

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**РЯБУХА ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ**

**УДК 621.391.2: 004.056**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ  
ДИСТАНЦІЙНИХ ВІДЕОІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В СИСТЕМІ  
АЕРОМОНІТОРИНГУ КРИЗОВИХ СИТУАЦІЙ**

21.05.01 – інформаційна безпека держави

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

**Київ – 2016**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Бараннік Володимир Вікторович**,  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, начальник кафедри «Бойового застосування та експлуатації автоматизованих систем управління»

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, старший науковий співробітник  
**Бурячок Володимир Леонідович**,  
Державний університет телекомунікацій,  
завідувач кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки;

доктор технічних наук, професор  
**Васіліу Євген Вікторович**,  
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова,  
директор Навчально-наукового інституту радіо,  
телебачення та інформаційної безпеки;

доктор технічних наук, професор  
**Толіпа Сергій Васильович**,  
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації.

Захист відбудеться «27» квітня 2016 року о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.17 у Національному авіаційному університеті за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, ауд. 11-111.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного авіаційного університету за адресою: 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

Автореферат розісланий «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р.

В.о. ученого секретаря  
спеціалізованої вченої ради  
Д 26.062.17, д.т.н., проф.



В.П. Квасніков

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Особливе геополітичне положення України, її суспільно-політичний та економічний стан визначають сукупність загроз Національної безпеки і створюють умови для появи множини кризових ситуацій (КС) військової та мирної специфіки. Ключовою складовою попередження та ліквідації КС є Збройні Сили України (ЗСУ). Ефективність застосування ЗСУ залежить від якісного впровадження інформаційних технологій у процеси організації, управління і забезпечення умов для створення *інформаційної переваги*. При цьому набуває актуальності концепція "управління на основі єдиного інформаційного простору", де вагомою складовою є відеоінформаційні засоби взаємодії з використанням безпілотних бортових комплексів (БПБК). Відеоінформація формується на основі оптико-електронних засобів аеромоніторингу (АЕРМ), та забезпечує вирішення комплексу функціональних завдань КС. Така інформація класифікується як дистанційний державний відеоінформаційний ресурс (ДВІР). Відповідно основними характеристиками ефективності функціонування комплексів АЕРМ є оперативність доведення ДВІР, повнота інформації, достовірність, скритність та живучість. Порушення даних характеристик є сутність втрати безпеки інформації. Загрози безпеці відеоресурсу можливо класифікувати на три основні групи в залежності від джерел їх виникнення, а саме: загрози, обумовлені діями суб'єкта доступу, в тому числі діями зловмисника (антропогенні загрози); загрози, обумовлені технічними засобами (техногенні загрози); загрози, обумовлені стихійними джерелами. Проведений аналіз процесу функціонування БПБК у КС, дозволяє зробити наступні висновки:

1) найбільш актуальними і значимими є загрози доступності та цілісності ДВІР, що обумовлено: наявністю багатьох вразливостей, викликаних як умовами використання БПБК для інформаційного забезпечення, так і необхідністю зниження загроз втрати джерела інформації; наявністю антропогенних і техногенних загроз, у тому числі викликаних наявністю протиторної сторони;

2) загрози конфіденційності незважаючи на свою значимість є менш актуальними. По-перше, це обумовлено умовами проведення поточного аеромоніторингу, для яких процеси старіння інформації є динамічними. По-друге, існує комплекс організаційних та апаратно-програмних технологій щодо захисту інформації;

3) існує взаємосуперечливість між різними типами загроз. Зниження ймовірності одних загроз призводить до посилення інших загроз.

Таким чином, в процесі інформаційного забезпечення систем управління ЗСУ в КС з використанням БПБК виникає трирівнева ієрархія протиріччя, а саме:

1) на рівні управління в КС. З одного боку АЕРМ з використанням БПБК є ефективним напрямком для забезпечення інформаційної переваги.

З іншого боку підвищуються загрози втрати безпеки ДВІР до критичного рівня.

2) на рівні інформаційного забезпечення. З одного боку існує можливість підвищити скритність і живучість БПБК та знизити ймовірність загрози втрати джерела ДВІР. З іншого боку підвищуються загрози втрати безпеки ДВІР за категоріями цілісності та доступності.

3) на рівні забезпечення безпеки ДВІР. З одного боку існує можливість підвищити його цілісність, але з іншого боку збільшується ймовірність втрати доступності ДВІР.

Отже, існує *актуальна науково-прикладна проблема*, яка полягає в необхідності підвищення безпеки ДВІР аеромоніторингу з використанням БПБК для забезпечення ефективності управління ЗСУ в КС військової та мирної специфіки.

Рішення проблеми організовується на підставі системи забезпечення безпеки інформації аеромоніторингу. Це здійснюється за допомогою розробки теоретичних основ і методів обробки та шифрування інформації, використання комплексу технічних засобів захисту інформації.

Вагомий внесок у розвиток теоретичних основ і методів підвищення безпеки інформаційних ресурсів внесли як вітчизняні вчені, а саме Бараннік В.В., Бурячок В.Л., Горбенко І.Д., Дудикевич В.Б., Конахович Г.Ф., Корольов А.В., Корченко О.Г., Рудницький В.М., Шелест М.Є., Юдін О.К., так й іноземні, до яких слід віднести наступних вчених: Рячко Б.Я., Вудс Р., Гонсалес Р., Претт У.К., Шеннон К.

Однак, для складових системи забезпечення доступності та цілісності ДВІР на базі БПБК існує комплекс проблемних недоліків, які полягають у наступному: не забезпечується можливість для локалізації загроз втрати безпеки ДВІР в умовах проведення АЕРМ в кризових ситуаціях; не усувається дисбаланс між забезпеченням безпеки ДВІР за категоріями доступності та цілісності; технології обробки для БПБК недостатньо ефективні для інформаційного забезпечення навіть при відсутності атак зловмисника. В теж час зростає необхідність вдосконалення методів забезпечення доступності та цілісності ДВІР під час використання БПБК АЕРМ в кризових ситуаціях, що диктується підвищенням: вимог до ефективності інформаційного забезпечення систем управління ЗСУ в КС; актуальності і значущості загроз втрати безпеки ДВІР до критичного рівня в умовах АЕРМ з використанням БПБК в КС при наявності протидіючого.

Тому, існуючі теоретичні основи і методи, не забезпечують необхідного рівня безпеки відеоресурсу за категоріями цілісності та доступності з врахуванням комплексу вразливостей процесу інформаційного забезпечення з використанням БПБК. Таким чином, *тема* науково-прикладних досліджень, спрямованих на створення теоретичних основ і методів підвищення безпеки дистанційних відеоінформаційних ресурсів у системі аеромоніторингу кризових ситуацій, є *актуальною*.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Проведені дисертаційні дослідження виконані в рамках таких державних програм як: Закони 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" № 0101U001748, в якій автор дисертації був виконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Мета дисертаційної роботи полягає в розробці наукових основ підвищення доступності та цілісності дистанційного ДВІР з використанням безпілотних бортових комплексів аеромоніторингу кризових ситуаціях.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні науково-прикладні завдання:

1. Обґрунтування напрямків розробки наукових основ в системі забезпечення безпеки ДВІР для підвищення його доступності та цілісності в умовах наявності актуальних загроз.

2. Розробка нової методології інтелектуальної обробки відеоінформаційних ресурсів на основі ідентифікації ступеня інформативності їх семантичного змісту в автоматичному режимі в умовах проведення аеромоніторингу безпілотними бортовими комплексами. Рішення задачі базується на виконанні наступних науково-прикладних завдань: побудувати концепцію інтелектуальної обробки ДВІР з ідентифікацією ступеня інформативності семантичного змісту; розробити модель для оцінки ефективності автоматичної семантичної ідентифікації сегментів аерофотознімків; створити методологію і провести оцінку ефективності методу ідентифікації сегментів відеокадрів за ступенем їх семантичної інформативності.

3. Створення методів інформативного синтаксичного опису семантично ідентифікованих кадрів. Потрібно вирішити такі науково-прикладні завдання: побудувати модель ефективного синтаксичного опису з врахуванням наявності оконтурованої інформації; побудувати метод оцінки синтаксичної інформативності в сегментованих відеокадрах.

4. Розробка методів підвищення безпеки ДВІР на основі інтелектуальної обробки відеознімків з автоматичною ідентифікацією семантичної інформативності. Для цього потрібно вирішити такі науково-прикладні завдання: розробити метод формування інформативного синтаксичного представлення з врахуванням контурної інформації та виявлення

структурних закономірностей; побудувати верифікацію створеного кодування в загальну технологію забезпечення безпеки статичних ДВІР.

5. Розробка методів й програмної реалізації оцінки безпеки дистанційно-сформованого ВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій. Для цього синтезувати методи оцінки цілісності та доступності відеоінформаційних ресурсів для методу обробки відеокadrів з ідентифікацією їх семантичного навантаження; провести порівняльну оцінку характеристик методів обробки відеокadrів щодо забезпечення цілісності та доступності ДВІР.

**Об'єкт дослідження.** Процеси забезпечення безпеки ДВІР аеромоніторингу з використанням БПБК з врахуванням комплексу вразливостей процесів інформаційного забезпечення в умовах використання безпілотних бортових засобів аеромоніторингу для підвищення ефективності управління ЗСУ в кризових ситуаціях військової та мирної специфіки.

**Предмет дослідження.** Розробка теоретичних основ і методів підвищення доступності та цілісності ДВІР в умовах наявності загроз і вразливостей.

**Методи дослідження.** Обґрунтування необхідності підвищення інформаційної безпеки відеоінформації в процесі інформаційного забезпечення систем управління КС на базі використання бортових комплексів АЕРМ базувалося на положеннях теорії інформаційних війн і методів забезпечення інформаційної безпеки. Формування системи показників оцінки ефективності системи забезпечення інформаційної безпеки за категоріями доступності та цілісності ДВІР для комплексів АЕРМ проводилось на основі теорії методів системного аналізу, теорії ефективності функціонування технічних систем. Обґрунтування актуальних і значущих загроз ДВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій з використанням БПБК здійснювалось на базі теорії ризиків, теорії множин, методів математичної статистики, теорії невизначеності. Розробка методів підвищення безпеки відеоінформаційних ресурсів організовувалася з використанням методів теорії фільтрації, теорії інформації та кодування, методів цифрової обробки зображень.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у вирішенні науково-прикладної проблеми, що складатиметься в необхідності підвищення безпеки ДВІР АЕРМ з використанням БПБК для забезпечення ефективності управління ЗСУ в КС військового та мирного часу, а саме:

**1. Отримано подальше вдосконалення** теоретичні основи інтелектуальної обробки відеокadrів на основі маскування контурної інформації. Це забезпечує створення умов для підвищення доступності та цілісності відеоінформаційного ресурсу шляхом диференційованої інтелектуальної обробки відеокadrів.

Даний новий науковий результат базується на отриманих наступних нових наукових результатах.

**1.1. Вперше** створено *метрику* для визначення кількості семантичної

інформативності сегменту відеокадру на основі використання контурної інформації. Відмінною особливістю метрики є те, що на основі визначення матриці вагових показників, які містять ознакову інформацію про наявність контурного елемента в двійковій масці, *встановлюється* непрямий емпіричний взаємозв'язок між *кількістю* семантичної інформативності сегмента відеокадру і *кількістю* інформації в двійковій масці сегмента з врахуванням двовимірних структурно-комбінаторних закономірностей. Це забезпечує проведення кількісної ідентифікації сегментів аерофотознімків за ступенем семантичної інформативності в системах інтелектуальної обробки ВІР.

**1.2. Вперше** розроблено метод *автоматичної ідентифікації* фотознімків за ступенем інформативності їх семантичного змісту на основі оцінки кількості контурної інформації. Відмінні характеристики методу полягають у тому, що: ідентифікація проводиться автоматично на основі кількості семантичної інформативності сегменту відеокадру і встановлення емпіричного взаємозв'язку між порогами і ступенем (класом) семантичної складності з додатковою адаптацією до наявності надлишкової ваги маски контурної інформації. Це забезпечує проведення класифікації сегментів аерофотознімків за ступенем складності їх семантичного змісту.

**2. Вперше** розроблено *метод* інформаційного синтаксичного опису семантично ідентифікованих кадрів в двохалфавітному біадичному просторі. Відмінні особливості методу полягають у синтезі ефективного опису оконтурованих сегментів відеокадру в структурно-позиційному просторі із збереженням значущою контурної інформації на основі використання *інтегрованих* знань структурно-семантичної обробки відеоінформаційних ресурсів, а саме: ступеня семантичної інформативності сегмента, контурної інформації сегментів, структурних локально-просторових закономірностей оконтурованих відеопослідовностей. Це дозволяє системно обґрунтувати напрямок для створення ефективного представлення ВІР на синтаксичному рівні опису використовуючи знання про його семантичний зміст для підвищення інформаційної безпеки.

**3. Вперше** розроблено теоретичні основи для побудови *концептуального методу* підвищення безпеки ДВІР в системі аеромоніторингу КС на основі ефективного синтаксичного представлення відеокадрів з врахуванням знань, отриманих в результаті інтелектуальної обробки їх семантичного змісту. Це забезпечує формування інформативного синтаксичного представлення відеокадру із заданим рівнем семантичної цілісності та доступності відеоінформаційного ресурсу.

