

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Сорокуна Антона Дмитровича**

**«Метод зниження бітового об'єму відеознімків для підвищення якості відеосервісу з використанням інфокомунікаційних систем»,**

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

**Актуальність теми.** Сьогодні найбільший попит відносно надання відеоінформаційних сервісів формується як для мобільних користувачів, так і для стаціонарних користувачів з використанням безпроводних технологій доступу та обміну відеоінформацією. Існує тенденція більш високого зросту об'єму відеопотоку (в середньому на 20 %), переданого з використанням безпроводних технологій відносно прововодних.

При цьому потрібно враховувати, що найбільш питомий об'єм трафіку припадає на відеоданні. Так, за статистичними даними аналізу стану ринку телекомунікацій, впливає, що на 2021 рік понад 75 % від сумарного об'єму трафіку буде відводитися під передачу відеоінформації. Це пояснюється різким розширенням і зростанням попиту на відеоінформаційні сервіси. Тут важливо відзначити те, що розширюються можливості інформаційно-комунікаційних технологій і відповідний попит щодо дистанційного безпроводного доступу до відеоінформаційних сервісів з використанням мобільного сегменту телекомунікаційної мережі.

З огляду на це зростають вимоги щодо якості відеоінформаційних сервісів, а також виникають складнощі щодо надання відеоінформаційних сервісів заданої якості з використанням безпроводних технологій. Для того, щоб уникнути подібних складнощів потрібно забезпечити зниження бітового об'єму відеознімків. Звідси впливає, що зниження часових затримок доставки цифрового представлення відеознімків з використанням інфокомунікаційних технологій для підвищення якості відеоінформаційних сервісів є актуальним науково-прикладним завданням

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційні дослідження проводилися відповідно до наступних програм і нормативних документів: Законом України «Про телекомунікації» від 18 листопада 2003 року № 1280-IV, указом Президента № 96 від 15 березня 2016 року про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 січня 2016 року «Про Стратегію кібербезпеки України», Законом України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» від 5 жовтня 2017 року № 2163-VIII, Законом України «Про національну безпеку України» від 21 червня 2018 року № 2469-VIII, постановою Кабінету Міністрів України № 518 від 19 червня 2019 року «Про затвердження Загальних вимог до кіберзахисту об'єктів критичної інфраструктури», планами наукової, науково-технічної діяльності

№003 09/2020  
Від 11.09.2020р.



Національного авіаційного університету, Харківського національного університету радіоелектроніки, в рамках яких була виконана НДР № 276-4 «Технології створення інтегрованих інформаційних систем на основі мереж цифрового мобільного зв'язку» (№ 0113U000360), в якій автор дисертації був виконавцем.

**Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеність.** Загальний обсяг дисертації становить 186 сторінок, з них: 24 ілюстрації, з яких 7 на цілих сторінках, 11 таблиць, список використаної літератури зі 140 джерел на 13 сторінках та чотири додатки на 9 сторінках. Дисертація написана українською мовою.

**У вступі** обґрунтовано мету досліджень, наводиться об'єкт та предмет досліджень, формулюється наукова новизна, практична значимість та достовірність отриманих результатів. Приводяться відомості про особистий внесок автора дисертації у наукових статтях, які виконано у співавторстві.

**Перший розділ** присвячено обґрунтуванню, що найбільший попит формується щодо надання відеоінформаційних сервісів, як для мобільних користувачів, так і для стаціонарних користувачів з використанням безпроводних технологій доступу та обміну відеоінформації. Показано, що найбільший питомий об'єм трафіку припадає на відеодані. Обґрунтовується те, що існуючі технології зниження бітового об'єму не забезпечують вимог щодо характеристик доставки відеознімків насичених структурними деталями для мобільного сегменту інфокомунікаційних систем щодо надання відеосервісів.

