



МЕТОД ДВОКАСКАДНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ ПРИХОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ СТЕГАНОКОМПРЕСІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Д. Бараннік^[ORCID: 0000-0002-7074-9864]

Харківський національний університет радіоелектроніки, проспект Науки, 14, 61166, Харків, Україна

Відповідальний за рукопис: Дмитро Бараннік (e-mail: vvbar.off@gmail.com)

(Подано 29 січня 2023)

В статті потреба подальшого розвитку держави безпосередньо пов'язаний з: рішенням питань щодо підвищення обороноздатності та інформаційної безпеки; розвитком інформаційно-інтелектуальних систем. Обґрунтовується необхідність забезпечити потрібний рівень повноти інформації, дотримання вимог її актуальності, досягнення та підтримки належного рівня цілісності, доступності та конфіденційності. В статті наголошено, що для цього будуються комплексні системи кодування та захисту інформації. Показується, що останнім часом для додаткового підвищення рівня безпеки інформаційних ресурсів використовуються методи прихованого вбудовування інформації. В даній сфері науково-прикладних досліджень окреслюється напрямок своєчасної доставки цілісної відеоінформації в захищеному режимі. Для захисту можуть використовуватись: мета-повідомлення, які утворюються на основі інтелектуального аналізу відеокадрів; окремі відеосегменти аерофотознімків, що містять найбільш значиму для прийняття рішень інформацію. В даній статті досліджуються клас методів стеганографічних перетворень, які пов'язані з вбудовуванням повідомлень до цифрових контейнерів, які утворюються потоком відео-сегментів (ВС). Однак існуючі стеганографічні системи будуються переважно на використанні кількості доступної до скорочення психовізуальної (ПСВ) надмірності. Тому збільшення стеганографічної ємності призводить до втрат цілісності та оперативності доставки відео-контейнерної інформації. Створено стеганокомпресійне кодування в стегано-поліадичному базисі на основі врахування допустимої для скорочення кількості надмірності. В цьому випадку в процесі компресії складових ВС організується безпосередня вбудовування прихованої інформації. Приховування інформації здійснюється технологічними етапами в залежності від компресійного перетворення перехідного синтаксису стегано-послідовність. Ключовим етапом є технологія двокаскадної імплементації доданих до стегано-послідовностей елементів приховується повідомлення до синтаксису стеганокомпресійного представлення складових ВС

Ключові слова: кодування інформації, відеозображення, стиснення, приховування інформації, стеганографія, відео контейнери, поліадичний базис

УДК: 621.126

1. Вступ

Подальший розвиток держави безпосередньо пов'язаний з: рішенням питань щодо підвищення обороноздатності та інформаційної безпеки; розвитком інформаційно-інтелектуальних та соціо-технічних систем. Потребують належного чину формування, переробки, передачі та зберігання інформаційних ресурсів з різних типів джерел [1, 2]. В першу чергу необхідно забезпечити потрібний рівень повноти інформації, дотримання вимог її актуальності, досягнення та підтримки належного рівня цілісності, доступності та конфіденційності. Для цього будуються

комплексні системи кодування та захисту інформації. Вони базуються на застосуванні: методів інтелектуального аналізу; інфокомунікаційних технологій компресійного кодування, криптографічного захисту та завадостійкого кодування [3, 4]. Останнім часом актуальним є напрямок забезпечення потрібного рівня інформаційно-технологічного супроводження процесів формування, обробки, захисту та передачі даних з безпілотних платформ [5, 6]. Це стосується своєчасної доставки цілісної відеоінформації в захищеному режимі. Для захисту можуть використовуватись [7, 8]: мета-повідомлення, які утворюються на основі інтелектуального аналізу відеокадрів; окремі відеосегменти аерофотознімків, що містять найбільш значиму для прийняття рішень інформацію. При цьому доставку всього відеоконтенту потрібно здійснювати в реальному часі. Звідси актуальною науково-прикладною проблематикою є одночасне забезпечення потрібного рівня конфіденційності інформації в умовах її своєчасної доставки з потрібною повнотою та цілісністю.

