

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Пархоменко Максима Вікторовича за темою «Метод кодування для підвищення бітової швидкості динамічного відеоресурсу в інформаційно-телекомунікаційних системах», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Актуальність теми. Процес організації інформаційного забезпечення під час функціонування систем критичної інфраструктури (КІФ) повинен здійснюватись в умовах досягнення потрібних показників, щодо підвищення оперативності доставки відеоінформаційних ресурсів та їх повноти, достовірності. Саме системи надання відеосервісів з використанням дистанційних рухомих та стаціонарних інформаційно-телекомунікаційних платформ є одним з основних джерелом отримання достовірної та оперативної інформації. Однак разом з цим для процесу надання відеоінформаційних сервісів для мобільних користувачів на безпроводні термінали існує протиріччя між з одного боку вимогами щодо якості надання динамічних відеосервісів (ДВІР) в дистанційному режимі, а з іншого боку обмеженими пропускними спроможностями сучасних бездротових інформаційно-телекомунікаційними системами (ІТКС). В результаті виникають вразливості щодо зниження якості послуг надання ДВІР та ефективності процесу управління ОКІФ, що проявляється в наступному: несвоєчасне отримання інформації для аналізу та прийняття рішень; втрата достовірності та актуальності інформації згідно поточного стану об'єктами КІФ. Тому потрібно збільшити швидкість передачі ДВІР в умовах забезпечення заданого рівня його повноти й достовірності з використанням бездротових ІТКС в системі управління об'єктами КІФ. Отже **науково-прикладна задача**, яка полягає у підвищення бітової швидкості динамічного відеоресурсу в *інформаційно-телекомунікаційних системах* в процесі управління об'єктами критичної інфраструктури, **є актуальною**.

Для досягнення балансу між пропускною спроможністю та потрібним рівнем інформаційної швидкості ДВІР автором дисертації запропоновано використовувати відповідні інформаційні технології обробки динамічних відеоресурсів (ІТОДВ).

В теж час концепціями побудови існуючих стандартизованих ІТОДВ сімейства H26* та напрямками їх подальшого розвитку не приділяється необхідна увага розробці підходів стосовно створення технологій кодування за

рахунок виявлення нових типів закономірностей, та виключення кількості відповідної надмірності. В тому числі: значною мірою у своєму розвитку обмежені технології кодування динамічних відеоресурсів, які враховують міжкадрові закономірності та особливості їх структурно-семантичного контенту; не достатньої мірою враховуються підходи до виявлення міжкадрових структурно-комбінаторних закономірностей. У зв'язку з чим, для удосконалення ІТОДВ пропонується використовувати технологічний підхід, який базується на обробці послідовності кадрів ДВІР з використанням структурно-комбінаторного підходу, який враховує наявність значної кількості відповідної міжкадрової надмірності. Таким чином, **тематика дисертаційних досліджень**, яка полягає у розробці методу кодування для підвищення бітової швидкості динамічного відеоресурсу в інформаційних системах є **актуальною**.

Проведені дослідження виконані в рамках: Закону України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 03.07.2020 № 75/98-ВР; Постанови Кабінету Міністрів України "Концепція розвитку зв'язку України" від 09.12.1999 р. №2238; положення «Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні» (затверджено Кабінетом Міністрів України від 15 травня 2013 р.); «Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України на 2018-2022 роки» (постанова Кабінету Міністрів України від 05 вересня 2018 р., №629. Дисертаційні дослідження проводились у відповідності із планами наукової, науково-технічної діяльності Харківського національного університету Повітряних Сил, у рамках яких були виконані НДР шифр «Руна» (№ 0118U000678) та НДР «Око-2» (№ 0118U000149д).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації. Мета та задачі, що сформовані в результаті досліджень адекватно характеризують стан та сутність приведеної області науки та техніки. Наукові положення, висновки та рекомендації, які запропоновані автором дисертаційної роботи мають глибоку повноту та обґрунтованість, що базується на системності проведених досліджень.

Перший розділ дисертації автором присвячено системному обґрунтуванню наявності дисбалансу, твердження якого полягає в тому, що:

1) з одного боку особливості управління об'єктами КІФ в умовах наявності множини вразливостей та дестабілізуючих факторів диктують вимоги відносно необхідності підвищення бітової швидкості, повноти та достовірності ДВІР;

2) з іншого боку існує множина вразливостей та дестабілізуючих факторів внутрішнього та зовнішнього походження, які: спричиняють: зменшення пропускної спроможності бездротових ІТКС; додаткові втрати достовірності ДВІР; висувають додаткові вимоги щодо своєчасності, актуальності та повноти надання ДВІР.

