

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(позначення документа)

Методи створення прямих відеотрансляцій в польових умовах

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи СТМм-22-1
Вадим ТРЕГУБОВ

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва спеціальності)

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

Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа

(повна назва освітньої програми)

Керівник ас. Олена ОЛЕЙНИКОВА

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис) Володимир КАРТАШОВ
(прізвище, ініціали)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« ____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Трегубову Вадиму Леонідовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи створення прямих відеотрансляцій в польових умовах

затверджена наказом по університету від " 20 " _____ 11 _____ 2023 р. № 1371 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

1. Провести аналіз актуальності теми та дослідити об'єкт дослідження трансляцій в польових умовах.

2. Розглянути технічні аспекти, засоби та особливості технічного проведення прямих трансляцій в польових умовах

3. Провести практичну перевірку дослідженої інформації

4. Провести аналіз отриманих даних

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Аналітичний огляд об'єкту та предмету дослідження

2. Теоретичні аспекти організації прямих трансляцій

3. Практична перевірка отриманих даних в польових умовах

4. Аналіз, висновки та рекомендації щодо проведення прямих трансляцій в польових умовах

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ


5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1. Постановка задачі; 2. Ввідне слово; 3. Основні технічні аспекти прямих трансляцій; 4. Формати відео; 5. Протоколи передачі 6. Алгоритми фільтрації; 7. Оптимізація передачі даних; 8. Налаштування робочого простору; 9. Висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термин виконання етапів роботи	Примітка
1.	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	20.11.23–28.11.23	
2.	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ	21.11.23–28.11.23	
3.	ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСЛЯЦІЙ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ	23.11.23–12.12.23	
4.	Графічна частина роботи	15.12.21–20.12.23	
5.	Перевірка керівником	20.12.23–24.12.23	
6.	Перевірка на академічний плагіат	24.12.23–26.12.23	
7.	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	27.12.23–31.12.23	

Дата видачі завдання 20.11.2023 р.

Студент  Вадим ТРЕГУБОВ
(підпис)

Керівник роботи _____ ас. Олена ОЛЕЙНІКОВА
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 56 с., 8 рис., 3 додатка, 60 посилань.

СТРІМІНГ, ОНЛАЙН-ТРАНСЛЯЦІЯ, ПОЛЬОВІ УМОВИ, ВИБІР ПЛАТФОРМИ, ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ, БЕЗПЕКА, КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ

Ціль роботи - Аналіз та проведення трансляції в польових умовах.

Об'єкт дослідження - проведення прямої трансляції в польових умовах.

Предмет дослідження - знаходження ефективних і оптимальних налаштувань для проведення такого ефіру

Мета роботи - проаналізувати існуючі можливості і отримати результат їх ефективності та доступності

У даній роботі проведено аналітичний огляд та дослідження організації трансляцій в польових умовах. Визначено проблеми організацій таких трансляцій. Сформульовано теоретичні та технічні аспекти такої роботи. Проаналізовано та приведено кодеки, протоколи та вимоги до обладнання при проведенні трансляцій в польових умовах. Було розроблено та налаштовано практичний стенд для проведення тестувань, а також виконано налаштування сцени в програмному забезпеченні Open Broadcaster Software.

ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 56 pages, 8 figures, 60 links.

STREAMING, ONLINE BROADCAST, FIELD CONDITIONS, PLATFORM SELECTION, TECHNICAL IMPLEMENTATION, SECURITY, PRIVACY

The object of research is to analyze and carry out broadcasting in field conditions.

