

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

завідуючого кафедрою інформаційної та кібернетичної безпеки Навчально-наукового інституту захисту інформації Державного університету телекомунікацій доктора технічних наук, професора Бурячка Володимира Леонідовича на дисертаційну роботу Рябухи Юрія Миколайовича за темою «**Теоретичні основи і методи підвищення безпеки дистанційних відеоінформаційних ресурсів в системі аеромоніторингу кризових ситуацій**», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.05.01 – інформаційна безпека держави

### 1. Актуальність теми дисертації.

Становлення світової цивілізації, починаючи з XVIII століття й до цього часу, характеризується низкою індустріальних та інформаційних революцій, які обумовили виникнення сучасного інформаційного суспільства, призвели до синтезу двох інформаційно-комунікаційних технологій (КТ) – комп'ютерної (інформаційної) та телекомунікаційної й сприяли формуванню на рубежі тисячоліть просторів інформаційного та кібернетичного. Останнім часом вплив саме на ці глобальні субстанції:

по-перше, відіграє суттєву роль в економічному і соціальному розвитку переважної більшості держав світу та свідчить про їх вступ до якісно нової фази протиборства у глобальному інформаційному просторі – кіберпротиборства;

по-друге, сприяє отриманню державами світу як значних переваг, так й виникненню низки проблем – передусім значної уразливості їх інфорсфери від загроз, пов'язаних з особливостями існування та передачі інформації.

При цьому перш за все вибухове зростання обсягів інформації, до яких отримали доступ пересічні громадяни, а також винайдення потужних комп'ютерів і вбудованих мікроконтролерів, що сприяло розвитку промисловості – привело переважну більшість країн світу не тільки до глобальної інтелектуалізації, але й зробило більш вразливими передусім критично-важливі сегменти та об'єкти їх економіки до загроз, обумовлених діями суб'єкта доступу, в тому числі діями зловмисника (антропогенних), технічними засобами (техногенних) та стихійними джерелами. Особливо відчутним це виявилось в Україні, яка потерпає від неприкритої гібридної війни та збройної агресії РФ, спрямованої на руйнування основ нашої державності та на порушення системи державного управління, передусім на рівні управління в кризових ситуаціях (КС), а також на рівнях інформаційного забезпечення та забезпечення безпеки дистанційних державних відеоінформаційних ресурсів (ДВІР). Саме тому в нашій державі останнім часом все більше уваги приділяється проблемі підвищення безпеки ДВІР перш за все для забезпечення ефективності управління Збройними Силами України. Саме тому тематика науково-прикладних досліджень Рябухи Юрія Миколайовича, яка пов'язана зі створенням теоретичних основ і методів підвищення безпеки дистанційних ДВІР у системі аеромоніторингу кризових ситуацій, є актуальною.

Основа дисертаційної роботи складається з досліджень, які виконані згідно державних програм та нормативно-правових актів: Закону України «Про Концепцію

Національної програми інформатизації» від 04.02.1998 №75/98-ВР; «Концепції (основи державної політики) національної безпеки України» від 16.01.1997 №3/97-ВР; «Комплексної програми розвитку і реформування Збройних Сил України на період до 2017 року», затвердженої указом Президента України від 02.09.2013 №479/2013; планами наукової та науково-технічної діяльності Харківського університету Повітряних Сил, в межах яких виконано НДР «Розробка комплексної моделі захисту інформації в автоматизованих системах управління спеціального призначення на пунктах управління Повітряних Сил Збройних Сил України», шифр «Палітра» № держреєстрації 0101U001748, в яких автор дисертації був виконавцем.

## **2. Аналіз основного змісту, наукової новизни та практичної значимості, оцінка достовірності та обґрунтованості результатів**

Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, трьох додатків та списку використаних джерел, що містить 231 найменування. Загальний обсяг дисертації становить 354 аркуші, з яких 94 аркуші займають ілюстрації і таблиці, а також додатки і перелік умовних скорочень. Зміст роботи відповідає поставленій науково-технічній проблемі та сформульованим задачам. Їх рішення є суттю та змістом виконаних досліджень, які відповідають п. 1, 2 та 5 паспорта спеціальності 21.05.01 – «Інформаційна безпека держави» й направлені на розробку наукових основ підвищення доступності та цілісності дистанційних державних відеоінформаційних ресурсів з використанням безпілотних бортових комплексів аеромоніторингу в кризових ситуаціях.