Напрямок вирішення полягає у можливості застосування криптографічних методів та/або приховування значимої (спеціальної) інформації у відеопотоці. Для цього одним з ключових етапів є вбудовування прихованої інформації на основі технологій стеганографічного перетворення [9, 10]. Відповідно розвитку інфокомунікаційних систем та прикладних потреб в умовах сучасної інформаційної та кібернетичної протидії можна окреслити наступні основні технологічні етапи вбудовування інформації до потоку відеосегментів [11, 12] :

- 1) інтелектуальна ідентифікація відеосегментів за рівнем їх значимості в процесі прийняття рішень;
- 2) селекція відеосегментів щодо значимості та використання в якості контейнерів;
- 3) технології компактного представлення відеосегментів, які приховуються та використовуються в якості контейнерів;
- 4) застосування методів криптографічного захисту інформації;
- 5) вбудовування інформації до відео контейнерів з використанням стеганографічних технологій;
- 6) маскування контенту щодо загального фонового змісту;
- 7) підвищення швидкості та цілісності передачі інформації.

Означені прикладні напрямки є актуальними та край затребуваними. Водночас в даному дослідженні є сенс підкреслити напрямок, який пов'язано з організацією прихованої передачі інформації у відео-контейнерах [13, 14]. З одного боку це зумовлено значною потребою у вирішенні питань щодо одночасного забезпечення збільшення швидкості інформаційного каналу та рівня кібербезпеки повідомлень, які передаються [15, 16]. З іншого боку на шляху реалізації такого напрямку виникають проблемні аспекти. Вони пов'язані з наступним [17, 18] :

- дисбаланс між інтенсивністю відеоінформаційних потоків та пропускнуою здатністю бездротових інфокомунікаційних систем;
- дисбаланс між потребою у використанні стандартизованих технологій криптографічного захисту та існуючою нормативно-правовою базою для певних прикладних сфер;
- дисбаланс між характеристиками існуючих технологій стеганографічного перетворення та вимогами до сервісів надання дистанційних інформаційних (відеоінформаційних) послуг.

Потужну критичність наведена сукупність дисбалансів набирають у разі необхідності захищеної передачі відеоінформаційних потоків з використанням інфокомунікаційних технологій на безпілотних платформах. Це зумовлено наявністю множини дестабілізуючих факторів та зовнішніх загроз [19, 20].

Звідси потрібно забезпечити належні характеристики прихованого вбудовування інформації у скомпресованому відеопотоці реального часу.

2. Аналіз та постановка задачі

Сучасні технології стеганографічних перетворень можна умовно поділити на два класи, а саме, які використовують для прихованого вбудовування повідомлень особливості: цифрових форматів представлення інформаційних ресурсів (цифрових контейнерів); телекомунікаційних протоколів [21].

В даній статті будемо розглядати клас методів стеганографічних перетворень, які пов'язані з вбудовуванням повідомлень до цифрових контейнерів, які утворюються потоком відео-сегментів (ВС) [22, 23]. Цьому разі ключовими вимогами до побудови стеганографічних систем є наступні [24, 25]:

- 1) підвищення швидкості прихованого каналу передачі інформації в компактно-представленому потоці відеосегментів;
- 2) зменшення втрат рівня стиснення в процесі вбудовування інформації за умов досягнення потрібної стеганографічної ємності;
- 3) забезпечення необхідної синтаксичної або семантичної цілісності вбудованої інформації та відео-контейнерів;
- 4) маскування слідів наявності прихованої інформації у відеосегментах, в тому числі у разі спроби несанкціонованого доступу або здійснення стеганографічних атак;
- 5) забезпечення необхідного рівня компресійних та стеганографічних характеристик в умовах зменшення доступної швидкості передачі даних з безпілотних платформ.

