

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інфокомунікацій
(повна назва)

Кафедра Інформаційно-мережної інженерії
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Розробка методу ефективного кодування динамічного відеоінформаційного ресурсу в інформаційно-телекомунікаційній мережі
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи ІМІМ-21-1

Спирін В.Ю.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма «Інформаційно-мережна інженерія»
(повна назва освітньої програми)

Керівник професор Бараннік В.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Безрук В.М.
(прізвище, ініціали)

2022 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування.

Студент / Спін В.Ю. /

Керівник / Бараннік В.В. /

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інфокомунікацій

Кафедра Інформаційно-мережної інженерії

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(шифр і назва)

Тип програми Освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма «Інформаційно-мережна інженерія»
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Спіріну Владиславу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка методу ефективного кодування динамічного відеоінформаційного ресурсу в інформаційно-телекомунікаційній мережі

затверджена наказом по університету від 21 жовтня 2022 р. № 1376 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 14 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи розробка методу ефективного кодування в інформаційно-телекомунікаційних системах

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі огляд літератури за темою дослідження; розробка методу динамічного кодування; оцінка показників якості щодо обробки та передачі відеоінформаційного потоку в інформаційно-телекомунікаційних системах

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) слайди презентації

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	21.10.2022	
2	Аналіз предметної області	21.10.2022-01.11.2022	
3	Аналіз джерел з теми	02.11.2022-18.11.2022	
4	Розробка динамічного кодування відеоданих в інформаційно-телекомунікаційних системах	19.11.2022-29.11.2022	
5	Оцінка показників якості щодо обробки та відеопотоку в інформаційно-телекомунікаційних системах	30.11.2022-04.12.2022	
6	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	05.12.2022-09.12.2022	
7	Перевірка виконаного проекту керівником	10.12.2022-14.12.2022	

Дата видачі завдання 21 жовтня 2022 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ професор Бараннік В.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 74 сторінки, 42 рисунки, 7 таблиць, 17 джерел за переліком посилань та 1 додаток.

ПЕРЕДАЧА ВІДЕОДАНИХ, СТИСНЕННЯ, ДИНАМІЧНЕ КОДУВАННЯ,
КОМПЕНСАЦІЯ РУХУ, БІТОВИЙ ОБ'ЄМ.

Науково-прикладна полягає покращення ефективності використання відеоконференцзв'язку в системі управління критичною інфраструктурою.

Мета роботи полягає в розробці методу ефективного кодування динамічного відеоінформаційного ресурсу в інформаційно-телекомунікаційній мережі з компенсацією руху динамічних об'єктів для покращення ефективності використання відеоконференцзв'язку в системі управління критичною інфраструктурою.

Об'єкт дослідження: процеси доставки відео потоку в інформаційно-телекомунікаційних системах для покращення якості відео конференційного зв'язку.

Предмет дослідження: методи кодування потоку відеокадрів в інформаційно-телекомунікаційних системах.

Досліджено методи функціонування інформаційно-телекомунікаційних мереж з використанням теорії складних систем. Показано необхідність подальшого розвитку якості функціонування систем відео конференційного зв'язку. Здійснено аналіз сучасних методів кодування потоків відеокадрів. В результаті системного аналізу виявлені їх недоліки. На основі використання сучасних досягнень в теорії цифрової обробки мультимедійних потоків та теорії інформації удосконалено метод динамічного кодування. Проведено порівняльний аналіз ефективності функціонування.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work contains: 74 pages, 42 figures, 7 tables, 17 sources according to the list of links and 1 attach.

VIDEO DATA TRANSMISSION, COMPRESSION, DYNAMIC ENCODING, MOTION COMPENSATION, BIT VOLUME.

Scientific and applied is to improve the efficiency of using videoconferencing in the critical infrastructure management system.

The purpose of the work is to develop a method of effective coding of a dynamic video information resource in an information and telecommunication network with compensation for the movement of dynamic objects to improve the efficiency of using videoconferencing in the critical infrastructure management system.

Research object: processes of video stream delivery in information and telecommunication systems to improve the quality of video conferencing.

Subject of research: methods of encoding the flow of video frames in information and telecommunication systems.

The methods of functioning of information and telecommunication networks using the theory of complex systems are investigated. The need for further development of the quality of functioning of video conferencing systems is shown. The analysis of modern methods of encoding video frame streams is carried out. As a result of system analysis, their shortcomings were identified. Based on the use of modern achievements in the theory of digital processing of multimedia streams and information theory, the method of dynamic coding has been improved. A comparative analysis of the effectiveness of functioning is carried out.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, одиниць, символів і термінів.....	8
Вступ	9
1 Дослідження відеоконференцзв'язку в управлінні стратегічно-важливими підприємствами.....	10
1.1 Аналіз систем відеоконференційного в системі управління.....	10
1.2 Обґрунтування необхідності використання відеоконференцзв'язку для підвищення якості управління структурними підрозділами та технологічними процесами.....	16
Висновки за розділом 1	22
2 Дослідження впливу дестабілізуючих факторів на ефективність відеоконференцзв'язку	23
2.1 Вплив дестабілізуючих факторів на ефективність ВКЗ	23
2.2 Проблемні питання ефективності відомчих ВКЗ з позиції забезпечення необхідних оперативності та достовірності відеоінформації.....	26
Висновки за розділом 2	36
3 Пропозиції щодо підвищення ефективності кодування в системах відеоконференційного зв'язку методами компенсації руху	37
3.1 Оцінка ефективності існуючих методів кодування.....	37
3.2 Особливості стандартизованого формату стиснення відеоданих MPEG...	41
3.3. Пропозиції щодо підвищення ефективності функціонування систем відеоконференцзв'язку методами ефективного кодування з компенсацією руху.....	45
Висновки за розділом 3	57
Висновки.....	58
Перелік джерел посилання	59
Додаток А Слайди презентації.....	61

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ,
ОДИНИЦЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ

ВІ – відеоінформація;

ВКЗ – відеоконференцзв'язок;

КІВ – Критична інфраструктура;

ІЧ – інфрачервоний;

ЛОМ - локально обчислювальна мережа;

ПВСШ - пікове відношення сигнал/шум;

ОКІФ – об'єкти КІФ;

САР – сума абсолютних різниць;

СКР – сума квадратів різниць;

СВП – стратегічно-важливі підприємства;

DFD – Displaced Frame Difference (Переміщена різниця кадрів);

JPEG – Joint Photographic Experts Group (Спільна Група Фотографічних Експертів);

MPEG – Moving Picture Experts Group (Експертна група з рухаючими зображення);

PAL – Phase Alternating Line (Фазова змінна лінія);

PSNR – Peak signal-to-noise ratio (Пікове відношення сигнал/шум);

SAD – Sum of absolute differences (Сума абсолютних відмінностей);

SIMD – Single instruction, multiple data (Одна інструкція, кілька даних);

SSD – Sum of square deviations (Сума квадратних відхилень);

UTP – Unscrewed Twisted Pair (Неекранована кручена пара).

ВСТУП

У зв'язку з бурхливим розвитком мережевих, а також комунікаційних технологій, збільшеною продуктивністю комп'ютерів, і з необхідністю обробляти все більша кількість інформації (як локальної, так мережевий і міжмережевий) зросла роль програмного забезпечення і устаткування в системі управління критичною інфраструктурою. Віддалений доступ, дистанційна освіта і управління, а також кошти проведення відеоконференцій переживають період бурхливого зростання. Несучи собою призначення полегшити і збільшити ефективність управління в системі КІФ.

Відеоконференції надають нам можливість працювати і спілкуватися в режимі реального часу, а також використовувати колективні додатки інтерактивного обміну інформацією.

Тому постає питання для покращення ефективності використання відеоконференцзв'язку в системі управління КІФ та стратегічно важливими виробництвами, особливо для термінових засідань в умовах кризисних ситуацій та воєнного стану.

Для оперативності передачі відеоінформації та зменшення часу обробки відеоданих використовують різні алгоритми кодування.

В основі алгоритмів кодування відеопотоку лежить надмірність інформації і особливості людського сприйняття візуального зображення. Зображення змінюється плавно, невеликі спотворення при відновленні зображення стають непомітні. Алгоритми кодування відеозображення дозволяють ефективно кодувати відеопотік, але не гарантують точне відновлення інформації.

Метою даної роботи є розробка методу ефективного кодування динамічного відеоінформаційного ресурсу в інформаційно-телекомунікаційній мережі з компенсацією руху динамічних об'єктів для покращення ефективності використання відеоконференцзв'язку в системі управління критичною інфраструктурою.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦЗВ'ЯЗКУ В УПРАВЛІННІ СТРАТЕГІЧНО-ВАЖЛИВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

1.1 Аналіз систем відеоконференційного зв'язку в системі управління

В Україні системи відеоконференцзв'язку (ВКЗ) сприяють зростанню динамічності та гнучкості управління, оптимізації процесів управління на всіх рівнях існуючої системи управління критичною інфраструктурою.

Відеоконференція (від англ. Videoconference) - область інформаційної технології, що забезпечує одночасно двосторонню передачу, обробку, перетворення та представлення інтерактивної інформації на відстань в режимі реального часу за допомогою апаратно-програмних засобів обчислювальної техніки [4].

Взаємодію в режимі відеоконференцій також називають сеансом відеоконференцзв'язку.

Відеоконференцзв'язок - це телекомунікаційна технологія інтерактивної взаємодії двох і більше віддалених абонентів, при якій між ними можливий обмін аудіо і відеоінформацією в реальному часі, з урахуванням передачі керуючих даних.

Відеоконференція застосовується як засіб оперативного прийняття рішень в тій чи іншій ситуації.

Застосування відеоконференцзв'язку в системі управління крупними стратегічними отраслями та підприємствами дозволить:

- прискорити процеси прийняття рішень і надасть можливість приймати більш обґрунтовані рішення (особливо в кризових ситуаціях);
- збільшити ефект сприйняття інформації до 90% (під час сеансу учасники можуть не тільки бачити і чути один одного, але й обмінюватися даними і обробляти їх в режимі реального часу);
- впровадити дистанційне навчання співробітників та операторів;
- ефективно розподіляти ресурси (безпосередньо співробітники і необхідне

їм матеріально - технічне забезпечення);

– економити дорогий час керівного складу (реалізація дистанційного керування);

Для критичної інфраструктури України системи ВКЗ є одним з базових компонентів організації управління, особливо в системах управління стратегічно-важливими підприємствами, забезпечуючи своєчасність і необхідну якість управління на різних ланках з виконанням об'єктивного контролю вирішення поставлених задач (рисунок 1.1).

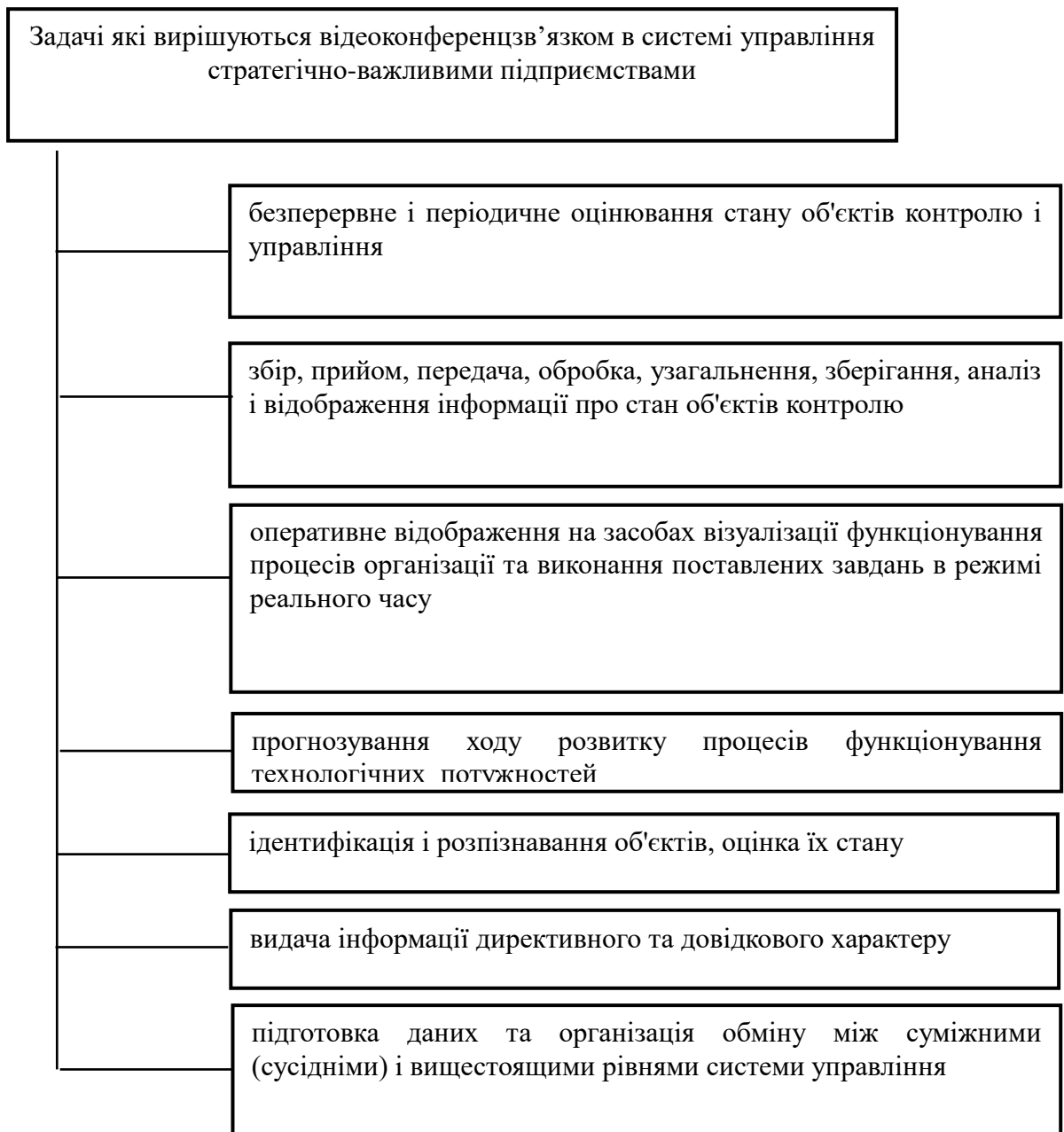


Рисунок 1.1 – Основні задачі які вирішуються ВКЗ в системі управління стратегічно-важливими підприємствами (СВП)

Основні напрями розвитку та впровадження комплексів ВКЗ (рисунок 1.2).

