

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Баранніка Дмитра Володимировича на тему «Метод структурного стеганографічного перетворення для підвищення пропускної здатності прихованого каналу передачі даних», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Висновок прийнято за результатами обговорення результатів дисертаційної роботи Баранніка Д.В. на розширеному засіданні кафедри інформаційно-мережної інженерії 05 грудня 2024 р., протокол № 7.

1. Актуальність теми дисертації.

В сучасних умовах край важливим є забезпечення вимог для ефективного застосування та всебічної підтримки Сил оборони та безпеки (ОСД) України; функціонування критичної інфраструктури (КРІС) держави. В цьому напрямку одним з найважливіших аспектів є підвищення ефективності та безпеки надання відеоінформаційних сервісів з використанням інфокомунікаційних технологій на базі безпілотних платформ (БПП). Однак існує множини деструктивних факторів. Вони зумовлені діями протидіючої сторони, та направлені на: знищення БПП; перехват управління БПП; застосування комплексів РЕБ. Отже наряду з досягненням потрібних властивостей бортових відеоресурсів необхідно забезпечувати їх конфіденційність. Залучаються технології криптографічного захисту та стеганографічних перетворень (СТП). Водночас збільшується актуальність та значимість застосування стеганографічних технологій. Тут потрібно враховувати, що на синтез *стеганографічних систем* з використанням *значимих відео-контейнерних ресурсів* (ЗВКР) в процесі управління КРІС та ОСД в умовах воєнного стану впливають наступні *фактори*: складність структурно-семантичного (СТС) змісту ЗВКР та обмежена допустима до скорочення кількість ПСВ надмірності; значні вимоги до характеристик відеоінформаційного забезпечення (відеосервісів) в системах підтримки та прийняття рішень під час управління КРІС та ОСД; обмежені характеристики пропускної спроможності бортових (безпілотних) та наземних інфокомунікаційних систем, що використовуються для формування, обробки та передачі інформації; залежність характеристик бортових ІКТ *кодування* ЗВК ресурсу від рівня: інформативності СТС змісту; втрат синтаксичної цілісності. Означені фактори впливають на встановлення *ключових вимог* щодо характеристик СТП. Необхідно збільшити стеганографічну ємність за умов: зменшення деструктивного впливу на ефективність компресійного кодування ЗВКР; потрібного рівня цілісності ЗВКР та санкціоновано-вилученої прихованої інформації; демаскування слідів наявності прихованої у ЗВКР інформації. Водночас в процесі забезпечення захисту інформації на основі стеганографічних перетворень з використанням

компресійного кодування ЗВК ресурсів в бортових інфокомунікаційних системах виникає **протиріччя**: з одного боку для забезпечення конфіденційності спеціальної інформації необхідно підвищувати ефективність СТІ з використанням ЗВКР за показниками стеганографічної ємності та цілісності вилучення вбудованих даних; з іншого боку потрібно забезпечити задані характеристики інформаційного забезпечення за своєчасністю та цілісністю доставки відеоінформації. Для цього необхідно підвищувати ефективність компресійного кодування. Для локалізації означеного системного протиріччя **пропонується** створювати:

1) технологічний механізм для ідентифікації сегментів за складністю їх структурно-топологічного змісту. Відповідно оцінюється потенціал реалізації компресійних та стеганографічних властивостей ВС;

2) метод компресійного кодування ВС з вбудовуванням прихованої інформації з наступними технологічними характеристиками: зменшити долю кількості ПСВ надмірності в сумарному результаті щодо забезпечення рівня стиснення ЗВКР та стеганографічної ємності вбудованих даних; забезпечити в процесі компресії та стеганографічних перетворень врахування структурно-комбінаторних залежностей для ВС та їх перехідних форматів синтаксичного опису; створити підходи щодо здійснення вбудовування прихованої інформації безпосередньо в динаміці реалізації процесу кодування та створення поточного формату синтаксичного опису ВС.

Таким чином, тематика дисертаційних досліджень, яка стосується розробки методу структурного стеганографічного перетворення для підвищення пропускну здатності прихованого каналу передачі даних, є актуальною.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Робота виконана у рамках: Закону України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 01.01.2022 № 75/98-ВР; Закону України «Про електронні комунікації» від 29.07.2023 № 1089-ІХ; положення «Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні» (затверджено Кабінетом Міністрів України від 15 травня 2013 р.). Дисертаційні дослідження проводились у відповідності із планами науково-технічної діяльності Харківського національного університету радіоелектроніки та Харківського національного університету Повітряних Сил, у рамках яких були виконані НДР “Розроблення методів і засобів обробки ансамблю сигналів і розпізнавання радіовипромінюючих джерел та об’єктів в умовах апіорної невизначеності ” ДРН №0119U001406 та шифр «Руна» (№0118U000678), в яких автор дисертації був виконавцем.