Однак існуючі стеганографічні системи будуються переважно на використанні кількості доступної до скорочення психовізуальної (ПСВ) надмірності. Тому збільшення стеганографічної ємності призводить до втрат цілісності та оперативності доставки відео-контейнерної інформації [26; 27].

Звідси мета досліджень статті стосується розробки нових методів вбудовування прихованої інформації в процесі компресійних перетворень відео-контейнерів.

3. Розробка стеганокомпресійних перетворень для подвійної імплантації прихованої інформації до синтаксису компактно-представлених відеосегментів

Пропонується використовувати напрямок створення нових технологій формування каналу прихованої інформації в компресійному відеопотоці. Тут мається наступне. Здійснювати процес формування кодового значення (позиційного кодування) з одночасною прихованою імплантацією доданого елемента в стегано-поліадичному базисі на основі встановлення та скорочення кількості просторової позиційно-комбінаторної (ППК) надмірності. Систему таких перетворень пропонується визначати, як стеганокомпресійне (СК) [26; 27].

В цьому разі елемент $g(u)_\chi$ прихованої послідовності G_u додається на другу позицію α -го ППЧ $A(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ для j -го стовпця ВСК $A^{(k,\ell)}$, тобто $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} = g(u)_\chi \cup A(\alpha)_j^{(k,\ell)} \mid \tilde{a}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)} = g(u)_\chi$.

Це зумовлено двома чинниками:

1) зменшення впливу спотворень на втрату цілісності вбудованих даних в процесі позиційного декодування в маскованому базовому поліадичному просторі. Таке ґрунтується на тому, що найбільшим спотворенням підвергаються молодші елементи ППЧ. Відповідно збільшується стійкість прихованої інформації до перетворень з **стеганокомпресійним кодовим значенням** (стегано-кодовим значенням);

2) виключення потреби у врахуванні позиційних обмежень вбудованих даних на формування позиційно-комбінаторної ваги базових елементів стегано-ППЧ. Отже вбудовування прихованого

елементу на старшу позицію в ППЧ забезпечує виключення впливу його ПОБ на реконструкцію елементів початкової складової стовпця ВС.

Звідси склад стегано-ППЧ $\tilde{A}(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ (позиційне стегано-поліадичне число (СППЧ)) матиме наступного вигляду:

$$\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} = \{ \tilde{a}'(\alpha)_{1,j}^{(k,\ell)}; \dots; \tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}; \dots; \tilde{a}'(\alpha)_{n_\alpha+1,j}^{(k,\ell)} \}.$$

В цьому випадку проводиться розширення базового поліадичного базису $Q(\alpha)^{(2,k,\ell)}$ контейнерного простору, а саме:

$$\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)} = Q(\alpha)^{(2,k,\ell)} \cup (\tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)} + 1).$$

Тут для варіанту, коли $w(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} \uparrow$ та $i \downarrow$, прийнято такі позначення:

$\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)}$ - розширений стегано-поліадичний базис з врахуванням позиційного обмеження доданого елемента прихованого повідомлення;

$\tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)}$ - позиційне обмеження на діапазон можливих значень елементів $g(u)_\chi$ прихованого повідомлення в двовимірному поліадичному просторі, $g(u)_\chi \leq \tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)}$.

Оскільки $g(u)_\chi \in [0; 1]$, то $0 \leq \tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)} \leq 1$. Тоді маємо:

$$\delta = \text{sign} \cdot (g(u)_\chi - \max_{1 \leq i \leq n} \{g(u)_\chi; a(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}\}) = -1.$$

Звідси

$$\tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)} = \text{sign}(1 + \delta) \cdot q(\alpha)_j^{(k,\ell)} - \delta \cdot \text{sign}(1 - \delta) \cdot \tilde{q}'(\alpha)_2^{(k,\ell)} = \tilde{q}'(\alpha)_2^{(k,\ell)}.$$

В той же час для зменшення впливу стеганографічних перетворень на втрату коефіцієнта стиснення приймається $\tilde{q}'(\alpha)_{2,j}^{(k,\ell)} = 1$.