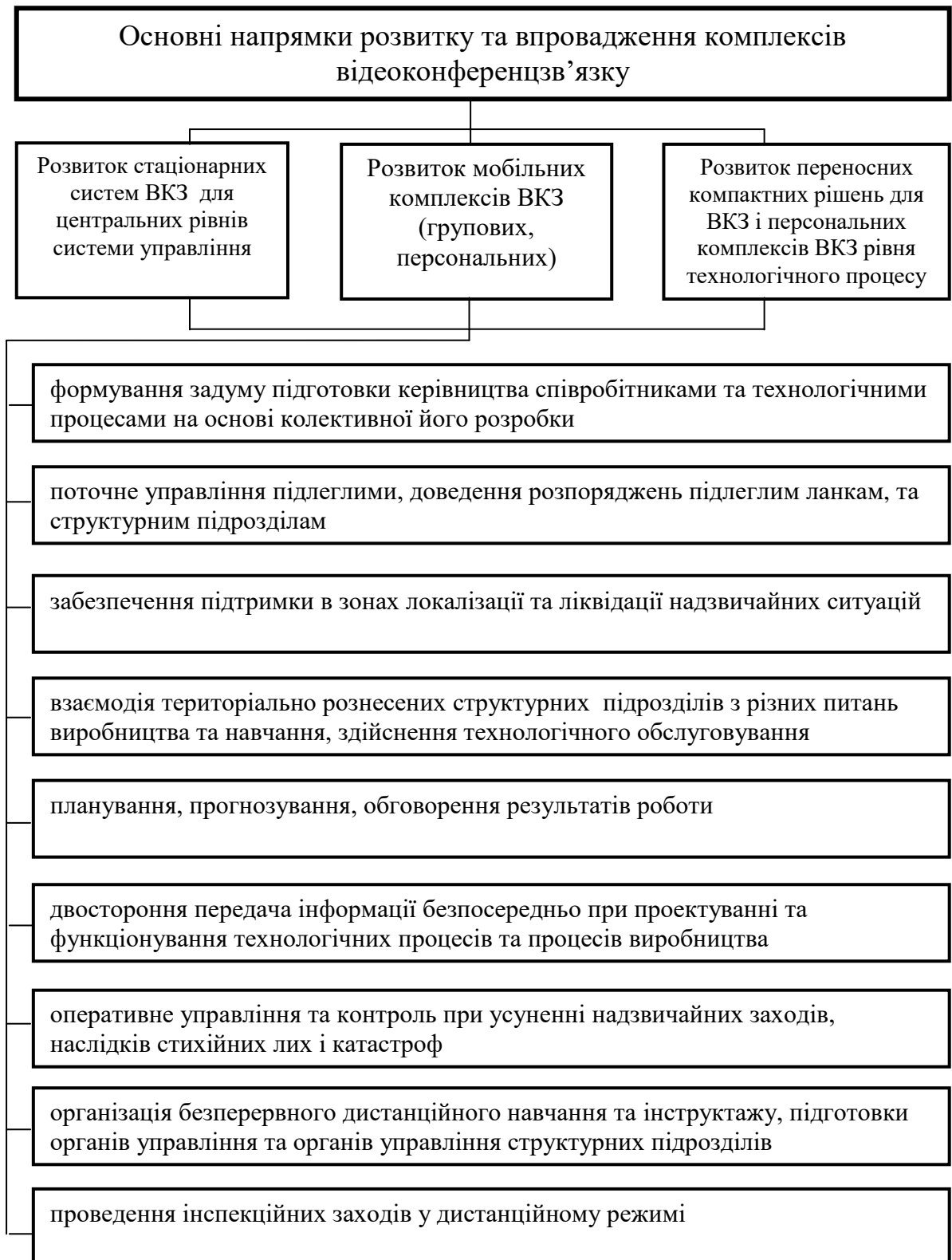


Рисунок 1.2 – Основні напрями розвитку та впровадження ВКЗ в системі управління СВІІ

Зниження ефективності обробки та підвищення часових затримок, викликані процесами передачі та обробки відеоінформації в реальному часі, як між рівнями системи управління СВП, так і між суміжними елементами на нижчих рівнях системи управління, призводять до порушення безпеки інформації, в основному її цілісності та доступності.

При цьому забезпечення інформаційної безпеки не може бути вирішено без впровадження ноу-хау, нових знань і нових технологій.

Все обладнання систем ВКЗ, реалізованих на стратегічно-важливих підприємствах, можна умовно розділити на чотири категорії за критерієм 8 варіантів його використання:

- групові системи ВКЗ;
- компактні рішення для ВКЗ;
- настільні системи ВКЗ;
- персональні системи ВКЗ.

Групові системи ВКЗ призначаються для проведення нарад за участю декількох користувачів на кожній стороні. Крім пристроїв відображення, камер, мікрофонів і кодеків дані системи можуть включати додаткове обладнання для обміну графічними зображеннями.

Групові системи ВКЗ впроваджуються на центральному рівні системи управління СВП і на нижчих рівнях (в стаціонарному сегменті ВКЗ). Відмінною рисою групових систем є підтримка декількох пристроїв відображення інформації (колективних табло, моніторів, проекційних пристроїв), що дозволяє організовувати сеанси відеоконференцзв'язку з максимальною зручністю для великого числа учасників.

Різновидом групових систем є компактні рішення для ВКЗ, які дозволяють розгорнути абонентську точку в лічені хвилини з використанням будь-якого засобу відображення інформації (проекційного пристрою, монітора). Дані елементи систем ВКЗ використовуються в мобільних варіантах систем ВКЗ в інтересах як центральних диспетчерських пунктів так й пунктів управління на

рівні окремих структурних підрозділів [4].

В табл. 1.1 наведені характеристики значень середньої швидкості потоку некодованої відеоінформації в залежності від просторового дозволу і частоти кадрів для комплексів ВКЗ в системах управління СВП. На рис. 1.3 представлено відповідно обсяг інформаційного потоку (Мбіт / с) залежно від розміру кадру і глибини оцифровки пікселів (Р, частота кадрів 50 кадрів в сек). Відповідний час передачі таких об'ємів інформаційних потоків показано в табл. 1.3

Таблиця 1.1 – Характеристики значень середньої швидкості потоку некодованої відеоінформації в залежності від просторового дозволу і частоти кадрів для комплексів ВКЗ в системах управління СВП

Рівні якості відеозображень	Формат GIF	Низький (SD)	Нормальний (ED)	Підвищений (HD)	Високий (Full HD)	Advantage HD
Кількість рядків	320 – 352	640	720	1280	1280 – 1920	1920 – 2048
Дозвіл по вертикалі	240 – 288	480 – 576	480 – 576	720	720 – 1080	1080
Частота кадрів / сек	24 – 30	24 – 30	50	50	24 – 50	48 – 60
Середня швидкість (Мбіт / сек)	66	252	500	1105	1500 – 2500	2548 – 3180

Наведені оцінки (табл. 2.1, 2.2) виконані на основі аналізу основних характеристик телекомунікаційних технологій, що використовуються при організації ВКЗ в системі управління військами і оцінок необхідних обсягів відеоінформаційного ресурсу ВКЗ в залежності від необхідного просторового дозволу відеозображень і частоти кадрів. При тенденції зростання обсягів відеоінформації і не забезпечення відповідними даними обсягами продуктивності технологій передачі та обробки відеоінформації в комплексах ВКЗ виникають умови порушення категорій безпеки відеоінформаційного

ресурсу ВКЗ - доступності та цілісності.

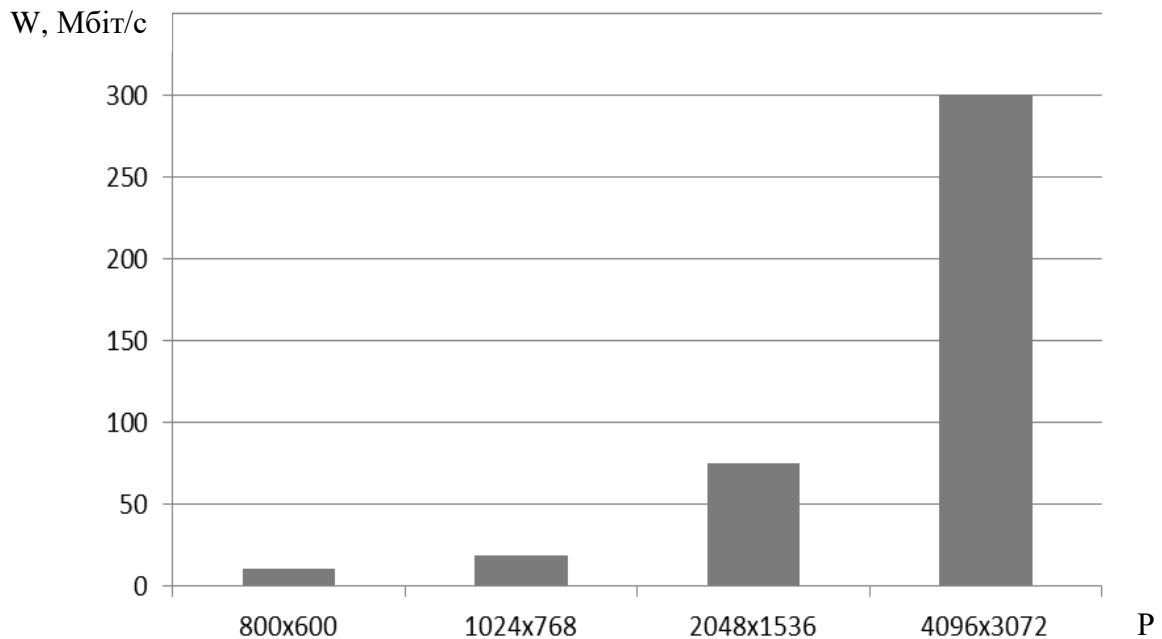


Рисунок 1.3 – Обсяг інформаційного потоку (Мбіт / с) залежно від розміру кадру і глибини оцифровки пікселів (Р, частота кадрів 50 кадрів в сек)

Таблиця 1.2 – Час передачі відеозображень (в сек.) залежно від швидкості передачі даних і заданого обсягу відеоданих

Швидкість передачі даних, Кбіт / с	Обсяг відеоданих			
	11 Мбіт (800x600)	19 Мбіт (1024x768)	75 Мбіт (2048x1536)	301 Мбіт (4096x3072)
57	193	329	1316	5266
1024	11	18,8	75,4	302
2048	5,5	9,4	37,7	151

Таким чином, для здійснення гарантованої передачі відеоінформації в системі управління СПВ з необхідними суб'єктами доступу (користувачами) значеннями просторового дозволу, не перевищення допустимих значень втрат інформації та часових затримок, а отже забезпечення безпеки

відеоінформаційного ресурсу ВКЗ (категорій доступності та цілісності), канали обміну при організації ВКЗ повинні мати такі властивості:

- забезпечувати швидкість відеоінформаційного потоку не нижче:
 - а) 100 Мбіт / с для передачі відео-потoku формату підвищеної якості;
 - б) 1 Гбіт / с для передачі відео-потoku формату високої якості (HD);
- затримка передачі одного кадру від одного об'єкта управління (об'єкта контролю) до іншого не повинна перевищувати декількох сотень або навіть десятків мілісекунд.

1.2 Обґрунтування необхідності використання відеоконференцзв'язку для підвищення якості управління структурними підрозділами та технологічними процесами

Висока якість звуку і повноекранне відео, оперативний обмін документами і даними (що дозволяють відеоконференції) дає цьому інструменту дистанційного спілкування найширший спектр практичного застосування. На сьогоднішній день ці системи вже знайшли застосування у великих компаніях, юридичних фірмах, в медицині та критичній інфраструктурі.

Після телефонних розмов інформація, яку отримують від співрозмовника слухачі, досягає, в середньому, до 10% від загального обсягу інформації.

При телефонних переговорах з можливістю обміну даними, обсяг засвоєної інформації може бути збільшений приблизно до 25%.

У разі якщо є можливість протягом бесіди візуально стежити за співрозмовником, є можливість забезпечити засвоєння інформації до 60%. Але не тільки ця статистика переконує нас в тому, що відеоконференція дозволяє забезпечувати зв'язок нового рівня.

На практиці, відеоконференція – це :

- незамінний помічник в управлінні і взаємодії окремих структурних підрозділів, які територіально рознесені;

- проведення консультування в процесі управлінні з досвідченими фахівцями або експертами;

- забезпечення мотиваційного та потрібного емоційного фону під час виконання складних завдань, в тому числі в умовах ліквідації надзвичайних ситуацій;

- здійснення дистанційних операцій в телемедицині;

- використання технологічних можливостей відеоконференцзв'язку для отримання інформації з важко-доступних об'єктів, та таких, які розташовані на відстані.

При цьому немає ніякої необхідності відправляти персонал в дорогі відрядження. Економія на відрядження витрати це далеко не всі переваги, головне - за допомогою використання відеоконференції збільшується ефективність роботи [7].

Сучасні системи відеоконференцзв'язку дають можливість одночасної роботи з даними, із забезпеченням підписання цих документів: для цього в систему включена так звана «біла дошка» - спеціальне доповнення. Воно має вікно, в якому кожен учасник може внести свої корективи (введення тексту або графіки). При цьому всі зроблені зміни надаються кожному учасникові.

Для успішного функціонування системи ВКЗ в системі критичної інфраструктурі або в інтересах управління функціонуванням та безпекою стратегічно-важливих підприємств необхідно:

- для того, щоб отримати зображення і звук достатньої якості, ширина смуги кожного каналу передачі даних телекомунікаційної мережі, яка використовується, повинна бути не менше ніж 384 Кбіт / с. В деяких прикладних сферах застосувань потрібно забезпечити рівень швидкості передачі даних в мережі не нижче ніж 10 Мбіт/с;

- підтримка «ізохронної передачі». Вона гарантує проходження сигналів відповідно до встановленої черги і без втрат.

Відеоконференція може бути організована по дротових та бездротових каналах зв'язку. Провідні канали відрізняються від бездротових швидкістю передачі даних (таблиця 1.4), вартістю побудови, простотою реалізації.

Таблиця 1.4 – Швидкісні характеристики каналів зв'язку

Канал зв'язку	Швидкість	Вартість
Радіорелейна лінія	256 KBPS – 100 MBPS	Невисока
Кручена пара	10 MBPS – 100 MBPS	Висока
Супутниковий канал	256 KBPS – 100 MBPS	Висока
Волоконна оптика	500 KBPS – 10 GBPS	Висока

Варіант побудови системи відео конференції по провідним каналам зв'язку наведено на рис. 1.4.