3. Мета і завдання дослідження.

Мета дисертаційної роботи стосується розробки методу стеганоконпресійних перетворень для підвищення швидкості прихованого у

кодованому відеопотоці каналу вбудованої інформації на основі врахування інформативності та структурних залежностей у відео сегменті-контейнері.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Удосконалити метод ідентифікації відеосегментів за рівнем інформативності структурно-семантичного змісту та потенціалу щодо стеганокомпресійних властивостей.

2. Обґрунтувати та створити форматований стегано-поліадичний базис з врахуванням маскуванню слідів прихованої інформації у відеосегментах.

3. Створити метод змішаного стеганокомпресійного кодування відеосегментів в форматованому стегано-поліадичному базисі з маскуванням прихованої інформації.

4. Розробити метод стеганокомпресійного декодування відео стегано-сегментів за умов збереження потрібного рівня цілісності контейнерної та прихованої інформації.

5. Розробити диференційну технологію стеганокомпресійного кодування послідовності відеосегментів з врахуванням їх інформативності в умовах потрібного рівня надання відеосервісів з використанням бортових інфокомунікаційних систем.

Об'єкт дослідження. Процеси підвищення захисту інформації за умов забезпечення потрібного рівня оперативності та цілісності доставки з використанням інфокомунікаційних систем.

Предмет дослідження. Методи кодування для підвищення швидкості каналу передачі прихованої у компресійній послідовності ВС вбудованої інформації з використанням інфокомунікаційних систем.

4. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Всі наукові та практичні результати отримані автором особисто. Внесок здобувача полягає у такому: удосконалено метод кількісного оцінювання інформативної ваги ВС на основі врахування структурних залежностей в яскравісно-часовому просторі; розроблено метод контейнерної типізації ВС на основі їх ідентифікації шляхом визначення інформативної ваги за рівнем складності структурно-семантичного змісту; створено метод форматування розширеного стегано-поліадичного базису з маскуванням прихованої інформації в умовах неавторизованого доступу (стеганоатак); створено метод змішаного стеганокомпресійного маскуванню базового поліадичного базису на основі особливостей форматування стегано-базису; створено стеганокомпресійне кодування в форматованому стегано-поліадичному базисі на основі врахування допустимої для скорочення кількості ППК надмірності; побудована двокаскадна кодова рекомбінація прихованої інформації на основі зворотних стеганокомпресійних перетворень; розроблено стратегію диференційного стеганокомпресійного кодування послідовності відеосегментів в залежності від рівня їх інформативності за структурно-семантичним змістом (перший ситуаційний варіант); створено селективний метод стеганокомпресійних перетворень з вбудовуванням значимих за структурно-семантичним змістом відеосегментів в з попереднім їх стисненням в

спектральноадичному базисі (другий ситуаційний варіант); удосконалено методика оцінювання ефективності стеганографічних перетворень в умовах компресійного кодування та передачі потоку відеосегментів в бездротових інфокомунікаційних мережах.

Особистий внесок здобувача у наукових працях, виконаних у співавторстві, конкретизовано у списку праць, наведеному нижче (п. 8).

5. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертації є достатньо обґрунтованими й достовірними, вони базуються на фундаментальних положеннях теорії інформації та кодування, методів стеганографічних перетворень, методів цифрової обробки та передачі відеоінформації, методів позиційного кодування та спектрального представлення відеозображень, методів системного аналізу залежностей та оцінювання якості цифрових відеозображень.

Отримані наукові та практичні результати дисертації підтвержені:

- їх публікацією в наукових статтях, які належать до: рецензованих видань та індексують в міжнародній науково-метричній базі Scopus; фахових видань, які входять до переліку МОН України (категорія Б);

- апробацією на міжнародних науково-технічних конференціях, зокрема, що проводяться під егідою міжнародної організації IEEE.

Достовірність отриманих наукових результатів забезпечена застосуванням сучасних методів досліджень: обґрунтування наявності ризиків щодо втрати оперативності, достовірності та конфіденційності спеціальної інформації базувалось на методах оцінювання кібер-інцидентів, положень теорії інформаційного протиборства; побудова методу ідентифікації відеосегментів ґрунтувалось на методах структурного аналізу, градієнтних методах виявлення контурної інформації; розробка методів стеганокомпресійних перетворень для підвищення швидкості каналу прихованої у відеопотоці спеціальної інформації базувалось на методах стеганографічних перетворень, технологічних принципах безпосереднього та непрямого вбудовування інформації, методах виявлення та скорочення позиційно-комбінаторної надмірності, теоретичних положеннях позиційно-поліадичних кодових систем; оцінювання достовірності отриманих результатів науково-прикладних досліджень ґрунтувалось на адекватності теоретичних та експериментальних досліджень та коректному використанні методів теорії інформації, кодування та цифрової обробки відеозображень.