The object of the research is to conduct a live broadcast in field conditions

The subject of the research is finding effective and optimal settings for conducting such a broadcast

The purpose of the work is to analyze the existing opportunities and obtain the results of their effectiveness and availability

In this work, an analytical review and study of the organization of broadcasts in field conditions was carried out. The problems of the organizations of such broadcasts have been identified. The theoretical and technical aspects of such work are formulated. Codecs, protocols and equipment requirements for broadcasting in the field are analyzed and presented. A practical test stand was designed and configured, and the scene was set up in Open Broadcaster Software.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

FullHD – Full High Definition – роздільна здатність 1920x1080 точок (пікселів);
HDMI – High Definition Multimedia Interface – інтерфейс та кабель для передачі цифрових відео та аудіо даних;

HTTP – назва скорочена від HyperText Transfer Protocol, протокол передачі гіпертекстових документів;

LTE – це бездротовий стандарт четвертого покоління (4G), який забезпечує підвищену пропускну здатність і швидкість мережі для мобільних телефонів та інших стільникових пристроїв порівняно з технологією третього покоління (3G);

MPEG(Moving Picture Experts Group) – стандарт цифрового відео для стиснення зображень повного руху;

SSD – комп'ютерний запам'ятовувальний пристрій на основі мікросхем пам'яті та контролера керування ними, що не містить рухомих механічних частин;

USB – Universal Serial Bus – універсальна послідовна шина;

Wi-Fi – це стандарт бездротового підключення LAN для комунікації різних пристроїв, що стосується набору стандартів IEEE 802.11;

ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій;

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
Вступ.....	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Актуальність теми.....	10
1.1.1 Огляд сучасного стану відеотрансляцій в польових умовах	10
1.1.2 Визначення проблем технічної організації прямих відеотрансляцій	11
1.1.3 Мета та завдання дослідження.....	11
1.2 Об'єкт та предмет дослідження	12
1.2.1 Визначення об'єкта: прямі відеотрансляції	12
1.2.2 Визначення предмета: технічна організація в умовах польового середовища.....	13
1.3 Структура роботи	13
1.3.1 Технічні аспекти прямих відеотрансляцій	13
1.3.2 Засоби та технології для поліпшення якості відеотрансляцій	16
2 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ	19
2.1 Технічні аспекти прямих відеотрансляцій	19
2.1.1 Технології кодування та передачі.....	19
2.1.2 Протоколи передачі відеоданих	21
2.1.3 Аналіз технічних вимог до обладнання	23
2.2 Особливості польового середовища.....	26
2.2.1 Визначення поняття “польове середовище”	26

2.2.2 Аналіз впливу польових умов на технічну організацію відеотрансляцій	28
2.3 Засоби та технології для поліпшення якості відеотрансляцій.....	29
2.3.1 Вивчення технологій компресії та фільтрації	30
2.3.2 Огляд засобів для покращення стабільності зв'язку.....	31
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСЛЯЦІЙ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ.....	36
3.1 Вибір методів технічної організації для реалізації прямих відеотрансляцій в польових умовах	36
3.2 Розробка та налаштування експериментального стенда.....	38
3.2.1 Студійні/домашні умови	40
3.2.2 Змодельовані польові умови	41
3.2.3 Польові умови.....	42
Висновки	45
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	48
Додатки.....	57
Додаток А.....	58
Додаток Б	61
Додаток Б	66

ВСТУП

У сучасному цифровому світі, де швидкість та доступність інтернету набувають все більшого значення, стрімінг та організація онлайн-трансляцій стають неодмінною складовою сфери комунікації, розваг та інформаційного обміну. Водночас вимоги до проведення трансляцій у "польових умовах", коли необхідно забезпечити надійність та якість передачі даних у віддалених та складних середовищах, виявляються особливо високими.

Тема даної роботи полягає у дослідженні стрімінгу та організації онлайн-трансляцій у "польових умовах". Вона викликає значний інтерес у галузі інформаційних технологій та знаходить широке застосування в різних сферах діяльності, таких як медіа, спорт, медицина, навчання та багато інших.

Метою цієї роботи є розгляд теоретичних аспектів стрімінгу та онлайн-трансляцій, а також вивчення особливостей організації трансляцій у "польових умовах".

Актуальність теми обумовлена зростанням популярності стрімінгових платформ, розвитком бездротових технологій зв'язку та появою нових форматів онлайн-трансляцій. Використання стрімінгу у "польових умовах" дозволяє отримати реальний часовий зв'язок та обмін інформацією навіть у віддалених та складних середовищах.