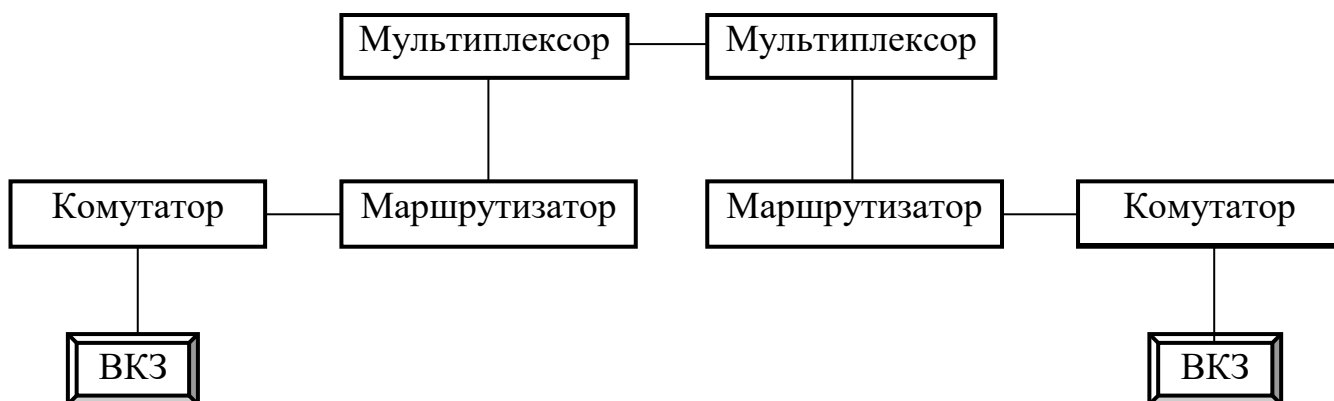


Рисунок 1.4 – Відеоконференція по провідним каналам зв'язку

Кабель типу кручена пара (twisted pair) містить кілька пар мідних проводів. На сьогодні цей тип кабелю найбільш поширений в локальних мережах. Багато нових будівель створюються із заздалегідь готовою кабельною системою, в якій використовується кабель кручена пара. При цьому невикористовувані для передачі цифрових даних пари проводів можуть бути застосовані в інших цілях (наприклад, для голосового зв'язку або сигналізації). Швидкість передачі даних в мережах, де використовується кабель кручена пара, становить від 10 Мбіт / с

до 100 Мбіт / с. Найчастіше застосовується кабель типу UTP5 (Unscrewed Twisted Pair - неекранована кручена пара, категорія 5). У тих випадках, коли необхідний захист даних від перешкод (наприклад, від сильних електромагнітних полів), застосовують екрановану кручену пару. Кабель типу кручена пара застосовується в локальних мережах, створюваних на основі технологій Ethernet і Fast Ethernet.

Волоконно-оптичний (fiber optic) кабель містить тисячі скловолокон, кожна з яких тонші людської волосини. Для передачі дані перетворюються в світлові імпульси, які передаються по оптоволокну за допомогою лазерного пристрою зі швидкістю від 500 Кбіт до декількох гігабіт на секунду. З одного боку, волоконно-оптичні лінії зв'язку значно швидше, легше і набагато міцніше, ніж мідні дроти; тому волоконна оптика використовується в якості каналів зв'язку в тих системах, де потрібно швидко передавати великі масиви даних. З іншого боку, волоконно-оптичний кабель вимагає великих витрат при прокладці. Крім того він більш дорогий. Його найкраще використовувати для магістральних ліній (backbone), а для підключення до мережі комп'ютерів користувачів застосовувати виту пару. Втім, оптоволоконний кабель знаходить застосування і в локальних мережах, де потрібна висока ступінь захисту даних від несанкціонованого використання (наприклад, в банках), так як підключитися до оптоволокну з метою перехоплення даних неможливо.

Бездротові канали зв'язку, що використовують як середовище передачі радіо або інфрачервоні хвилі, не здійснюють фізичний контакт з передавальними та приймаючими пристроями (рис. 1.5). На сьогодні такі канали зв'язку є головною альтернативою контактним способам передачі даних на основі телефонних ліній, кручених пар і оптоволокну. Найбільш часто використовуються сьогодні пристрої бездротової передачі даних - пейджери, стільникові телефони, радіотелефони, системи супутникового телебачення, системи мікрохвильового зв'язку. До пристроїв бездротового зв'язку також відносяться пульти дистанційного управління побутовими пристроями та інші системи інфрачервоної (ІЧ) зв'язку. Ми розглянемо тільки ті технології, які

застосовуються в телекомунікаційних мережах передачі даних, а саме системи радіозв'язку, супутникового зв'язку, а також ІЧ-пристрої.

До систем мікрохвильового радіозв'язку (microwave systems) відносяться в основному наземні радіорелейні лінії, які в телекомунікаційних системах використовуються для передачі великих обсягів інформації між двома пунктами. Мікрохвильові сигнали поширюються в просторі по прямій лінії, що обмежує дальність передачі 40 - 50 кілометрами через кривизни земної поверхні. Ще один недолік цих систем - залежність від погодних умов.

Супутникові системи зв'язку (satellite communication systems) позбавлені недоліків, властивих радіорелейним лініям. У супутниковій системі сигнали передаються з наземної станції на супутник, який служить ретранслятором. В якості приймаючого пристрою застосовується звичайна параболічна антена.

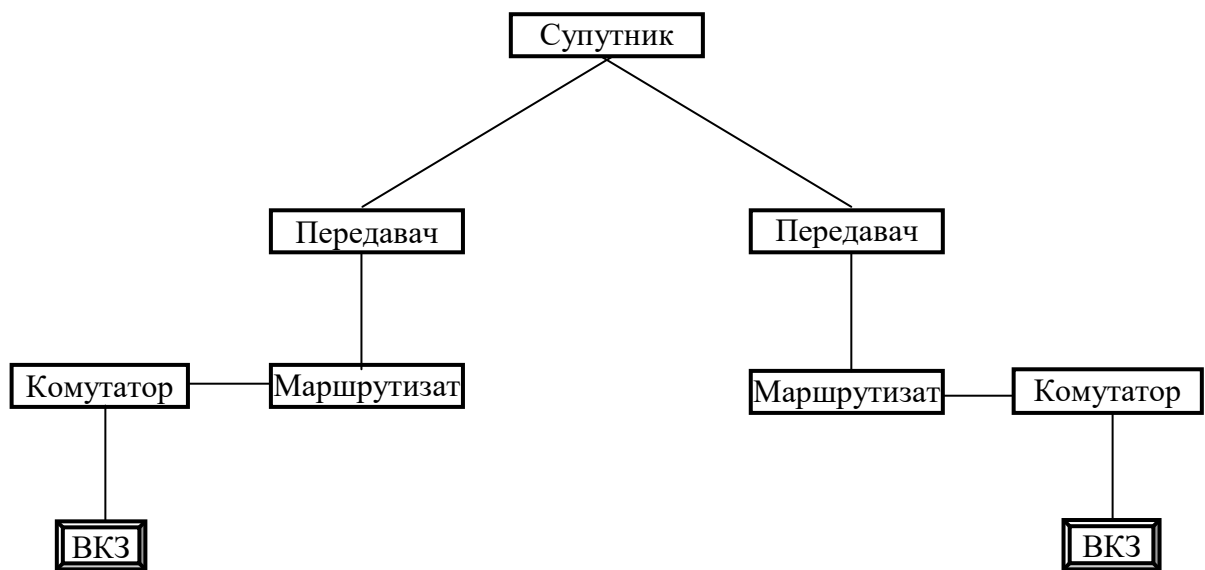


Рисунок 1.5 – Відеоконференція по радіорелейних каналах зв'язку

Супутники зв'язку вельми ефективні по вартості при передачі великих масивів даних на великі відстані, тому системи зв'язку цього типу використовуються у великих, географічно розподілених організаціях, а також там, де не можна застосувати кабельні або радіорелейні лінії зв'язку.

Наприклад, мережа аптек Rite Aide використовує системи супутникового зв'язку для організації швидкого двостороннього зв'язку між регіональними складами і корпоративним мейнфреймом, розташованим в Кемп Хілл (Camp Hill), Пенсільванія. У кожному складі встановлений сервер, який обслуговує касові апарати, локальну мережу комп'ютерів працівників аптек і менеджерів, а також перевіряє наявність необхідних препаратів та обладнання. Сервер може зв'язатися з мейнфреймом через супутник для передачі звітів про продаж, для отримання доступу до бази даних компанії, для складання розкладу.

Останнім часом набули поширення системи доступу до Інтернет, що базуються на використанні систем супутникового зв'язку. Оскільки передавальне обладнання коштує досить дорого, багато компаній використовують системи DirecPC. Найчастіше при роботі з Інтернет вхідний трафік (тобто, "з Інтернет") набагато вище вихідного. Системи DirecPC в якості приймальних пристроїв використовують супутникові антени, а передають інформацію від користувачів в Інтернет по звичайних наземних каналах зв'язку. Звичайні супутники зв'язку знаходяться на стаціонарних орбітах на висоті приблизно 35 км над Землею. Нові низькоорбітальні супутники (low-orbit satellites) працюють на орбітах, максимально наближених до земної поверхні, що дозволяє їм приймати сигнали навіть від малопотужних передавачів. Такі супутники споживають менше енергії, а їх запуск і експлуатація обходиться значно дешевше традиційних супутникових систем зв'язку.

Використання низькоорбітальних супутників робить можливим користуватися послугами зв'язку, перебуваючи в будь-якій точці земної кулі.

Варіанти технологічної реалізації, інформаційно-телекомунікаційної мережі зазвичай містить різноманітні апаратні і програмні компоненти, яким необхідно працювати спільно, щоб передавати інформацію. Різні компоненти мережі "спілкуються" один з одним, дотримуючись ряду правил, що дозволяє їм працювати всім разом. Такий набір правил, що регулює процес передачі даних між двома точками мережі, називається протоколом (protocol). Кожен пристрій в мережі має правильно "розуміти" протокол іншого пристрою [7].

Головні функції мережевих протоколів наступні: ідентифікувати кожен пристрій, який бере участь у передачі даних, перевірити, чи не потребують дані повторної передачі. Виконати повторну передачу, якщо сталася помилка.

На стадії розробки (модернізації) систем управління структурними підрозділами та технологічними процесами формуються і обґрунтовуються вимоги до інформаційного обміну. Визначається, яка інформація необхідна, її деталізація, формат уявлення, хто потребує доступу, до якої інформації, при яких умовах, з якою якістю. Супутники споживають менше енергії, а їх запуск і експлуатація обходиться значно дешевше традиційних супутникових систем зв'язку.

Висновки за розділом 1

Для компонент критичної інфраструктури, забезпечення функціонування стратегічно-важливих підприємств системи ВКЗ є одним з базових елементів організації управління структурних підрозділів та технологічних процесів. Особливо це стосується умов ліквідації надзвичайних ситуацій та під час управління територіально-рознесених структурних підрозділів та об'єктів контролю. Вони забезпечують своєчасність і необхідну якість управління структурними підрозділами та технологічними процесами з виконанням об'єктивного контролю.

Проведена оцінка значень швидкості відеопотоку відеоінформації в залежності від необхідної якості відеоданих, від просторового дозволу і частоти кадрів. При тенденції зростання обсягів відеоінформації і не забезпечення відповідними даними обсягами продуктивності технологій передачі та обробки відеоінформації в комплексах ВКЗ виникають умови порушення категорій безпеки відеоінформаційного ресурсу ВКЗ - доступності.

Обґрунтована актуальність використання систем відеоконференцзв'язку для підвищення якості управління під час функціонування та забезпечення безпеки стратегічно-важливих підприємств.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІВ'ЯЗКУ

2.1. Вплив дестабілізуючих факторів на ефективність ВКЗ

Аналіз процесу організації і функціонування ВКЗ в системах державного управління (на прикладі системи управління СВІ), дозволяє класифікувати вплив дестабілізуючих факторів на ефективність ВКЗ на три основні групи в залежності від джерела виникнення:

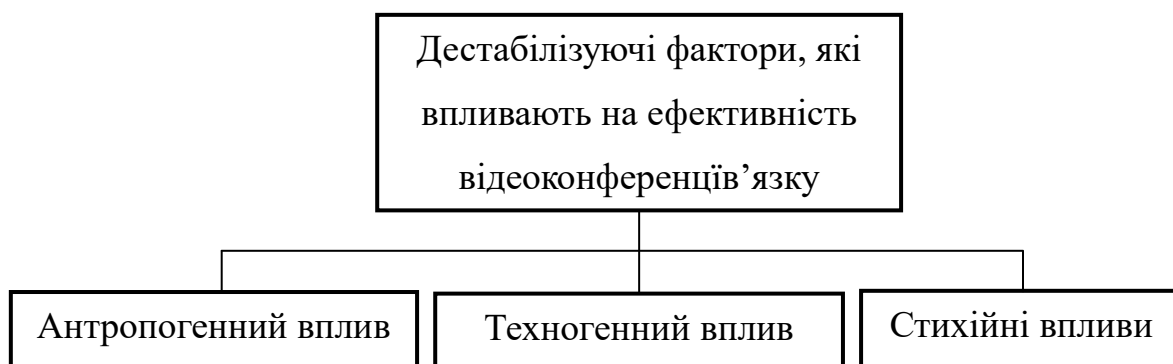


Рисунок 2.1 - Класифікація впливів дестабілізуючих факторів на ефективність відеоконференцв'язку

Розглянемо групи впливів на ефективність ВКЗ. До першої групи відносять загрози, що формуються діями суб'єктів доступу. Суб'єкти, дії які можуть призвести до порушення ефективності ВКЗ в системі управління СВІ можуть бути як зовнішні по відношенню до системи управління, так і внутрішні.

Зовнішні впливи, обумовлені діями:

- протидіючих структур;
- контролюючих структур;
- конкуруючих структур.

Внутрішні впливи, обумовлені діями:

- персоналу об'єктів управління;
- персоналу об'єктів контролю.