Інформаційною базою дослідження стали наукові праці провідних вчених з проблематики: інформаційної безпеки та захисту інформації, зокрема з використанням стеганографічних перетворень; підвищення ефективності надання інформаційних сервісів з використанням інфокомунікаційних мереж; створення технологій та методів ефективного кодування відеоінформаційних потоків.

Достовірність результатів щодо характеристик стеганокомпресійних перетворень підтверджується наступним:

- адекватністю ідентифікації відеосегментів за рівнем інформативності їх СТС змісту ґрунтується на відповідності експертним оцінкам;

- встановленням відсутності втрат цілісності відео контейнерів та прихованої інформації на приймальній стороні під час її санкціонованого відновлення та вилучення ґрунтується на використанні таких теоретично встановлених умов форматування та маскуванню поліадичного базису, за яких забезпечується виключення додаткових спотворень в процесі вбудовування інформації;

- демаскуванням прихованої у ВС інформації у разі спроби несанкціонованого доступу забезпечується: на основі теоретично-доведених правил маскуванню поліадичного базису, за яких досягається локалізація впливу вбудованої інформації на рівень семантичної цілісності відео-контейнерів в процесі їх несанкціонованого відновлення; несуперечністю теоретичних оцінок відносно результатів експериментів щодо відновлення відеокадрів за маскованим базисом;

- за рівнем стиснення послідовності ВС з вбудованою інформацією забезпечується: на основі збігу теоретичних оцінок втрат рівня стиснення за рахунок наявності прихованої інформації до результатів експериментальної обробки бортових відеокадрів з використанням програмного реалізації створеного методу;

- за швидкістю стеганокомпресійного та прихованого каналів передачі інформації забезпечується: адекватністю результатів математичного моделювання та експериментальним даним, що отримані на основі обробки бортових відеокадрів з використанням створеного програмного продукту; коректним використанням теоретичних основ щодо побудови позиційних кодових систем.

6. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Наукова новизна створених результатів досліджень:

- *удосконалено* метод кількісного оцінювання інформативної ваги ВС на основі врахування структурних залежностей в яскравісно-часовому просторі. Відмінності методу полягають у *компіляції* якісних та семантичних особливостей ВС в набір кількісних показників за його локальними та інтегральними структурними залежностями в позиційному просторі. Це створює умови для підвищення рівня компресії відеосегментів та стеганографічної ємності вбудованих даних з виключенням демаскуючих факторів без втрат цілісності;

- *удосконалено* метод форматування стегано-поліадичного базису на основі властивостей позиційних кодових систем. Відмінності методу полягають у створенні перерозподіленого позиційно-комбінаторного простору для імплементації безпосередньо доданих елементів в стегано-кодових значеннях СППЧ. Це дозволяє створити умови для прихованої імплементації вбудованої

інформації в стеганокompресійне представлення відеосегментів без втрати їх цілісності під час вилучення та відновлення;

- *вперше* створено метод змішаного стеганокompресійного кодування на основі позиційних систем в *маскованому* поліадичному базисі. Відмінності методу стосуються створення стеганокompресійного кодування в змішано-маскованому після форматування стегано-поліадичному базисі з реалізацією двокаскадної *кодово-компресійної* імплементації доданого до стегано-ППЧ елементу прихованого повідомлення. Це дозволяє в процесі стиснення відеосегменту забезпечити приховану подвійну імплементацію інформації в умовах виключення її впливу на цілісність відеоресурсів;

- *вперше* створено метод змішаного стеганокompресійного декодування на основі демаскування стегано-поліадичного базису. Відмінності методу полягають у застосування двошарової концепції з використанням: структурної залежності між базовим, маскованим та форматованим стегано-поліадичними базисами в процесі: вилучення та декодування стегано-кодового значення; рекомбінації безпосередньо прихованих елементів з стегано-ППЧ в форматованому РСПБ; вилучення непрямо прихованих елементів демаскуванням стегано-форматованого та відновленням базового поліадичних базисів. Це в умовах виключення втрат рівня стиснення та цілісності забезпечує одночасне відновлення відеосегментів та прихованої інформації;

- *вперше* створено технологію диференційного стеганокompресійного перетворення на основі кодування в стегано-поліадичному базисі. Основні відмінності технології стосуються врахування: рівня інформативності відеосегментів за структурно-семантичним змістом, а саме: здійснення СК-перетворень в позиційному диференціально-поліадичному та спектрально-адичному базисах; в процесі змішаного маскування відсутності нульових компонент спектральноадичного базису. Це дозволяє підвищити швидкість прихованого у компресійному відеопотоці каналу передачі вбудованих повідомлень за умов забезпечення: цілісності відео сегментів-контейнерів та вбудованих даних; маскування слідів наявності прихованої у ВС інформації.

