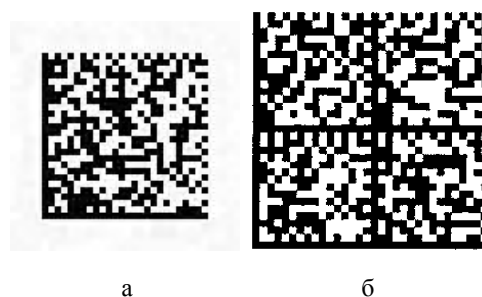


Рис. 3. Приклад GK-позначок Data Matrix

Особливістю ГК-позначок Data Matrix є наявність бордюрного рисунка у вигляді літери «L» (суцільна смуга вздовж лівої та нижньої сторони зображення). Він використовується для позиціонування зчитувального пристрою, а калібрування відбувається завдяки наявності почергових білих та чорних комірок з верхньої та правої сторін ГК-позначки (див. рис.3).

Залежно від розмірності вхідних даних ГК-позначка Data Matrix може складатися як з однієї (див. рис. 3,а), так і з кількох (максимум 36) підматриць, кожна з яких, в свою чергу, має всі ознаки стандартної (одинарної) ГК-позначки (див. рис. 3,б).

Стандарт Data Matrix також передбачає можливість інверсного зображення ГК-позначки, тобто у вигляді білих комірок на чорному тлі.

Розмірність матриці ГК-позначки (квадратної форми) може сягати від 10 x 10 до 144 x 144 комірок.

Стандартні засоби ГК-позначок Data Matrix дозволяють подавати до 3116 цифрових символів або 1556 символів з розширеної таблиці ASCII. Загалом процес кодування вхідних даних можна умовно поділити на два основні етапи:

1) подання вхідних даних у вигляді кодослів (1 кодослово = 8 біт) за допомогою спеціальних схем кодування;

2) побудова бітової карти на основі отриманих значень кодослів (інформаційних та контрольних) і власне заповнення матриці ГК-позначки.

Перший етап реалізують за допомогою шести схем кодування даних:

- схема кодування ASCII;
- схема кодування C40;
- схема кодування Text;
- схема кодування ANSI X12;
- схема кодування EDIFACT;
- схема кодування Base256.

Схеми кодування даних можуть застосовуватись окремо одна від одної або як комбінація кількох схем.

Можливість збою обладнання, недосконалість друкувальних пристроїв, що може викликати помилки при нанесенні цифрових поштових марок на об'єкти доставки, вплив механічних пошкоджень безпосередньо на об'єкт під час обробки або транспортування та інші фактори зумовлюють необхідність використання у графічних кодах алгоритмів завадостійкого кодування. Звичайно, це пов'язано з необхідністю додання певної кількості контрольних кодослів до вхідної послідовності кодослів, за рахунок чого знижуються показники інформаційної щільності ГК-позначок. Однак, завдяки цьому графічні позначки, як і цифрові марки в цілому, стають більш стійкими до механічних ушкоджень, що є вагомою перевагою в умовах сучасної інфраструктури доставки поштової кореспонденції.

Як засіб завадостійкого кодування стандарт Data Matrix передбачає використання коректувального коду Ріда-Соломона.

Контрольні кодослова обчислюють за відповідними правилами коду Ріда-Соломона та долучають до послідовності інформаційних кодослів безпосередньо перед етапом формування бітової карти та отримання ГК-позначки.

Отже, можна виділити такі основні етапи створення ГК-позначки Data Matrix від вхідної алфавітно-цифрової послідовності до отримання зображення ГК-позначки:

- 1) перетворення потоку даних (аналіз вхідних даних, кодування, отримання потоку кодослів даних);
- 2) завадостійке кодування (обчислення кодослів корекції і виправлення помилок коду Ріда-Соломона);
- 3) заповнення бітової карти (на основі отриманого сумарного потоку інформаційних і контрольних кодослів);
- 4) формування графічного зображення ГК-позначки.

## **5. Основні етапи проектування програмних і технічних засобів для цифрових поштових марок**

Розроблення програмних засобів для цифрових поштових марок включає в себе взаємопов'язані цикли бізнес-планування, системного аналізу, аналізу безпеки та дизайну DPM. Процес проектування починається з етапу бізнес-планування, потім паралельно проводяться етапи системного аналізу та аналізу засобів безпеки, завершується проектування етапом розробки структури та дизайну DPM.