Аналіз застосування ВКЗ в системі управління профільних органів управління дозволяє виділити наступні антропогенні впливи, зумовлені діями суб'єктів доступу:

- поломки (збій):
 - а) поломка технічних засобів;
 - б) поломка носіїв інформації;
 - в) збій програмного забезпечення (комплексів ВКЗ, серверів сховищ відеоінформації);
- порушення нормальної роботи (переривання):
 - а) швидкості обробки інформації;
 - б) пропускної здатності каналів зв'язку;
 - в) маршрутизації передачі інформації;
 - г) збільшення обсягів необхідної інформації;
 - д) електроживлення технічних засобів;
- помилки:
 - а) при інсталяції програмного забезпечення (комплексів ВКЗ, серверів сховищ відеоінформації);
 - б) при написанні прикладного програмного забезпечення;
 - в) при передачі інформації;
 - г) при кодуванні / декодуванні інформації;
 - в) при експлуатації програмного забезпечення;
 - г) при експлуатації технічних засобів.

У другій групі загроз розглянемо менш прогнозовані впливи, але більш залежні від властивостей апаратури. Ефективність відеоінформаційного ресурсу ВКЗ, обумовлені технічними засобами, так само можуть бути зовнішніми і внутрішніми. До зовнішніх впливів другої групи (техногенні впливи) віднесемо впливи, зумовлені:

- функціонуванням апаратних засобів зв'язку;
- технологічно небезпечними виробництвами, розташованими в територіальній близькості від об'єктів управління і контролю;

- експлуатацією мереж інженерних комунікацій (енерго-, водопостачання, каналізації);
- транспортом.

Внутрішні впливи, обумовлені невідповідністю технологій і технічних засобів вимогам забезпечення, а саме:

- технологій обробки відеоінформації;
- програмних засобів комплексів ВКЗ;
- технічних засобів обробки і передачі відеоінформації;
- допоміжних, відеозасобів;
- інших технічних засобів.

Таким чином, техногенними загрозами впливів на ВКЗ можуть бути:

- порушення нормальних умов функціонування:
 - а) порушення працездатності системи обробки інформації;
 - б) порушення працездатності єдиної інфокомунікаційної системи;
 - в) невідповідність (старіння) каналів обміну і засобів обробки інформації;
 - г) порушення встановлених правил доступу;
 - д) електромагнітний вплив на технічні засоби;
- збій:
 - а) комплексів ВКЗ, серверів сховищ відеоінформації (програмні збої);
 - б) засобів обробки інформації (стрибки напруг).

Третю групу складають загрози, які обумовлені стихійними лихами. Дані потенційні загрози безпеки ВІ ресурсу ВКЗ, як правило, є зовнішніми по відношенню до ВКЗ. Як приклад виникнення загроз розглядаються:

- пожежі;
- землетруси;
- повені;
- урагани;
- інші обставини.

Стихійні загрози безпеки ВІ ресурсу ВКЗ, завдають шкоди всім елементам системи управління стратегічно-важливими підприємствами. Під стихійними загрозами безпеки будемо розглядати:

– знищення (руйнування):

а) технічних засобів обробки і передачі відеоінформації;

б) носіїв відеоінформації;

в) програмного забезпечення комплексів ВКЗ, серверів сховищ відеоінформації;

г) відеоінформаційних ресурсів;

д) приміщень;

е) персоналу;

– зникнення:

а) ВІ ресурсу в засобах обробки (серверах сховищ відеоінформації);

б) ВІ ресурсу при передачі по каналах обміну;

в) носіїв відеоінформації.

2.2 Проблемні питання ефективності відомчих ВКЗ з позиції забезпечення необхідних оперативності та достовірності відеоінформації

Розглянемо проблемні питання ефективності відомчих ВКЗ з позиції забезпечення необхідних оперативності та достовірності відеоінформації, в умовах досягнення заданої конфіденційності відеоінформаційного ресурсу.

Основними показниками якості функціонування систем ВКЗ є:

– сумарний час доставки відеоінформації при організації ВКЗ від абонента 1 (об'єкт управління) до абонента 2 (об'єкт контролю) складається з часових інтервалів, витрачених на виконання всіх проміжних технологічних етапів обробки і передачі відеоінформації, а саме:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N T_i, \quad (2.1)$$

де T_{Σ} - сумарний час доставки відеоінформації від абонента ВКЗ до абонента ВКЗ в системі управління (оперативність доставки ВІ);

T_i – часовий інтервал, що витрачається на виконання i -го технологічного етапу формування і доставки ВІ в системі управління із застосуванням ВКЗ;

N – загальна кількість технологічних етапів формування і доставки ВІ.

Для пояснення процесу доставки, розглядається односпрямований (від абонента 1 до абонента 2) варіант формування та доставки ВІ.

З урахуванням виразу (1.1) і розглянемо процес відеоконференцзв'язку сумарний час доставки відеоінформації від абонента ВКЗ до абонента ВКЗ у системі управління буде визначатися як :

$$T_{\Sigma} = T_{\text{форм.ВІ}} + T_{\text{обр.ВІ}} + T_{\text{шифр.ВІ}} + T_{\text{кодув.ВІ}} + T_{\text{перед.ВІ}} + T_{\text{декодув.ВІ}} + T_{\text{звобр.ВІ}} + T_{\text{відновл.ВІ}}, \quad (2.2)$$

де $T_{\text{форм.ВІ}}$ – час на формування відеоінформації абонентом ВКЗ 1, необхідної для передачі абоненту ВКЗ 2, з використанням спеціалізованих пристроїв захоплення (камера, мікрофон та ін.) систем (комплексів) ВКЗ;

$T_{\text{обр.ВІ}}$ – час на обробки ВІ на передавальній стороні;

$T_{\text{шифр.ВІ}}$ – час на шифрування ВІ на передавальній стороні;

$T_{\text{кодув.ВІ}}$ – час на виконання етапу завадостійкого кодування ВІ на передавальній стороні;

$T_{\text{перед.ВІ}}$ – часовий інтервал етапу доставки ВІ від абонента 1 до абонента 2 по задіяних каналах обміну;

$T_{\text{звобр.ВІ}}$ – час на виконання етапу перешкодостійкого декодування ВІ на приймальній стороні;

$T_{\text{дешифр.ВІ}}$ – час на етап дешифрування ВІ на приймальній стороні;

$T_{\text{відновл.ВІ}}$ – час на відновлення ВІ на приймальній стороні.

– основним показником оцінювання достовірності ВІ ресурсу є показник пікового відношення сигнал/шум (ПВСШ) – PSNR, який визначає величину розбіжності вихідного $F(i, j)$ і відновленого $G(i, j)$ відеозображень при використанні технологій обробки.

Під піковим відношенням сигнал/шум PSNR будемо розуміти величину

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{MAX}_I^2}{\text{MSE}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{\text{MAX}_I}{\sqrt{\text{MSE}}} \right), \quad (2.3)$$

де MAX_I – це максимальне значення, яке приймається пікселем (i, j) відеозображення;

MSE – показник середньоквадратичного відхилення відновленого кадру $F(i, j)$ від вихідного $G(i, j)$ однакового розміру $L_{\text{ряд}} \times L_{\text{стов}}$, що визначається для всіх пікселів з координатами (i, j) :

$$\text{MSE} = \frac{1}{L_{\text{ряд}} L_{\text{стов}}} \sum_{i=0}^{L_{\text{ряд}}-1} \sum_{j=0}^{L_{\text{стов}}-1} |a_{i,j} - a'_{i,j}|^2, \quad (2.4)$$

де $a_{i,j}$ – початкові (i, j) елементи зображення;

$a'_{i,j}$ – відновлені (i, j) елементи зображення.

Середньоквадратичне відхилення обумовлено помилками процесу обробки і передачі з урахуванням формування шифрованого представлення. Тому додатково потрібно використовувати необхідну кількість розрядів на завадостійке кодування, що обумовлює зниження стійкості шифру послідовності до помилок каналу зв'язку.

Розглянемо вимоги до функціонування систем ВКЗ, ґрунтуючись на основних показниках якості.

Для забезпечення високої якості звуку та зображення під час проведення

сеансів ВКЗ, повинен бути забезпечений симетричний канал зв'язку з гарантованою пропускнуою здатністю, що представлено в табл. 2.1.

Для пояснення процесу доставки, розглядається односпрямований (від абонента 1 до абонента 2) варіант формування та доставки ВІ.

Таблиця 2.1 – Вимоги до пропускнуї здатності каналів зв'язку

Необхідна пропускна здатність, Кбіт/с	Сервер	Клієнт
SD	256	128
ED	1024	512
HD	2048	1024
Full HD	4096	2048

Пропускна здатність каналу зв'язку для серверів повинна бути більшою в два рази, ніж пропускна здатність клієнтського каналу для забезпечення якісного відеосервісу із заданими оперативністю і достовірністю. При використанні інших швидкостей з'єднання необхідно забезпечувати запас по пропускнуї здатності каналу зв'язку близько 20-30% від швидкості з'єднання відеотерміналів.

Розглянемо вимоги до часових характеристик каналів зв'язку. Підсистема каналів зв'язку і передачі даних, а також локальних телекомунікаційних мереж, призначених для передачі трафіку аудіо і відеоданих у цифровій формі між абонентами, має відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.2.

Порти мережі передачі даних повинні мати стандартні мережеві закінчення Ethernet 10/100 Base-T (Full/Half Duplex).

Локальні обчислювальні мережі (ЛОМ) об'єктів повинні бути побудовані на основі комутованого Ethernet.

Устаткування ЛОМ має підтримувати:

- стандарт Ethernet 10/100 Base TX Full/Half Duplex;
- технологію VLAN або іншу технологію сегментації мережі.

Таблиця 2.2 – Вимоги до часових характеристик каналів зв'язку

Параметр	Характеристика	Примітки
Затримка проходження пакетів	Не більше 150 мс у кожному напрямку	Рекомендується
Нерівномірність отримання пакетів (Jitter)	Не більше 50 мс	Критично
Втрати пакетів	Не більше 1 %	Критично
Полоса пропускання	Для кожного з'єднання потрібна швидкість зв'язку в середньому 20-30%	Рекомендується

При перевищенні проходження пакетів більше 300 мс з'явиться розбіжність між звуком і відео. У разі втрати пакетів більше 1% виникне збій в отриманні відеоінформації.

Сучасні вимоги щодо передачі та обробки інформації в реальному часі (з високою якістю) зумовлюють необхідність обробляти великі обсяги відеоданих, збільшувати швидкість обробки і передачі відеоінформації, а також формують вимоги до величини інформаційного потоку.

У загальному випадку структура відеопотоку в комплексах ВКЗ у профільній системі управління залежить від:

- просторового розділення $L_{\text{стов}} \times L_{\text{ряд}}$ кадру, що визначається як добуток розділення по горизонталі (кількість стовпців $L_{\text{стов}}$) і розділення по вертикалі (кількість рядків $L_{\text{ряд}}$);
- розділення d по яскравості або глибини пікселя (кількість біт на один елемент зображення);
- частоти f_t кадрів.

Обсяг відеопотоку V_1 визначається за наступним виразом:

$$V_1 = L_{\text{стов}} \times L_{\text{ряд}} \times d. \quad (2.5)$$

Профільні системи управління є системами управління реального часу з тактом оновлення інформації $t=1$ с. Відповідно на приймальній стороні за цей час необхідно отримати відеопотік з вихідним обсягом, що дорівнює V_1 (біт).

Таким чином, реальний (необхідний) обсяг відеопотоку V_1 , що формується за такт поновлення t , визначає інтенсивність необробленої відеоінформації (біт/с):

$$V_t = f_t \times V_1. \quad (2.6)$$

На підставі значень необхідної роздільності відеокадрів, характеристик інформаційно-телекомунікаційних технологій при організації ВКЗ у системах управління СВП [3] виконано оцінювання обсягів ВІ ресурсу ВКЗ залежно від вимог суб'єкта доступу (необхідної просторової роздільності відеозображень і частоти кадрів). Результати оцінювання значень інтенсивності необробленої відеоінформації залежно від необхідної якості відеоданих (просторового розділення і частоти кадрів) у профільній системі управління наведені в табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Оцінювання значень середньої швидкості потоку не кодованої відеоінформації V_t під час ВКЗ залежно від вимог суб'єкта доступу

Рівні якості зображень	Нормаобний (ED)	Підвищений (HD)	Високий (Full HD)	Advantage HD
Середня швидкість потоку, Мбіт/с	452-500	1105	1500-2500	2548-3180

З отриманих результатів (табл. 2.3) можна зробити наступні висновки:

– значення середньої швидкості W_t не кодованого відеопотоку за 1 с залежно від вимог суб'єкта доступу до якості відеоінформації (існуючих стандартів зображень для ВКЗ) знаходиться в межах від 33 до 3180 Мбіт/с;

– для найбільш потребуемого зображення $720 \times 576 \times 50$ при використанні комплексів ВКЗ на рівні управління велико-масштабними підприємствами, та для вирішення деяких завдань на технологічному рівні та рівні управління окремими структурними підрозділами, середня швидкість доступу не кодованого відеопотоку за 1 с досягає значення 500 Мбіт/с;

– найменша швидкість не кодованого відеопотоку забезпечується для кадрів формату GIF, використовуваних у комплексах ВКЗ на базі мобільного радіозв'язку з розміром кадрів 352×288 ;

– найбільші вимоги до швидкості доступу не кодованого відеопотоку висуваються для форматів HD і Full HD (просторове розділення на рівні 1280×720 і 1920×1080), а саме: для частоти кадрів – 30 кадрів/с швидкість не кодованого відеопотоку буде досягати значень $W_t = 1,5$ Гбіт/с, для частоти 60 кадрів/с $W_t = 1,5$ Гбіт/с.

Таким чином, для функціонування ВКЗ у профільних системах управління з виконанням вимог щодо оперативності та достовірності ВІ ресурсу необхідно забезпечити [5]:

– відповідність характеристик каналів обміну відеоінформацією за пропускною здатністю встановленим значенням швидкості потоку відеоінформації;

– зменшення обсягів відеоданих за рахунок технологій обробки із забезпеченням їх достовірності.

Виконаємо оцінювання характеристик відеоінформаційного ресурсу, таких як оперативність і достовірність.

Це оцінювання необхідне для визначення відповідності характеристик ВІ ресурсу (обсягу відеоданих, середньої швидкості відеопотоку, часу передачі не кодованого відеопотоку, бітової швидкості кодованого відеопотоку та ін.) сучасним вимогам обробки і доставки відеоінформації в профільних системах

управління.

Виконаємо оцінювання часу передачі $t_{\text{п}}$ не кодованого відеопотоку (в обсязі одного відеокадру) залежно від його просторового розділення. З формул видно, що доступ до ресурсу в обсязі одного відеокадру повинен здійснюватися за час:

$$t_{\text{п}} = 1/f_t. \quad (2.7)$$

Отже, видається можливим оцінити необхідні значення за часом доступу одного відеокадру для граничних частот поновлення відеоінформації у комплексах ВКЗ.