Відповідно позиційно-комбінаторна вага $\tilde{w}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ розраховується наступним чином:

$$\tilde{w}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} = f_w(\alpha; i; \tilde{q}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}).$$

Двокаскадна імплементація доданого елемента $g(u)_\chi$ до стеганокомпресійної (СК) кодограми $\tilde{C}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ здійснюється за допомогою позиційного кодування СППЧ в форматovanому РСПБ $\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)}$. На першому каскаді визначається кодове значення $\tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ СППЧ $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$. Тут використовується вираз:

$$\tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} = \sum_{i=1}^{n_\alpha+1} \tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} \cdot f_w(\alpha; i; \tilde{q}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}).$$

Даний вираз представляє собою згортку з врахуванням вагових коефіцієнтів $\tilde{w}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ елементів $\tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ форматovanого СППЧ $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$. При цьому вагові коефіцієнти визначаються з врахуванням ПОБ $\tilde{q}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ та позицій i відповідних елементів $\tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ в СППЧ. Отже можна стверджувати, що функціональні залежності $f_w(\alpha; i; \tilde{q}'(\alpha)_j^{(k,\ell)})$ виконують роль агентів з усунення кількості ППК надмірності

Відповідно такий процес позначається, як перший каскад імплантації прихованої інформації до синтаксису компактно-представлених даних на основі стеганокомпресійних перетворень.

На другому каскаді здійснюється імплантація прихованої інформації в кодовому значенні $\tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ до синтаксису кодограми $\tilde{C}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ - технологічна інсталяція доданого біту в форматований стегано-ПБ.

Побудову СК-кодограм $\tilde{C}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ необхідно здійснювати з врахуванням форматуваних ППК залежностей $\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)}$. При цьому кількість біт на СК синтаксичний опис (довжина $\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ СК-кодограми) необхідно визначати за умов:

1. Виконання наступної нерівності щодо виключення кодової надмірності:

$$2^{\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}-1} \leq \tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} \leq 2^{\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}}. \quad (1)$$

2. Використання для визначення мінімально-потрібної кількості $\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ біт на представлення СК синтаксичного опису тільки тієї інформації, яка безпосередньо використовується в процесі СК-кодування. Це забезпечить локалізацію взаємного деструктивного впливу стеганографічних та компресійних перетворень. Отже для цього **пропонується** встановлювати довжину $\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ з врахуванням такої властивості позиційних кодових систем, як:

$$0 \leq \tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} \leq \tilde{W}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} - 1. \quad (2)$$

Вона стосується обмеженості стегано-кодового значення $\tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ величиною $\tilde{W}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$. Тут величина $\tilde{W}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ є кількістю допустимих комбінацій з елементів α -ї складової $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ для j -го стовпця ВС за умов врахування системи залежностей $\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)}$. Отже величина $\tilde{W}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ встановлює об'єм множини $\tilde{\Omega}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ допустимих СППЧ $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$:

$$\tilde{W}'(\alpha)_j^{(k,\ell)} = |\tilde{\Omega}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}|,$$