Здобувачем було здійснено всебічні поглиблені дослідження стосовно існуючих та перспективних напрямків розвитку інформаційних технологій обробки та передачі динамічних відеоресурсів. Це дозволило зробити досить ґрунтовний висновок стосовного того, що: по-перше, не приділяється необхідна увага розробці підходів стосовно створення технологій кодування за рахунок виявлення *нових* типів закономірностей, та виключення кількості відповідної надмірності; по-друге значною мірою у своєму розвитку *відстають* технології кодування динамічних відеоресурсів, які враховують міжкадрові закономірності та особливості їх структурно-семантичного контенту, в тому числі не достатньої мірою враховуються підходи до виявлення між кадрових структурно-комбінаторних закономірностей. Отже саме це дозволило автору дисертації сформулювати мету досліджень на поставити відповідні задачі.

У другому розділі дисертації автором обґрунтовується те, що загальним технологічним принципом в процесі кодування послідовності передбачених кадрів та їх окремих блоків в спектрально-диференційованому просторі для ІТОПДВ сімейства H26* є застосування локальної позиційно-диференційованої технології обробки кадрів в залежності від їх типу у потоці та ваги щодо досягнення компромісу між рівнем бітової швидкості динамічного відеоресурсу, та його достовірністю. Стверджено та викладено основні етапи створення структурно-комбінаторного підходу для кодування динамічної послідовності передбачених кадрів на основі представлення сукупностей позиційних координат фрейм-сплайнових тензорів в мультіадичному базисному просторі. Відповідно для обґрунтування перспективності запропонованого здобувачем підходу здійснюється оцінка інформативності структурно-комбінаторного представлення сукупностей позиційних координат фрейм-сплайнових тензорів послідовності передбачених кадрів в мультіадичному базисі. Для чого автором в умовах коректного застосування апарату теорії інформації розробляється відповідна математична модель.

Третій розділ роботи полягає у створенні методу структурного нормування одноелементних фрейм-сплайнових тензорів, який базується на вирівнюванні лінійних розмірів його фреймів шляхом декомпозиції параметрів структурних сплайнів, які мають максимальні значення позиційних координат. Обґрунтовується, що таке нормування дозволяє систематизувати процес кодування нерівномірних сукупностей позиційних координат.

Здобувачем досить чітко здійснюється обґрунтування необхідності організації технології виявлення закономірностей за динамічними діапазонами позиційних координат з врахуванням їх розташування у фреймі відносно частотної області спектрально-диференціального блоку В-Р кадрів. З врахуванням чого, розробляється метод динамічного кодування декомпонованих позиційних координат фрейм-сплайнового тензору послідовності В-Р кадрів на основі двополюсного змішаного мультіадичного

кодування в напрямку їх фреймів з врахуванням: виявлення структурних обмежень одночасного за двома напрямками відносно границь динамічних діапазонів. Для усунення втрат ефективності функціонування ІТОДВ здобувачем створюється метод інсталяції створених методів в технологію обробки та передачі динамічних відеоресурсів.

Основний зміст четвертого розділу дисертації направлено на порівняльну оцінку характеристик інформаційної технології обробки динамічних відеоресурсів з використанням створеного кодування послідовності кадрів та стандартизованих технологій. Викладаються та досліджуються результати експериментів відносно оцінки бітової швидкості, інформаційної інтенсивності та часу на доставку ДВІР та його достовірності в умовах заданої вимоги щодо повноти. Це дозволяє сформулювати об'єктивну оцінку наукової та практичної значущості досліджень.

Отже, наукові та практичні результати дисертаційної роботи, які одержані здобувачем, підтверджуються теоретичними дослідженнями та експериментами.

Дисертація написана грамотно. Стиль викладу доказовий, структура розділів цілком логічна та обґрунтована. Положення дисертації достатньо повно відображені в тексті автореферату.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірності та новизни. Дослідження проводилися на основі коректного використання існуючих теоретичних положень цифрової обробки динамічних відеоінформаційних даних, теорії інформації та кодування інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах. Використовувались новітні світові результати в області створення технологій кодування відеопотоку.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується: адекватністю результатів експериментальних і теоретичних досліджень щодо оцінювання рівня бітової швидкості ДВІР в умовах заданого рівня їх достовірності та повноти, на основі програмної реалізації і математичної моделі; сумісністю процесу інтегрування розроблених методів в апробовані стандартизовані інформаційні технології.