Відповідно до виразу (2.7) час доступу без затримок для одного відеокадру не повинен перевищувати:

- для частоти $f_t = 15$ кадрів/с відповідно $t_{\text{п}} \leq 0,06$ с;
- для частоти кадрів $f_t = 50$ кадрів/с відповідно $t_{\text{п}} \leq 0,02$ с.

У загальному ж випадку час доступу до відеоданих залежить від:

- обсягу відеопотоку V_1 (вимог до якості відеоданих);
- середньої швидкості не кодованого відеопотоку W_t ;
- пропускної здатності S_c каналів обміну відеоінформації при організації ВКЗ.

Проведемо оцінювання значень часу доступу одного відеокадру для комплексів ВКЗ у системі управління ЗС.

Оцінювання значень часу доступу одного відеокадру $t_{\text{п}}$ виконано залежно від середньої швидкості не кодованого відеопотоку W_t , характеристик каналів обміну відеоінформацією S_c , що використані у комплексах ВКЗ розділень відеокадрів – SD, HD, FullHD.

Результати оцінювання часу доступу одного відеокадру зображено на рис. 2.1.

Аналіз результатів оцінювання часу доступу одного відеокадру $t_{пл}$ дає можливість констатувати, що час доступу при організації ВКЗ відповідно до виразу (2.7) забезпечується тільки для відеокадрів з низьким просторовим розділенням (ED). Час доступу відеокадрів не кодованого відеопотоку з високим просторовим розділенням (HD, FullHD) досягає сотень секунд і, як наслідок, доступ до ВІ ресурсу буде здійснений із затримками. Таким чином, у процесі функціонування ВКЗ навіть з використанням високошвидкісних каналів ($S_c \geq 2$ Мбіт) час доступу одного відеокадру $t_{пл}$ (для не кодованого відеопотоку) перевищує необхідне значення часу доступу одного відеокадру в кілька десятків разів (для систем управління реального часу і розділень відеокадрів HD, FullHD).

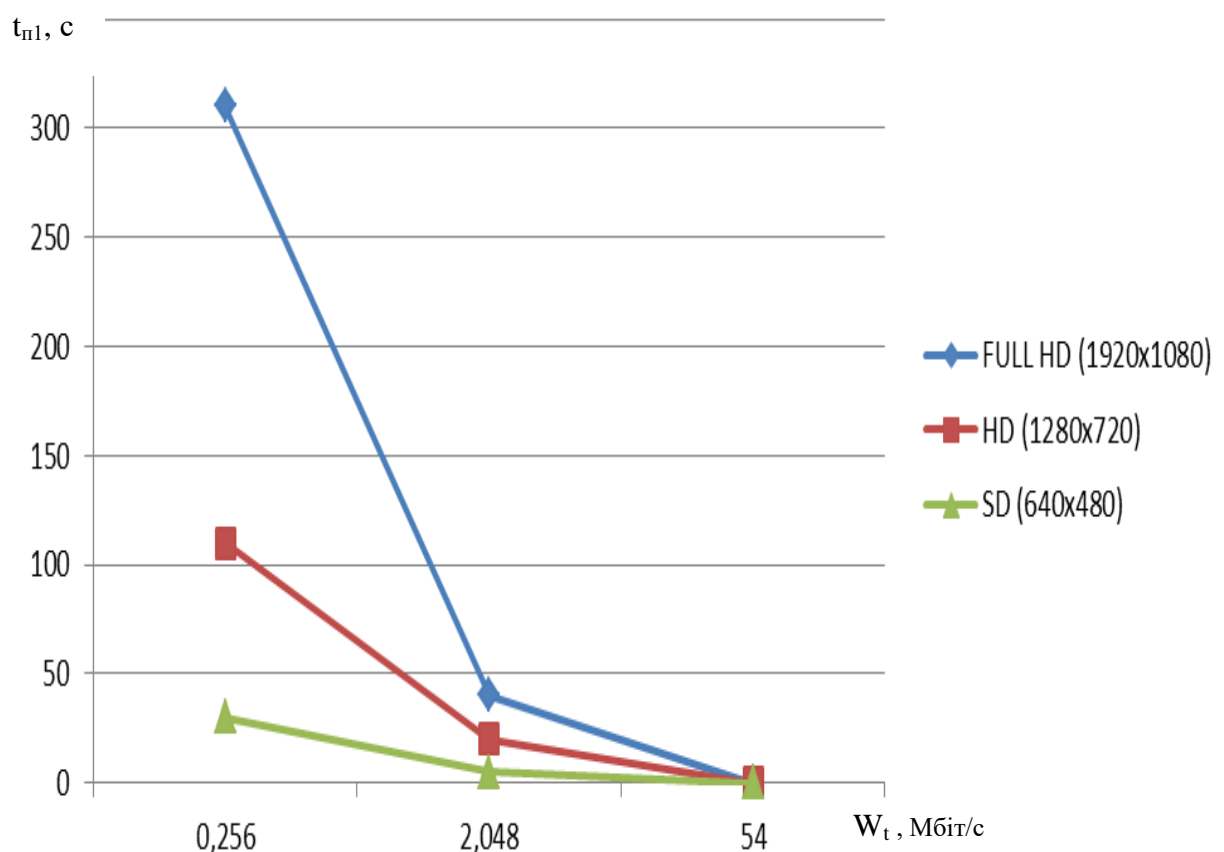


Рисунок 2.1 – Оцінювання часу передачі $t_{пл}$ одного кадру залежно від обсягу кадру і середньої швидкості відеопотоку W_t

Цей дисбаланс при організації ВКЗ, обумовлений невідповідністю характеристик каналів обміну (пропускної спроможності S_c) у системах управління СВП необхідним значенням по швидкості передачі W_t нетиснутих відеопотоків, створює загрозу щодо зменшення оперативності та втрати достовірності ВІ ресурсу ВКЗ.

Нині найменш витратним і основним підходом до вирішення цього часового дисбалансу є зменшення обсягів відеоінформації з використанням технологій кодування відеозображень.

Наведені оцінки розраховані на основі аналізу основних характеристик інформаційно-телекомунікаційних технологій, що використовуються при організації ВКЗ у системі управління стратегічно-важливими підприємствами, і оцінювання необхідних обсягів відеоінформаційного ресурсу ВКЗ залежно від необхідного просторового розділення відеозображень і частоти кадрів.

При тенденції зростання обсягів відеоінформації та незабезпечення відповідної цим обсягам продуктивності технологій передачі та обробки відеоінформації в комплексах ВКЗ виникають умови порушення безпеки відеоінформаційного ресурсу ВКЗ.

Таким чином, для здійснення гарантованої передачі відеоінформації в системі управління СВП з необхідними суб'єктам доступу (користувачам) значеннями просторового розділення, не перевищення допустимих значень втрат інформації та часових затримок. Отже, забезпечення безпеки відеоінформаційного ресурсу ВКЗ необхідно виконати аналіз забезпечення безпеки відеоінформаційного ресурсу при функціонуванні ВКЗ у системі управління СВП. Отже без урахування і, тим більше, з урахування забезпечення конфіденційності ВІ ресурсу необхідна оперативність доставки ВІ не досягається.

Звідси витікає актуальне наукове завдання, яке полягає в підвищенні оперативності доставки відеоінформації для інформаційних технологій відеопотоку в системі відеоконференцзв'язку.

Висновки за розділом 2

Провівши аналіз процесів дестабілізуючих факторів, виявлено вплив на ефективність організації і функціонування ВКЗ в системах управління стратегічно-важливими підприємствами.

Використання комплексів ВКЗ розглядається як єдиний процес обміну інформацією в системі управління СВП і передбачається, що в системі реалізований повний комплекс правових, організаційних, технічних заходів щодо забезпечення інформації.

Вплив на ефективність відеоінформаційного ресурсу ВКЗ, обумовлені діями (вимогами) суб'єкта доступу при використанні комплексів ВКЗ на різних рівнях системи управління стратегічно-важливих підприємств, а саме невідповідністю (протиріччям) між вимогами до мінімізації часу передачі інформації по каналах зв'язку до вимог щодо збільшення якості відеоінформації, і як наслідок збільшення інтенсивності обміну інформацією та її обсягів до існуючих характеристик каналів зв'язку по пропускній здатності.

3 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОДУВАННЯ В СИСТЕМАХ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ МЕТОДАМИ КОМПЕНСАЦІЇ РУХУ

3.1 Оцінка ефективності існуючих методів кодування

Ефективність систем ВКЗ, в даній роботі розглядається, як оперативність передачі відеопотоку. Методи стиснення (ефективного кодування) ділять на дві групи: методи з втратою якості зображень і методи без втрати якості (рис. 3.1).

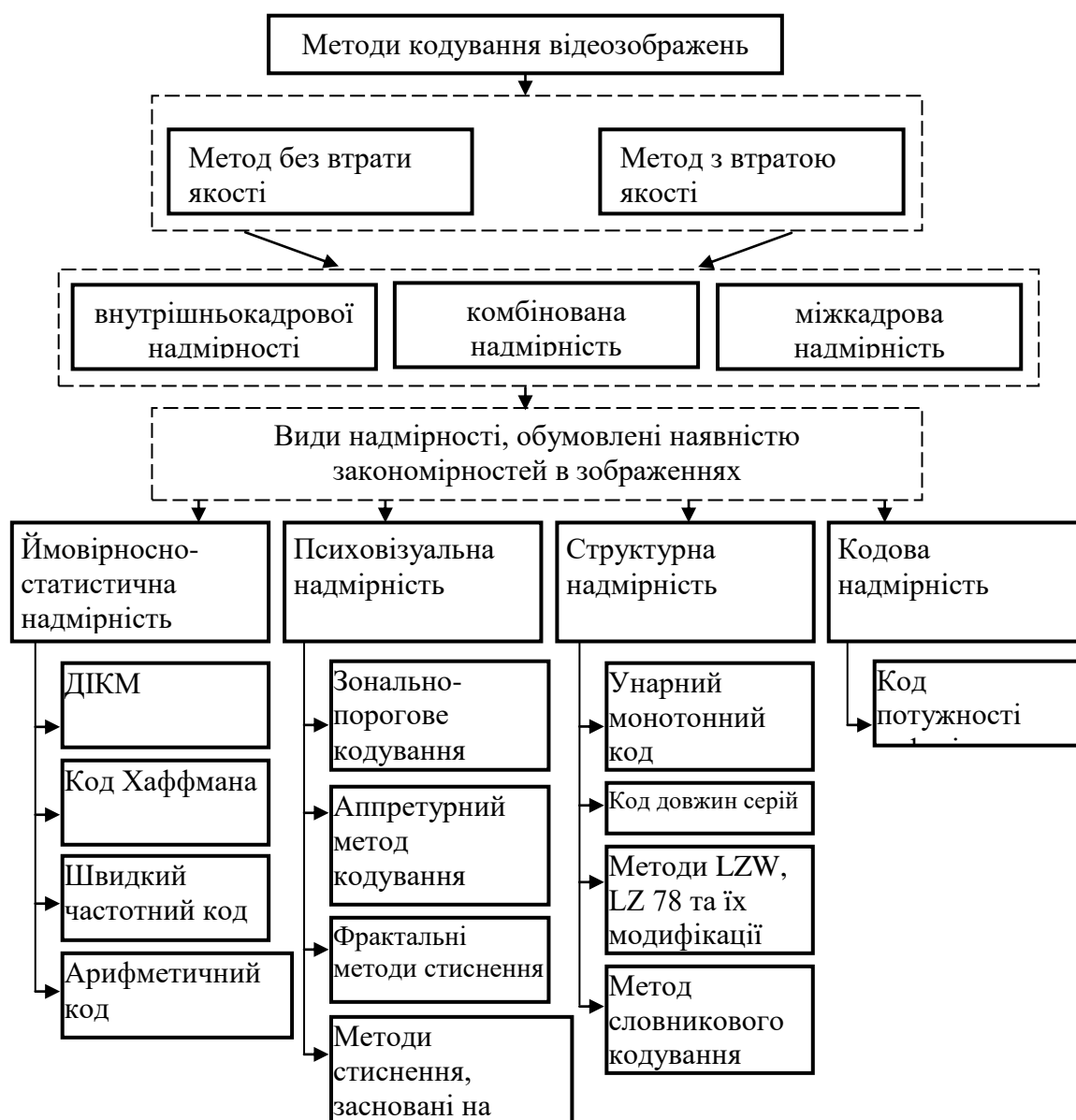


Рисунок 3.1 – Блок-схема класифікації методів ефективного кодування відеозображення

Метод кодування відеозображення без втрат - це метод, при якому не проводяться ніякої втрати якості зображення порівняно з вихідним. Нестиснене зображення математично ідентичне його оригіналу. Стиснення без втрат зазвичай забезпечує менші коефіцієнти стиснення, ніж стиснення з втратами.

Методи кодування відеозображень з втратами якості - це методи, при яких жертвують деякою якістю зображення в обмін на зменшення розміру даних. Кількість погіршення залежить від використовуваного алгоритму стиснення і заданого користувачем коефіцієнта якості. Вони засновані на усуненні надмірності зображень відповідно з властивостями зорової системи людини. При застосуванні цих методів, декодоване зображення відрізняється від початкового зображення, тобто має місце спотворення зображення і відповідно, втрата інформації.

До основних методів стиснення (ефективного кодування) з втратою якості зображень відносяться: кодування монотонних кодів, кодів довжин серій, Joint Photographic Experts Group (JPEG).

Основна частина оброблюваних і переданих зображень являють собою реалістичні зображення, які відрізняються наявністю динамічних об'єктів на стаціонарному фоні, тобто:

$$I = \{I_{ст}; I_{дин}\}, \quad (3.1)$$

Динамічна складова $I_{дин}$ має швидкоплинні структурні властивості. Стаціонарна складова $I_{ст}$ відрізняється збереженням своїх властивостей для послідовності кадрів.

Розглянемо оцінку ефективності методів обробки. Розрахункові значення за коефіцієнтом стиснення знаходяться за формулою (табл. 1.2):

$$k_{сж} = \frac{V_{исх}}{V_{к}}, \quad (3.2)$$

де V_{ucx} - обсяг вихідного зображення;

V_k - обсяг стисненого зображення.