які утворюються за умов виконання обмежень $\tilde{q}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$ на їх елементи $\tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)}$, $\tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} \in \tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$:

$$\tilde{a}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} \leq \tilde{q}'(\alpha)_{i,j}^{(k,\ell)} = \text{sign}(1+\delta) \cdot q(\alpha)_j^{(k,\ell)} - \delta \cdot \text{sign}(1-\delta) \cdot q(\alpha)_i^{(k,\ell)}, \quad (3)$$

$$i = 1, (n/\alpha) + 1.$$

Для технологічної реалізації побудови СК-кодограм за означених умов (1), (2) **пропонується** розробити функціональну залежність $f_{\text{scs}}(\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}; \tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)})$. Функціонал дозволяє розташувати (імплементувати) стегано-кодове значення у визначеній за довжиною СК-кодограми. Такий функціонал базується на використанні нерівномірного двійкового декодування стегано-кодового значення (СК кодового значення в форматованому РСПБ) $\tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$. Кількість біт (довжина) $\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ двійкового коду визначається виразами (1; 2). Відповідно маємо:

$$\tilde{c}'(\alpha; j)_{\Psi}^{(k,\ell)} = f_{\text{scs}}(\tilde{v}(\alpha)_j^{(k,\ell)}; \tilde{N}'(\alpha)_j^{(k,\ell)})$$

Звідси створюється умова для визначення двійкового змісту $[\tilde{C}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}]_2$ для СК-кодограми $\tilde{C}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ СППЧ $\tilde{A}'(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ за відповідним стегано-кодовим значенням $N(\alpha)_j^{(k,\ell)}$ в форматovanому РСРБ базисі $\tilde{Q}'(\alpha)^{(2,k,\ell)}$ без залучення надмірної (збиткової) інформації.

Висновки

Створено стеганокомпресійне кодування в форматovanому стегано-поліадичному базисі на основі врахування допустимої для скорочення кількості ППК надмірності. В цьому випадку в процесі компресії складових ВС організується безпосередня вбудовування прихованої інформації. Приховування інформації здійснюється технологічними етапами в залежності від компресійного перетворення перехідного синтаксису стегано-ППЧ, а саме:

1) безпосереднє додавання елементу приховує його повідомлення до позиційно-поліадичного числа. Відповідно утворюється форматované стегано-ППЧ в ФСПБ;

2) технологія двокаскадної імплементації доданих до СППЧ елементів приховуємого повідомлення до синтаксису стеганокомпресійного представлення складових ВС, тобто:

- імплементація в стегано-кодовому значенні СППЧ в форматovanому РСРБ базисі – стеганокомпресійне кодування в форматovanому стегано-поліадичному базисі (розширене позиційне кодування в форматovanому стегано-поліадичному базисі);

- імплементація в двійковому синтаксичному описі стегано-кодових значень СППЧ – формування СК-кодограм. Тут здійснюється імплементація прихованої інформації на рівні формування двійкового синтаксису СК-представлення складових ВС через блокове двійкове декодування (розміщення) стегано-кодових значень СППЧ в ФСПБ.

Це дозволяє реалізувати одночасно компресійні та стеганографічні перетворення складових ВС. Відповідно досягається зменшення бітового об'єму ВС та прихована передача вбудованих повідомлень. Виключаються втрати синтаксичної цілісності ВС-контейнеру та вбудованої інформації. Локалізується дисбаланс між характеристиками компресійних та стеганографічних перетворень.

Наукова новизна.

Вперше створено метод змішаного стеганокомпресійного кодування на основі позиційних систем в маскованому поліадичному базисі. Відмінності методу стосуються створення двокаскадної стеганокомпресійної імплементації елементів приховуємого повідомлення в змішано-маскованому після форматувannya стегано-поліадичному базисі. Це дозволяє одночасно в процесі стиснення відеосегменту забезпечити приховану подвійну імплементацію інформації в умовах виключення її впливу на цілісність відеоресурсів.