При цьому у **вступі** автором обґрунтовано актуальність тематики наукового дослідження, сформульовано науково-прикладну проблему та доведено її важливість, сформульовано мету і завдання дисертаційної роботи, представлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

**В першому розділі** дисертації автором обґрунтовано необхідність використання відеоінформаційної взаємодії для підвищення ефективності систем управління кризових ситуацій на базі аеромоніторингу, визначено протиріччя існування науково-прикладної проблеми, проведено оцінку втрат інформаційної безпеки ДВІР, виконано обґрунтування необхідності розробки наукових основ підвищення доступності та цілісності ДВІР.

**В другому розділі** дисертації автором обґрунтовано напрямки розробки наукових основ в системі забезпечення безпеки ДВІР для підвищення його доступності та цілісності в умовах наявності актуальних і значущих загроз, а також визначено суперечності щодо досягнення інформаційної переваги для системи забезпечення інформаційної безпеки (ІБ). Як результат, автором запропоновано:

напрямки розвитку (розробки нових та удосконалення існуючих) методів обробки відеоінформаційних ресурсів (ВІР) для зниження їх інформаційної інтенсивності на основі виділення інформативних складових на синтаксичному та семантичному рівнях;

наукові основи для підвищення інформативної щільності синтаксичного опису ВІР з врахуванням нерівномірного розподілу семантичного навантаження в аерофотознімках на основі ідентифікації значущих об'єктів за ступенем їх семантичної інформативності;

методи для підвищення щільності опису інформативних семантичних складових з одночасним забезпеченням обліку контурної інформації та компенсацією помилок на етапах обробки ДВІР.

**Третій розділ** присвячено розробці концептуального методу інтелектуальної обробки відеоінформаційних ресурсів на основі ідентифікації ступеня інформативності їх семантичного змісту. Метод побудовано на основі обробки та аналізу контурної інформації сегментів з використанням системи вирішальних правил з врахуванням

оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімку. В розділі автором запропоновано метрику інформативності сегмента відеокадрів, яка враховує структурні особливості двійкових масок (наявність контурного елемента в сегменті маски; зрізаність двовимірного двійкового поля переходами з фону в контур; наявність топологічного взаємозв'язку між контурними елементами).

**У четвертому розділі** представлено метод інформативного синтаксичного опису семантично ідентифікованих кадрів в двоалфавітному біадичному просторі, який базується на інформативному синтаксичному описі ідентифікованих сегментів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності із збереженням необхідної контурної інформації. Запропоновано використовувати контуровану відеопослідовність, яка розглядається як двохбазисне біадичне число з знаходженням ваги ефективного синтаксичного представлення контурованої відеопослідовності. Дана послідовність, кодується з використанням структурно-позиційного підходу з виявленням закономірностей локально-контурних властивостей сегмента відеокадру, з одночасною інтерполяцією та апроксимацією складової яскравості контурної інформації. Розроблена концепція інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності дозволяє зберегти значущу контурну інформацію.

**У п'ятому розділі** розроблено теоретичні основи для створення методів підвищення безпеки ДВІР в системі аеромоніторингу в кризових ситуаціях на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту стосовно контурної інформації. Для цього доказано теорему формування кодового ідентифікатора синтаксичного представлення КВП, на основі якої можливо отримати значення кодів для різних варіантів індексації елементів двохбазисних біадичних чисел. Також, викладено теорему про відповідність режиму двійкового кодоутворення в системі двохбазисних біадичних чисел, яка дозволяє визначити відповідність між кількістю кодової надмірності і втратою цілісності при побудові двійкових кодових конструкцій для ефективного синтаксичного опису сегментів відео знімків.

**Шостий розділ** присвячено оцінці безпеки (доступності і цілісності) дистанційно-сформованого ВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій з використанням розроблених методів та метрик. Представлено кількісну оцінку практичного втілення розроблених методів обробки відеоінформаційного ресурсу в порівнянні з існуючими для різних типів радіоканалів передачі інформації в системі аеромоніторингу.