Метою циклу бізнес-планування є підготовка програмних специфікацій DPM, які передаються на рівень циклу системного аналізу DPM. Метою цього циклу є визначення системних специфікацій з урахуванням системних вимог та обмежень.

Цикл аналізу безпеки поштових пересилань вирішує питання захисту інформації, його організаційні та технологічні аспекти. Кореспонденція може мати конфіденційний характер, тому вимоги до рівня захисту інформації мають задовольнятися у максимально повному обсязі.

При розробці технологій захисту інформації слід проводити комплексний аналіз можливих загроз, де мають враховуватись особливості стандартів, що використовуються для кодування інформації та криптографічного захисту.

Наприклад, значною проблемою при доставленні поштових відправлень є підміни - несанкціоновані дії третіх осіб, пов'язані з використанням дублікатів вже існуючих цифрових поштових марок з метою здійснення пересилань за зміненою ціною, вагою чи іншими параметрами. Тому особлива увага має приділятися процедурі автентифікації кореспонденції, тобто визначенню унікальності кожного поштового відправлення.

ня. Для цього необхідне використання алгоритмів криптографічного захисту інформації і, зокрема, застосування електронного цифрового підпису, затвердженого відповідними державними стандартами.

При розробці технічних засобів безпеки слід брати до уваги відкритість та незахищеність електронних каналів зв'язку.

До організаційних аспектів безпеки відносять заходи з проведення своєчасного контролю доставлення кореспонденції, виявлення підмін та відповідні дії з реагування, координування дій персоналу тощо.

Системні специфікації та специфікації безпеки є вхідними даними на четвертому кроці, який включає власне розробку структури та дизайну DPM. Метою даного кроку є підготовка специфікацій DPM (зміст повідомлення, спосіб графічного кодування, а також інші аспекти, такі як включення придатних для читання людиною даних, естетика, розташування, друк).

Усі етапи процесу проектування включають у себе взаємодію між клієнтами (відправниками та одержувачами), провайдерами технічних рішень (наприклад, постачальниками обладнання з обробки пошти) і підрядниками з надання поштових послуг.

Процес проектування може потребувати ітерації: на певному кроці можливе виникнення проблем, які не можуть бути розв'язаними за допомогою підготовлених на попередніх етапах специфікацій. Тоді виникає потреба повернення на попередні етапи.

## 6. Приклад виготовлення цифрової поштової марки

Нехай у вигляді DPM необхідно подати таку інформацію (64 символи):

**01234 Київ а/с 12 РЕКОМЕНДОВАНИЙ ЛИСТ, вага 0.125, вартість 6.79**

За допомогою аналізатора потоку даних послідовність розбивається на декілька підпослідовностей, кожна з яких кодується за правилами певної схеми кодування (рис.4). Вибір схем кодування здійснюється таким чином, щоб забезпечити максимально можливе ущільнення даних в межах кожної послідовності.

В результаті буде отримано послідовність інформаційних кодослів:

131 153 52 79 239 123 44 56 188 127 254 142 230 12 146  
201 34 211 32 10 120 144 151 23 ПО 98 219 34 77 121  
71 46 152 239 34 121 254 32 48 142 53 239 45 117 12  
210 134 55 254 54 46 209 129 129 129 129 129 129  
129 129 129 234 ПО 23 ПО 32 ПО 57 211 43 212 75 103  
46 122 41 58.202 194 133 151 115 43 29 242 44 50 223  
32 107 89 30 196 137 58 129 48

Наступним є етап завадостійкого кодування. За правилами коду Ріда-Соломона на основі інформаційних кодослів обчислюються контрольні кодослова (36

кодослів). Отримана послідовність буде являти собою один блок коду Ріда-Соломона:

131 153 52 79 239 123 44 56 188 127 254 142 230 12 146  
201 34 211 32 10 120 144 151 23 ПО 98 219 34 77 121  
71 46 152 239 34 121 254 32 48 142 53 239 45 117 12  
210 134 55 254 54 46 209 129 129 129 129 129 129  
129 129 129 234 ПО 23 ПО 32 ПО 57 211 43 212 75 103  
46 122 41 58.202 194 133 151 115 43 29 242 44 50 223  
32 107 89 30 196 137 58 129 48

Далі формується бітова карта (кодослова (байти) замінюються на їх двійкові коди) та додається бордюрий рисунок, в результаті чого отримуємо GK-позначку, що складатиметься з чотирьох підматриць та має розмірність 32x32 (див. рис. 3,б). У такій GK-позначці у разі її ушкодження забезпечується виправлення 18 помилок.