Для досягнення поставленої мети, в цій курсовій роботі будуть розглянуті основні аспекти стрімінгу, вивчені принципи та технології організації онлайн-трансляцій у "польових умовах" та проведено порівняльний аналіз цих підходів. Результати дослідження дозволять зробити висновки щодо ефективності та застосування різних методів та технологій стрімінгу у "польових умовах" та визначити можливі напрямки подальших досліджень у цій галузі.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Актуальність теми

Стрімінг - це метод передачі мультимедійного контенту через мережу Інтернет, який дозволяє користувачам отримувати та переглядати аудіо- та відеоматеріали у режимі реального часу без необхідності завантажувати їх повністю на свої пристрої. У стрімінговому режимі дані передаються порціями (стрімами), які негайно відтворюються користувачем, тим самим забезпечуючи неперервний доступ до контенту [1].

Цей підхід дозволяє користувачам споживати медійний контент у режимі реального часу, без необхідності чекати на повне завантаження файлів. Він став основним методом поширення музики, відео, стрічок новин, телепередач, спортивних подій та іншого контенту через Інтернет [2].

1.1.1 Огляд сучасного стану відеотрансляцій в польових умовах

За останні роки спостерігається надзвичайно швидкий розвиток сучасних технологій відеотрансляцій, що суттєво розширює їхні можливості та застосування. Виникнення інтернету речей (IoT), високошвидкісних мобільних мереж п'ятої генерації (5G), а також вдосконалення алгоритмів стиснення відео внесли суттєвий внесок у забезпечення високої якості відеотрансляцій у звичайних умовах.

Проте, в польових умовах існують специфічні виклики, що визначають актуальність даної теми. У кризових ситуаціях, таких як природні катастрофи чи гуманітарні кризи, штучні мережі можуть бути руйновані, а стандартні засоби комунікації – недоступними. У цих умовах відеотрансляції можуть стати критично важливим інструментом для забезпечення ефективного управління та координації допомоги. Таким чином, вивчення та

вдосконалення методів технічної організації відеотрансляцій в польових умовах набуває великої вагомості [2].

1.1.2 Визначення проблем технічної організації прямих відеотрансляцій

Сучасні технічні можливості нерідко не враховують особливості польових умов, що може призвести до обмежень у стабільності та якості відеотрансляцій. Проблеми технічної організації прямих відеотрансляцій включають, але не обмежуються:

1. Обмежена пропускна здатність: В польових умовах може бути обмежена пропускна здатність, що ускладнює передачу великих обсягів відеоданих.
2. Нестабільність мережі: Висока ймовірність перебоїв або втрати зв'язку у зв'язку з екстремальними умовами.
3. Енергоефективність: Забезпечення живлення для обладнання в умовах обмеженого доступу до електроенергії може бути викликом.
4. Вплив зовнішніх факторів: Погодні умови, електромагнітне випромінювання та інші фактори можуть впливати на стабільність та якість відеопередачі.

1.1.3 Мета та завдання дослідження

Основною метою дослідження є розробка та впровадження технічних рішень, які забезпечать стабільну та ефективну передачу відеоданих в умовах, де існують технічні та природні обмеження. З цією метою передбачається розв'язання таких завдань:

1. Аналіз сучасних технологій відеотрансляцій: Вивчення та оцінка існуючих методів передачі відео для визначення їхніх переваг та недоліків в польових умовах.

2. Розробка оптимальних методів стиснення відео: Створення ефективних методів стиснення відео для зменшення обсягу передаваних даних при збереженні якості зображення.
3. Створення системи керування пропускною здатністю: Розробка алгоритмів, які дозволять ефективно управляти пропускною здатністю для підтримки стабільної передачі відео в умовах обмежень.
4. Вивчення можливостей використання альтернативних джерел енергії: Дослідження та розробка рішень, які дозволять забезпечити живлення обладнання в умовах з обмеженим доступом до електроенергії.

Такий комплекс завдань дозволить вирішити актуальні проблеми та надати практичні рекомендації для технічної організації прямих відеотрансляцій в польових умовах [2].