Теоретичне значення. У дисертаційній роботі представлено розроблені методи та алгоритми змішаного стеганокompресійного кодування з врахуванням рівня інформативності відеосегментів за їх структурно-семантичним змістом, що дозволяють збільшити швидкість прихованого у компресійному відеопотоці каналу передачі вбудованої інформації.

7. Практична цінність результатів дослідження та їх впровадження

Практичне значення отриманих результатів досліджень полягає в тому, що теоретичні розробки та методи стеганокompресійних перетворень доведені до програмних реалізацій та були впроваджені в процесі виконання дослідно-конструкторських робіт на промислових підприємствах. Відповідно отримано акти впровадження та реалізації з підприємств: ТОВ «ЮНЕЙ ДЕФЕНС» (акт реалізації від 19.10.2023 р.); ТОВ «Одеський авіаційний завод» (акт реалізації від 11.12.2023 р.).

Зокрема інтеграція створеного методу змішаних стеганокомпресійних перетворень в бортові інфокомунікаційні технології кодування послідовності відеосегментів з врахуванням визначення рівня їх інформативності за структурно-семантичним змістом дозволяє:

1. В умовах виключення втрат цілісності для санкціоновано-вилученої прихованої інформації забезпечити *відносно існуючих підходів*:

1) одночасне збільшення: швидкості стеганокомпресійного каналу в середньому в 2 рази; рівня семантичної цілісності відновленої послідовності ВС за показником ПКСШ в середньому на 15 дБ; підвищення рівня маскування прихованої у ВСК інформації у разі спроби несанкціонованого доступу в середньому на 10дБ;

2) створення умов для встановленої стеганографічної ємності щодо одночасної доставки в реальному часі: для швидкості каналу передачі даних 25 Мбіт/с- відео-контейнерів форматом не менш ніж формат 4K Ultra HDV (3840x2160) та об'єму прихованої інформації на рівні 30 % від бітового об'єму відеокадру форматом Full HD (1920 x 1080); для швидкості каналу передачі даних 55 Мбіт/с - відео-контейнерів форматом не менш ніж 4K UHD (4128x3096) та об'єму прихованої інформації на рівні 10 % від бітового об'єму відеокадру форматом 4K UHD (3840x2160);

3) можливість для приховування потрібної кількості значимих ВС для найбільш практичних форматів відеокадрів в процесі дистанційного моніторингу.

2. Локалізувати часові затримки на стеганографічне перетворення лінійною складністю та узгодити їх з технологічним процесом компресійного кодування. Це забезпечує: обмеженість впливу СТП на загальні часові затримки щодо обробки послідовності ВСС; допустиму за складністю реалізацію розроблених стеганокомпресійних перетворень на існуючій мікроелектронній базі.

3. Забезпечити рівень стиснення послідовності ВСС для розробленого методу за умов досягнення потрібного рівня цілісності ЗВКР та вбудованої інформації з наступними характеристиками: перевищує рівень стиснення методу на платформі JPEG в середньому на 10% ; зменшується відносно режиму стиснення без вбудовування інформації в середньому не більше ніж 7%; перевищує рівень стиснення для існуючих підходів з вбудовуванням інформації в середньому в 2,5 рази.

Окремі результати досліджень можуть бути використані:

- в процесі організації інформаційного забезпечення процесів управління та функціонування систем критичної інфраструктури в умовах кризових ситуацій та воєнного стану;

- в інфокомунікаційних системах для підвищення захисту спеціальної інформації за умов забезпечення потрібного рівня оперативності та цілісності доставки відео-контейнерних ресурсів;

- в комплексних системах захисту інформації для додаткового підвищення рівня конфіденційності;

- в системах надання дистанційних відеосервісів з використанням

безпілотних платформ для забезпечення їх властивостей в умовах підвищення рівня захисту значимої (спеціальної) інформації;

- в системах відео конференційного зв'язку в процесі управління в інтересах Сил оборони та безпеки України;

- при проведенні конструкторських та науково-дослідних робіт зі створення нових технічних та програмних засобів для забезпечення потрібного рівня оперативності та цілісності доставки інформації за умов її захисту щодо несанкціонованого доступу;

- при викладанні навчальних дисциплін з проектування інфокомунікаційних систем; мультимедійної обробки; інформаційної безпеки, теорії інформаційних воєн, цифрової обробки зображень та кодування з підготовки фахівців у ВНЗ України.