**У висновках** викладено отримані в процесі дисертаційних досліджень найбільш важливі наукові та практичні результати, які сприяли розв'язанню науково-прикладної проблеми. Обґрунтовано достовірність результатів щодо характеристик безпеки ДВІР, а також рекомендації щодо наукового та практичного використання одержаних результатів.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації** відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних робіт. Це переконливо підтверджується застосуванням основних положень теорії інформаційних війн і методів забезпечення інформаційної безпеки (обґрунтування необхідності підвищення інформаційної безпеки відеоінформації в процесі інформаційного забезпечення систем управління КС), методів системного аналізу та теорії ефективності функціонування технічних систем (формування системи показників оцінки ефективності системи забезпечення), методів теорії ризиків та теорії множин, методів математичної статистики та теорії невизначеності (обґрунтування актуальних і значущих загроз ДВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій з використанням безпілотних бортових комплексів (БПБК)), а також методів теорії фільтрації, теорії інформації і кодування та методів цифрової обробки зображень (підвищення безпеки відеоінформаційних ресурсів).

Отримані автором наукові результати у відповідності до поставлених задач досліджень є логічними, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією основних положень і висновків як на міжнародних, так і всеукраїнських науково-технічних конференціях та семінарах.

**Достовірність отриманих в роботі положень і наукових результатів** щодо характеристик безпеки дистанційного ВІР підтверджується: адекватністю результатів оцінки ступеня семантичної інформативності, синтаксичної щільності представлення сегментів, показників доступності і цілісності, отриманих на основі аналітичних виразів і моделювання, з результатами оцінок, отриманих експериментальним шляхом за рахунок обробки реальних аерофотознімків з різною процентною концентрацією сегментів, які мають різний ступінь семантичної інформативності; теоретичними розрахунками по взаємній однозначності процесів ефективного синтаксичного представлення сегментів і реконструкції відеокадрів; на основі візуальної оцінки цілісності сегментів із значущою семантичною інформативністю для ВІР в процесі реконструкції.

**Новими результатами, що отримані здобувачем в дисертації є:**

1) вдосконалені теоретичні основи інтелектуальної обробки відеокадрів на основі маскування контурної інформації для створення раціональних умов для підвищення доступності та цілісності ВІР шляхом диференційованої інтелектуальної обробки відеокадрів. Даний концептуальний новий науковий результат базується на:

1.1) *вперше сформованій* метриці для визначення кількості семантичної інформативності його сегментів. Базуючись на використанні контурної інформації відеокадру це дозволяє проводити кількісну ідентифікацію сегментів аерофотознімків за ступенем семантичної інформативності в системах інтелектуальної обробки ВІР;

1.2) *вперше розробленому* методі автоматичної ідентифікації фотознімків за ступенем інформативності їх семантичного змісту. Його застосування дозволяє в автоматичному режимі на основі кількості семантичної інформативності сегменту відеокадру виконувати ідентифікацію відеокадрів і проводити класифікацію сегментів аерофотознімків за ступенем складності їх семантичного змісту;

2) *вперше розроблений* концептуальний метод інформаційного синтаксичного опису семантично ідентифікованих кадрів в двохалфавітному біадичному просторі, застосування якого, ґрунтуючись на знаннях про семантичний зміст відеокадрів, дозволяє системно обґрунтувати напрямок для створення ефективного представлення ВІР на синтаксичному рівні опису для підвищення ІБ;

3) *вперше створено* теоретичні основи для побудови концептуального методу підвищення безпеки ДВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій застосування якого, ґрунтуючись на знаннях, отриманих в результаті інтелектуальної обробки семантичного змісту відеокадрів та ефективного їх синтаксичного представлення, забезпечить формування інформативного синтаксичного представлення відеокадру із заданим рівнем семантичної цілісності та доступності ВІР. Дані теоретичні положення базуються на:

3.1) *вперше розробленому* методі формування кодового ідентифікатора інформативного синтаксичного представлення для нерівномірної контурованої відеопослідовності. Метод забезпечує формування ефективного синтаксичного представлення для контурованої відеопослідовності без втрати цілісності семантичної і синтаксичної інформації;