Дані теоретичні положення базуються на наступних нових наукових результатах.

**3.1. Вперше** створено метод формування кодового ідентифікатора інформативного синтаксичного представлення для нерівномірної контурованої відеопослідовності. На відміну від інших для даного методу характерною рисою є те, що будується система аналітичних співвідношень,

які дозволяють синтезувати кодове значення для нерівномірної контурованої відеопослідовності з маскою по опорних елементах з врахуванням вектору локальних контурних перепадів для варіанту, коли індексація елементів КВП проводиться без прив'язки до поточної позиції в рядку сегмента, як біадичного числа в двохбазисному просторі. Це забезпечує формування ефективного синтаксичного представлення для контурованої відеопослідовності без втрати цілісності семантичної і синтаксичної інформації.

3.2. *Вперше* розроблено метод інформативного синтаксичного представлення відеокадру на основі сегментації його контурованих відеопослідовностей. Основні відмінні характеристики методу полягають в тому, що інформативне синтаксичне представлення будується на основі:

- технології двохбазисного біадичного кодування оконтурованих відеопослідовностей в режимах, коли індексація їх елементів проводиться: без прив'язки до поточної позиції у рядку сегмента; з врахуванням поточної позиції їх елементів у рядку, але без врахування позиції опорних елементів незначущої складової; з врахуванням поточної позиції їх елементів у рядку та позицій опорних елементів в незначущій складовій;

- технології кодування двохбазисних біадичних чисел з врахуванням згортки кодових компонент незначущої і контурної складових КВП в єдине число на основі функціоналу, який задається ознакою ідентифікації позицій елементів щодо незначущої та контурної складових.

Це забезпечує можливість інтегрування створеного інформативного представлення в різних умовах побудову базової платформи обробки відеокадрів і зниження часових затримок на обробку.

3.3. *Вперше* синтезовано метод формування двійкових кодових конструкцій синтаксичного опису відеокадрів на основі стратегії нерівномірного кодоутворення. Базовими відмінними особливостями методу є забезпечення двійкового кодоутворення нерівномірних контурованих відеопослідовностей в двохбазисному біадичному просторі на основі встановлення та обліку верхнього порогу на значення коду оконтурованої відеопослідовності залежно від параметрів структурних локально-просторових обмежень її незначущої і ключової складових в умовах відсутності додаткових службових даних. Це забезпечує установавання співвідношення між винятком внесення кількості кодової надмірності і втратами цілісності через не відповідності режиму двійкового кодоутворення.

3.4. *Вперше* синтезовано метод верифікації обробки VIP на основі формування чотирьох базових рівнів побудови кодових конструкцій. На відміну від існуючих підходів враховується рівень формування оконтурованої відеопослідовності, побудови двохбазисних біадичних чисел і наявність службової інформації про маски контурної інформації, вектори ознак наявності контурних елементів. Це дозволяє забезпечити заданий рівень семантичної цілісності статичних VIP в процесі їх реконструкції,



необхідний рівень інформативності синтаксичного опису, який відповідає вимогам по доступності статичного ВІР в системах аеромоніторингу.

4.1. **Внепруе** розроблено метод оцінки втрати цілісності відеоінформаційного ресурсу на основі методу семантичної обробки відеокадру з подальшим ефективним синтаксичним описом і використанням критичних рівнів значень пікового відношення сигнал/шум. Відмінні особливості методу полягають у тому, що: враховується механізм впливу процесу семантичної обробки та ідентифікації сегментів на параметри процесу формування ефективного синтаксичного опису ВІР; враховується механізм локалізації помилок семантичної обробки сегментів на рівні формування їх інформативного синтаксичного опису. Це дозволяє знизити втрати цілісності дистанційного статичного відеоінформаційного ресурсу.

4.2. **Внепруе** розроблено метод оцінки ймовірності, з якою забезпечується доступність ВІР, на основі формування ефективного синтаксичного представлення відеокадру. Відмінними характеристиками методу є забезпечення можливості щодо: виділення і доступності сегментів, які є значущими за семантичним змістом; формувати ефективний синтаксичний опис аерофотознімків на основі виявлення просторово-локальних структурних закономірностей для контурованих кадрів з врахуванням автоматичної інтелектуальної адаптації за ступенем семантичної інформативності сегментів. Це дозволяє провести оцінку доступності ДВІР із заданим рівнем цілісності в умовах аеромоніторингу КС.

Новизна отриманих результатів підтверджується відсутністю розроблених теоретичних положень і методів в існуючих положеннях теорії і практики цифрової обробки зображень та кодування інформації, теорії забезпечення безпеки інформаційних ресурсів.

**Практичне значення одержаних результатів** досліджень полягає в тому, що впровадження результатів науково-прикладних досліджень при організації інформаційного забезпечення систем управління КС військової та мирної специфіки на базі БПБК АЕРМ на основі програмно-апаратних реалізацій дозволило забезпечити наступні результати:

1. Розроблений метод (РМ) обробки ВІР з інтелектуальною ідентифікацією їх семантичного змісту забезпечує можливість для збереження цілісності сегментів відеокадрів, що проявляється в наступному:

1) виграш для РМ в режимі 1 щодо стандартизованих технологій в стратегії квантування 1 досягається на рівні 7 дБ для сегментів з незначущим семантичним навантаженням і 50 дБ для сегментів зі значним семантичним навантаженням. При цьому в режимах 1 і 2 для розробленого методу забезпечується доступність ДВІР в реальному часі;

2) в динаміці оцінки сегментів для РМ більше 90% сегментів потрапляють під нижню межу допустимого критичного рівня ПВСШ. При цьому сегменти зі значним семантичним навантаженням на 100% потрапляють вище рівня максимальної критичної межі ПВСШ. Для СтМ в

трубу по нижньому критичному рівню ПВСШ потрапляють тільки сегменти з незначущою семантикою контексту і тільки в режимі втрати цілісності.

2. Розроблений метод формування інформативного синтаксичного опису відеокадрів з інтелектуальною ідентифікацією семантичної інформативності забезпечує умови для збереження цілісності аерофотознімків з різним ступенем насиченості деталями і різним ландшафтом. Це проявляється в тому, що для РМ в режимі 1 ймовірність втрати цілісності ВІР по динаміці обробки сегментів зі значною семантичною інформативністю не перевищує 5 %, а з достатньою інформативним семантичним навантаженням не перевищує 3 %. Навпаки, для стандартизованих технологій синтаксичного представлення відеокадрів ймовірності втрати цілісності відповідно приймають значень від 40 до 60 % і від 35 до 55 %.

3. Для розробленого методу в порівнянні зі стандартизованими технологіями забезпечується збільшення синтаксичної щільності в наступних випадках:

- найбільше в динаміці значення синтаксичної щільності за сегментами з різним семантичним навантаженням досягається для РМ в режимі 2. Виграш в порівнянні з СтМ досягається в середньому в 5 разів для стратегії квантування 1 і в середньому в 1,5 – 2 рази для режиму 2;

- виграш по всій динаміці обробки сегментів для РМ в режимі 1 досягається відносно методу СтМ для першої стратегії квантування, і становить у середньому 1,5 – 2,5 разів.

4. Для розробленого методу щодо стандартизованих технологій по доступності до ВІР досягаються наступні результати:

4.1. Розроблений метод в режимі 2 забезпечує виграш по доступності до ВІР щодо стандартизованих технологій з другою стратегією квантування, а саме: для низькошвидкісних каналів в від 2 до 3 разів; для середньошвидкісних радіоканалів від 15 до 30 %.

4.2. Розроблений метод в режимі 1 забезпечує виграш по доступності до ВІР щодо стандартизованих технологій з другою стратегією квантування, а саме для низькошвидкісних радіоканалів для кадрів з низьким ступенем насиченості в середньому на 30 %.

4.3. Виграш для розробленого методу щодо стандартизованих технологій по доступності до ВІР забезпечується для таких випадків: в режимі 2 в 2,5 рази для малоформатних знімків і від 2,5 до 5 разів для середньоформатних знімків; для середньоформатного знімку з кількістю сегментів в кадрі не нижче  $12 \cdot 10^3$  стандартизовані технології не забезпечують доступність до ВІР (ймовірність доступності до ВІР не вище 0,2). В той час як розроблений метод забезпечує доступність з імовірністю 0,9 в режимі 2.

4.4. Виграш для розробленого методу щодо стандартизованих технологій досягається в наступних випадках:

1) для режиму 2: середньоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі на 20 %, широкоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі в 2,5 рази;

2) для режиму 1 для знімків з низьким ступенем насиченості: середньоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі на 20 %; широкоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі на 15 %.

4.5. На відміну від стандартизованих технологій розроблений метод забезпечує повну доступність: в режимі 2 для середньоформатних і широкоформатних знімків із середнім ступенем насиченості; в режимі 1 для середньоформатних з низьким ступенем насиченості деталями.

Практична значимість отриманих результатів дисертації підтверджується:

1) їх використанням при виконанні дослідно-конструкторських робіт у: науково-технічному спеціальному конструкторському бюро «ПОЛІСВІТ» ДНВП «Об'єднання Комунар» (акт реалізації від 23.03.2015 р.); ДП «Чугуївський авіаційний ремонтний завод» (акт реалізації від 05.01.2015 р.); ДП ЦКБ «Протон» (акт реалізації від 17.02.2015 р.); ЧАО «Вовчанський агрегатний завод» (акт реалізації від 13.04.2015 р.); Харківському державному виробничому авіаційному підприємстві «ХДАВП» (акт реалізації від 16.03.2015 р.);

2) в навчальному процесі Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (акт реалізації від 13.08.2015 р.).

Крім того отримано акт реалізації з в/ч 0306 на держбюджетну НДР шифр «ПАЛІТРА» (акт реалізації від 23.06.2015 р.), в якій автор був виконавцем.

**Особистий внесок здобувача.** Всі положення, які виносяться на захист, отримано автором особисто. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить наступне: у монографії [1] – проводиться обґрунтування актуальних і значущих погроз безпеці VIP в інфокомунікаційних системах; у монографії [2] – обґрунтовується напрямок для розробки концептуального методу підвищення безпеки VIP в системах аеромоніторингу КС з використанням БПБК; у статті [3; 38; 41] – створюється метод оцінки доступності дистанційного інформаційного ресурсу в умовах АЕРМ КС на основі інтелектуального методу обробки відеокадрів з ідентифікацією семантичної інформативності; у статтях [8; 32] – розробляно метод створення інформативного синтаксичного представлення відеокадру, який засновано на синтезі концептуальних аналітичних співвідношень що забезпечують побудову технології двохбазисного біадичного кодування, для формування кодового значення інформативного синтаксичного представлення нерівномірної оконтурованої відеопослідовності з маскою по опорних елементах з врахуванням вектору локальних контурних перепадів для варіанту, коли індексація елементів КВП проводиться без прив'язки до поточної позиції в рядку; у статтях [10; 31] – синтезовано метод оцінки цілісності VIP за семантично значущими сегментами для двохконцептуального методу обробки відеокадрів з ідентифікацією їх семантичного навантаження; у статті [13] – проведено

оцінку інформаційної інтенсивності і безпеки відеопотоку з врахуванням вбудовування статичних ресурсів відеоінформацій для бортових комплексів системи АЕРМ; у статтях [16; 22; 42] – проведено оцінку зростання інформаційної інтенсивності ВІР в умовах використання селективних методів захисту для систем АЕРМ відомчих організацій; у статті [20] – синтезовано метод оцінки синтаксичної інформативності оконтурованого сегменту на основі представлення оконтурованої відеопослідовності; у статтях [23; 25; 26; 52; 54; 55] – розроблено новий підхід інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності із збереженням необхідної контурної інформації; створюється метод формування кодового ідентифікатора синтаксичного представлення для оконтурованих відеопослідовностей на основі використання інформації про локально-просторові обмеження; у статті [24; 45; 47] – описано теоретичні основи і концептуальний метод інтелектуальної обробки ВІР для оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімка, які направлені на збереження контурної інформації; у статтях [27; 28; 39; 40; 43; 44; 48; 50; 53] – описано теоретичні основи для створення методів підвищення безпеки дистанційного ВІР в системі АЕРМ КС на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту за контурною інформацією; у статті [30; 49; 51] – розглянуто метод формування двійкових кодових конструкцій для ефективного синтаксичного опису на основі стратегії нерівномірного кодоутворення для кодових значень оконтурованих відеопослідовностей в двійковий простір.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертації доповідались і були обговорено на наступних науково-технічних, науково-практичних конференціях і семінарах: XII<sup>th</sup> International Conference ["Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, TCSET'2014"], (Lviv-Slavske, Ukraine, February 25 – March 1, 2014); XXII Міжнародна науково-практична конференція ["Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я"], (Харків, 21 – 23 травня 2014 р.); VI Международная научно-практическая конференция ["Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії"], (Харьков, 17 – 18 апреля 2014 г.); International Symposium ["IEEE East-West Design & Test"], (Kiev, Ukraine, September 26–30, 2014); The 4th International Scientific Conference "ITSEC" (Київ, 20 – 23 травня 2014 р.); Четверта міжнародна науково-практична конференція [«Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія»], (Вінниця, 28 – 30 травня 2014 р.); Вторая международная научно-практическая конференция ["Проблеми информатизации"], (Киев, 12 – 13 апреля 2014 г.); The XIII<sup>th</sup> International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics CADSM'2015 (24-27 February 2015 Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine); Науково-методична конференція ["Сучасні проблеми телекомунікації і підготовка фахівців в

галузі телекомунікацій – 2014"] / Національний університет "Львівська політехніка", 1-4 листопада 2014р.; Третя міжнародна науково-технічна конференція ["Проблеми інформатизації"], (Київ, 11 – 13 грудня 2014 г.); Науково-технічна конференція ["Інформаційна безпека України"] / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 12-13 березня 2015 р.; V Международная научно-практическая конференция ["«Обработка сигналов и негауссовских процессов», посвященной памяти профессора Кунченко Ю.П."], (Черкасы, 20 – 22 мая 2015 г.); V Міжнародна науково-практична конференція ["Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія" (ІТКІ-2015)] (Івано-Франківськ – Ворохта – Вінниця, 27 – 29 травня 2015 р.); IV Міжнародна науково-технічна конференція ["Захист інформації і безпека інформаційних систем"], (Львів, 4 – 5 червня 2015 р.) / Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2015; 15 Міжнародна науково-технічна конференція ["Проблеми інформатики та моделювання"], (Харків - Одеса, 14 – 18 вересня 2015 р.) / Національний технічний університет «ХПІ», Харків-Одеса, 2015.; International Symposium [«IEEE East-West Design & Test»], (Batumi, Georgia, September 26–29, 2015) / Batumi: 2015; IEEE Second International Scientific-Practical Conference [«IEEE Problems of Infocommunications. Science and Technology, PICS&T'2015»], (Kharkiv, Ukraine, October 13-15, 2015).