**У другому розділі** доводиться необхідність обробки компонент регресійного опису на базі інтегрованого структурного підходу з урахуванням збереження інформації про значущі елементи області когерентності. Викладено дослідження інформаційної моделі кодового представлення довжин значущих областей когерентності у вигляді елементів усічених структурних позиційних чисел, які утворюють нерівномірну лінійно-масштабовану складову відеознімку. Представлено запропоновану інформаційну модель представлення сукупності значущих елементів областей когерентності відеознімку у вигляді структурних позиційних чисел з наявністю властивостей глобальної і локальної нерівності суміжних елементів. Будується модель оцінки інформативності ділянок відеознімку на основі виявлення і формування сукупності значущих областей когерентності.

**У третьому розділі** проведено розробку методу кодування значимої координатно-яскравісної складової відеознімку на основі її представлення у вигляді структурного позиційного числа з глобальною і локальною нерівністю значень сусідніх елементів. Викладаються етапи побудови методу інтеграційного компонування ключових складових обробки відеоданих на основі формування компонуваної кодової конструкції ділянки відеознімку на основі заповнення базової кодограми, отриманої для рядка масиву значимої координатно-яскравісної складової, шляхом інтеграції сегменту кодограми, отриманої для рядка масиву нерівномірних довжин областей когерентності. Створюється метод реконструкції ділянок відеознімку, на основі отримання інформації про його значущої координатно-яскравісної і нерівномірної лінійно-



масштабуючої складових шляхом десеґментації її кодограми складовою на базі декомпозиції компонуальної кодової конструкції.

**Четвертий розділ** присвячений етапам створення моделі оцінки рівня зниження бітового об'єму відеознімку у разі використання розробленого методу компонування кодових конструкцій ділянки відеознімку на основі заповнення базової кодограми. Обґрунтовується наявність залежності величини бітового об'єму кодованого відеознімку від рівня насиченості ділянок відеознімку значимими структурними деталями. Будується модель оцінки кількості операцій, яку необхідно витратити для обробки відеознімку з використанням методу формування компонуальних кодових конструкцій для кодограм тих, що становлять зображення з виявленням значимих областей когерентності.

У **висновках** сформульовано основні наукові результати.

У **додатках до дисертаційної роботи** наведено акти впровадження результатів роботи, що використовувались в дослідженнях.

**Наукова новизна результатів дисертації**, що виносяться на захист, полягає у наступному.

1. Вперше створена інформаційна модель представлення сукупності значущих елементів областей когерентності відеознімку у вигляді структурних позиційних чисел з наявністю властивостей глобальної і локальної нерівності суміжних елементів. Відмінні особливості моделі полягають в обліку попереднього нерівномірного проріджування областей когерентності по елементах з рівними значеннями; збереження інформації про значущі елементи області когерентності з позиції показників глобальної і локальної чутливості. Це дозволяє оцінити інформативність такого опису і отримати оцінки щодо мінімальної кількості надмірності, як потенційного параметру усунення.

2. Отримав подальший розвиток метод кодування значущої структурної координатно-яскравісної складової на основі виявлення областей когерентності цифрового представлення відеознімку. Відмінна особливість методу полягає в тому, що враховується: двох ієрархічна схема формування кодових значень для сукупності областей когерентності після нерівномірної субдискретизації з виключенням елементів з рівними значеннями; показник локальної чутливості визначає плаваючу кількість значущих елементів області когерентності. Це забезпечує усунення структурної надмірності без внесення додаткових помилок, і збереження рівня візуальної оцінки по сприйняттю відеознімків.

3. Вперше створено метод інтеграційного компонування ключових складових обробки відеоданих на основі формування компонуальної кодової конструкції. Відмінні особливості методу полягають в тому, що компоновка кодових конструкцій ділянки відеознімку проводиться на основі заповнення базової кодограми, отриманої для рядка масиву значущої складової координатної яскравості, шляхом інтеграції сегменту кодограми рядка масиву нерівномірних довжин областей когерентності. При цьому значуща складова координатної яскравості відеознімку розглядається у вигляді структурного позиційного числа з



глобальною і локальною нерівністю значень сусідніх елементів. Це дозволяє додатково знизити бітовий об'єм відеознімку без внесення додаткових помилок в процесі його обробки.