Значення сумарного часу T_{var} обробки і передачі відеоданих обчислювалися за формулою:

$$T_{var} = T_k + T_\partial + T_n, \quad (3.3)$$

де T_{var} - сумарний час обробки та передачі відеоінформації в інформаційно-телекомунікаційній мережі;

T_k, T_∂ - відповідно необхідний час на кодування і декодування відеоданих;

T_n - оцінка часу на передачу даних в інформаційно-телекомунікаційній мережі.

Розглянемо докладніше складові узагальненого показника якості процесу стиснення і передачі відеоінформації.

Часові витрати на кодування і декодування визначаються відповідно з виразів:

$$T_k = v_k / U_{mn}, \quad (3.4)$$

де v_k, v_∂ - середня кількість машинних операцій, що витрачаються відповідно на кодування і декодування;

U_{mn} - швидкодія мікропроцесора (МП).

Середній час передачі T_n та обсяг V_k стисненого зображення відповідно рівні:

$$T_n = V_k / U_{mk}, \quad (3.5)$$

$$V_k = v_x(l_a + l_i), \quad (3.6)$$

де ν - число кодових слів в стислому зображенні;

l_a, l_i - довжина адресної та інформаційної частин кодової комбінації;

$U_{\text{пк}}$ - швидкість передачі по каналу зв'язку (число біт в секунду).

При цьому у співвідношенні підставлялися значення k_{cm} , розмір кадру 512 x 512 елементів по 24 розряду кожен, швидкість передачі даних по каналу зв'язку $U_{\text{пк}} = 256$ кбіт/с, швидкість кодування $U_{\text{к}} = 10^6$ оп./с.

З аналізу даних можна зробити наступні висновки:

– ступінь стиснення реалістичних зображень на основі методів з втратами якості в середньому в 10 разів більше, ніж ступінь стиснення на основі методів без втрат якості;

– Для кадру розміром 512 x 512 елементів по 24 розряду кожен, швидкості передачі даних по каналу зв'язку $U_{\text{пк}} = 256$ кбіт/с, швидкості кодування $U_{\text{к}} = 10^6$ оп./с сумарний час T_{var} обробки і передачі стислих відеоданих методами без втрати якості в середньому в 4 рази більше, ніж час T_{var} для методу JPEG.

Однак проведений аналіз існуючих методів стиснення (ефективного кодування) виявив такі недоліки:

– при використанні методу ефективного кодування зображень без внесення похибки значення ступеня стиснення для реалістичних зображень мають низькі значення (10-20%);

– при використанні методу ефективного кодування зображень з втратою якості досягається велика ступінь стиснення, ніж для методу обробки зображень без внесення похибки.

Отже, існуючі методи стиснення не забезпечують ефективне функціонування систем об'єктивного відеоконтролю. Це проявляється в затримці відображення інформації на екрані оператора, в низькій якості отриманої інформації.

Звідси мета досліджень полягає в розробці методу ефективного кодування для зниження часу доставки інформації із заданою вірогідністю

на основі технологій врахування руху для інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктивного відеоконтролю стратегічно-важливих підприємств. Це проявляється в затримці відображення інформації на екрані оператора, в низькій якості отриманої інформації.

3.2 Особливості стандартизованого формату стиснення відеоданих MPEG

Розглянемо структурну схему алгоритму стиснення стандарту MPEG. Можна виділити три основні підсистеми кодера (рис. 3.2):

- підсистема усунення просторової надмірності;
- підсистема усунення часової надмірності
- підсистема управління швидкістю потоку.

Надмірність є наслідком певних кореляційних зв'язків.

У першій підсистемі блок перетворення колірному простору і субдискретизація (зменшення дозволу компонентів колірності) призначена для первинного усунення психовізуальної надмірності кадру. Блок зміни порядку обробки кадрів необхідний для роботи системи компенсації руху, блок дискретного косинусного перетворення - для отримання спектральних коефіцієнтів та усунення просторової кореляції пікселів, блок квантування - для усунення вторинної психовізуальної надмірності, блок перетворення матриці коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення (ДКП) в вектор зигзагоподібним скануванням. Ця підсистема дозволяє отримати коефіцієнт стиснення до 10: 1.

У другій підсистемі усунення тимчасової надмірності виробляється на основі міжкадрової обробки потоку, об'єднання кадрів у групи, передбачення міжкадрових зрушень і компенсації помилок передбачення. Блоки деквантування і зворотного ДКП (ЗДКП) необхідні тому, що в алгоритмі компенсації руху збігаються області і шукаються не в оригінальному відео потоці, а в кадрах, які вже зазнали стиснення і розпакування, так як у модулі

розпакування немає доступу до вихідних відеокадрів. Ця підсистема дозволяє отримати коефіцієнт стиснення до 30: 1. Підсистема управління забезпечує сталість швидкості відеопотоку, керуючи числом частотних коефіцієнтів і довжиною групи кадрів.

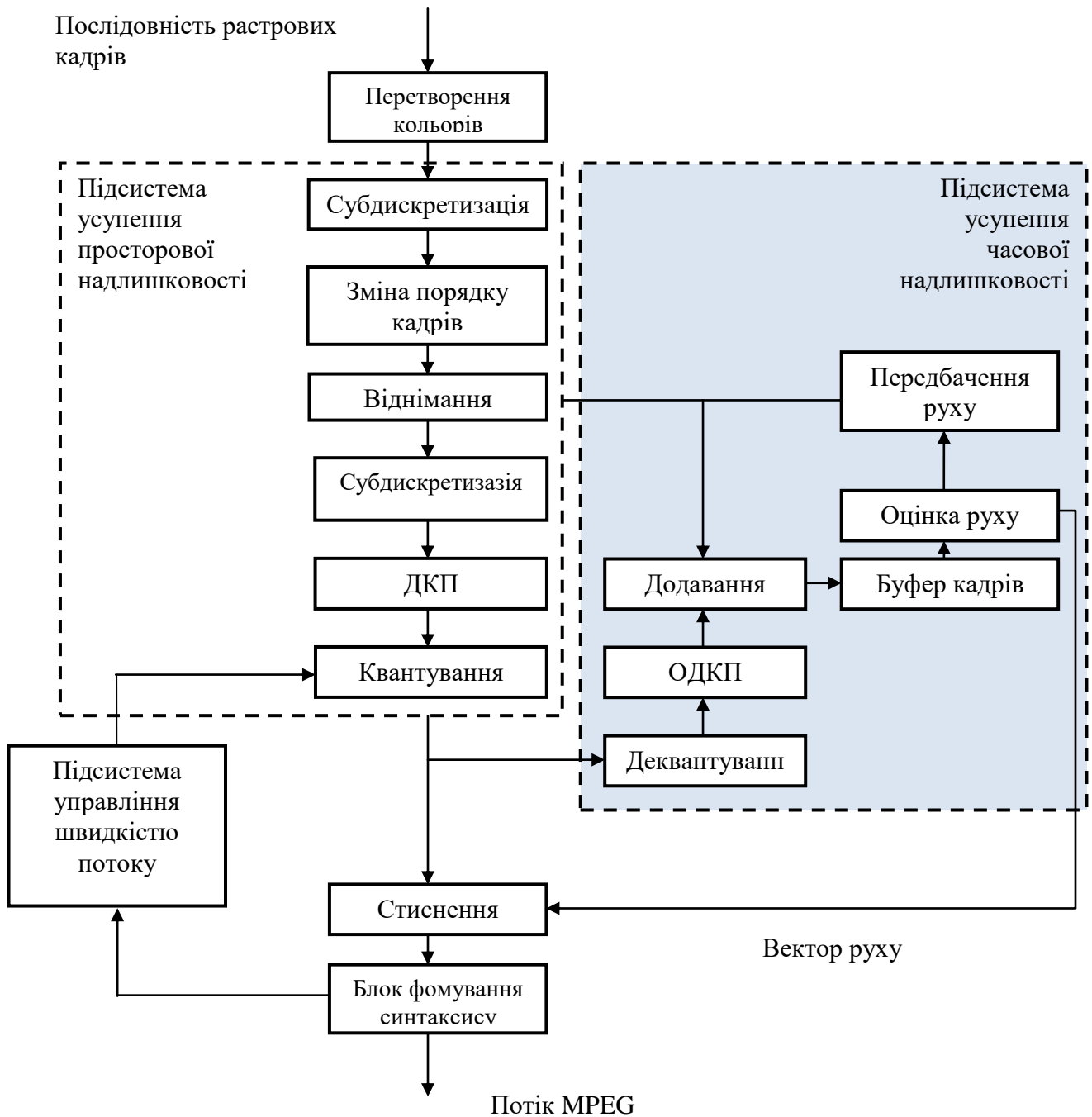


Рисунок 3.2 – Структурна схема стиснення в стандарті MPEG

Потік MPEG розділений на кілька ієрархічних рівнів для поліпшення обробки помилок і спрощення довільного доступу і редагування .

Перший рівень - це власне потік відео (рис. 3.3).

Другий рівень - груповий кадр, що складається з декількох кадрів різного типу: I кадри – (внутрішньокадрове кодування) кодуються (стискаються) без урахування сусідніх кадрів; пророкуються P кадри- (кодування з пророкуванням) кодуються з урахуванням попереднього I або P кадру; B кадри – (двонаправленого передбачення) кодуються з урахуванням попереднього і наступного I або P кадрів.

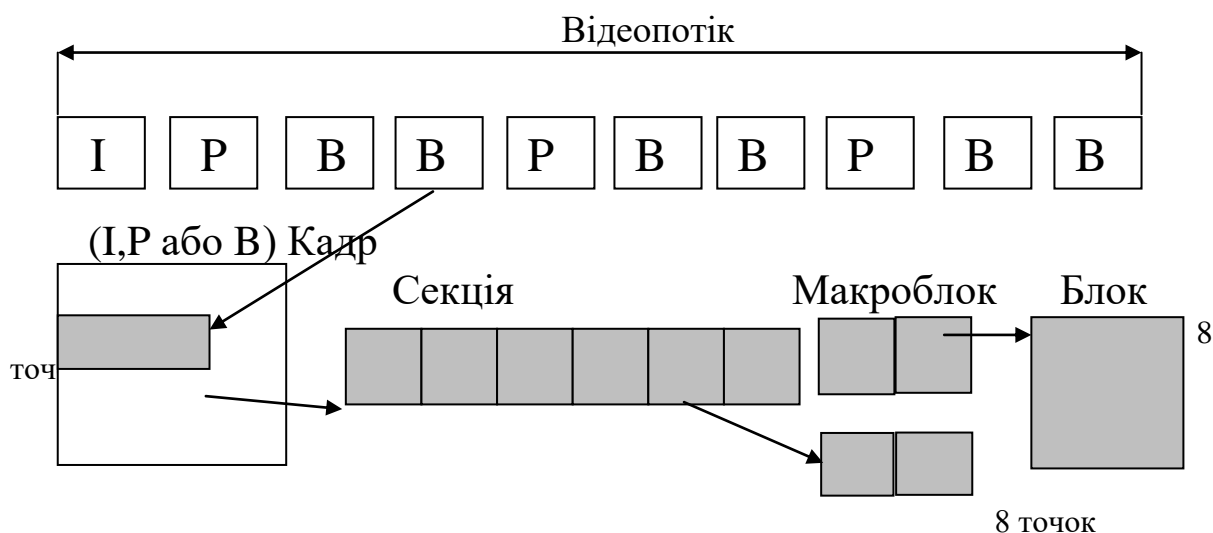


Рисунок 3.3 – Структура потоку MPEG

Кожна група кадрів обов'язково починається з I і з певною періодичністю містить P-кадри.

Третій рівень потоку даних - це шар окремих кадрів того чи іншого типу.

Четвертий рівень - секційний. Секція (зазвичай її ширина дорівнює ширині кадру) складається з певної кількості макроблоків розміром 16 x 16 пікселів.

П'ятий рівень потоку даних - рівень макроблоків. У I кадрі макроблоки повинні бути закодовані як внутрішні, тобто без посилань на попередні чи наступні. Макроблоки в P кадрі можуть бути як внутрішніми I блоками, так і

використовувати дані попередніх кадрів. Алгоритми кодування у кадрів залежать від динаміки зображень.

Кодек — спеціальна комп'ютерна програма, яка виконує перетворення потіку даних або сигналу для подальшого їх використання. Кодеки можуть як кодувати потік або сигнал (для передачі, зберігання або шифрування), так і розкодувати — для перегляду або зміни у форматі, більш відповідному для цих операцій. Кожен кодек використовує свої — або оригінальні, або специфічні алгоритми стиснення даних і як правило не сумісний з даними, які були стиснуті іншим кодеком. Кодеки часто використовуються при цифровій обробці відео і звуку.

На сьогоднішній день актуальна проблема зберігання й передачі інформації в цифровому вигляді. Для одержання компактних інформаційних даних застосовуються технології кодування. Використання цих технологій дозволяє істотно знизити вимоги, пропоновані до обсягу інформаційних носіїв, а також відчутно збільшує швидкість передачі інформації з каналів зв'язку.

Передача інформації є основною областю застосування кодування. На даний момент першочергове завдання - організація ефективного телевізійного й мультимедійного віщання. Як відомо, відеоінформація являє собою найбільш об'ємний тип інформації. З обліком обмеженої пропускної здатності цифрових каналів, щоб гарантувати високу якість передачі зображень, необхідно забезпечити їх досить ефективне кодування (якість передачі прямо залежить від обсягу інформації, переданого в одиницю часу).

Одним з найбільш ефективних методів інформаційного моделювання є імовірнісне контекстно-залежне моделювання. При використанні даного методу вибір інформаційної моделі в кожен момент часу здійснюється на основі значення деякого контексту, що формується з елементів уже обробленої інформаційної вибірки. Уводячи контексти, ми фактично вирішуємо завдання ідентифікації станів інформаційного джерела. Для кожної моделі зберігається статистична інформація про появу різних символів інформаційного алфавіту в контексті, що відповідає даній моделі. На основі цієї інформації формується

розподіл імовірнісних оцінок появи символів на виході джерела, що є основою для генерації коду.

Арифметичне кодування являє собою найбільш ефективний метод генерації коду по заданому імовірнісному розподілі. Використання цього методу дозволяє одержувати коди, довжини які мало відрізняються від теоретично оптимальних значень.

Таким чином, сполучення контекстно-залежного імовірнісного моделювання й арифметичного кодування найбільш вигідне з погляду ефективності. При цьому найбільш ефективним буде кодування інформації на основі аналізу її ентропійності - завдяки такому підходу, ми зможемо гарантувати зменшення обсягу відеоінформації, за умови зберігання достатнього рівня інформаційності, тобто зображення залишається досить чітким, але кількість кольорів зображення зменшується, при цьому людське око може аналізувати цю інформацію на рівні із попередньою.