- в освітньому процесі Харківського національного університету радіоелектроніки на кафедрі інформаційно-мережної інженерії при викладанні навчальних дисциплін: з теорії кодування та передачі інформації, з мультимедійної обробки.

8. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковані у 37 наукових працях, серед яких: одна монографія, *три* колективні монографії, одна з яких у закордонному фаховому виданні, яке індексується в міжнародній базі Scopus, 18 статей, 1 стаття, що індексується в міжнародній базі Scopus, одна стаття в журналі Європейського Союзу, 16 статей опубліковано в фахових журналах категорії Б, серед них 6 одноосібних статей. Апробація результатів дисертації відображена у 14 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях, які входять до складу міжнародної організації IEEE та індексуються в міжнародній базі Scopus. Отримано один патент на корисну модель.

У роботах, опублікованих у співавторстві, зазначено особистий внесок здобувача.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Одноосібні монографії або одноосібні розділи у колективних монографіях: (рекомендовані до друку вченими радами закладів та пройшли рецензування, крім одноосібних монографій, виданих у державі, визнаній Верховною Радою України державою-агресором)

1. Barannik, D., Bekirov, A., Korotin, Barannik, V., S., Veselska, O., Wieclaw, L. (2020). Method of Safety of Informational Resources Utilizing the Indirect Steganography. In: Zawisłak, S., Rysiński, J. (eds) Engineer of the XXI Century. EngineerXXI 2018. Mechanisms and Machine Science, vol 70. *Monograph*, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13321-4_17. (входить до міжнародної наукометричної бази **Scopus**).

2. Barannik D., Babenko Y., Hahanova A., Karpiński M., Shaikhanova A., Shmakov V., Smailova B., Veselska O., Yroshenko V. The Technology of Structural Classification of Video Frames in Intelligent Info-Communication Systems.

“Development of technology analys for the content semantics,” in Engineer of XXI Century - We Design the Future, Bielsko-Biala, Poland: ATH, 2020. P.31 – 40. *Monograph*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Bialej (розділ в колективній монографії, іноземного видавництва, Польща).

3. Бараннік Д.В., Бекіров А.Е., Бараннік В.В. Основы теории структурно-комбинаторного стеганографического кодирования: монографія. – Харків.: Видавництво «Лідер», 2017. – 256 с. (монографія, затверджена до друку вченою радою ХНУРЕ).

4. Баранник Д.В. Анализ возможности использования маскирования при выявлении областей для стеганографического встраивания // Научные технологии в инфокоммуникациях: обработка информации, кибербезопасность, информационная борьба: коллективная монография [под редакцией В.В. Баранника, В.М. Безрука]. – Х.: ТОВ «Видавництво «Лідер»», 2017. – С. 375 – 389 (розділ в колективній монографії, затвердженої до друку вченою радою ХНУРЕ).

Статті в іноземних виданнях: (статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus (крім видань держави, визнаної Верховною Радою України державою-агресором)

5. Dmitriy Barannik, Serhii Sidchenko, Sergii Shulgin, Vladimir Barannik, Valeriy Barannik, Anton Datsun (2021). Devising a conceptual method for generating cryptocompression codograms of images without loss of information quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (112)), 6–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237359>. (Належить до категорії А, входить до міжнародної наукометричної бази Scopus, **Квантіль Q 3**).

6. Barannik D., Shatun O., Kobtseva V., Barannik V. Development of an indirect method of steganographic data hiding in the container image contour // *Informatyka Automatyka Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska (IAPGOS)*. – 2018. - Volume 8.– №4. – pp. 22 – 25. DOI: 10.5604/01.3001.0012.8016. (стаття опублікована в журналі Європейського Союзу)

Статті у наукових фахових виданнях України: (які входять до переліку МОН України)

7. Бараннік Д.В. Метод стеганокомпресійного декодування інформації для бездротових інфокомунікаційних технологій // *Наукоємні технології*. – 2024. - №1. – С. 29 – 35. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.61.18512>. (Належить до категорії Б).

8. Бараннік Д.В., Оніщенко Р.С., Ревва К.В., Бараннік В.В., Бабенко Ю.М. Метод оцінювання ефективності усічено-позиційного кодування для інфокомунікаційних систем // *Наукоємні технології*. – 2024. - №2. – С. 175-184. doi: 10.18372/2310-5461.62.18711. (Належить до категорії Б).

9. Бараннік Д.В. Метод двокаскадної імплантації прихованої інформації на основі стеганокомпресійних перетворень // *Інформаційні технології та*

електронна інженерія. – 2024. - №1. – С. 31 – 38.
DOI: <https://doi.org/10.23939/ict2024.01.031>. (Належить до категорії Б).