**Публікації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи 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. Зокрема п'ять апробацій на конференціях, які входять до складу міжнародної організації IEEE, та п'яти патентів на корисну модель.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і трьох додатків. Загальний обсяг дисертації - 354 сторінки. У дисертації наведено 47 рисунків (у тому числі 26 рисунків на 25 окремих сторінках), 22 таблиці (у тому числі 16 таблиць на 18 окремих сторінках), список використаних джерел із 231 найменувань на 26 сторінках, 3 додатки на 25 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність тематики наукового дослідження, сформульовано науково-прикладну задачу та доведено її важливість, сформульовано мету і завдання дисертації, представлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** обґрунтовано необхідність використання

відеоінформаційної взаємодії для підвищення ефективності систем управління кризових ситуацій на базі аеромоніторингу. Обґрунтовано необхідність підвищення безпеки дистанційного відеоінформаційного ресурсу. Визначено тривірневу ієрархію протиріч і існування науково-прикладної проблеми, що пов'язана з необхідністю підвищення безпеки ДВІР. Проведено обґрунтування необхідності розробки наукових основ підвищення доступності та цілісності ДВІР.

Основною характеристикою ефективності функціонування комплексів аеромоніторингу є час  $t_{ді}$  доведення відеоінформаційного ресурсу

$$t_{ді} = t_{фзн} + t_{фш} + t_{обр} + t_{п} + t_{онп}.$$

Тут  $t_{фзн}$  – час формування знімку;  $t_{фш}$  – час фільтрації шумів;  $t_{обр}$  – час обробки ВІР на борту, включаючи часові витрати на виділення інформативних ознак, підвищення синтаксичної щільності представлення ВІР, завадостійке кодування та шифрування;  $t_{п}$  – час передачі ВІР по радіоканалу;  $t_{онп}$  – час обробки ВІР на наземному пункті управління, включаючи часові витрати на реконструкцію знімків та їх дешифрування.

Базовими характеристиками є показник якості відеоінформаційного ресурсу, його повнота і достовірність, скритність і живучість систем відеомоніторингу та кваліфікація ОПР. Відповідно порушення даних характеристик є суть втрати безпеки інформації. Основними категоріями безпеки інформації є конфіденційність, доступність і цілісність. В якості кількісного показника, що характеризує доступність *пропонується* використовувати коефіцієнт  $K_{двір}$  відповідності реального часу  $t_{ді}$  доставки інформації щодо необхідного  $t_{тр}$ :

$$K_{двір} = F_d(t_{ді}; t_n; U_{обр}; U_{рк}; U_{пб}; H_{пб}; \Omega_a);$$

$$P_{ц} \geq P_{цн}, P_d \geq P_{дн},$$

де  $F_d(t_{ді}; t_n; U_{обр}; U_{рк}; U_{пб}; H_{пб})$  – функціонал, який задає співвідношення між  $t_{ді}$  та  $t_n$  в умовах: забезпечення необхідної цілісності ДВІР,  $P_{ц} \geq P_{цн}$ ; необхідної достовірності джерела інформації  $P_d \geq P_{дн}$ ; заданого комплексу характеристик аеромоніторингу, включаючи продуктивність  $U_{обр}$  бортової обчислювальної апаратури, характеристик пропускну здатності  $U_{рк}$  радіоканалів, швидкості  $U_{пб}$  польоту борту, висоти  $H_{пб}$  польоту борту; наявності зловмисників, що володіють можливістю проведення безлічі  $\Omega_a$  атак, спрямованих на втрату доступності ДВІР.

Цілісність ДВІР залежить від ступеня  $K_{сфі}$  відповідності отриманої інформації щодо сформованої інформації, і необхідного рівня  $K_{пі}$  її

роздільної здатності. З цих позицій цілісність  $P_{ц}$  являє собою комплексний показник, що виражається через функціонал

$$P_{ц} = \{K_{сфi}; K_{пi}\} = F_{ц}(\sigma_{пф}; \sigma_{обр}; \sigma_{п}; \sigma_{аз}; \sigma_{рс}).$$

Відповідно  $\sigma_{пф}$  - показник якості формування аерофотознімків;  $\sigma_{обр}$  - показник втрат цілісності на синтаксичному та семантичному рівні в результаті обробки для виділення та подання інформативних складових ДВІР;  $\sigma_{п}$  - показник втрат цілісності, обумовлений помилками в кодових конструкціях ВІР і втратами пакетів;  $\sigma_{аз}$  - показник втрат цілісності, обумовлений діями зловмисника;  $\sigma_{рс}$  - показник втрат цілісності ДВІР у випадках невідповідності реальної роздільної здатності щодо необхідної.

Оцінка інформаційної безпеки дистанційного ВІР, проводиться з врахуванням аналізу множини можливих порушень безпеки з обов'язковою ідентифікацією множини  $\Psi_{iy}$  джерел загроз, множини  $\Psi_{дф}$  факторів, що сприяють їх прояву і множини  $\Psi_{вр}$  вразливостей, що узагальнено задано таким співвідношенням:  $\Psi_{уб}: \{\Psi_{iy}; \Psi_{вр}\} \rightarrow \Psi_{збт}$ . Проведений аналіз процесу організації та функціонування бортових комплексів у КС, дозволяє зробити висновок, що найбільш актуальними і значущими є загрози доступності та цілісності, які обумовлені наявністю множини вразливостей, викликаних як умовами використання БПБК для інформаційного забезпечення, так і необхідністю зниження загроз втрати джерела інформації; наявністю множини антропогенних і техногенних загроз, у тому числі викликаних наявністю протиборчої сторони.

Таким чином, потрібно забезпечити підвищення доступності ДВІР АЕРМ КС,  $K_{двiр} = F_{д}(t_{дi}; t_{н}; U_{обр}; U_{рк}; U_{пб}; H_{пб}; \Omega_a) \rightarrow \max$  в умовах забезпечення необхідного рівня цілісності,  $P_{ц} = F_{ц}(\sigma_{пф}; \sigma_{обр}; \sigma_{п}; \sigma_{аз}; \sigma_{рс}) \geq P_{цн}$  для заданого комплексу характеристик аеромоніторингу,  $P_{д} \geq P_{дн}$  і зниження наслідків порушення безпеки інформаційних ресурсів, тобто

$$\Psi_{зб}: \{\Psi_{iy}; \{\Psi_{вр/фс}; \Psi_{вр/іс}; \Psi_{в/топ}; \Psi_{вр/уз}\}\} \rightarrow \Psi_{збт} \rightarrow \min.$$

Прийняті такі позначення:  $\Psi_{зб}$  - множина реалізацій загроз;  $\Psi_{iy}$  - множина джерел загроз;  $\Psi_{вр}$  - множина вразливостей, спрямованих на нанесення множини  $\Psi_{збт}$  збитків безпеки відеоінформаційного ресурсу.

Рішення даної проблеми організовується на основі системи забезпечення безпеки інформації аеромоніторингу. Однак для складових системи забезпечення доступності та цілісності ДВІР існує комплекс системних недоліків, які проявляються на таких рівнях, як: формування

аерофотознімків, корекція спотворень знімків, обробка відеокадрів на борту для виділення інформативних складових, завадостійке кодування, передача даних з використанням радіоканалів, управління польотом БПЛА.

Проведений аналіз дозволив дійти до висновку що, існуючі теоретичні основи і методи, не забезпечують необхідного рівня безпеки ДВІР за категоріями цілісності та доступності з врахуванням комплексу вразливостей процесу інформаційного забезпечення з використанням безпілотних бортових засобів АЕРМ. Тому є актуальною розробка наукові основи підвищення доступності та цілісності дистанційного ВІР в системі аеромоніторингу КС.

**Другий розділ** присвячено обґрунтуванню напрямку розробки наукових основ в системі забезпечення безпеки ДВІР для підвищення його доступності та цілісності в умовах наявності актуальних і значущих загроз.

Одним із ключових факторів, що впливають на безпеку відеоресурсів в системі аеромоніторингу КС, є зростання інформаційної інтенсивності. Тут з одного боку підвищення живучості та скритності проведення АЕРМ пов'язано з підвищенням маневреності і висоти польоту БПЛА. З іншого боку для вирішення комплексу завдань управління і забезпечення умов інформаційної переваги необхідно забезпечити необхідну роздільну здатність. Основним чинником, що визначає роздільну здатність оптико-електронної системи, є розмірність аерофотознімків. Чим вище висота польоту, тим більше повинна бути розмірність знімка для забезпечення необхідної детальності. Звідси різко збільшується інформаційна інтенсивність, аж до 10 Гбіт. В зв'язку з чим, час передачі одного кадру в залежності від його роздільної здатності і швидкості передачі даних досягає близько 2,26 годин. Отже, для досягнення інформаційної переваги *для системи забезпечення інформаційної безпеки*, існує **суперечність**, в основі якої лежить дисбаланс між вимогами щодо забезпечення доступності та цілісності інформації в умовах зниження загроз втрати джерела з врахуванням наявності комплексу вразливостей, антропогенних загроз. Ядром такого дисбалансу є зростання інформаційної інтенсивності до критичного рівня. Потрібно забезпечити відповідність між реальним часом  $t(V; U_{обр}; U_{рк}; U_{пб}; H_{пб}; \Omega_a)_{ді}$  доставки ДВІР із заданою інформаційною інтенсивністю  $V^{(тр)}$  і мінімальним часом,  $\min\{t_n; t_{мз}; t_{сз}; t_m\}$ , тобто

$$t(V; U_{обр}; U_{рк}; U_{пб}; H_{пб}; \Omega_a)_{ді} \leq \min\{t_n; t_{мз}; t_{сз}; t_m\},$$

при виконанні вимог з інформаційної інтенсивності і детальності знімка, що представляється нерівностями  $V \geq V^{(тр)}$ ,  $d \leq d_0$ , в умовах забезпечення необхідного рівня цілісності  $P_{ц} = F_{ц}(\sigma_{пф}; \sigma_{обр}; \sigma_{п}; \sigma_{аз}; \sigma_{рс}) \geq P_{цтр}$  для заданого комплексу характеристик АЕРМ, що задається формулою  $P_d \geq P_{дн}$ , і за умови зниження наслідків порушення безпеки інформаційних



ресурсів. Тут  $V^{(TP)}$  – необхідна інформаційна інтенсивність ДВІР, що визначається виходячи з умов зниження загрози втрати джерела ДВІР і забезпечення необхідного рівня його цілісності. Мінімальний час  $\min\{t_H; t_{M3}; t_{C3}; t_M\}$  визначається наступними факторами: своєчасної  $t_H$  доставки відеокадрів із заданою роздільною здатністю; можливість доставки даних за допустимий час  $t_M$ , з врахуванням енергетичних обмежень бортової апаратури; можливість доставки даних за допустимий час  $t_{M3}$ , що задається з врахуванням обмеженого часу між формуванням сусідніх кадрів; обмеженого часу  $t_{C3}$  сеансу зв'язку.