Для всіх типів кодеків справедливим є правило: чим менше щільність цифрового потоку, тим більше відновлений сигнал відрізняється від оригіналу. Зображення і звук за допомогою засобів обчислювальної техніки передаються по каналах зв'язку локальних і глобальних обчислювальних мереж.

3.3. Пропозиції щодо підвищення ефективності функціонування систем відеоконференцзв'язку методами ефективного кодування з компенсацією руху

Кодування з втратами якості застосовується в основному для графіки (JPEG), звуку (MP3), відео (MPEG), тобто там, де дрібні відхилення від оригіналу непомітні або несуттєві, а ступінь стиснення в силу величезних розмірів файлів дуже важлива.

Компенсація руху є однією з найважливіших складових частин стандартів MPEG 1 і MPEG 2. Метод компенсаційного передбачення руху дозволяє значно зменшити часову надмірність відеопотоку (рис. 3.4). Якщо наступний кадр

містить зсунуті частини попереднього кадру, то в цьому випадку вигідно передавати не весь кадр, а тільки інформацію про рух і зміни зрушеного пікселя [1].

Проблеми реалізації, перше питання, яке виникає при написанні технології компенсації руху: «Як оцінювати?» схожість «фрагментів зображення?»

Варіантів може бути декілька:

– обчислення SSD (суми квадратичних відхилень). Для пари блоків дає хороші результати за якістю (особливо при еталонних тестах, так як метрика PSNR (обчислюється на основі середнього квадратичного відхилення) найбільш поширена), але вимагає значних витрат ресурсів (множення операція повільна, навіть таблиця квадратів не сильно прискорює процес) і сильно чутливий до зміни яскравості. Чим менше SSD - тим більше схожі блоки. Порівняння по характерних точках. Може виконуватися дуже швидко (за рахунок обходу лише невеликого числа точок), але може дуже погано корелювати з більш якісними метриками.

– обчислення SAD (суми абсолютних різниць). Виконується за розумний час і дає прийнятний результат за якістю (але має низьку стійкість до шуму). Реально застосовується і має хороші швидкісні показники за рахунок використання SIMD розширень (які дозволяють виконувати безліч вирахувань одночасно без використання «інтелектуальних засобів процесора по розпаралелюванню обчислень).

Найбільш часто використовується обчислення SAD. Друге питання більш складний: «Як шукати потрібний блок?».

Повний перебір (Full Search). В деякій області навколо оброблюваного блоку відбувається перебір координат шуканого блоку. Якщо маємо блок 16×16 і область пошуку $\pm 32 \times \pm 32$, то нам потрібно буде 4096 раз порахувати SAD для кожного оброблюваного блоку. Це повільно, але дає гарантовано кращий результат по заданій метриці.

Спіральний пошук. Вважається, що чим ближче блок до поточного, тим більша ймовірність того, що він шуканий. І його точність зменшується від

центру до країв області пошуку. Має додаткову перевагу. На зображенні (в цій статті) з векторами руху видно довгі вектори на небі, так як використовувався повний перебір починаючи з лівого верхнього кута області пошуку, хоча очевидно, що з нульовими векторами немає практично ніякої різниці, але довгі вектори погіршують стисливість поля векторів, а нульові вектори немає. При спіральному пошуку на незмінних ділянках завжди стоять нульові вектори [3].

Методи компенсації руху можна провести за наступними критеріями:

- аналізований елемент - кадр, блоки, або об'єкти;
- тип руху - операції паралельних зрушень, поворотів, масштабування;
- міра прийняття рішення.

Як правило, в якості запобіжного виступає - сума абсолютних різниць (САР) і сума квадратів різниць (СКР):

$$САР = \sum |F_{Orig}(p) - F_{Comp}(p)|, \quad (3.7)$$

$$СКР = \sum [F_{Orig}(p) - F_{Comp}(p)]^2, \quad (3.8)$$

де F_{Orig} і F_{Comp} - яскравість вихідного і скомпенсованого кадру, відповідно.



Рисунок 3.4 – Класифікація методів компенсації руху

Піксельний метод є одним з найбільш ранніх методів компенсації руху (рис. 3.5). Компенсація проводиться окремо для кожного пікселя кадру, що розглядається клас перетворень - лінійні зсуви. Мінімізується зазвичай сумарна помилка компенсації для всього кадру (Displaced Frame Difference),

$$DFD(dx, dy, n) = \sum |F(x, y, n) - F(x + dx, y + dy, n - 1)|, \quad (3.9)$$

де $F(x, y, n)$ - яскравість кадру номер n в точці (x, y) ;

(dx, dy) - вектор зміщення для точки (x, y) .

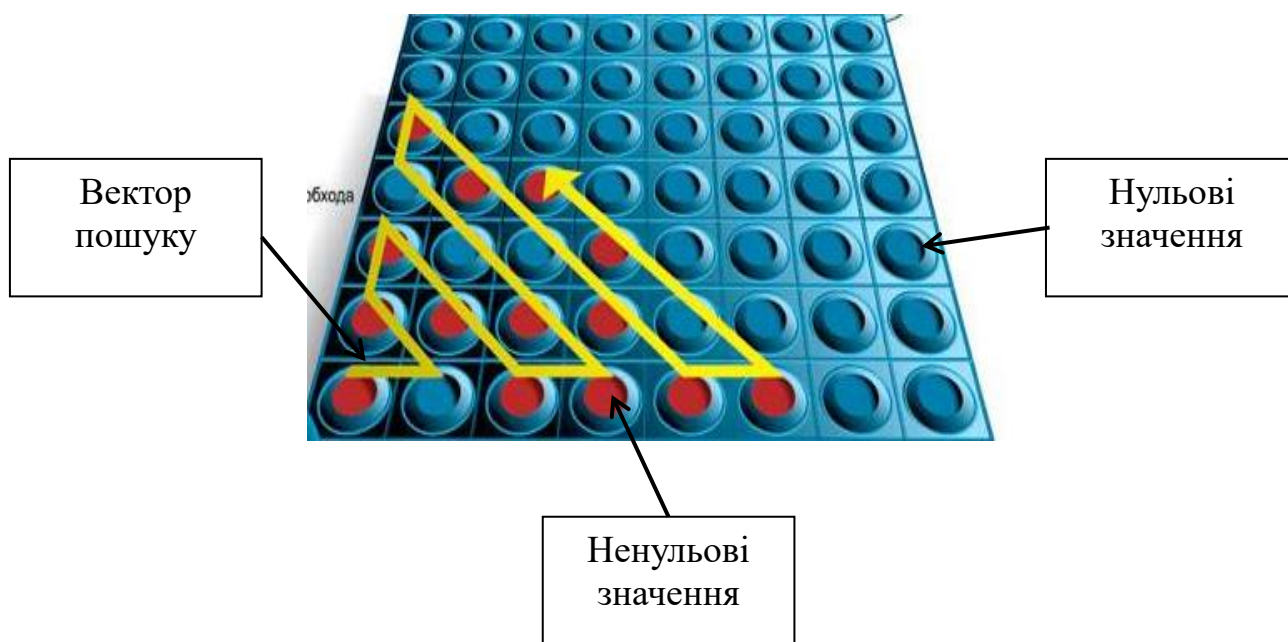


Рисунок 3.5 - Схема роботи піксельного методу обробки відеоданих

Результатом алгоритму для поточного кадру з номером n буде такий набір векторів (dx_0, dy_0) для кожної точки кадру (x, y) , що по всіляких наборів (dx, dy) .

$$DFD(dx_0, dy_0, n) = \min DFD(dx, dy, n). \quad (3.10)$$

Підхід заснований на припущенні, що яскравість можна наблизити лінійною функцією від положення точки в кадрі. Це припущення справедливо тільки для порівняно невеликій околиці цієї точки, що істотно знижує область застосування даного методу і дозволяє йому правильно оцінювати лише невеликі зрушення. Це обмеження можна подолати, оцінюючи не саме вектор зсуву, а його різницю з деяким вектором передбачення, який розташований ближче до шуканого вектора, ніж нульовий. У загальному випадку, коли рух може становити десятки пікселів, вектор зсуву шукається за допомогою ітераційного методу - на кожному кроці відбувається уточнення знайденого на попередньому етапі значення. В якості початкового наближення можна взяти вектор зсуву для цієї ж точки, знайдений при обробці попереднього кадру. Цей метод має ряд серйозних недоліків, внаслідок чого в даний час він представляє чисто теоретичний інтерес і практично ніде не використовується. Основні його недоліки - висока складність, низька точність і великий обсяг інформації.

Об'єктний метод є попередником методу зіставлення блоків, де в якості елемента компенсації виступає прямокутний блок кадру і компенсації виступає прямокутний блок кадру і розглядаються лінійні зсуви (рис. 3.6).

Метод зіставлення блоків ґрунтується на тому, що об'єкти і їх місце розташування на кадрі з плином часу змінюються незначно. Тоді в околиці будь-якої точки кадру це зміна з високим ступенем точності можна наблизити паралельним перенесенням цієї околиці на деякий вектор.

При блоковому підході (об'єктний метод) для кожного блоку компенсація проводиться незалежно від сусідніх блоків (рис. 3.6). Виходячи з того, що рух по сцені здійснюють об'єкти, необхідно, щоб компенсації по всіх блоках одного і того ж об'єкта давала один і той же результат. Це можна зробити, якщо співвіднести кожному блоку кадру той чи інший об'єкт руху сцени. Після цього можна буде оцінювати сумарну помилку компенсації по всіх блоках.

пропонується використовувати інформацію про вісьм изв'язний околиці пікселя зображення). Крім того, на етапі сегментації фільтрується залишився після різнісного порівняння із заданим порогом шум.

Використання запропонованого методу дозволить підвищити якість компенсації руху за рахунок згладжування випадкових викидів в поле векторів руху, властивих блоковим методам. Накопичення інформації в часовій площині дозволить знизити рівень зашумленості сцени, а також дозволить підвищити ступінь стиснення відеоряду.

Для підвищення працездатності і якості роботи запропонованого методу необхідно виробити критерій, на підставі якого буде відбуватися обмеження часової площині накопичення інформації по сцені. Залежно від типу розв'язуваних практичних завдань даний критерій може відповідати різним вимогам. Так, наприклад, для відеофільмів якість зображення грає дуже важливу роль.

Відповідно, вимоги будуть пред'являтися до якості зображення всієї сцени (контрастність, освітленість). А ось, наприклад, для охоронних систем в першу чергу, корисна буде інформація, що дозволяє ідентифікувати об'єкти руху, в той час як значення фону буде другорядне [6].

Крім того, для підвищення швидкодії необхідно розробити алгоритм, що дозволяє проводити за один прохід сканування кадру як побудова різницевого зображення і сегментації на основі вісьмизв'язний околиці пікселя, так і, на додачу до них, процедуру встановлення відповідності між об'єктами руху і блоками, на які розбивається кадр і з яких, таким чином, об'єкти руху і складаються.

Також інтерес представляє розробка підходів до накопичення інформації по об'єктах руху (аналогічно накопичення інформації про фонової частини сцени) в часовій площині з урахуванням характеру їх руху.

Даний підхід є одним з найбільш перспективних і обіцяє стати популярним в найближчому майбутньому, хоча в даний час має досить високу

обчислювальну складність. Потенційно це найбільш точний і стійкий до шуму метод (при правильно виконаній сегментації).

Метод зіставлення блоків, точніше, клас методів, є логічним наслідком піксильного методу динамічних об'єктів, усуває більшу частину його недоліків, так як одиницею компенсації в ньому прийнятий прямокутний блок (зазвичай квадрат 16x16 пікселів або меншого розміру). Рух також шукається в класі лінійних зсувів, тому описується такий рух двовимірним вектором зміщення для кожного блоку.

Основне припущення методу - за час, що проходить між двома послідовними кадрами, об'єкти в сцені і їх місце розташування змінюються незначно. Тоді в околиці будь-якої точки кадру це зміна з досить високим ступенем точності можна наблизити паралельним перенесенням цієї околиці на деякий вектор. Насправді, переважна більшість звичайних відеопослідовностей задовольняють цьому обмеженню, за винятком ділянок різкої зміни сцени, тобто характер руху об'єктів можна вважати майже всюди безперервним.

Отже, принцип роботи методу наступний (рис 3.7):

– поточний кадр розбивається на непересічні блоки одного розміру $B(x, y)$;

– для кожного блоку $B(x, y)$ в невеликій околиці шукається найбільш “схожий” на нього блок $(x + u, y + v)$ в попередньому кадрі. “Схожість” визначається обраною метрикою, зазвичай SAD або SSD;

– вектор $d = (u, v)$, на якому досягається мінімум обраної функції помилки, вважається вектором зміщення для даного блоку.

В якості опції помилки компенсації найчастіше використовується міра SAD для скомпенсованого блоку:

$$SAD = (\vec{d}, n) = \sum |F(p, n) - F(p + \vec{d}, n - 1)|, \quad (3.11)$$

так як її обчислення простіше реалізується на деяких архітектурах процесорів.

Різні модифікації цього підходу розрізняються тим, яким чином знаходиться мінімум функції помилки компенсації у всій області.

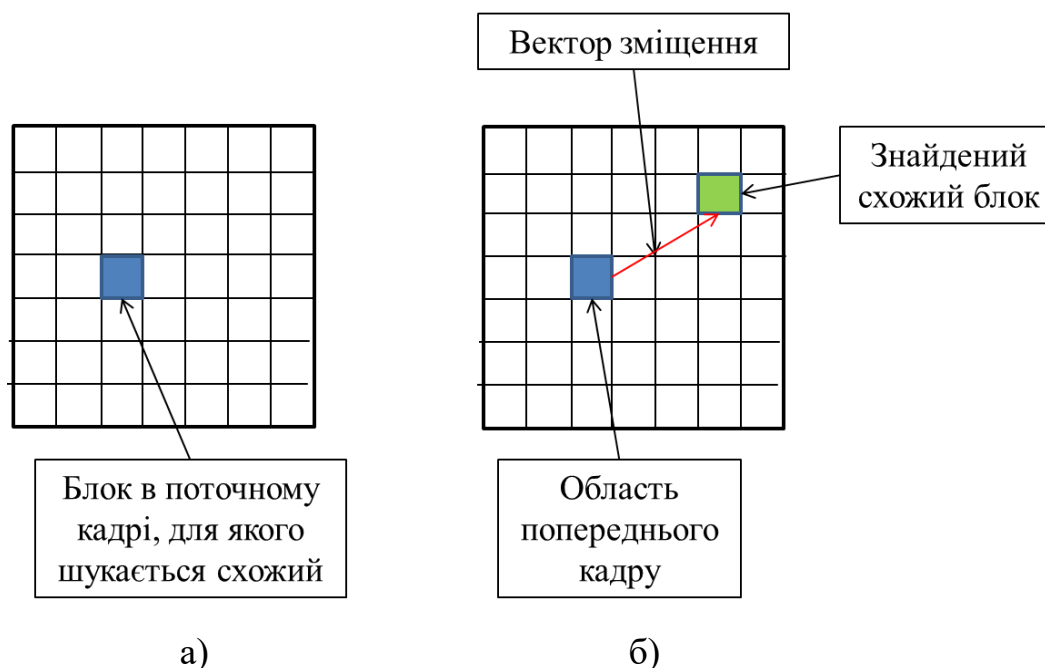


Рисунок 3.7 - Схема роботи алгоритму зіставлення блоків обробки відеоданих (а – перший кадр; б – другий кадр)

Припустимо, що функція $(\vec{d} = (u, v)^T, n)$ строго монотонно сходиться до свого мінімуму в області.