Процес декодування GK-позначки відбувається так.

Після зчитування позначки сканувальним пристроєм, її розпізнавання та декодування за стандартною процедурою декодування GK Data Matrix (що здійснюється апаратними засобами сканера) на виході буде отримано вихідну алфавітно-цифрову послідовність:

**01234 Київ а/с 12 РЕКОМЕНДОВАНИЙ ЛИСТ, вага 0.125, вартість 6.79**

## 7. Висновки

Особливістю використання інформаційної технології на основі цифрових поштових марок, що ґрунтується на застосуванні графічного кодування інформації, є збільшення швидкості та надійності обробки та доставлення поштової кореспонденції порівняно з традиційними методами й засобами доставлення поштових відправлень.

Технологія цифрових поштових марок, крім державної поштової служби, може бути корисною для великих організацій та приватних осіб, які мають потребу здійснювати відправлення певних обсягів поштової кореспонденції (документи, листи, бандеролі тощо).

Завдяки використанню графічного коду DataMatrix та коректувального коду Ріда-Соломона досягається високий рівень безпеки пересилання поштових об'єктів та з'являються можливості для запровадження нових додаткових послуг. Використання двовимірних графічних кодів забезпечує високий ступінь захисту від можливих помилок і механічних ушкоджень DPM, а також загроз, пов'язаних із несанкціонованим доступом, зокрема замін і підробок. Вимоги до заходів безпеки можуть підлягати певним змінам залежно від ступеня відповідних потреб, враховуючи особливості законодавства та діючих державних стандартів захисту інформації.

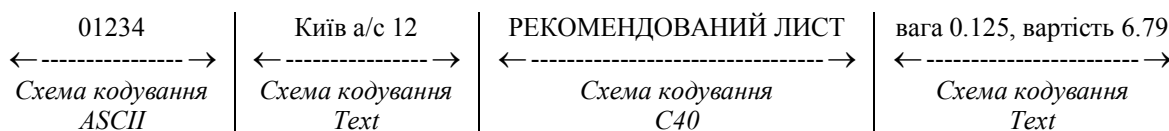


Рис. 4. Розбиття послідовності даних на підпослідовності

У світі спостерігається постійне збільшення поштового обігу [1-3] та, відповідно, витрат на зберігання та обробку пов'язаної з цим інформації. Тому розроблення та впровадження технологій цифрових марок, що ґрунтується на використанні графічного кодування інформації, є перспективним напрямом.

**Література:** 1. *S28 Standard: Communication of postal information using two-dimensional symbols.* Universal Postal Union, 2001. 2. *S36-2 Standard: Digital Postage Marks (DPM) – Applications, security and design.* Universal Postal Union, 2002. 3. *Catalogue of UPU standards.* Universal Postal Union, 2005. 4. *Two-Dimensional Codes. Data Capture* Institute, 1995. 30 p. 5. *Two-Dimensional Bar Code Specifications.* Tiger Bar Code Systems, Inc., 1999. 6 p. 6. *Stuart Itkin, Josephine Martell. A PDF417 Primer.* Symbol Technologies, Inc., 1993. 96 p.

Надійшла до редколегії 23.12.2009

**Рецензент:** завідувач відділу Інституту проблем реєстрації інформації НАН України, д-р техн. наук, проф. Сіньков М.В.

**Дичка Іван Андрійович**, декан факультету прикладної математики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Наукові інтереси: графічне кодування інформації. Адреса: Україна, Київ, проспект Перемоги, 37, корпус 15, тел. (044) 406-81-15.

**Голуб Володимир Іванович**, канд. техн. наук, начальник відділу технічного та програмного захисту інформації УДППЗ «Укрпошта». Адреса: Україна, Київ-001, вул. Хрещатик, 22, тел. (044) 323-20-11.

**Новосад Михайло Валерійович**, аспірант Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Наукові інтереси: системи числення, графічне кодування інформації, мови програмування. Адреса: Україна, Київ, вул. Новомостиська, 2В, кв.47.