Для цього *розвинуто* методи обробки ВІР для зниження їх інформаційної інтенсивності на основі виділення інформативних складових на синтаксичному та семантичному рівнях. Такі технології будуються на базі теорій інформації та цифрової обробки зображень. В теж час не враховуються проблемні обмеження щодо бортової обробки аерофотознімків. В результаті для існуючих технологій на рівнях семантичної і синтаксичної обробки проявляються проблемні аспекти. Перший проблемний аспект відноситься до питання підвищення інформаційної щільності синтаксичного опису відеокадру на основі виявлення його інформативних складових. Другий проблемний аспект відноситься до питань семантичного аналізу відеознімків. Третій проблемний аспект створюється питаннями щодо теоретичної бази для оцінки ступеня семантичної інформативності сегментів аерофотознімків. Для вирішення таких аспектів на семантичному рівні *пропонується* розробити наукові основи підвищення інформативної щільності синтаксичного опису відеоресурсу з врахуванням нерівномірного розподілу семантичного навантаження в аерофотознімках на основі ідентифікації значущих об'єктів за ступенем їх семантичної інформативності. На синтаксичному рівні *пропонується* будувати методи, що дозволяють: додатково підвищити щільність опису інформативних семантичних складових; забезпечити одночасний облік яскравості та контурної інформації; забезпечити компенсацію помилок на етапах семантичної обробки. З врахуванням чого, системний підхід для вирішення сформульованого протиріччя на даних аспектах полягає у створенні теоретичної бази і методів побудови ефективного синтаксичного опису контекстного змісту відеокадрів з використанням інтелектуалізації процесу ідентифікації об'єктів кризового аеромоніторингу за ступенем інформативності їх семантичного змісту.

У загальному вигляді процес обробки ВІР представляється наступним співвідношенням:

$$F_{\text{обр}} = \{F_M; F(I)_{\text{рп}}; F(I)_{\text{оц}}; F(I)_{\text{сі}}; F(S)_{\text{орр}}; \Psi^{(r)}; F(\Psi^{(r)}); F(\Psi^{(r)})_{\text{к}}^{(r)}; F(L)\}.$$

Тут  $F_{\text{обр}}$  – множина методів в системі забезпечення безпеки ВІР, яка формується наступними множинами:  $F_M$  методів маскування семантичного

змісту по синтаксичному опису VIP;  $F(I)_{\text{пр}}$  правил прийняття рішень щодо важливості семантичного змісту;  $F(I)_{\text{оц}}$  методів оцінки ступеня інформативності семантичного змісту VIP;  $F(I)_{\text{сі}}$  правил прийняття рішень щодо рівня інформативності семантичного змісту VIP;  $F(S)_{\text{огр}}$  правил визначення обмежень і вимог щодо ступеня інформативного синтаксичного опису VIP;  $\Psi^{(r)}$  кількісних характеристик, які задають закономірності, що виявляються для синтаксичного і семантичного опису вихідного VIP;  $F(\Psi^{(r)})$  методів виявлення закономірностей;  $F(\Psi^{(r)})_{\text{к}}^{(r)}$  методів формування інформативного синтаксичного опису відповідного семантичного змісту VIP з врахуванням закономірностей;  $F(L)$  правил формування двійкових кодових конструкцій ефективного синтаксичного опису семантичного змісту VIP.

Основні результати науково-прикладних досліджень **третього розділу** полягають у розробці концептуального методу інтелектуальної обробки відеоінформаційних ресурсів на основі ідентифікації ступеня інформативності їх семантичного змісту.

Метод інтелектуальної обробки відеоресурсу з врахуванням оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімку пропонується будувати на основі обробки та аналізу контурної інформації сегментів з використанням системи вирішальних правил. Структурна схема концептуального методу в розгорнутому вигляді представлена на рис. 1.

Сюди входять наступні базові етапи.

*Перший етап.* Отримання оцінки семантичного змісту сегментів відеознімків з позиції аналізу масок контурної інформації в умовах зменшення ймовірності пропуску реальних контурів. Для цього пропонується використовувати методи *Собела* або *Лапласіан (LoG)*.

*Другий етап.* Синтез метрики для оцінки інформативності семантичного змісту сегмента за його контурною інформацією. Для чого пропонується використовувати характеристики, що враховують структурні особливості двійкових масок, а саме: наявність контурного елемента в сегменті маски; зрізаність двовимірного двійкового поля переходами з фону в контур; наявність топологічного взаємозв'язку між контурними елементами. Для обліку структурних особливостей маски контурної інформації пропонується в якості складових метрики використовувати набори вагових показників (рис. 1). Під ваговим показником позиції з координатами  $(i, j)$  будемо розуміти величину  $\theta_{i, j}$ , що містить інформацію  $\theta_i$ ,  $\theta_j$  про наявність контурного елемента відповідно або в  $i$ -му рядку або в  $j$ -му стовпці.

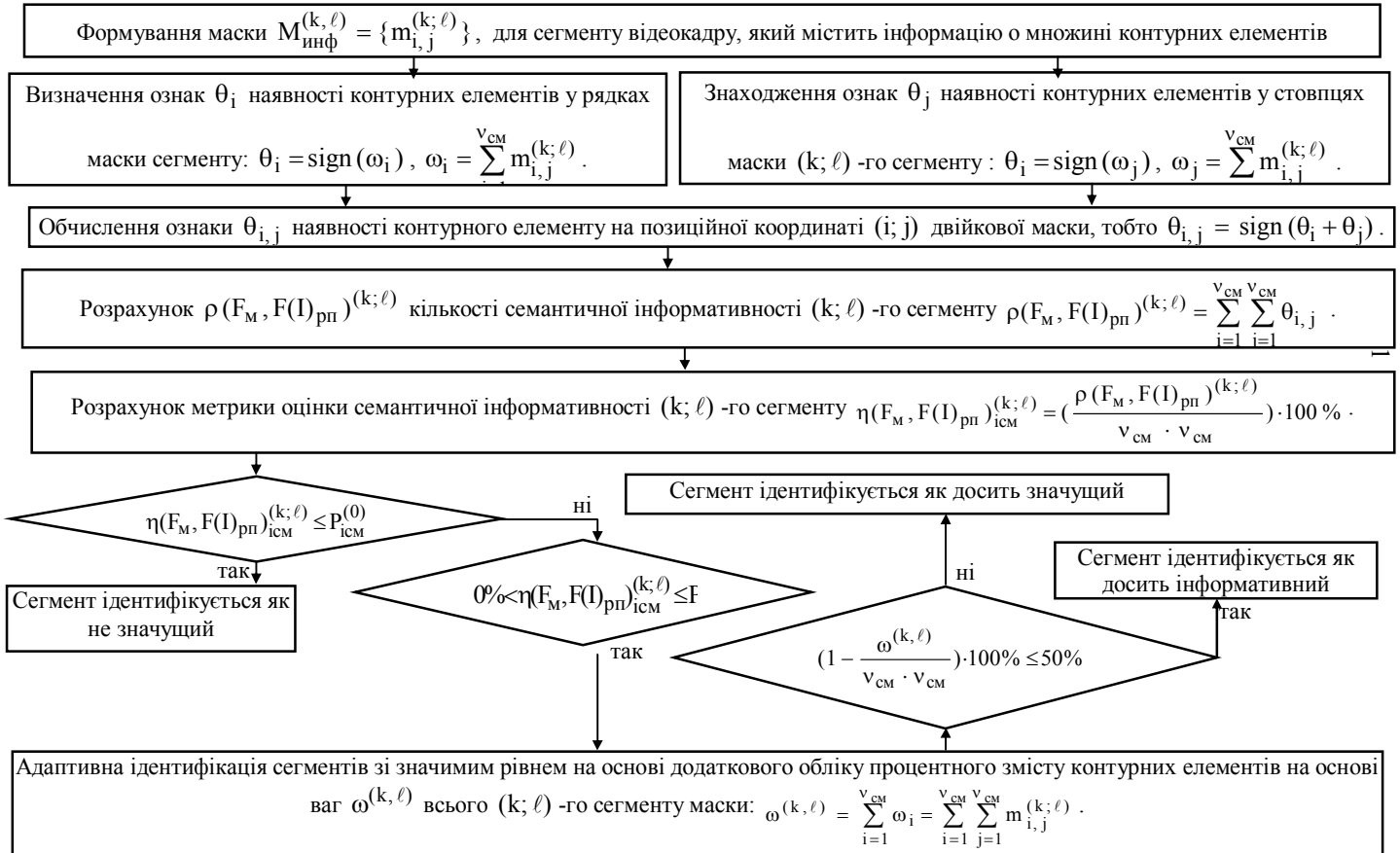


Рис. 1. Метод автоматичної ідентифікації ступеня інформативності семантичного змісту відеоінформаційного ресурсу

Це задається наступною системою:

$$\theta_{i,j} = \begin{cases} 0, & \rightarrow \theta_i + \theta_j = 0; \\ 1, & \rightarrow \theta_i + \theta_j \geq 1. \end{cases}$$

Відповідно метрика  $\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)}$  інформативності сегмента по контурній інформації буде задаватися як сума вагових показників по всіх позиціях маски, а саме:  $\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} \theta_{i,j}$ .

*Третій етап.* Встановлення відповідності між ступенем семантичної інформативності і значенням структурної метрики. Для такої ідентифікації сегмента відеокадру необхідно використовувати класифікуюче правило (рис. 1). Для цього *пропонується* використовувати такий вираз:

$$\eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k;\ell)} = (\rho(F_M, F(I)_{pp})^{(k;\ell)} / v_{cm} \cdot v_{cm}) \cdot 100\% \leq P_{icm},$$

де  $P_{icm}$  – порогове значення для ідентифікації ступеня семантичної інформативності сегмента маски;  $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k;\ell)}$  – ступінь семантичної інформативності  $(k;\ell)$ -го сегмента за його контурною інформацією.

Виходячи з практичних розрахунків, пропонується в якості порогового рівня  $P_{icm}$  вибирати 70%. Тоді згідно з правилом ідентифікації можливі наступні варіанти. Коли виконується рівність  $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k;\ell)} = 0\%$ . Такий сегмент буде ідентифікуватися як незначний. Якщо виконується умова

$$0\% < \eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k;\ell)} \leq 70\%,$$

то сегмент буде ідентифікуватися як досить інформативний. І, нарешті, якщо виконується нерівність  $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k;\ell)} > 70\%$ , то сегмент є значущим.

В той же час кількість значущих значень величини  $\theta_{i,j}$  може істотно перевищувати реальну кількість контурних елементів в масці. Це є причиною формування надмірної ваги при оцінці ступеня інформативності сегмента. Звідси сегмент з помірно насиченістю контурної інформацією може бути ідентифікований як значимий. Для виключення таких випадків і підвищення чутливості запропонованої структурної метрики *пропонується* додатково враховувати процентний вміст контурних елементів. Дана інформація формується як проміжні відомості на першому етапі методу ідентифікації сегмента відеознімку, у вигляді вагових коефіцієнтів  $\omega_i$  рядків сегмента

маски, що задається формулою:  $\omega_i = \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k;\ell)}$ . З врахуванням чого,

вага  $\omega^{(k, \ell)}$  всього  $(k; \ell)$ -го сегменту маски за кількістю контурних елементів

буде визначатися як:  $\omega^{(k, \ell)} = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \omega_i = \sum_{i=1}^{v_{cm}} \sum_{j=1}^{v_{cm}} m_{i,j}^{(k; \ell)}$ . На основі отриманого

вагового коефіцієнту адаптивна ідентифікація сегментів зі значимим рівнем метрики  $\eta(F_M, F(I)_{pp})_{icm}^{(k; \ell)}$  здійснюється за рахунок додаткової перевірки наступної умови:  $(1 - \omega^{(k, \ell)} / v_{cm} v_{cm}) \cdot 100\% \leq 50\%$ .

Якщо умова виконується, то поточний сегмент ідентифікується як значущий. В іншому випадку - як досить інформативний.

Оцінка ефективності та адекватності методу ідентифікації сегментів відеокадрів за ступенем їх семантичної інформативності проводиться для аерофотознімків, наведених на рис. 2 і 3, на яких виділені найбільш показові сегменти. У результаті кількісної обробки можна зробити висновок, що для сегментів зі значущим семантичним контекстом значення показника кількості семантичної інформації для методу Собеля є не нижче 80%, що відповідає обраному порогу.

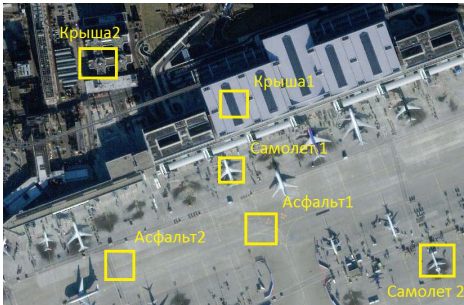


Рис. 2. Фрагмент аерофотознімку аеродрому (ДВП з підвищеною семантичною інформативністю)

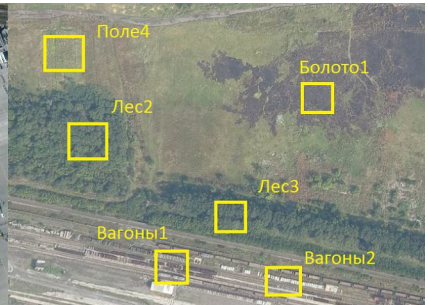


Рис. 3. Фрагмент аерофотознімку місцевості (ДВП з достатньою семантичною інформативністю)

Для оцінки ефективності ідентифікації сегментів відеокадру за його семантичною інформативністю пропонується використовувати показники помилки першого і другого роду. Можливі дві основні ситуації, коли: сегмент правильно ідентифікується за ступенем семантичної інформативності й навпаки. Для оцінки ефективності процесу ідентифікації сегментів маски відеокадру використовуються ймовірності виникнення найбільш значущих варіантів, а саме: ймовірність правильно ідентифікованих сегментів як значущих за ступенем семантичної інформативності; ймовірність ідентифікації значущих сегментів як незначущі за семантичним навантаженням. На основі оцінки ефективності процесу ідентифікації з використанням результатів обробки аерофотознімків можна визначити, що:

величина помилки першого роду не перевищує значення 0,15; величина помилки другого роду не перевищує рівня 0,12; ймовірність правильної ідентифікації сегментів як інформативних відповідно знаходиться на рівні 0,89 і 0,87; ймовірність ідентифікації значущих і досить інформативних сегментів як незначущі за семантичним навантаженням не перевищує рівня 0,11 і 0,12.