10. Бараннік Д.В. Технологія стеганографічних перетворень в поліадичному базисі відеосегментів // Сучасна спеціальна техніка. – 2023. - №4(75). – С. 19 – 28. DOI (Issue): [https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2023.4.\(75\)](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2023.4.(75)) (Належить до категорії Б).

11. Бараннік Д.В. Технологія приховування інформативного контенту в динамічному потоці відеосегментів // Наукоємні технології. – 2023. - №4. – С. 408-415. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.60.18270>. (Належить до категорії Б).

12. Бараннік Д.В. Методологія створення стеганокомпресійних систем на основі поліадичного базису // Сучасна спеціальна техніка. – 2023. - №3. – С. 25 – 35. [doi.org/10.36486/mst2411-3816.2023.3.\(74\)](https://doi.org/10.36486/mst2411-3816.2023.3.(74)). (Належить до категорії Б).

13. Бараннік Д.В. Метод стеганокомпресійного кодування на основі поліадичного базису // Наукоємні технології. – 2023. - №3. – С. 271-279. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.59.17948>. (Належить до категорії Б).

14. Бараннік Д.В., Колесник В.О., Бараннік В.В., Шульгін С.С., Заїчко К.В. Метод виявлення та обробки значимої інформації в просторово-часовій області відеознімку // Сучасна спеціальна техніка. – 2022. - №3. – С. 20 – 31. (Належить до категорії Б).

15. Бараннік Д.В., Твердохліб В.В., Колесник В.О., Бараннік В.В., Бараннік Н.В., Онищенко Р.С. Метод стеганографічного захисту даних з урахуванням особливостей змісту фрагментів контейнерів графічного типу // Сучасна спеціальна техніка. – 2021. - №4. – С. 25 – 33. (Належить до категорії Б).

16. Бараннік Д.В., Красноруцкий А.А., Шульгин С.С., Хаханова А.В.,. Метод определения сильно информативных сегментов аэрофотоснимка // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2018. - №1, pp. 15-22. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2018.1.02>. (Належить до категорії Б).

17. Бараннік Д.В., Шатун О.Н., Бараннік В.В. Метод непрямого стеганографічного вбудовування даних в зображення-контейнер з урахуванням інформації контуру // Наукоємні технології. – 2018. – №2. – С. 232-239. DOI: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.38.12828>. (Належить до категорії Б).

18. Бараннік Д.В., Сорокун А.Д., Дворський М.В., Бараннік В.В. Вдосконалення методів компенсації руху динамічних об'єктів у відеопотоці в системі відеоконференцз'язку // Наукоємні технології. – 2018. - № 3. – С. 294-300. (Належить до категорії Б).

19. Бараннік Д.В., Сидченко С.А. Метод криптосемантичного представлення зображень на основі плаваючої схеми системи поліадичного кодування в диференціальному базисі // Наукоємні технології. – 2017. - №1. – С. 46 – 52. (Належить до категорії Б).

20. Бараннік Д.В., Тарнополов Р.В., Бараннік В.В., Хаханова Г.В. Метод підвищення оперативності та конфіденційності відеоданих в інфокомунікаційних технологіях // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2017. - №4. – С. 59-61. (Належить до категорії Б).

21. Баранник Д.В., Бекиров А.Э. Концепция структурного стеганографического кодирования с маскированием // АСУ та прилади автоматики. - 2014. - Вип.168. - С. 4 – 11. (Належить до категорії Б).

22. Баранник Д.В., Бекиров А.Э., Баранник В.В. Стеганографическая система на основе неравновесного позиционного кодирования // Радіоелектроніка та інформатика. - 2014. - №4. - С. 39 – 45. (Належить до категорії Б).

Патент на корисну модель

23. Патент на корисну модель № 144599, Україна, МПК Н03М 7/30, Н03М 13/00 Спосіб нерівновагового позиційного кодування для зменшення інформаційної інтенсивності відеопотоку / Баранник Д.В., Хіменко В.В., Куліца О.С., Твердохліб В.В., Фустій В.С. та ін. - № u202002968; заяв. 13.10.2020; опубл. 12.10.2020; Бюл. № 19. - 9 с.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

24. D. Barannik, "Method for Hiding Informative Content in a Dynamic Stream of Segments," 2024 *IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv, Ukraine, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/TCSET64720.2024.10755687.