4. Розроблено метод декомпозиції компонувальних кодових конструкцій з метою реконструкції відеоданих в умовах виключення додаткового внесення помилок. Відмінні особливості методу полягають в тому, що в процесі оцінки бітового об'єму враховуються напрями його скорочення за рахунок розподілу кодограм нерівномірної лінійно-маштабуючої складової в незначущих бітах базових кодограм значущих координатно-яскравісних складових. Це дозволило підвищити рівень якості реконструкції відеоданих в умовах виключення додаткового внесення помилок.

5. Отримала подальший розвиток технологія зниження бітового об'єму відеоданих на основі розроблених методів та моделі з умови виявлення областей когерентності. Відмінні особливості вдосконаленої технології полягають в тому, що в процесі оцінки бітового об'єму враховуються напрями його скорочення за рахунок структурної надмірності на основі обліку глобальної і локальної нерівності між сусідніми елементами сукупності областей когерентності. Це дозволяє підвищити рівень відео сервісу та провести оцінку ефективності створених методів.

**Практична цінність отриманих у дисертації результатів** полягає у тому, що розроблений метод зниження бітового об'єму забезпечує:

1) рівень зниження бітового об'єму для створених методів і моделі перевищує рівень, що досягається з використанням відомих методів в середньому на 10 % в умовах забезпечення рівня візуальних оцінок сприйняття реконструйованих відеознімків по показнику пікового відношення сигнал/шум на рівні 55 дБ;

2) для розробленого методу на основі формування компонувальних кодових конструкцій в порівнянні з існуючими методами в умовах наявності корекцій візуальних оцінок сприйняття реконструйованих відеознімків досягається зниження часових затримок на обробку відеознімку в середньому у 7 разів;

3) вдосконалена технологія в порівнянні з відомими технологіями в режимі корекцій візуальних оцінок на рівні пікового відношення сигнал/шум в 40 дБ з використанням в якості базового компоненту МП Snapdragon (HTC HD2), тактова частота 1000 Мгц, забезпечує можливість доставки в реальному часі відеознімків з роздільною здатністю порядку 24Мп.

Практичне значення отриманих результатів дисертації підтверджується їх застосуванням при виконанні дослідно-конструкторських робіт в Державному науково-дослідному інституті МВС України (акт реалізації від 19.12.2019 р.); в навчальному процесі Національного авіаційного університету (акт реалізації від 20.02.2020 р.).

Наведене вище підтверджує практичну цінність роботи. Отримані теоретичні результати можуть бути використані в процесі створення нових систем діагностики.



**Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях, їх апробація на конференціях та семінарах.** Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковано в 24 наукових працях, серед яких одна колективна монографія, 11 статей, зокрема, одна одноосібна стаття та 6 статей опубліковано в журналах, які входять до міжнародних наукометричних баз, дві статті опубліковано в журналах Європейського Союзу. Апробація результатів дисертації відображена у 13 тезах доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях, зокрема 6 публікацій у матеріалах конференцій, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність.** Основні наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, мають глибоку теоретичну та експериментальну обґрунтованість, що підтверджується коректністю постановки і вирішенням завдань дослідження; чітким формулюванням мети; використанням широко апробованих методів математичної статистики; використанням сучасних методів цифрової обробки сигналів. Наявність в дисертації структурних схем та алгоритмів свідчить про високий ступінь готовності результатів досліджень до широкого практичного застосування.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, обумовлена їх широкою апробацією на національному та міжнародному рівнях та підтверджується експериментальними дослідженнями.

**Відповідність автореферату змісту дисертації.** Автореферат в цілому написаний у відповідності до існуючих вимог щодо кандидатських дисертацій, містить всі необхідні складові. У ньому викладена основна суть проведених досліджень, наведені висновки та список основних публікацій. Порівняння змісту автореферату з текстом дисертації дозволяє стверджувати, що він адекватно відображає всю дисертаційну роботу і містить основну сутність виконаних досліджень і отриманих результатів.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам до оформлення дисертацій.**

Дисертація і автореферат написані українською мовою. Стиль викладення матеріалів відповідає загальноприйнятому для наукових видань. Дисертаційна робота є завершеним дослідженням. Вона містить вступ, чотири розділи, висновки, перелік використаної літератури, додатки. В роботі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета, задачі та наукова новизна досліджень, показані їх зв'язки з науковими програмами та планами, особистий внесок здобувача. Хотілося б відзначити структурованість роботи, чітке розділення досліджень на етапи, логічний зв'язок між ними, достатньо повне викладення суті та змісту проблемно-орієнтованих досліджень, що мають значущу наукову та прикладну цінність.