Таким чином створено метод інтелектуальної ідентифікації сегментів за ступенем семантичної інформативності, який забезпечує досить достовірні результати. Це дозволяє створити умови для забезпечення необхідного рівня безпеки ВІР в умовах обмеженого часового ресурсу на обробку відеокадрів.

У **четвертому розділі** проведено синтез методу інформативного синтаксичного опису семантично ідентифікованих кадрів в двоalfавітному біадичному просторі.

В основі методу обробки відеокадрів *покладається* концепція створення інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності із збереженням необхідної контурної інформації. *В той же час задачі автоматичної настройки рівня синтаксичної інформативності щодо ступеня семантичної інформативності сегментів недостатньо вирішені.*

Для виділення особливостей обробки сегмента з врахуванням маски контурної інформації пропонується ввести структурну одиницю тобто формувати контуровану відеопослідовність, що складається з двох компонент як показано на рис. 4.

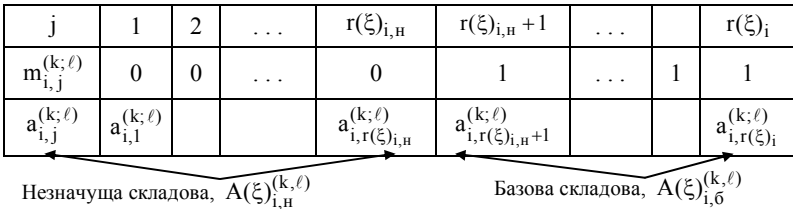


Рис. 4. Схема позиціонування опорних і незначущих елементів у сегменті відеокадра

Це задається співвідношенням  $A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$ , де  $A(\xi)_{i,n}^{(k,\ell)}$  – незначуща послідовність;  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  – контурна (базова) послідовність.

Змішаний підхід щодо побудови контурованих відеопослідовностей дозволяє враховувати характер контурних переходів. У свою чергу це забезпечить виявлення інформації щодо величини контурних перепадів.

Кожну структурну складову контурованого опису сегмента *пропонується* характеризувати наступними параметрами: довжиною серії; величиною локального перепаду; рівнем діапазону значень початкового

елемента. Побудова функціонального перетворення  $F(\Psi^{(1)})_k^{(1)}$  для кодування контурованої відеопослідовності на синтаксичному рівні *пропонується* організувати на основі її апроксимації з використанням структурно-позиційного підходу, який базується на додатковому виявленні закономірностей  $\Psi^{(1)}$ , заснованих на обліку локально-контурних властивостей сегмента відеокадру. Виявлення локально-контурних властивостей  $\Psi(\xi)^{(1)}$  контурованих відеопослідовностей *пропонується* здійснювати на основі врахування обмеженого локального перепаду  $\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)}$  як для незначущої складової, так і локального контурного перепаду  $\delta(\xi)_{i,6}^{(\max)}$  для базової складової. Це задається формулою

$$F(\Psi^{(1)}): \{S(\xi)_i^{(k,\ell)}; M(\xi)_{i,kl}^{(k,\ell)}\} \rightarrow \Psi^{(1)} = \{\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)}; \delta(\xi)_{i,6}^{(\max)}\};$$

для  $S(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_i^{(k,\ell)}$ .

Дані характеристики визначаються як максимальний приріст для незначущої і контурної складових і характеризують локальні просторово-часові властивості контурованих відеопослідовностей, що описується виразами:  $\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} = \max_{2 \leq j \leq r(\xi)_{i,n}} \delta(\xi)_{i,n}^{(j)}$ ,  $\delta(\xi)_{i,6}^{(\max)} = \max_{r(\xi)_{i,n}+1 \leq j \leq r(\xi)_{i,6}} \delta(\xi)_{i,6}^{(j)}$ ,

де  $\delta(\xi)_{i,n}^{(j)}$  – локальний приріст між суміжними елементами незначущої складової для  $\xi$ -ої відеопослідовності,  $j = \overline{1, r(\xi)_{i,n}}$ , тобто

$$\delta(\xi)_{i,n}^{(j)} = |a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|, \quad j = \overline{1, r(\xi)_{i,n}}; \quad \delta(\xi)_{i,6}^{(j)} - \text{локальний приріст між}$$

суміжними базовими елементами,  $j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,6}}$ , тобто

$$\delta(\xi)_{i,6}^{(j)} = |a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|, \quad j = \overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_{i,6}}. \text{ Наведені співвідношення}$$

задають структурний опис КВП з врахуванням виявлення контурних локальних перепадів. Це забезпечує: підвищення чутливості складової яскравості контурної інформації; облік плавних змін характеристик яскравості для незначущої складової КВП.

Для додаткового обліку особливості незначущої складової, що складається у відносно низькому її семантичному навантаженні, *пропонується* використовувати інтерполіруючу апроксимацію. Відповідно інтерпольовані елементи позиціонуються в апертурі між опорними, що задається виразом

$$A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,6}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,ин}^{(k,\ell)} \rightarrow A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,6}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}.$$

Тут  $A(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$  – послідовність опорних елементів незначущої складової

$\xi$ -ої КВП для  $i$ -го рядка  $(k; \ell)$ -го сегменту відеокадру, що задається як  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} = \{a_{i,1}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,j}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,r(\xi)_{i,0}}^{(k,\ell)}\}$ ;  $A(\xi)_{i,\text{ін}}^{(k,\ell)}$  – послідовність інтерпольованих елементів незначущої складової,  $A(\xi)_{i,\text{ін}}^{(k,\ell)} = \{a_{i,1}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,j}^{(k,\ell)}, \dots, a_{i,r(\xi)_{i,\text{ін}}}^{(k,\ell)}\}$ .

У зв'язку з чим, задається обмеження  $\delta(\xi)_{i,0}^{(j)}$  на характеристику локального структурного приросту для незначущої складової  $A(\xi)_{i,\text{ін}}^{(k,\ell)}$  враховуючи залежності тільки між опорними елементами, що записується виразами:

$$\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} = \max_{2 \leq j \leq r(\xi)_{i,0}} \delta(\xi)_{i,0}^{(j)}, \quad \delta(\xi)_{i,0}^{(j)} = |a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|, \quad j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}.$$

де  $\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)}$  - максимальне значення для вектора локально-просторових змін для елементів послідовності  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ .

У цьому випадку структурні обмеження на елементи контурованої відеопослідовності задаються наступними системами співвідношень:

а) для інтерпольованої складової  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  КВП:

$$\begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,0}^{(1)} = H(\xi)_{i,0} - 1 = \max_{1 \leq j \leq r(\xi)_{i,0}} a_{i,j}^{(k,\ell)}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{2, r(\xi)_{i,0}}; \end{cases} \quad (1)$$

б) для базової складової  $A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  КВП:

$$\begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,0}^{(r(\xi)_{i,\text{н}}+1)} = |a_{i,r(\xi)_{i,\text{н}}+1}^{(k,\ell)} - a_{i,r(\xi)_{i,\text{н}}}^{(k,\ell)}|, \rightarrow j = r(\xi)_{i,\text{н}} + 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,\text{н}} + 2, r(\xi)_{i,0}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, \rightarrow j = \overline{r(\xi)_{i,\text{н}} + 2, r(\xi)_{i,0}}. \end{cases} \quad (2)$$

Таким чином, контуровану відеопослідовність допускається розглядати як сукупність двох позиційних чисел з локально-контурними обмеженнями.

Вектор  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  основ задається виразами:

$$\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} = \{\lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = H(\xi)_{i,0}; \quad \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1\}; \quad (3)$$

$$\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)} = \{\lambda(\xi)_{i,1}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,0}^{(r(\xi)_{i,\text{н}}+1)} + 1; \quad \lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = 2\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1\}, \quad (4)$$



де  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  і  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$  – вектор основ відповідно для незначущої і контурної складових КВП.

Тому *пропонується* контуровану послідовність розглядати як *двохбазисне біадичне* число відповідно до векторів основ  $\Lambda(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$  і  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ .

Оцінка інформативності створеного синтаксичного представлення здійснюється за допомогою знаходження ваги  $V(\xi)_i^{(k,\ell)}$  ефективного синтаксичного представлення контурованої відеопослідовності, що задається співвідношенням

$$V(\xi)_i^{(k,\ell)} = [\ell \log_2 H(\xi)_{i,0} (2\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,0} - 1} \times \\ \times (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,\delta} + 1)} + 1) (2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta} - 1}] + 1.$$

Тоді вираз для оцінки синтаксичної щільності  $\eta(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)}$  для  $\xi$ -й контурованої відеопослідовності визначається як  $\eta(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)} = r(\xi)_i / V(\xi)_i^{(k,\ell)}$ .

Це дозволяє оцінити ефективність представлення контурованої відеопослідовності шляхом двохбазисного біадичного опису, що проводиться на основі оцінки величини виграшу щодо синтаксичної щільності відносно щільності вихідного представлення, тобто обчислюється коефіцієнт  $k(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)}$  приросту щільності, а саме  $k(\xi)_{i,\text{син}}^{(k,\ell)} = (1 - (\bar{V}(\xi)_i^{(k,\ell)} / b)) \times 100\%$ . Тут  $b$  - кількість біт, що відводиться на представлення елемента КВП. Відповідна оцінка показує, що приріст за синтаксичною щільністю досягає 90 %.

Таким чином, розроблено *новий підхід* до інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності зі збереженням необхідної контурної інформації.

Основним науково-прикладним результатом **п'ятого розділу** є метод підвищення безпеки ДВІР на основі інтелектуальної обробки відеознімків з автоматичною ідентифікацією семантичної інформативності.

Ключовим етапом процесу формування інформативного синтаксичного представлення сегментів відеокадрів з врахуванням концепції оцінки семантичної інформативності є формування КВП, що розглядаються як двохбазисні біадичні числа  $A(\xi)_i^{(k,\ell)}$  довжиною  $r(\xi)_i'$ , тобто  $A(\xi)_i^{(k,\ell)} = A(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)} \cup A(\xi)_{i,0}^{(k,\ell)}$ . Узагальнений функціонал генерування допустимих чисел представляється записом  $F(\Psi^{(1)}) = \{F(\Psi_{i,0}^{(k,\ell)}); F(\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)})\}$ . Тут перший базис для незначущої складової задається співвідношеннями:

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = \begin{cases} H(\xi)_{i,0}, & \rightarrow j=1; \\ 2\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} + 1, & \rightarrow j=2, \overline{r(\xi)_{i,0}}; \end{cases} \quad H(\xi)_{i,0} = \max_{1 \leq j \leq r(\xi)_{i,0}} a_{i,j}^{(k,\ell)} + 1;$$

$$\delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} = \max_{2 \leq j \leq r(\xi)_{i,0}} (|a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|); \quad r(\xi)_{i,0} = \left\lceil r(\xi)_{i,n} / (v(\xi)_i + 1) \right\rceil.$$

Відповідний функціонал  $F(\Psi_{i,0}^{(k,\ell)})$  закономірностей описується системою

$$\Psi_{i,0}^{(k,\ell)} : \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,0}^{(1)} = H(\xi)_{i,0} - 1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, & \rightarrow j=2, \overline{r(\xi)_{i,0}}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,0}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, & \rightarrow j=2, \overline{r(\xi)_{i,0}}; \end{cases}$$

Базис  $\{\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}; r(\xi)_{i,\delta}\}$  ключової складової формується виразами:

$$\lambda(\xi)_{i,j}^{(k,\ell)} = \begin{cases} 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} + 1, & \rightarrow j=r(\xi)_{i,n}+1; \\ 2\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1, & \rightarrow j=\overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_i}; \end{cases}$$

$$\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)} = |a_{i,r(\xi)_{i,n}+1}^{(k,\ell)} - a_{i,r(\xi)_{i,n}}^{(k,\ell)}|;$$

$$\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} = \max_{r(\xi)_{i,n}+1 \leq j \leq r(\xi)_i} (|a_{i,j}^{(k,\ell)} - a_{i,j-1}^{(k,\ell)}|); \quad r(\xi)_i = r(\xi)_{i,n} + r(\xi)_{i,\delta}.$$

Побудова відповідних закономірностей досягається за функціоналом  $F(\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)})$ :

$$\Psi_{i,\delta}^{(k,\ell)} : \begin{cases} a_{i,1}^{(k,\ell)} \leq \delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)}, & \rightarrow j=r(\xi)_{i,n}+1; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} - \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \leq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, & \rightarrow j=\overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_i}; \\ a_{i,j}^{(k,\ell)} + \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \geq a_{i,j-1}^{(k,\ell)}, & \rightarrow j=\overline{r(\xi)_{i,n}+2, r(\xi)_i}. \end{cases}$$

Тут  $v(\xi)_i$  - довжина апроксимованої ділянки;  $\delta(\xi)_{i,\delta}^{(r(\xi)_{i,n}+1)}$  - контурний приріст на кордоні між незначущою і контурною складовою КВП;  $H(\xi)_{i,n}$  - діапазон значень елементів незначущої складової для  $\xi$ -й КВП.