3.2) *вперше розробленому* методі інформативного синтаксичного представлення відеокадру на основі сегментації його контурованих відеопослідовностей. Метод забезпечує інтегрування створеного інформативного представлення в структуру базової платформи обробки відеокадрів (для різних умов) і одночасно зниження часових затримок на їх обробку;

3.3) *вперше розробленому* методі формування двійкових кодових конструкцій

синтаксичного опису відеокадрів. Ґрунтуючись на стратегії нерівномірного кодоутворення нерівномірних контурованих відеопослідовностей в двохбазисному біадичному просторі метод забезпечує визначення співвідношення між винятком внесення кількості кодової надмірності і втратами цілісності через не відповідності режиму двійкового кодоутворення;

3.4) *вперше розробленому* методі верифікації обробки ВІР. Ґрунтуючись на формуванні чотирьох базових рівнів побудови кодових конструкцій даний метод на відміну від існуючих дозволяє забезпечити заданий рівень семантичної цілісності статичних ВІР в процесі їх реконструкції, необхідний рівень інформативності синтаксичного опису, який відповідає вимогам по доступності статичного ВІР в системах аеромоніторингу;

4) *вперше розроблено* метод оцінки втрати цілісності відеоінформаційного ресурсу, який на основі методу семантичної обробки відеокадру з використанням синтаксичного опису і критичних рівнів значень пікового відношення сигнал/шум дозволяє знизити втрати цілісності дистанційного статичного відеоінформаційного ресурсу;

5) *вперше розроблено* метод оцінки ймовірності, з якою забезпечується доступність ВІР. Ґрунтуючись на формуванні ефективного синтаксичного представлення відеокадру метод дозволяє провести оцінку доступності ДВІР із заданим рівнем цілісності в умовах аеромоніторингу КС.

#### ***Практичне значення одержаних автором наукових результатів.***

Результати дисертаційної роботи реалізовано на практиці, що підтверджується відповідними актами впровадження. Безпосередньо практична значимість результатів досліджень дисертаційної роботи полягає у тому, що впровадження отриманих результатів при організації інформаційного забезпечення систем управління КС військової та мирної специфіки на базі БПБК АЕРМ на основі програмно-апаратних реалізацій дозволило:

- забезпечити виґраш щодо збереження цілісності сегментів відеокадрів при використанні розробленого методу обробки ВІР з інтелектуальною ідентифікацією їх семантичного змісту: на рівні 7 дБ для сегментів з незначущим семантичним навантаженням і 50 дБ для сегментів зі значним семантичним навантаженням;

- створити умови для збереження цілісності аерофотознімків з різним ступенем насиченості деталями і різним ландшафтом при використанні методу формування інформативного синтаксичного опису відеокадрів з інтелектуальною ідентифікацією семантичної інформативності. При цьому ймовірність втрати цілісності ВІР по динаміці обробки сегментів зі значною семантичною інформативністю не перевищує 5 %, а з достатньою інформативним семантичним навантаженням не перевищує 3 % (існуючі технології синтаксичного представлення відеокадрів гарантують ймовірності втрати цілісності на рівні від 40 до 60 % і від 35 до 55 % відповідно);

- збільшити синтаксичну щільність в порівнянні зі стандартизованими технологіями для різних стратегій квантування;

- забезпечити виґраш по доступності до ВІР щодо стандартизованих технологій: для низькошвидкісних каналів від 2 до 3 разів; для середньошвидкісних радіоканалів від 15 до 30 %; для низькошвидкісних радіоканалів для кадрів з низьким ступенем насиченості в середньому на 30 %;

- забезпечує повну доступність для середньоформатних і широкоформатних знімків із середнім ступенем насиченості та для середньоформатних з низьким ступенем насиченості деталями.

- сформувати умови для впровадження програмно-апаратних реалізацій на базі БПБК АЕРМ при організації інформаційного забезпечення систем управління Збройних Сил України в кризових ситуаціях військової та мирної специфіки.

**Оцінка мови та стилю викладання дисертації та автореферату.** Дисертація та автореферат написані грамотно, а стиль викладення в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає вимогам стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки» й у цілому забезпечує доступність їх сприйняття.