Тоді перевіркою всього декількох точок в цій області можна локалізувати цей мінімум. Алгоритм, за яким ці точки вибираються, називається шаблоном.

Методи, засновані на шаблонах, демонструють непогану швидкість роботи, проте часто знаходять локальний мінімум замість глобального (табл. 3.1). Як перевага можна відзначити те, що пошук вектора руху для кожного окремого блоку не залежить від результатів пошуку в сусідніх блоках і в попередньому кадрі, що робить метод більш ефективним при дуже інтенсивному і складному русі.

Для підвищення ефективності роботи методу зіставлення блоків використовують різні шаблони пошуку схожих блоків на сусідніх кадрах.

Для оптимальної роботи відеоконференцзв'язку в системі управління стратегічно-важливими підприємствами пропонується розробка нового шаблону – багатоточкового.

Таблиця 3.1 – Недоліки та переваги методів компенсації руху

Метод компенсації руху	Переваги	Недоліки
Піксельний метод	–	Висока складність, низька точність, великий об'єм інформації.
Об'єктний метод	Стійкий до шуму метод	Висока обчислювальна складність
Метод зіставлення блоків	Висока точність	Не висока швидкість обробки

Багатоточковий спосіб пошуку схожиний на логарифмічний. Він потребує більшу кількість кроків виконання, але можливе досягнення більшої точності, особливо коли зона пошуку досить велика. Схема виконання багатоточкового пошуку наступна. Спочатку розглядаються вісім блоків. Потім якщо один із блоків є найкращим кандидатом серед інших, то центр пошуку зміщується туди, і відстань між точками скорочується вдвічі. Такі дії повторюються до тих пір поки відстань між блоками стає рівним одиниці, тобто :

$$K_{j+1}(x_1; y_1) = K_j(x_0; y_0), \quad (3.12)$$

де K_{j+1} – інтерпольований кадр;

K_j – поточний кадр;

$(x_0; y_0)$ – координати центру поточного кадру;

$(x_1; y_1)$ – координати центру інтерпольованого кадру.

Формула (3.12) являє собою рівність координатів центру двох сусідніх кадрів (рис. 3.7).

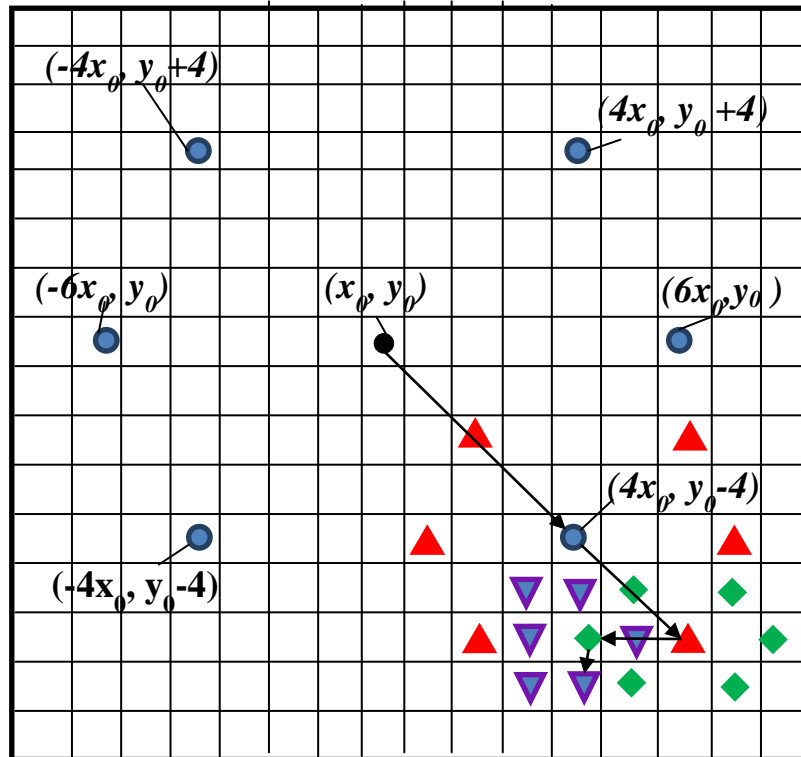


Рисунок 3.8 – Можливі шляхи збіжності шеститочкового алгоритму пошуку

Обробка верхньої лівої точки:

$$K_{j+1}(-4x_1; (y_1 + 4)) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(-4x_0; (y_0 + 4))]}{2}, \quad (3.13)$$

Обробка верхньої правої точки:

$$K_{j+1}(4x_1; (y_1 + 4)) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(4x_0; (y_0 + 4))]}{2}, \quad (3.14)$$

Обробка лівої точки:

$$K_{j+1}(-6x_1; y_1) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(-6x_0; y_0)]}{2}, \quad (3.15)$$

Обробка правої точки:

$$K_{j+1}(6x_1; y_1) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(6x_0; y_0)]}{2}, \quad (3.16)$$

Обробка нижньої лівої точки:

$$K_{j+1}(-4x_1; (y_1 - 4)) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(-4x_0; (y_0 - 4))]}{2}, \quad (3.17)$$

Обробка нижньої правої точки:

$$K_{j+1}(4x_1; (y_1 - 4)) = \frac{[K_j(x_0; y_0) + K_j(4x_0; (y_0 - 4))]}{2}. \quad (3.18)$$

За даними формулами розраховується наступні координати кожної із восьми точок. Дані перерахунки повторюються до тих пір, поки відстань між блоками стає рівним одиниці.

Порівняльна характеристика часу передачі інформації (в сек.) технології MPEG та після його вдосконалення наведена у якості діаграм на рис. 3.9.

Провівши порівняльну характеристику часу передачі інформації стандартизованої технології MPEG до та після вдосконалення методу зіставлення блоків видно ефективність застосування шаблону. Саме часові затримки на передачу відеопотоку зменшуються на 7 %.

Висновки за розділом 3

Зменшення часу обробки і передачі відеоінформації можливо за рахунок використання методів кодування в системах відображення інформації. Це викликано тим, що відеодані являють собою цифрові масиви великих обсягів і їх обробка не може здійснюватися в реальному масштабі часу.

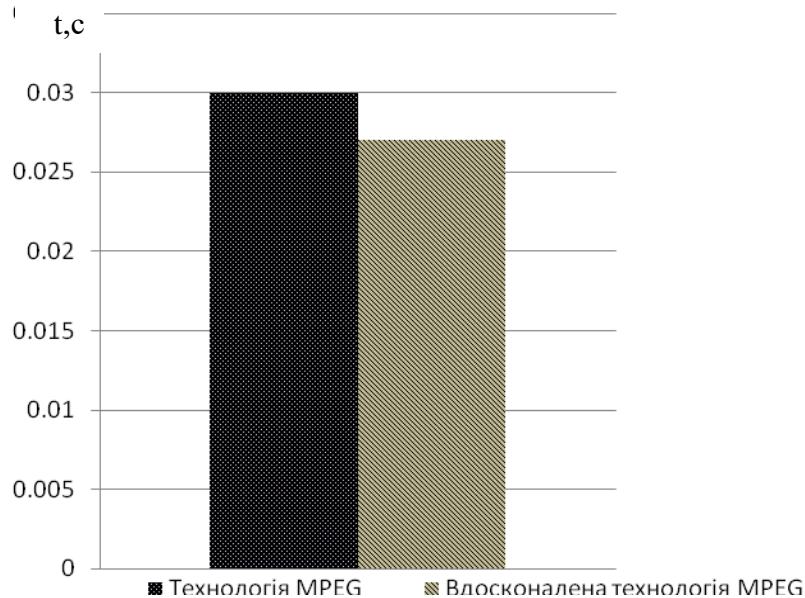


Рисунок 3.9 – Порівняльна характеристика часу передачі інформації (в сек.) технології MPEG та після його вдосконалення

Провівши аналіз методів компенсації руху стандартизованої технології MPEG виникає інтерес дослідження можливості подальшого збільшення коефіцієнта кодування для методів довжин серій за рахунок додаткового використання методів компенсації руху.

Для підвищення ефективності управлінської та експлуатаційної діяльності пропонується використовувати розроблений восьми точкову технологію пошуку, яка здатна збільшити оперативність та знизити час передачі відеоінформації в середньому на 7 % між абонентами.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши систему управління стратегічно-важливими підприємствами, виявлено, що системи ВКЗ є базовим компонентом організації управління структурними підрозділами та технологічними процесами. Особливо це стосується під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Вони забезпечують своєчасність і необхідну якість управління окремими структурними підрозділами з виконанням об'єктивного контролю вирішення поставлених завдань.

Проведено оцінку швидкості відеопотоку відеоінформації в залежності від необхідної якості відеоданих, від просторового дозволу і частоти кадрів. При тенденції зростання обсягів відеоінформації і не забезпечення відповідними даними обсягами продуктивності технологій передачі та обробки відеоінформації в комплексах ВКЗ – необхідно вдосконалювати методи ефективного кодування.

Для підвищення ефективності управлінської та експлуатаційної діяльності пропонується використовувати розроблений восьми точкову технологію пошуку, яка здатна збільшити оперативність та знизити час передачі відеоінформації в середньому на 7 % між абонентами.

Використання запропонованого методу компенсації руху обробки динамічних об'єктів, а саме метод зіставлення блоків є доцільним для відеоконференцзв'язку в системі управління стратегічно-важливими підприємствами.

Метод буде застосовано для підвищення якості та швидкості передачі відеоданих в системі управління стратегічно-важливими підприємствами та зменшення зниження часу для доставки інформації на центри прийняття рішень з використанням технології ефективного кодування обсягу відеоданих з використанням технологій компенсації руху.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Ватолін Д. Методи стиснення даних. Пристрої архіваторів, стиснення зображення та відео [текст]. / Д. Ватолін, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкін – К. : КПІ, 2013. – 384с.
- 2 Тропченко А. Ю. Методи стиснення зображень, аудіосигналів та відео [текст]. / А. Ю. Тропченко, А. А. Тропченко // Учбовий посібник – К. : КПІ ІСЗІ, 2009. – 108 с.
- 3 Кубасов Д. В. Огляд методів компенсації руху / Д. С. Ватолін/ Комп'ютерна графіка та мультимедія. – К. : КПІ, 2010. – Вип. №3(2) – С. 33-43
- 4 Синепол В. С. Системи комп'ютерної відеоконференцзв'язку [текст]. / В. С. Синепол, І. А. Цикін, Серія видання “Зв'язок та бізнес”, Д. ООО “Мобільні комунікації”, 2011 – 166 с.
- 5 Річардсон Я. Відеокодування H.264 і MPEG-4 – стандарти нового покоління [текст]. / Я. Річардсон Д. : ТЕХНОСФЕРА, 2012. 156– 192 с.
- 6 Оліфер В. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи [текст]. / В. Оліфер, Н. Оліфер, Підручник – З.: ІТМО, 2016. – 23-44 с.
- 7 Стасєв Ю. В. Методи та засоби формування й обробки видових зображень у системі повітряної розвідки: підруч. для вищ. навч. закл. / В. В. Бараннік, Б.М. Іващук та ін. – Х.: ХУПС, 2012. - 452с.
- 8 Wang Y, Error control and concealment for video communication: A review Proceedings of the IEEE [Text] /. Y.Wang. – С. : Morning, 2009. – 310 p
- 9 Gonzales R. C, Digital image processing, in Prentice Hall, edition [Text] / R.C. Gonzales, R. E. Woods. – N. : Next book, 2010. - 1072 p
- 10 Mohammed E. K, Video1 coding for communications efficiency, complexity snd resilience [Text] / C.P Canagarajah, D.F. Bull. – Н. : Elsevier Science, 2008. - 283p

- 11 Таллур Р. А. Еластична помилки кодування відео в стандарті MPEG 4 [Текст] / Р. А. Таллур. – М. : Зоря, 2007. – 312 с
- 12 Величко В.В. Телекомунікаційні системи і мережі: Навчальний посібник [Текст] / В.В. Величко, Б.А. Субботин, В.П. Шувалова, А.Ф. Ярославцев. – М.: Восток, 2005. – 592 с.
- 13 Гургенидзе А.Т. Мультисервісні мережі і послуги широкосмугового доступу [Текст] / А.Т. Гургенидзе, В.І. Корше. - П.: Линия, 2014. - 434с.
- 14 Barannik V.V. Methodological Base For Transformants Representation In Nonequilibrium Positional Uneven-Diagonal Space / V.V. Barannik, A.A. Krasnorutskyi, A.P. Musienko // Science-Based Technologies. – № 3 (27). – 2015. – pp. 233-238.
- 15 Barannik V. A method to control bit rate while compressing predicted frames/ V. Barannik, N. Kharchenko, A. Musienko // XIIIth International Conference CADSM 2015 ["The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics"] (Lviv-Polyana, Ukraine, February 24-27, 2015) / Lviv: 2015. – pp. 36-38.
- 16 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. – pp. 379-382.
- 17 Barannik V. The Evaluation Method Of Coding Efficiency Of Basic Frames Of The Video Stream In Infocommunication / V.V. Barannik, A.P. Musienko// IEEE Second International Scientific-Practical Conference ["IEEE Problems of Infocommunications. Science and Technology, PICS&T'2015"], (Kharkiv, Ukraine, October 13-15, 2015) / Kharkiv: 2015. – pp. 223-225.