В цих умовах для формування кодового ідентифікатора синтаксичного представлення КВП формуються і доводиться теорема.

*Теорема про кодове значення КВП (формування функціоналу  $F(\Psi^{(1)})^{(1)}_k$ ).*

Кодове значення  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для нерівномірної контурованої відеопослідовності  $A'(\xi)_i^{(k, \ell)}$  з маскою  $M(\xi)_i^{(k, \ell)}$  по опорних елементах з врахуванням вектора  $\Delta(\xi)_i$  локальних контурних перепадів для варіанту, коли індексація елементів КВП проводиться без прив'язки до поточної позиції у рядку, визначається за таким співвідношенням:

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=1}^{r(\xi)_{i,0}-1} a_{i,\tau}^{(k, \ell)} (\delta(\xi)_{i,h}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,0}-\tau} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} + \\ + \sum_{\tau=r(\xi)_{i,h}+1}^{r(\xi)_i} a_{i,\tau}^{(k, \ell)} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}+r(\xi)_{i,h}-\tau}.$$

Тут  $\Delta(\xi)_i$  - вектор локальних контурних перепадів для КВП

$$\Delta(\xi)_i = \{ \delta(\xi)_{i,h}^{(\max)}; \delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} \}.$$

На основі доведеної теореми можна отримати значення кодів  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для різних варіантів індексації елементів ДББЧ. Якщо ввести ознаку того, що позиція  $\tau$ -го поточного елемента, що оброблюється, не вийшла за межі незначущої послідовності, тобто  $\tau \leq r(\xi)_{i,0}$ :

$$\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}) = \text{sign}(1 - \text{sign}(\tau - r(\xi)_{i,0})) = \begin{cases} 1, & \rightarrow \tau \leq r(\xi)_{i,0}; \\ 0, & \rightarrow \tau > r(\xi)_{i,0}, \end{cases}$$

то отримаємо кодовий ідентифікатор у вигляді згортки

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) = \sum_{\tau=0}^{r(\xi)_i} a_{i,j+\tau v(\xi)_i}^{(k, \ell)} \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}) + (\tau - r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,h})(1 - \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})) \times \\ \times (\delta(\xi)_{i,h}^{(\max)} + 1)^{(r(\xi)_{i,0} - \tau - 1)\varphi(\tau; r(\xi)_{i,0})} \times \\ \times (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta} - (\tau - r(\xi)_{i,0} + r(\xi)_{i,h})(1 - \varphi(\tau; r(\xi)_{i,0}))}.$$

Розглянемо тепер етап, який пов'язано з побудовою двійкових кодових конструкцій для ефективного синтаксичного опису. При цьому потрібно враховувати те, що з одного боку значення кодів  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для різних контурованих відеопослідовностей будуть нерівномірними, а з іншого боку необхідно забезпечити виключення внесення кількості кодової надмірності і

втрати цілісності. Для встановлення такої відповідності формулюється і доводиться теорема.

*Теорема про відповідність режиму двійкового кодоутворення в системі ДББЧ.* Значення коду  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  контурованої відеопослідовності для заданих значень параметрів  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,n}$ ,  $r(\xi)_{i,o}$  і  $r(\xi)_{i,\delta}$ , обмежена зверху величиною  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$ :

$$E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i) \leq W(\xi)_i^{(k,\ell)} = (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,o}} (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1)^{r(\xi)_{i,\delta}} - 1,$$

де  $W(\xi)_i^{(k,\ell)}$  - кількість двохбазисних біадичних чисел з обмеженнями  $\Lambda(\xi)_{i,o}^{(k,\ell)}$ ,  $\Lambda(\xi)_{i,\delta}^{(k,\ell)}$ ,  $r(\xi)_{i,n}$ ,  $r(\xi)_{i,o}$  і  $r(\xi)_{i,\delta}$ .

На основі даного виразу визначається максимальна кількість розрядів на двійкове утворення  $L(\xi)_i^{(k,\ell)}$  кодового значення  $E(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  для  $\xi$ -й КВП  $i$ -го рядка  $(k; \ell)$ -го сегмента відеокадру, що задано формулою

$$V(\xi)_{i,\max}^{(k,\ell)} = r(\xi)_{i,o} \log_2 (\delta(\xi)_{i,n}^{(\max)} + 1) + r(\xi)_{i,\delta} \log_2 (\delta(\xi)_{i,\delta}^{(\max)} + 1).$$

З його аналізу видно, що не потрібне знання додаткової службової інформації.

Для підвищення безпеки відеоресурсу виконується верифікація концепції обробки відеокадрів з врахуванням попередньої їх інтелектуальної ідентифікації за ступенем семантичної інформативності та відповідного до синтаксичної щільності кодування. Потрібно досягти три ключові умови, а саме: заданий рівень семантичної цілісності статичних VIP, які одержуються після реконструкції; необхідний рівень інформативності синтаксичного опису, що відповідає вимогам до доступності статичного VIP в системах АЕРМ; можливість обробки службових даних, які формуються відповідно до впроваджуваної технології кодування, застосовуючи базові засоби створеної системи обробки відеокадрів. Це забезпечується, по-перше, шляхом сумісності технологічних аспектів двох концепцій обробки статичних відеоресурсів відносно підтримки виконання умови доступності та цілісності на рівні формування інформативних складових кодових конструкцій синтаксичного опису. По-друге, шляхом сумісності обробки службових даних для двох концептуальних складових.

Для забезпечення заданого рівня семантичної цілісності та доступності VIP; скорочення службових даних структура кодового представлення відеопотоку включає чотири рівні ієрархії. А саме рівень КВП, другий рівень це рівень рядків сегментів, структура рівня окремих сегментів, четвертий рівень відповідає рівню всього відеокадру.

Таким чином, вирішено четверту науково-прикладну задачу розробки теоретичних основ підвищення безпеки дистанційного VIP в системі АЕРМ КС на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного

синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту стосовно контурної інформації.

**Шостий розділ** дисертації присвячено оцінці безпеки дистанційно-сформованого VIP в системі АЕРМ кризових ситуацій.

Втрата цілісності відеоресурсу, характеризується величиною відхилення відновленого елемента щодо вихідного значення елемента КВП. Цей вираз з використанням декодуючого функціоналу визначається таким чином:

$$\varepsilon(\xi)_{i,j}^{(k;\ell)} = a(\xi)_{i,j}^{(k;\ell)} - a(\xi)'_{i,j}^{(k;\ell)} = a(\xi)_{i,j}^{(k;\ell)} - \varphi_{i,j}^{(-1)}(E'(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i); \Delta'(\xi)_i).$$

Тут  $\Delta'(\xi)_i$ ,  $E'(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i)$  - вектор базисів ДББ простору і відповідне кодове значення  $\xi$ -й КВП, які отримані за умови наявності факторів помилок  $\Delta r(\xi)_{i,n}$  і  $\Delta r(\xi)_{i,o}$ ;  $\varphi_{i,j}^{(-1)}(E'(\Delta(\xi)_i; r(\xi)_i); \Delta'(\xi)_i)$  - декодуючий функціонал для реконструкції значення  $a(\xi)'_{i,j}^{(k;\ell)}$  відповідного  $j$ -го елемента  $\xi$ -й КВП для  $i$ -го рядка  $(k;\ell)$ -го сегменту в умовах наявності факторів помилок  $\Delta r(\xi)_{i,n}$  і  $\Delta r(\xi)_{i,o}$ .

Тоді кількісно оцінку рівня втрат цілісності *пропонується* проводити на основі пікового відношення сигнал/шум  $h_{\text{син}}^{(k;\ell)}$  з чутливістю на рівні контурованої відеопослідовності. Для оцінки значущості втрати цілісності в сегменті відеокадру *пропонується* ввести критичний рівень  $h_{\text{крит}}$  відношення сигнал/шум. З врахуванням чого, для оцінки забезпечення цілісності VIP *пропонується* використовувати: ймовірності  $P(1; h \geq h_{\text{крит}})$  та  $P(2; h \geq h_{\text{крит}})$  збереження цілісності по значущим сегментам та по сегментах з достатньою семантичною інформативністю. Оцінка цілісності проводиться для відеокадрів з різним ступенем насиченості контурної інформацією. Це дозволяє зробити висновок, що розроблений метод забезпечує збереження цілісності сегментів зі значущим семантичним навантаженням в незалежності від типу ландшафту. Відповідний показник рівня цілісності приймає значення не нижче 60 дБ. Для стандартизованих технологій, навпаки для сегментів зі значущим семантичним навантаженням спостерігається різке падіння величини візуальної оцінки цілісності інформації сегментів, аж до її повного руйнування. При цьому показник рівня цілісності не піднімається вище 20 дБ. Оцінка ймовірності збереження цілісності відеоресурсу наводиться в таблицях 1 і 2.

Аналіз яких дозволяє зробити висновок, що: для розробленого методу в режимі 1 ймовірність втрати цілісності VIP щодо динаміки обробки сегментів зі значною семантичною інформативністю не перевищує 5 %. Навпаки, для стандартизованих технологій ймовірність втрати цілісності досягає 60 %.

Для оцінки доступності дистанційного ВІР потрібно враховувати те, що для дешифрування аерофотознімків ключову роль відіграють сегменти зі значущим семантичним навантаженням.

Таблиця 1

Значення  $P(1; h \geq h_{\text{крит}})$  для методів синтаксичного представлення

Метод синтаксичного представлення відеокадру		Тип знімків	
		Сильно насичені зі штучним ландшафтом	Середньо насичені з реалістичним ландшафтом
РМ	Режим 1	0,9	0,957
	Режим 2	0,86	0,92
СтМ 1	Стратегія 1	0,6	0,65
	Стратегія 2	0,4	0,45
СтМ 2	Стратегія 1	0,62	0,6
	Стратегія 2	0,42	0,4

Таблиця 2

Значення  $P(2; h \geq h_{\text{крит}})$  для методів синтаксичного представлення

Метод синтаксичного представлення відеокадру		Тип знімків	
		Сильно насичені зі штучним ландшафтом	Середньо насичені з реалістичним ландшафтом
РМ	Режим 1	0,93	0,97
	Режим 2	0,87	0,93
СтМ 1	Стратегія 1	0,65	0,67
	Стратегія 2	0,45	0,48
СтМ 2	Стратегія 1	0,67	0,6
	Стратегія 2	0,43	0,42

Відповідна оцінка ймовірності  $P(T_{\text{рд}} < T_{\text{крит}})^{(1)}$  забезпечення доступності ВІР задається виразом

$$P(T_{\text{рд}} < T_{\text{крит}})^{(1)} = q(\eta(F_M, F(I)_{\text{рп}})_{\text{исм}}^{(1)})_{\text{крит}} / |\Phi(I)_{\text{зис}}|.$$

Тут  $q(\eta(F_M, F(I)_{\text{рп}})_{\text{исм}}^{(1)})_{\text{крит}}$  – максимальна кількість сегментів зі значущим семантичним контекстом, для яких забезпечується доступність в системі АЕРМ з параметрами  $T_{\text{крит}}$  і  $U_{\text{к}}$  на основі використання методу обробки ВІР.

Для аерофотознімків використовуються три градації складності залежно від процентного  $\Delta_1$  змісту в них сегментів зі значущим семантичним контекстом, а саме: висока насиченість деталями, відповідає варіанту коли  $\Delta_1 \geq 70\%$ ; підвищена насиченість -  $50\% \leq \Delta_1 < 70\%$ ; середня насиченість,

коли  $30\% \leq \Delta_1 < 50\%$ . Відповідно сумарна кількість  $q(\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(1)})_p$  сегментів зі значущою семантичною інформативністю в аерофотознімках, доступність якого необхідно забезпечити, знаходиться з використанням співвідношення  $q(\eta(F_M, F(I)_{pp})_{исм}^{(1)})_p = q_{исх} \frac{\Delta_1 \%}{100\%} = |\Phi(I)_{зис}|$ . При цьому

необхідно враховувати, що для стандартизованих технологій відсутній механізм інтелектуальної підтримки ідентифікації сегментів щодо їх семантичної інформативності. Аналіз відповідної експериментальної обробки дозволяє зробити такі висновки: метод в режимі 2 забезпечує виграш по доступності до відеоресурсу відносно стандартизованих технологій з другої стратегією квантування для низькошвидкісних каналів від 2 до 3 разів; для середньошвидкісних радіоканалів від 15 до 30 %. У режимі 1 забезпечується виграш з доступності щодо стандартизованих технологій з другої стратегією квантування, а саме: для низькошвидкісних радіоканалів для кадрів з низьким ступенем насиченості в середньому на 30%. Загальний виграш щодо безпеки відеоресурсу досягається у всіх режимах.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну проблему, яка полягає в підвищенні безпеки дистанційних відеоінформаційних ресурсів у системі аеромоніторингу кризових ситуацій. Розроблено *концепцію* інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з урахуванням ступеня їх семантичної інформативності із збереженням необхідної контурної інформації. Для даної концепції досягається формування синтаксичного опису відеокадру, з урахуванням того, що закономірності за якими усувається надмірність на рівні синтаксичного опису, формуються на рівні семантичної обробки. Створено теоретичні основи для створення методів підвищення безпеки дистанційного ВІР в системі АЕРМ кризових ситуацій на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту відносно контурної інформації.