Список використаних літературних джерел

- [1]. Fridrich J. *Steganalysis of LSB encoding of Color Images* / Fridrich J., Du R., Long M. // *Proceedings of ICME 2000, New York City, July 31 – August 2, New York, USA.*
- [2]. Бараннік Д.В. *Метод непрямого стеганографічного приховування даних з урахуванням інформації контуру* / Д.В. Бараннік, В.В. Бараннік, О.М. Шатун // *Наукоємні технології.* – 2018. – №2(38). – С. 226–231.
- [3]. Barannik V., Barannik D. Barannik N., *Indirect Steganographic Embedding Method Based On Modifications of The Basis of the Polyadic System. Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020): proceedings of 15 th IEEE International Conference, 2020. P. 699–702. DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235522.*
- [4]. Бараннік В.В., Шульгін С.С., Бараннік Н.В., Бабенко Ю.М., Пугачев Р.В. *Проблематичні аспекти забезпечення дистанційного відеосервісу в кризовій ситуації. Кібербезпека. освіта, наука, техніка, 2020, №1(1), С. 13 – 22.*

- [5]. Medeni M.B. A novel Steganographic Protocol from Error-correcting Codes / M.B. Medeni, El.M Soudi // *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*. – 2010. –P.339-343.
- [6]. Fridrich J. Stegoanalysis of LSB encoding in color image / J. Fridrich, R. Du, M. Long // *ICME*, 2000.
- [7]. Barannik, V.V., Kulitsa, O., Tarasenko, D., Barannik, D., Podlesny, S., The video stream encoding method in infocommunication systems. *IEEE 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (IEEE TCSET 2018)*, 2018, pp. 538-541. DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336259.
- [8]. Баранник В.В. Обоснование значимых угроз безопасности видеoinформационного ресурса систем видеоконференцсвязи профильных систем управления / В.В. Баранник, А.В. Власов, С.А. Сидченко // *Информационно-управляющие системы на ЖД транспорте*. – 2014. №3. С. 24 – 31.
- [9]. Задирака В.К. Статистический анализ систем с цифровыми водяными знаками / В.К. Задирака, Н.В. Кошкина, Л.Л. Нукитенко // *Штучный интеллект*. 2008. №3. – С.315-324
- [10]. Adleman L. M., Shamir A., Rivest R. L., A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems. *Communications of the ACM*. 1978. Vol. 21. Iss. 2. P. 120–126. DOI: 10.1145/359340.359342.
- [11]. Barannik D., Barannik V., Shatun O., Dodukh O., Tverdokhlebo V. The indirect method of steganographic embedding of data in an image container based on the information of the contour // *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology*. – 2018. – p. 490–494. DOI: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632155
- [12]. Коначович Г.Ф. Защита информации в телекоммуникационных системах / Г.Ф. Коначович, В.П. Климчик, С.М. Паук, В.Г. Потапов. – К.: МК – Пресс, 2005. – 288 с.
- [13]. Fridrich J. New blind steganalysis and its implication / J. Fridrich, G. Miroslav // *Proc. SPIE Elec-tronic Imaging*, 2006.
- [14]. V. Barannik, D. Barannik, S. Korotin, Olga Veselska Method of Safety of Informational Resources Utilizing the Indirect Steganography. "Development of technology analys for the content semantics," in *Engineer of XXI Century - We Design the Future, Bielsko-Biala, Poland: ATH*, 2020. P.195 202.
- [15]. Barannik V., Alimpiev A., Barannik D., Barannik N. Detections of sustainable areas for steganographic embedding // *East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. – IEEE, 2017. P. 555-558. DOI: 10.1109/EWDTS.2017.8110028.
- [16]. Задирака В.К. Новые подходы к разработке алгоритмов скрытия информации / В.К. Задирака, Л.Л. Нукитенко // *Штучный интеллект*. 2008. №4. – С.353-357.
- [17]. Fortini M Steganography and digital watermarking: A global view / M. Fortini // University of California, Davis. Available: <http://lia.deis.unibo.it/Courses/RetiDiCalcolatori/Progetti00/fortini/project.pdf> [June 2011].
- [18]. Albert Lekakh, Tatyana Belikova, Oleksii Dovbenko, Oleksandr Dodukh. Method of Increasing the Capacity of Information Threat Detection Filters in Modern Information and Communication Systems. *Advanced Information and Communications Technologies (AICT 2019): proceedings of the IEEE 3rd International Conference, 2019*. P. 426-429. DOI: 10.1109/AIACT.2019.8847754.
- [19]. Barannik D. Stegano-Compression Coding in a Non-Equalible Positional Base. *Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2020): proceedings of the IEEE 2nd International Conference, 2020*. P. 83 – 86. DOI: 10.1109/ATIT50783.2020.9349328.
- [20]. V. Barannik, D. Barannik, A. Lekakh "A steganographic method based on the modification of regions of the image with different saturation", *Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2018 14th International Conference on, 2018, pp. 542-545. DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336260
- [21]. Rybko B. Information-Theoretical Approach to Steganographic Systems / B. Rybko, D. Ryabko // *Proc. IEEE International Symposium on Information Theory, Nice, France, 2007*. P.2461-2464.
- [22]. Volodymyr Barannik, Dmitriy Barannik, Oleg Shatun, Veronika Kobtseva Development of an indirect method of steganographic data hiding in the container image contour // *Informatyka Automatyka Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska (IAPGOŚ)*. – 2018. – №4. – pp. 22 – 25.
- [23]. Medeni M.B. A novel Steganographic Protocol from Error-correcting Codes / M.B. Medeni, El.M Soudi // *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*. – 2010. –P.339-343.