До основних нових наукових результатів, які отримані в дисертаційній роботі відносяться:

1) модель оцінки інформативності структурно-комбінаторного представлення сукупностей позиційних координат фрейм-сплайнових тензорів послідовності передбачених кадрів в мультіадичному базисі. Тут враховуються неоднорідності структурних властивостей за напрямком стовбців сукупностей позиційних координат фрейм-сплайнового тензору, а саме: в напрямку стовбців

блоків (тобто окремих фреймів) матиме послідовність, елементам яких притримана нерівномірність та обмеженість динамічних діапазонів;

2) метод структурного нормування одноелементних фрейм-сплайнових тензорів, який базується на вирівнюванні лінійних розмірів його фреймів шляхом декомпозиції параметрів структурних сплайнів, які мають максимальні значення позиційних координат;

3) метод динамічного кодування декомпонованих позиційних координат фрейм-сплайнового тензору послідовності В-Р кадрів на основі двополюсного змішаного мільтіадичного кодування в напрямку їх фреймів з врахуванням: виявлення структурних обмежень одночасного за двома напрямками відносно границь динамічних діапазонів; адаптивним врахуванням структурних особливостей позиційних координат сплайнів в залежності від спектрально-частотної області їх формування;

4) технологічна концепція інтегрування створених методів обробки В-Р кадрів в інформаційну технологію обробки та передачі динамічних відео ресурсів.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження результатів досліджень, отриманих у дисертаційній роботі Пархоменко Максима Вікторовича, в інформаційну технологію обробки та передачі відеоінформації для бортових комплексів забезпечує:

1) підвищення рівня бітової швидкості відеоресурсу в середньому від 17 до 37 %;

2) скорочення часових затримок в середньому від 15 до 37 % в залежності від рівня інформативності за структурно-семантичним змістом ДВІР;

3) доставку динамічного відеоресурсу в реальному часі, з використанням бездротових телекомунікаційних мереж

Результати дисертаційної роботи реалізовані при виконанні дослідно-конструкторських робіт в Державному науково-дослідному інституті МВС України (акт реалізації від 02.02.2020 р.) та в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки (акт реалізації від 16.10.2020 р.).

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Дисертаційна робота Пархоменко М.В є кваліфікованою науковою працею, яка містить сукупність нових наукових результатів, що свідчить про особистий вклад автора в науку. Зміст автореферату відображає основні результати досліджень, які подані в дисертації.

Повнота викладення основних результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи достатньо відображені у 20 наукових працях,

серед яких: *одна* колективна монографія у закордонному фаховому виданні, яка індексуються в міжнародній базі Scopus, 8 статей зокрема одна одноосібна стаття, одна стаття у закордонному фаховому виданні, що індексується в міжнародній базі Scopus, 7 статей опубліковано в журналах, які включені до міжнародних науково-метричних баз; один патент на корисну модель. Апробація результатів дисертації відображена у 10 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях. Зокрема 4 апробацій на конференціях, які входять до складу міжнародної організації IEEE.

Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації

До основних недоліків та зауважень слід віднести.

1. Виникає питання, щодо обґрунтування характеристик дистанційних інформаційно-телекомунікаційних платформ (мобільних та стаціонарних), на базі яких пропонується організувати доставку динамічних відеоресурсів. Отже не зрозуміло характер впливу вагово-габарітних характеристик та інших тактико-технічних параметрів дистанційних телекомунікаційних платформ на процес інтеграції модифікованих інформаційних технологій обробки та передачі відеоресурсів.

2. В дисертації не розкрито питання відносно вибору найбільш ефективного способу трансформування диференційованих блоків передбачених кадрів в частотний простір у разі подальшого використання створених автором методів кодування. Наприклад, не зрозуміло чи збільшиться ефективність процесу підвищення бітової швидкості відеоресурсу у разі використання вейвлет-перетворень замість дискретного косинусного перетворення.

3. Не зрозуміло характер залежності якості відновленого потоку відеокадрів відносно стійкості кодових конструкцій на основі використання розроблених в дисертації методів у разі виникнення помилок в каналі зв'язку. Не досить чітко розкриті питання, щодо руйнівної дії помилок в процесі відновлення передбачених кадрів на приймальній стороні.

4. На жаль в дисертації не надано належної уваги щодо кількісних оцінок залежності таких показників як часова затримка в процесі кодування та бітова швидкість динамічного відеоресурсу від характеристик дистанційних телекомунікаційних платформ. Це не дозволяє зробити певний висновок щодо можливості застосування створених методів у разі необхідності доставки динамічного відеоінформаційного ресурсу з підвищеними параметрами повноти та роздрібною здатністю в реальному часі з використанням наприклад безпілотних авіаційних комплексів.

Проте, вище перераховані недоліки і зауваження не впливають на загальний позитивний висновок щодо дисертаційної роботи.

Таким чином, дисертаційна робота Пархоменко Максима Вікторовича є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують наукове завдання відносно підвищення бітової швидкості динамічного відеоресурсу в інформаційно-телекомунікаційних системах в процесі управління об'єктами критичної інфраструктури. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі, задовольняє вимогам “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року (із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015 року № 1159 від 30.12.2015 року та № 567 від 27.07.2016 року), що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор Пархоменко Максим Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Професор кафедри технічної кібернетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського»

доктор технічних наук, професор