25. Barannik D., Ustymenko F., Hurzhii P., Barannik V., Manakov V. and Tsimura Y. "Method of Selective Video Segment Processing for Intelligent Video Image Quality Enhancement Technologies," 2023 *IEEE 5th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, Lviv, Ukraine, 2023, pp. 217-220, doi: 10.1109/AICT61584.2023.10452422. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

26. Barannik D., Barannik V. "Steganographic Coding Technology for Hiding Information in Infocommunication Systems of Critical Infrastructure", 2022 *IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 88-91. DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024185. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

27. Barannik D., Tverdokhlib V., Kulitsa O., Chornomaz I., Savchuk M. and Parkhomenko M. "Method of Selective Steganographic Data Hiding Based on Graphic Containers," 2022 *IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv-Slavske, Ukraine, 2022, pp. 499-502, doi: 10.1109/TCSET55632.2022.9767014. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

28. Barannik V., Barannik D., Sidchenko Y., Ignatyev O., Slobodyanyuk O. and Lazuta R., "Method of Masking Information in the Contours of Video Images," 2021 *IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, Lviv, Ukraine, 2021, pp. 282-287, doi: 10.1109/AICT52120.2021.9628973. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

29. Barannik D., Himenko V., Turenko S., Barannik N., Ignatyev O. and Matviichuk-Yudina O. "Model of Steganographic System Depending on Indirect Conditional Dependencies," 2021 *IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, Kyiv, Ukraine, 2021, pp. 36-39, doi:

10.1109/ATIT54053.2021.9678547. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

30. Barannik D. "Stegano-Compression Coding in a Non-Equalible Positional Base," 2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 83-86, doi: 10.1109/ATIT50783.2020.9349328. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

31. Barannik D., Barannik N. Barannik V. and Ryabukha Y. "Indirect Steganographic Embedding Method Based on Modifications of the Basis of the Polyadic System," 2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2020, pp. 699-702, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235522. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

32. Barannik D., Fustii, V., Tverdokhle V., Slobodyanyuk O., Havrylov D. and Shevchenko I. "Evaluation the Potential Performance of the DCT-Transformants Non-Equilibrium Positional Encoding Method," 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 41-44, doi: 10.1109/ATIT49449.2019.9030460. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

33. Barannik D., Fustii V. Barannik V., and Parkhomenko M. "Evaluation of Effectiveness of Masking Methods of Aerial Photographs," 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT), Lviv, Ukraine, 2019, pp. 415-418, doi: 10.1109/AIACT.2019.8847820. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

34. Barannik D., Shatun O., Dodukh O., Ryabukha Y. and Tverdokhle 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 (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2018, pp. 490-494, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632155. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

35. Barannik D., Bekirov A., Lekakh A. and Barannik V. "A steganographic method based on the modification of regions of the image with different saturation," 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2018, pp. 542-545, doi: 10.1109/TCSET.2018.8336260. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

36. Barannik D. Alimpiev A., Bekirov A., Barannik V. and Barannik N. "Detections of sustainable areas for steganographic embedding," 2017 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Novi Sad, Serbia, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/EWDTS.2017.8110028. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

37. Barannik D., Suprun O., Bekirov A., Frolov O. "The new method of secure data transmission on the indirect steganography basis", 2016 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Yerevan, Armenia, 2016, pp. 1-4. DOI:

10.1109/EWDTS.2016.7807754. (Належить до міжнародної наукометричної бази Scopus).

Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи здобувача на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та результати дисертації.

Особистий внесок автора. Всі положення, які виносяться на захист, отримано автором особисто. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить наступне: в працях [1; 36] – розроблено метод захисту інформації на основі непрямого стеганографічного приховування з врахуванням властивостей нерівно-вагового позиційного базису; в працях [2; 4; 14; 16; 22; 32; 34] – розроблено підходи та методи для ідентифікації відеосегментів за рівнем інформативності з використанням сукупності ознак структурно-семантичної складності їх змісту; в працях [3; 22; 25] – обґрунтована можливість використання позиційних кодових систем з нерівно-ваговим базисом для приховування інформації у відео сегментах-контейнерах. Доведені умови для побудови правил стеганографічної імплементації даних в кодові значення нерівновагових позиційних чисел, за яких зберігається їх цілісність (достовірність). Розроблено підхід для маскування доданої кількості стеганографічної надмірності; в праці [5] – обґрунтовано підхід для побудови кодограм компресійного представлення компонент відеосегментів на основі поліадичних систем в умовах забезпечення їх захисту від несанкціонованого доступу; в працях [6; 17; 27; 33] – розроблено складова методу диференційного приховування інформації в області контурів відеокадрів на основі технології непрямого вбудовування; в праці [8] – побудовано методика оцінювання рівня стиснення відеопотоку з можливістю вбудовування інформації; в працях [15; 26] – обґрунтовано можливість підвищення ефективності стеганографічних перетворень у разі врахування рівня інформативності відео сегментів-контейнерів; в праці [18] – обґрунтовані напрямки підвищення ефективності надання дистанційних відеосервісів в інфокомунікаційних мережах на основі компресійного кодування; в праці [19] – обґрунтовано підхід щодо підвищення компресійних властивостей поліадичних кодових систем на основі виявлення позиційних обмежень в диференціальному просторі відеосегментів; в праці [20] – розроблено селективний метод підвищення оперативності та конфіденційності доставки значимих відеосегментів з використанням інфокомунікаційних технологій; в праці [21] – розроблено підхід для побудови стеганографічних перетворень на основі технологій виявлення та усунення кількості структурної надмірності відео сегментів-контейнерів; в працях [23; 37] – розроблено спосіб зменшення інформаційної інтенсивності відеоінформаційних ресурсів на основі позиційного кодування з формуванням нерівно-вагового базису; в працях [28; 30] – обґрунтовано властивості позиційного базису для непрямого приховування інформації на основі його модифікації; в праці [31] – проводиться оцінювання потенційних компресійних спроможностей нерівно-вагового позиційного кодування трансформованих відеосегментів; в праці [35] – проведено порівняльне оцінювання варіантів