- [24]. Barannik V., Khimenko V., Barannik N. Method of indirect information hiding in the process of video compression. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2021. №. 4. PP. 119–131. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2021.4>.
- [25]. Barannik V.V., Karpenko S. Method of the 3-D image processing. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (IEEE TCSET 2008): proceedings of IEEE International Conference, 2008*. P. 378-380.
- [26]. Бараннік Д.В. Метод стеганокомпресійного кодування на основі поліадичного базису. *Наукоємні технології*. 2023. № 3. С. 271-279.
- [27]. Бараннік Д.В. технологія приховування інформативного контенту в динамічному потоці відеосегментів. 2023. № 4. С. 408-415

METHOD OF TWO-STAGE IMPLANTATION OF HIDDEN INFORMATION BASED ON STEGANOCOMPRESSION TRANSFORMATIONS

D. Barannik

Kharkiv National University of Radio Electronics, Nauka Avenue, 14, 61166, Kharkiv, Ukraine

In the article, the need for further development of the state is directly related to: solving issues of increasing defense capability and information security; development of information and intelligent systems. The necessity of ensuring the required level of completeness of information, compliance with the requirements of its relevance, achievement and maintenance of the appropriate level of integrity, accessibility and confidentiality is substantiated. The article emphasizes that for this purpose, complex systems of coding and information protection are being built. It is shown that recently, in order to further increase the level of security of information resources, methods of hidden embedding of information have been used. In this field of scientific and applied research, the direction of timely delivery of integral video information in a secure mode is outlined. For protection, the following can be used: meta-messages, which are formed on the basis of intelligent analysis of video frames; separate video segments of aerial photographs containing the most important information for decision-making. This article examines a class of methods of steganographic transformations, which are associated with embedding messages in digital containers, which are formed by a stream of video segments (VS). However, existing steganographic systems are based mainly on the use of the amount of psychovisual (PSV) redundancy available for reduction. Therefore, an increase in steganographic capacity leads to a loss of integrity and efficiency of delivery of video-container information. Steganocompression coding in the stegano-polyadic basis was created on the basis of taking into account the amount of redundancy permissible for reduction. In this case, in the process of compression of the components of the VS, the direct embedding of hidden information is organized. Concealment of information is carried out by technological stages, depending on the compression transformation of the transitional syntax of the quilted sequence. The key stage is the technology of two-stage implementation of the elements of the concealed message added to the stegano sequences to the syntax of the steganocompression representation of the BC components.

Keywords: *information encoding, video imaging, compression, information concealment, steganography, video containers, polyadic basis.*