В цілому текст роботи викладений на високому науково-професійному рівні. Наукові положення, висновки та рекомендації викладено чітко, читачем сприймаються однозначно. Оформлення дисертації та автореферату відповідає



вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567.

Висновки за дисертаційною роботою охоплюють основні результати теоретичних та практичних досліджень.

Структура та виклад дисертації достатньо повно та вичерпно представляють виконані здобувачем дослідження.

### **Зауваження по дисертаційній роботі**

Разом з тим, слід зазначити, що робота не позбавлена деяких недоліків, які, на мій погляд, полягають у наступному.

1. Деякий матеріал в дисертації (наприклад, рис. 1.2, 4.3) можна б було винести в додатки.

2. В авторефераті та дисертації було поставлено для вирішення шість задач дослідження, але у висновках наведено тільки п'ять пунктів. З огляду на автореферат не зрозуміло де обгрунтовано підхід для зниження бітового об'єму відеоданих в інформаційно-комунікаційних системах.

3. З огляду на розділ 1 дисертації не зрозуміло навіщо у підрозділі 1.4 писати мету дисертаційних досліджень, а потім дублювати її у висновках до розділу.

4. Наведена у дисертації на рис. 3.3 структурно-аналітична схема методу формування компонуальної кодової конструкції не зовсім вдало відображена. Не зрозуміло чи спочатку треба визначати кодове значення для базової компоненти кодограми, чи знаходити кодове значення рядку.

5. З огляду на рис. 3.4 у дисертації не зрозуміло що є передумовою для прочитування чергової компонуальної кодової конструкції кодового опису ділянки відеознімку.

6. На рис. 143 дисертації наведено аналіз діаграми на рис. 4.1., але не має інформації для якої кількості знімків проводився цей аналіз. Чи можна стверджувати, що інформація, яка наведена у цьому аналізі є статистично обгрунтованою?

Проте, вказані недоліки не зменшують загальної позитивної оцінки роботи, не впливають на достовірність, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

**Рекомендації по використанню результатів дисертації.** Результати дисертації потенційно можуть знайти використання для створення і удосконалення методичного забезпечення опрацювання сигналів при проектуванні комп'ютеризованих систем діагностування.

**Оцінка дисертації в цілому і висновки.** В цілому дисертаційна робота Сорокуна Антона Дмитровича є завершеним науковим дослідженням, що містить вирішення актуальної науково-технічної задачі, в якій наведено результати досліджень від формулювання мети і задачі до практичного їх використання.



Тематика та зміст дисертації повністю відповідають Паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі, за якою вона подана до захисту, і профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.062.19.

Робота написана на високому науковому рівні, викладена логічно, послідовно із застосуванням загально прийнятої наукової термінології.

Вважаю, що дисертація Сорокуна Антона Дмитровича має важливе наукове та прикладне значення. За актуальністю розглянутих питань, обсягом виконаних досліджень, теоретичною і практичною цінністю одержаних результатів, ступенем апробації та впровадженням дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 (зі змінами, внесеними згідно з постановами КМ № 656 від 19.08.2015 року, № 1159 від 30.12.2015 року, № 567 від 27.07.2016 року) та вимогам МОН України до кандидатських дисертацій і авторефератів, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – «Телекомунікаційні системи та мережі».

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри Комп'ютерної інженерії  
Державного університету телекомунікацій  
Міністерства освіти і науки України,  
доктор технічних наук, доцент



О.М. Ткаченко

Підпис Ткаченко О.М.  
Засвідчую  
Учений секретар ДУТ



О.В. Попов