вбудовування інформації в різні за структурними характеристиками області відеокадрів.

9. Апробація основних результатів дослідження

Основні положення та результати дисертації доповідалися і були схвалені на наступних науково-технічних конференціях і семінарах:

2024 IEEE 5th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Lviv, Ukraine;

2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv, Ukraine;

2023 IEEE 5th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), Lviv, Ukraine;

“Development of technology analysis for the content semantics,” in Engineer of XXI Century - We Design the Future, Bielsko-Biala, Poland: ATH, 2020;

2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine;

2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine;

2021 IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT), Lviv, Ukraine;

2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine;

2020 IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine;

2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine;

2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine;

2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT), Lviv, Ukraine;

2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine;

2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine;

2017 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Novi Sad, Serbia;

2016 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Yerevan, Armenia;

Шостій Міжнародній науково-практичній конференції "Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації", (Вінниця, 24-25 жовтня 2017 р), ВНТУ.

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатки (20 сторінок). Загальний обсяг дисертації становить 226 сторінок: у тому числі анотації на 11 сторінках, зміст на 2 сторінках, основний текст на 137 сторінках, список використаних джерел із 137 найменування на 17 сторінках. Робота містить 9 таблиць та 41 рисунок, з яких 37 на окремих 37 сторінках.

Дисертація підготовлена державною мовою і подана у вигляді кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису, виконана науковим стилем, має чітку логічну структуру, що відповідає діючим вимогам МОН України.

Порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації тощо) в дисертації не виявлено, про що свідчить аналіз звіту її перевірки на плагіат.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

З урахуванням зазначеного, на розширеному засіданні кафедри інформаційно-мережної інженерії **ухвалили**:

1. Дисертація Баранніка Дмитра Володимировича «Метод структурного стеганографічного перетворення для підвищення пропускну здатності прихованого каналу передачі даних» є завершеною науковою працею, в якій розв'язано конкретна науково-прикладна задача, щодо підвищення швидкості прихованого у кодованому відеопотоці каналу передачі вбудованих повідомлень для заданих властивостей відеосервісів з використанням бортових інфокомунікаційних систем, що має важливе значення для галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації.

2. У 37 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, серед яких: одна монографія, *три* колективні монографії, одна з яких у закордонному фаховому виданні, яке індексується в міжнародній базі Scopus, 18 статей, 1 стаття, що індексується в міжнародній базі Scopus, одна стаття в журналі Європейського Союзу, 16 статей опубліковано в фахових журналах категорії Б, серед них 6 одноосібних статей. Апробація результатів дисертації відображена у 14 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях, які входять до складу міжнародної організації IEEE та індексуються в міжнародній базі Scopus. Отримано один патент на корисну модель.

3. За актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Баранніка Д.В. відповідає вимогам наказу МОН України від 12.01.2017 № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44, та стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 -

електронні комунікації та радіотехніка для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

4. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Баранніка Дмитра Володимировича дисертація «Метод структурного стеганографічного перетворення для підвищення пропускнуої здатності прихованого каналу передачі даних» рекомендується для подання до розгляду та захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

Рішення прийнято одногосно.

Головуючий на засіданні –
професор кафедри інформаційно-мережної інженерії,

доктор технічних наук, професор



Володимир РАПІН

Експерти

доктор технічних наук, професор



Юлія КОЛЯДЕНКО

кандидат технічних наук, доцент



Андрій КОСТРОМИЦЬКИЙ