Зміст автореферату відображає основні результати роботи, які приведені в дисертації. Дисертація по тематиці і результатам відповідає паспорту спеціальності 21.05.01 – інформаційна безпека держави.

**Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях.** Основні результати досліджень опубліковано у 55 наукових працях, серед яких дві монографії, 30 статей в наукових журналах, які включено в перелік наукових фахових видань. Серед яких 14 одноосібних статей, 18 статей опубліковано у науково-технічних журналах, які включені до міжнародних науково-метричних баз. Апробація результатів дисертації відображена у 17 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях (з них п'ять апробацій на конференціях, які входять до складу міжнародної організації IEEE) та п'яти патентів на корисну модель.

**Недоліки та зауваження.**

1) Запропонована в роботі модель загроз безпеці ВІР дозволяє автору серед потенційно можливих загроз ґрунтовно виявити найбільш актуальні та значущі. Водночас, зважаючи, що в умовах інформаційного та кіберпротидорства дієвим аспектом безпеки є застосування противником засобів радіоелектронної боротьби, а найбільш актуальними є загрози втрати цілісності інформації та/або джерел її надходження – в дисертації було б доцільно більш детально розглянути режими роботи розроблених методів в умовах відсутності зв'язку з бортовим комплексом.

2) Певна увага в дисертації надається видовим засобам аеромоніторингу, що пов'язані з використанням оптико-електронних комплексів. Водночас для кризових ситуацій, в тому числі військової специфіки, більшу актуальність мають, як відомо, засоби отримання інформації з використанням інфрачервоних каналів. В роботі, на жаль, питання щодо можливості та особливостей використання створених методів для забезпечення доступності та цілісності таких типів ІР не розглядаються.

3) Не зрозуміло чому в дисертації не розглядаються питання щодо використання методів фільтрації шумів на попередньому етапі відносно процесу маскування. Хоча відомо, що такі шуми мають місто у разі реєстрації відеозображень для бортових комплексів.

4) В дисертації автором не надано обґрунтування питанню проблемності створення ефективного синтаксичного опису сегментів відеокадрів на базі статистичних методів кодування. Зважаючи на таке залишається не зрозумілим можливість використання вказаних кодів разом з гістограмними методами оцінки якості зображень.

5) При оцінюванні показників цілісності та доступності відеоінформаційного ресурсу автором не вказано саме для яких максимальних форматів відеокадрів забезпечується потрібний рівень безпеки інформації.

6) У тексті роботи та в авторефераті мають місце описки та інколи використовуються терміни і позначення без пояснень, які не є загальновідомими або загальноприйнятими.

Зазначені недоліки суттєво не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не зменшують її якості, а також наукової цінності та практичної значимості. Вони не є визначальними і можуть бути враховані як деякі напрямки подальших досліджень.

### 3. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам та загальний висновок

Дисертаційна робота Рябухи Юрія Миколайовича за темою «Теоретичні основи і методи підвищення безпеки дистанційних відеоінформаційних ресурсів в системі аеромоніторингу кризових ситуацій» є завершеною, одноосібно написаною кваліфікаційною науковою працею, що:

- 1) являє собою системне дослідження, проведене з певною метою;
- 2) має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку;
- 3) розв'язує актуальну проблему, яка має важливу наукову і практичну спрямованість й результати вирішення якої за рахунок підвищення доступності та цілісності дистанційного VIP з використанням безпілотних бортових комплексів аеромоніторингу істотно впливають на забезпечення ефективності управління Збройних Сил України в кризових ситуаціях військової та мирної специфіки.

За змістом, актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною значимістю одержаних результатів дисертаційна робота Рябухи Ю.М. відповідає паспорту спеціальності 21.05.01 – «інформаційна безпека держави», а також вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань старшого наукового співробітника», а її автор Рябуха Юрій Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.05.01 – «інформаційна безпека держави».

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки

Навчально-наукового інституту захисту інформації

Державного університету телекомунікацій

В. Л. Бурячок

Підпис д.т.н., професора Бурячка В.Л. засвідчую

Начальник відділу кадрів

Державного університету телекомунікацій

С.М.Львовський