Основними *науковими результатами*, отриманими в процесі дисертаційних досліджень є.

1. Розроблено теоретичні основи та концептуальний метод інтелектуальної обробки відеоінформаційних ресурсів для оцінки ступеня інформативності семантичного змісту відеознімків, які спрямовані на збереження контурної інформації. Ідентифікація здійснюється шляхом обробки та аналізу контурної інформації сегментів на основі двомірної структурно-комбінаторної метрики, що дозволяє побічно оцінити ступінь семантичної інформативності сегмента.

2. Розроблено **концепцію** інформативного синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності із збереженням необхідної контурної інформації. Для даної концепції досягається формування синтаксичного опису відеокадру, з врахуванням того, що закономірності за якими усувається надмірність на рівні синтаксичного опису, формуються на рівні семантичної обробки. Тут досягається відповідність між ступенем семантичної інформативності сегмента і рівнем інформативності його синтаксичного опису.

3. Розроблено теоретичні основи для створення методів підвищення безпеки дистанційного відеоінформаційного ресурсу в системі аеромоніторингу кризових ситуацій на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту по контурній інформації.

4. Розроблено метод оцінки цілісності відеоінформаційних ресурсів за семантично значущими сегментами для двохконцептуального методу обробки відеокадрів з ідентифікацією їх семантичного навантаження.

5. Створено метод оцінки доступності дистанційного інформаційного ресурсу в умовах аеромоніторингу кризових ситуацій на основі інтелектуального методу обробки відеокадрів з ідентифікацією семантичної інформативності та адаптивного двошарового біадичного кодування оконтурованих сегментів.

#### **Основні *практичні результати досліджень.***

1. Проведено оцінку ймовірності збереження цілісності для фрагментів трьох типів з позиції значущих за семантичною інформативністю і достатньо семантично інформативних сегментів в залежності від ступеня насиченості відеокадру дрібними деталями та типу ландшафту для різних методів синтаксичного представлення, дозволила сформулювати наступні результати:

1) для розробленого методу в режимі 1 ймовірність втрати цілісності VIP за динамікою обробки сегментів зі значущою семантичною інформативністю не перевищує 5 %, а з достатнім інформативним семантичним навантаженням не перевищує 3 %.

2) навпаки, для стандартизованих технологій синтаксичного представлення відеокадрів, ймовірності втрати цілісності відповідно приймають значень від 40 до 60 % і від 35 до 55 %.

3) для розробленого методу в режимі 2 досягаються прийнятні результати щодо втрати цілісності аерофотознімків, які знаходяться на рівнях: для сегментів зі значущим семантичним контекстом в середньому не більше 9 % і сегментів з достатньо інформативним семантичним навантаженням в середньому не більше 8 %.

2. Експериментальна оцінка доступності щодо VIP на основі розробленого методу в режимах 1 (PM 1) і 2 (PM 2) і стандартизованих технологій з врахуванням використання двох стратегій квантування



коефіцієнтів перетворення (ВТМ стратегія 1и СТМ стратегія 2) дозволила визначити такі результати:

1) розроблений метод в режимі 2 забезпечує виграш по доступності до ВІР щодо стандартизованих технологій з другою стратегією квантування, а саме: для низькошвидкісних каналів від 2 до 3 разів; для середньошвидкісних радіоканалів від 15 до 30%;

2) розроблений метод в режимі 1 забезпечує виграш по доступності до ВІР щодо стандартизованих технологій з другою стратегією квантування, а саме для низькошвидкісних радіоканалів для кадрів з низьким ступенем насиченості в середньому на 30%.

3. Для режиму передачі по низькошвидкісних радіоканалах (до 512 Кбіт/с) для розробленого методу в режимі 2 забезпечується доступність до ВІР: з імовірністю не нижче 0,9 для малоформатних і середньоформатних аерофотознімків; для широкоформатних знімків з низьким ступенем насиченості доступність до ВІР забезпечується з імовірністю 0,45.

4. Виграш для розробленого методу щодо стандартизованих технологій по доступності до ВІР забезпечується для таких випадків: в режимі 2 в 2,5 рази для малоформатних знімків і від 2,5 до 5 разів для середньоформатних знімків; для середньоформатного знімку з кількістю сегментів в кадрі не нижче  $12 \cdot 10^3$  стандартизовані технології не забезпечують доступність до ВІР (ймовірність доступності до ВІР не вище 0,2). У той же час розроблений метод забезпечує доступність з імовірністю 0,9 в режимі 2.

5. Виграш для розробленого методу щодо стандартизованих технологій досягається в наступних випадках:

1) для режиму 2: середньоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі  $24 \cdot 10^3$  на 20%; широкоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі  $48 \cdot 10^3$  в 2,5 рази;

2) для режиму 1 для знімків з низьким ступенем насиченості: середньоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі  $24 \cdot 10^3$  на 20%; широкоформатних знімків з кількістю сегментів в кадрі  $48 \cdot 10^3$  на 15%.

6. На відміну від стандартизованих технологій розроблений метод забезпечує повну доступність: у режимі 2 для середньоформатних і широкоформатних знімків із середнім ступенем насиченості; в режимі 1 для середньоформатних з низьким ступенем насиченості деталями.

**Достовірність результатів** щодо характеристик безпеки дистанційного ВІР підтверджується співпадінням отриманих 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.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Рябуха Ю.Н. Научные технологии в инфокоммуникациях: обработка и защита информации: коллективная монография / под редакцией В.В. Баранника, В.М. Безрука. – Х.: Компания СМІТ, 2013. – 398 с.
2. Баранник В.В. Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.С. // Монография. – Черкасы, 2015. – 143 с.
3. Barannik V.V. Accessibility Valuation Method for Video Information Resource on Time Recurrent Reconstruction of the Three-Dimensional Data Structures / V.V. Barannik, Yu.M. Ryabukha // Radioelectronics & informatics. - 2013. - № 1. - С.40-44.
4. Рябуха Ю.Н. Технология быстрой трехмерной обработки динамического видеoinформационного ресурса в условиях меняющегося семантического содержания // Радиоэлектроника и информатика. – 2015. – № 2. – С. 3 - 5.
5. Рябуха Ю.Н. Метод оценки количества операций на рекуррентное трехмерное кодирование данных // Радиоэлектронные и компьютерные системы. - № 4. – 2013. - С. 116-120.
6. Рябуха Ю.Н. Методология формирования параллельной технологии трехмерного кодирования видеопотоков в инфокоммуникациях // Сучасна спеціальна техніка, К.: ДНДІ МВС України. – 2014. – №2(37). – С. 45-53.
7. Рябуха Ю.Н. Трехмерное равномерное кодирование переменной длиной кода // Автоматизированные системы управления и приборы автоматки. – 2013. – № 164. -С. 38-41.
8. Рябуха Ю.М. Технологія узагальненого кодування апертурних складових для бортових засобів телекомунікацій / Ю.М. Рябуха, А.Ю. Школьник // Научные технологии. – 2013. – № 4. - С. 55-59.
9. Рябуха Ю.Н. Технология трехуровневой параллельной реализации трехмерного кодирования структур видеоданных // Автоматизированные системы управления и приборы автоматки. – 2013. – № 165. – С 103-106.
10. Баранник В.В. Метод реконструкции изображений в неравномерном базисе спектральных коэффициентов / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.А. Красноруцкий // Радиоэлектроника и информатика. - 2013. – № 3. - С. 46-51.
11. Рябуха Ю.Н. Метод кодирования трехмерных структур данных по вертикально-горизонтальной архитектуре // Сучасна спеціальна техніка, К.: ДНДІ МВС України. – 2014. – № 1. – С. 12-21.

12. Ryabukha Yu.M. The Distributed Coding Of Three-Dimensional Structures Of Video Data // Science-Based Technologies. – 2014. – № 1. – p. 75-78.

13. Баранник В.В. Технология неравновесного позиционного кодирования для функционального преобразования чисел со встроенной информацией / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.Э. Бекиров // Радиоэлектронные и компьютерные системы. - 2014. - № 4. - С. 32-39.

14. Рябуха Ю.Н. Метод оценки эффективности декодирования трехмерных структур с позиции целостности и доступности видеoinформационного ресурса // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2014. - № 4. - С. 65-70.

15. Ryabukha Yu. M. Methodology Of The Assessment For Algorithmic Complexity Of Parallel Implementation Of Three-Dimensional Polyadic Coding // Science-Based Technologies. – 2014. – № 4. – pp. 49 – 52.

16. Баранник В.В. Методология селективной защиты видеопотока по базовым кадрам / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, Д.И. Комолов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2014. - № 6. - С. 69-57.

17. Рябуха Ю.Н. Метод обработки видеоресурсов с сохранением целостности в информационных системах // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. - 2014. - № 167. - С. 59-64.

18. Рябуха Ю.Н. Метод кодирования трехмерно-представленных видеoinформационных ресурсов // Радиоэлектроника и информатика.– 2014. – № 4. – С. 62-68.

19 Рябуха Ю.Н. Метод трехмерного дифференциального межкадрового кодирования без потери целостности информационного ресурса // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. - 2014. - № 169 - С. 23-30.

20. Баранник В.В. Метод оцінки інтенсивності відеопотоку у розрахунок на базовий кадр/ В.В. Баранник, Ю.М. Рябуха, Отман Шаді О.Ю. // Системи озброєння та військова техніка. – 2015. - № 1. – С. 88-91.

21. Рябуха Ю.Н. Метод идентификации степени информативности семантического содержания сегмента видеокadra // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2015. - № 1(33). – С. 52-56.

22. Баранник В.В. Селективный метод шифрования видеопотоку в телекоммуникационных системах на основе приховування базового I-кадру / В.В. Баранник, Д.І. Комолов, Ю.М. Рябуха // Наукоємні технології. – 2015. – № 2. - С. 69-77.

23. Баранник В.В. Эффективное синтаксическое представление последовательности кадров на основе межплоскостного трехмерного дифференциального кодирования / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Открытые компьютерные информационные интегрированные технологии. – 2015. - №67. – С. 165-172.

24. Баранник В.В. Метод интеллектуальной обработки государственных видеoinформационных ресурсов для повышения их семантической целостности в системах мониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // *Захист інформації*. – 2015. – №2. – С. 125-134.

25. Баранник В.В. Модель информативного синтаксического представления контурированной видеопоследовательности в системе интеллектуальной обработки видеокadres / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // *Радиоэлектронные компьютерные системы*. – 2015. - № 2. – С. 116-120.

26. Баранник В.В. Методология совершенствование обработки видеoinформации при управлении в кризисных ситуациях / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.А. Красноруцкий // *АСУ и приборы автоматки*. – 2015. - № 170. – С. 45 – 51.

27. Баранник В.В. Метод селекции кадрового потока в системах критического аэромониторинга для повышения безопасности государственного информационного ресурса / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, С.С. Бульба // *Авиационно-космическая техника и технологи*. – 2015. - № 3. – С. 111-118.

28. Баранник В.В. Концептуальный метод повышения безопасности дистанционного видеoinформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеокadres / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2015. - № 3. – С. 82-89.

29. Рябуха Ю.М. Метод верифікації обробки відеоінформаційного ресурсу на основі формування базових рівнів побудови кодових конструкцій // *Наукоємні технології*. – 2015. – № 3. - С. 39-43.

30. Баранник В.В. Метода формирования двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания видеoinформационных ресурсов / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.А. Красноруцкий // *Открытые компьютерные информационные интегрированные технологии*. – 2015. - №68. – С. 156-161.

31. Баранник В.В. Метод оценки целостности видеoinформационных ресурсов для двухконцептуального метода обработки видеокadres с идентификацией их семантической нагрузки / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, // *Авиационно-космическая техника и технологи*. – 2015. - № 5. – С. 104-109.

32. Баранник В.В. Метод оценки информативности двухбазисного биадического представления контурированной видеопоследовательности / В.В. Баранник, Ю.М. Рябуха // *Системы обробки інформації*. – 2015. - № 7. – С. 148-153.

33. Патент на корисну модель № 91198, Україна, МПК G06F 15/00, G06F 17/00 Пристрій для динамічного кодування та захисту інформаційного ресурсу в інфокомунікаційних системах / Третяк В.Ф., Бараннік В.В., Рябуха Ю.М, Власов А.В. та ін. - № u201400644; заяв. 23.01.2014; опубл. 25.06.2014; Бюл. № 12. - 6 с.

34. Патент на корисну модель № 92927, Україна, МПК G06F 15/00, G06F 17/00 Спосіб рішення задачі цілочисельного лінійного програмування з мультимедійними змінними на основі рангового підходу та принципу оптимізації за напрямком / Третяк В.Ф., Бараннік В.В., Рябуха Ю.М., Власов А.В. та ін. - № u201403950; заяв. 14.04.2014; опубл. 10.09.2014; Бюл. № 17. - 4 с.