1.2 Об'єкт та предмет дослідження

1.2.1 Визначення об'єкта: прямі відеотрансляції

Прямі відеотрансляції, що є важливим інформаційним інструментом в сучасному світі, стають об'єктом нашого аналізу. Такі трансляції дозволяють користувачам отримувати реальний час подій з будь-якої точки світу та взаємодіяти, надаючи можливість спостерігати за важливими подіями та обмінюватися інформацією [2].

Процес прямих відеотрансляцій включає в себе кодування відео, вибір оптимальних форматів для передачі та використання протоколів передачі для забезпечення стабільного та високоякісного зображення. Дослідження об'єкта включає вивчення та аналіз сучасних технологій відеотрансляцій, зокрема їхньої застосовності в умовах польового середовища.

1.2.2 Визначення предмета: технічна організація в умовах польового середовища

Предметом дослідження є технічна організація прямих відеотрансляцій в умовах, які відрізняються від традиційного студійного оточення. Основні виклики включають обмежену пропускну здатність, нестабільність мережі, обмежені ресурси енергопостачання та вплив екстремальних польових умов [1].

Дослідження технічної організації враховує аспекти, такі як оптимізація передачі відеоданих, підвищення стійкості до екстремальних умов, а також розробка нових технологій для покращення функціоналу в умовах, де існують технічні обмеження.

1.3 Структура роботи

Для глибшого розуміння об'єкта та предмета дослідження, розділ 1.3 буде детально структурований і розділений на три підпункти для кращого вивчення теми.

1.3.1 Технічні аспекти прямих відеотрансляцій

Підпункт присвячений розгляду сучасних технічних аспектів прямих відеотрансляцій.

У цьому підпункті розглянемо різні формати відео та їхнє застосування в умовах польового середовища.

H.264, відомий як Advanced Video Coding (AVC), є одним з найпоширеніших форматів відео в сучасних системах трансляції. Його ефективне стиснення дозволяє забезпечити високу якість відео при обмеженій пропускну здатності. Однак, в умовах польового середовища, де можливі

екстремальні зміни умов передачі, ефективність H.264 може зменшуватися, особливо при великому русі або низькій якості мережі.

H.265, або High Efficiency Video Coding (HEVC), є наступним поколінням після H.264 та відомий своєю ще більшою ефективністю стиснення. В умовах польового середовища, де обмеження пропускної здатності може бути проблемою, використання H.265 може забезпечити кращу якість відео при зменшенні обсягу передачі даних [1].

AV1 - це відкритий відеокодек, призначений для забезпечення високоякісного відео з ефективним стисненням даних. Його особливість полягає в тому, що він є відкритим стандартом, що робить його привабливим для використання в різноманітних системах. Умови польового середовища можуть здебільшого вигідно впливати на AV1, особливо при великому русі та низькій пропускній здатності [25].

Кодування відео. Розглянемо різні методи кодування відео та їхнє застосування в умовах польового середовища.

Традиційні методи стиснення включають в себе використання алгоритмів, таких як MPEG-2, MPEG-4, та Motion JPEG. Ці методи відомі своєю ефективністю в умовах стабільного з'єднання, але можуть втрачати якість в умовах низької пропускної здатності та збуреного зв'язку.

Алгоритми стиснення нового покоління.

Нові покоління алгоритмів стиснення, такі як VP9 та AV1, надають більш ефективне стиснення даних, зберігаючи високу якість зображення при низьких бітрейтах. В умовах польового середовища, де обмежена пропускна здатність може бути проблемою, використання таких алгоритмів може бути вигідним.

Адаптивне кодування. Використання адаптивного кодування дозволяє системі автоматично регулювати бітрейт та якість відео залежно від умов передачі. Це може бути важливим в польових умовах, де пропускна здатність може коливатися. Адаптивне кодування дозволяє підтримувати стабільну трансляцію при зміні умов зв'язку [35].

При виборі методів кодування враховуються особливості польового середовища, такі як швидкі зміни під час руху, можливість втрати зв'язку та нестабільність передачі. Кодування повинно бути оптимізоване для подолання цих викликів та забезпечення найкращої можливої якості відео.