35. Патент на корисну модель № 92960, Україна, МПК G06F 15/00, G06F 17/00 Спосіб розподілу та кодування інформаційного ресурсу в мультисервісних мережах / Третяк В.Ф., Бараннік В.В., Власов А.В., Рябуха Ю.М. та ін. - № u201403950; заяв. 14.04.2014; опубл. 10.09.2014; Бюл. № 17. - 5 с.

36. Патент на корисну модель № 92968, Україна, МПК G06F 15/00, G06F 17/00 Спосіб обробки та захисту інформації в розподілених сховищах даних / Третяк В.Ф., Бараннік В.В., Власов А.В., Рябуха Ю.М. та ін. - № u201403994; заяв. 14.04.2014; опубл. 10.09.2014; Бюл. № 17. - 5 с.

37. Патент на корисну модель № 91075, Україна, МПК G06F 15/00, G06F 17/00 Пристрій для розподілу та кодування інформаційного ресурсу в мультисервісних мережах / Третяк В.Ф., Бараннік В.В., Рябуха Ю.М., Власов А.В. та ін. - № u201313900; заяв. 29.11.2013; опубл. 25.06.2014; Бюл. № 12. - 6 с.

38. Ryabukha Yu. Video Data Processing Method in Telecommunication Systems / Yu. Ryabukha, Vladimir Krivonos, S. Turenko// XII<sup>th</sup> International Conference [“Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, TCSET’2014 ”], (Lviv-Slavske, Ukraine, February 25 – March 1, 2014) / Lviv-Slavske: 2014. – P. 531.

39. Бараннік В.В. Технология повышения безопасности динамического видеoinформационного ресурса / В.В. Бараннік, Р.И. Акімов, Ю.Н. Рябуха, Р.В. Тарнопов // XXII Міжнародна науково-практична конференція [“Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я ”], (Харків, 21 - 23 травня 2014 р.) / Национальный технічний університет «ХПІ», Харків, 2014. – С. 50-51.

40. Рябуха Ю.М. Технология декодування потоку відеоінформації із заданим рівнем цілісності в інфокомунікаціях / Ю.М. Рябуха, Р.І. Акімов, В.В. Бараннік, Р.В. Тарнопов // VI Международная научно-практическая конференция [“Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії ”], (Харьков, 17 - 18 апреля 2014 г.) / Харьковский национальный экономический университет, Харьков, 2014. – С. 238

41. Ryabukha Yu. Video Decompression Technology in Information and Communication Technologies / Yu. Ryabukha, Vladimir Krivonos, Anna Nahanova // International Symposium [“IEEE East-West Design & Test”], (Kiev, Ukraine, September 26–30, 2014) / Kiev: 2014. – P. 437-439.

42. Рябуха Ю.Н. Анализ эффективности технологий шифрования в процессе формирования видеопотока / Ю.Н. Рябуха, Д. И. Комолов,

Р.В. Тарнополов // The 4th International Scientific Conference "ITSEC" (Київ, 20 – 23 травня 2014 р.) / Національний авіаційний університет, Київ, 2014. – С. 60.

43. Рябуха Ю.Н. Пути повышения информационной безопасности ресурсов в системах специального назначения / Ю.Н. Рябуха, В.В. Баранник, А.Е. Бекиров, Д.И. Комолов // Четверта міжнародна науково-практична конференція ["Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія"], (Вінниця, 28 – 30 травня 2014 р.) / Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2014. – С. 151.

44. Рябуха Ю.Н. Метод повышения доступности видеoinформационного ресурса / Ю.Н. Рябуха, Р.И. Акимов, Р.В. Тарнополов // Вторая международная научно-практическая конференция ["Проблемы информатизации"], (Киев, 12 – 13 апреля 2014 г.) / Государственный университет телекоммуникаций, Киев, 2014. – С. 9

45. Barannik V. A Methodology of video stream selective protection by reference frames / V. Barannik, Dmitry Komolov, Yu. Ryabukha, R. Tarnopolov // // The XIIIth International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics CADSM'2015 (24-27 February 2015 Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine). – P. 29-31.

46. Баранник В.В. Технология реверсного кодирования трехмерных структур видеоданных / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Науково-методична конференція ["Сучасні проблеми телекомунікації і підготовка фахівців в галузі телекомунікацій - 2014"] / Національний університет "Львівська політехніка", 1-4 листопада 2014р. - С. 115-116.

47. Баранник В.В. Метод повышения безопасности видеoinформационного ресурса / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, А.Е. Бекиров // Третя міжнародна науково-технічна конференція ["Проблеми інформатизації"], (Киев, 11 - 13 грудня 2014 г.) / Державний університет телекомунікацій, Київ, 2014. – С. 49.

48. Баранник В.В. Анализ действий кибератак на видеoinформационный ресурс в информационно-телекоммуникационных сетях / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, С.А. Подлесный, А.Э. Бекиров // Науково-технічна конференція ["Інформаційна безпека України"] / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 12-13 березня 2015 р. - С. 34.

49. Рябуха Ю.Н. Технология управления характеристиками динамических видеoinформационных ресурсов в кризисных системах / Ю.Н. Рябуха, В.В. Баранник, В.В. Твердохлеб, А.П. Мусиенко // V Международная научно-практическая конференция ["«Обработка сигналов и негауссовских процессов», посвященной памяти профессора Кунченко Ю.П."], (Черкассы, 20 - 22 мая 2015 г.) / Черкасский государственный технологический университет, 2015. – С. 23-24.

50. Рябуха Ю.Н. Метод обработки потока кадров для повышения безопасности видеoinформации / Ю.Н. Рябуха, В.В. Баранник, Д.И. Комолов // V Міжнародна науково-практична конференція ["Інформаційні технології

та комп'ютерна інженерія " (ІТКІ-2015)] (Івано-Франківськ – Ворохта – Винниця, 27 – 29 травня 2015 р.) / Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, 2015. – С. 47-48.

51. Бараннік В.В. Метод підвищення безпеки динамічних відеоінформаційних ресурсів для систем аеромоніторингу кризових ситуацій / В.В. Бараннік, Ю.Н. Рябуха // IV Міжнародна науково-технічна конференція ["Захист інформації і безпека інформаційних систем"], (Львів, 4 - 5 червня 2015 р.) / Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2015. – С. 49.

52. Рябуха Ю.Н. Метод знаходження границь об'єктів в цифрових зображеннях / Ю.Н. Рябуха, В.В. Ларин, С.Ю. Стасев, Н.А. Харченко // 15 Міжнародна науково-технічна конференція ["Проблеми інформатики та моделювання"], (Харків - Одеса, 14 - 18 вересня 2015 р.) / Національний технічний університет «ХПІ», Харків-Одеса, 2015. – С. 56.

53. Бараннік В.В. Методика оцінки діяльності кібератак на відеоінформаційний ресурс в телекомунікаційних системах / В.В. Бараннік, Ю.Н. Рябуха, С. Подлесний // 28-я міжнародна науково-практична конференція ["Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті"], (Харків 24 – 25 вересня 2015 р.) / Український університет залізничного транспорту, Харків, 2015. – С. 31-33.

54. Barannik V. The methods of intellectual processing of video frames to enhance their semantic integrity and efficiency of delivery in aeromonitor systems / V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha, A.V. Hahanova, A.P. Musienko // International Symposium ["IEEE East-West Design & Test"], (Batumi, Georgia, September 26–29, 2015) / Batumi: 2015.– P. 421-423.

55. Barannik V. Method of effective syntactic description of frames using the contour information to improve the integrity of the video information resource / V.V. Barannik, Yu.N. Ryabukha, A.A. Krasnorutskyy // IEEE Second International Scientific-Practical Conference ["IEEE Problems of Infocommunications. Science and Technology, PICS&T'2015"], (Kharkiv, Ukraine, October 13-15, 2015) / Kharkiv: 2015. – P. 234-237.

## АНОТАЦІЯ

**Рябуха Ю.М. Теоретичні основи і методи підвищення безпеки дистанційних відеоінформаційних ресурсів в системі аеромоніторингу кризових ситуацій.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.05.01 – Інформаційна безпека держави. – Національний авіаційний університет, Київ, 2016.

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну проблему, що полягає в підвищенні безпеки дистанційних ВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій. Розроблена *концепцію* інформативного

синтаксичного опису ідентифікованих сегментів відеокадрів з врахуванням ступеня їх семантичної інформативності зі збереженням необхідної контурної інформації. Створено теоретичні основи для методів підвищення безпеки дистанційного ВІР в системі аеромоніторингу кризових ситуацій на основі інтелектуальної обробки відеокадрів на рівні інформативного синтаксичного опису з автоматичною ідентифікацією їх семантичного змісту за контурною інформацією. Створено методи оцінки доступності і цілісності дистанційного інформаційного ресурсу в умовах аеромоніторингу кризових ситуацій на основі інтелектуального методу обробки відеокадрів з ідентифікацією семантичної інформативності і адаптивного двохалфавітного біадичного кодування сегментів.

*Ключові слова:* безпека дистанційного відеоінформаційного ресурсу, доступність і цілісність відеоінформації, семантична інформативність, ефективний синтаксичний опис відеоресурсу, двохалфавітне біадичне кодування.

## АННОТАЦІЯ

**Рябуха Ю.Н. Теоретические основы и методы повышения безопасности дистанционных видеoinформационных ресурсов в системе аэромониторинга кризисных ситуаций.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 21.05.01 – Информационная безопасность государства. – Национальный авиационный университет, Киев, 2016.

В диссертационной работе решена актуальная научно-прикладная проблема состоящая в повышении безопасности дистанционных видеoinформационных ресурсов в системе аэромониторинга кризисных ситуаций. В процессе диссертационных исследований получены следующие результаты.

1. Разработаны теоретические основы и концептуальный метод интеллектуальной обработки видеoinформационных ресурсов для оценки степени информативности семантического содержания видеоснимка, направленной на сохранение контурной информации. Идентификацию осуществляется путем обработки и анализа контурной информации сегментов на основе двумерной структурно-комбинаторной метрики, позволяющей косвенно оценить степень семантической информативности сегмента.

2. Разработана **концепция** информативного синтаксического описания идентифицированных сегментов видеокадров с учетом степени их семантической информативности с сохранением необходимой контурной информации. Для данной концепции достигается формирование синтаксического описания видеокадра, с учетом того, что закономерности по которым устраняется избыточность на уровне синтаксического описания,



формируются на уровне семантической обработки. Здесь достигается соответствие между степенью семантической информативности сегмента и уровнем информативности его синтаксического описания.

3. Разработаны теоретические основы для создания методов повышения безопасности дистанционного видеoinформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеок кадров на уровне информативного синтаксического описания с автоматической идентификацией их семантического содержания (информативности) по контурной информации. Данные теоретические основы базируются на следующих основных научных результатах.

- метод формирования кодового идентификатора синтаксического представления для контурированных видеопоследовательностей на основе использования информации о локально-пространственных ограничениях;

- метод создания информативного синтаксического представления видеок кадра;

- метод формирования двоичных кодовых конструкций для эффективного синтаксического описания на основе стратегии неравномерного кододобирования для кодовых значений контурированных видеопоследовательностей в двоичное пространство;

- метод верификации концепций обработки ВИР с учетом предварительной их интеллектуальной идентификации по степени семантической информативности и соответствующего по синтаксической плотности кодирования;

- технология интеграции кодовых конструкций концепции формирования информативного синтаксического представления сегментов в систему обработки ВИР, обеспечивающая: заданный уровень семантической целостности и доступности видеoinформационного ресурса; сокращение служебных данных, совместимость синтаксической и семантической плотностей сегментов;

4. Созданы методы оценки доступности и целостности дистанционного информационного ресурса в условиях аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуального метода обработки видеок кадров с идентификацией семантической информативности и адаптивного двухалфавитного биадического кодирования контурированных сегментов.

**Ключевые слова:** безопасность дистанционного видеoinформационного ресурса, доступность и целостность видеoinформации, семантическая информативность, эффективное синтаксическое описание видеоресурса, двухалфавитное биадическое кодирование.

## ABSTRACT

Ryabukha Yu.N. The theoretical foundations and methods of increasing the security of remote videoinformation resources in the system of crisis situations

aeromonitoring. Manuscript.

Dissertation on the competition of graduate degree for doctor of engineering sciences on specialty 21.05.01 – Information security of the state, National Aviation University, Kyiv, 2016.

improving the safety of remote videoinformation resources in the system of crisis situations aeromonitoring. Developed the concept of informative syntactic descriptions of the identified segments of videoframes taking into account the level of semantic informativeness with saving the necessary contour information. Created the theoretical basis for the creation of improving methods the security of remote videoinformation resources in the crisis situations system of aeromonitoring based on intelligent processing of videoframes at the level of informative syntactic descriptions with automatic identification of their semantic content (information value) on contour information. Created methods of evaluating the availability and integrity of remote information resource in conditions of crisis situations aeromonitoring based on the intellectual method of processing videoframes with the identification of semantic informativity and adaptive double alphabet encoding contour segments.

*Keywords:* security remote videoresource, availability and integrity of videodata, semantic informativeness, efficient syntactic description of the videoresource, double alphabet biadical coding.