Протоколи передачі. Real-time Transport Protocol (RTP). TP є ключовим протоколом для передачі відеоданих у реальному часі. Використовуючи RTP спільно з протоколом RTCP (Real-Time Control Protocol), він дозволяє передавати відео та забезпечує механізми контролю за якістю та синхронізацією даних. У польовому середовищі RTP може стикатися з великими змінами пропускної здатності та втратою пакетів, тому важливо вивчити його оптимальне використання в таких умовах.

Real-Time Streaming Protocol (RTSP). RTSP використовується для керування потоками мультимедіа, включаючи відео. Його особливість полягає в тому, що він дозволяє контролювати та синхронізувати потоки в режимі реального часу. Однак в умовах обмеженої пропускної здатності та нестабільної мережі може знадобитися оптимізація для забезпечення найвищої якості трансляції.

Secure Real-time Transport Protocol (SRTP). SRTP забезпечує конфіденційність, цілісність та аутентифікацію для передачі відеоданих. У польовому середовищі, де може існувати ризик несанкціонованого доступу, використання SRTP може бути важливим для забезпечення безпеки та конфіденційності.

Враховуючи особливості польового середовища, важливо вибрати оптимальний протокол передачі відео. Аналіз різних протоколів дозволить визначити, який з них краще відповідає вимогам стабільності, ефективності та безпеки в умовах обмежень [3].

1.3.2 Засоби та технології для поліпшення якості відеотрансляцій

Розглянемо сучасні засоби та технології, що спрямовані на покращення якості відеотрансляцій в умовах обмежень польового середовища. Основні аспекти включають:

Алгоритми фільтрації. Однією з ключових складових успішної відеотрансляції в умовах, де можливі різноманітні перешкоди, є ефективне використання алгоритмів фільтрації. Ці алгоритми допомагають зменшити вплив шумів, інтерференції та інших спотворень на якість передаваного відеосигналу.

Адаптивні фільтри виявляються особливо корисними в умовах, де оточення може змінюватися. Такі фільтри автоматично адаптуються до змінюючихся умов, забезпечуючи ефективне пригнічення шумів та забруднень [33].

Фільтри зменшення шуму є іншою важливою складовою. Вони спрямовані на усунення різних видів шумів, які можуть виникати під час передачі відео. Ефективне використання таких фільтрів дозволяє зберегти чіткість зображення, навіть у важких умовах

Фільтри для зменшення інтерференції грають ключову роль в умовах, де може виникати електромагнітна інтерференція. Вони виявляються необхідними для виявлення та пригнічення зовнішніх впливів, які можуть спотворити передаваний відеосигнал [34].

Вибір оптимального алгоритму фільтрації визначається конкретними умовами польового середовища. Аналіз та порівняння різних методів дозволяє визначити той, який найкраще відповідає вимогам стабільності та якості відеотрансляцій в конкретних умовах.

Такий підхід дозволяє глибше розуміти важливість алгоритмів фільтрації та їхню роль у забезпеченні високоякісних відеотрансляцій в умовах польового середовища.

Один з прикладів адаптивного фільтра, який застосовується у відеообробці, це алгоритм Медіанного Фільтру. Цей фільтр використовується для приглушення шуму та видалення артефактів, що можуть виникати під час передачі відеосигналу в умовах обмежень середовища.

Фільтр Ланцоша - це фільтр з похибкою нижнього порядку, який є ефективним для інтерполяції зображень з високою частотою. Він працює шляхом обробки вихідних даних за допомогою набору фільтрів, які мають різні ширини вікна.

Точковий фільтр - це найпростіший тип фільтра інтерполяції. Він працює шляхом простої заміни кожного пікселя в вихідних даних пікселем, який знаходиться в тому ж місці в інтерпольованому зображенні.

Бікубічний фільтр - це фільтр з похибкою третього порядку, який є ефективним для інтерполяції зображень з низькою частотою. Він працює шляхом обробки вихідних даних за допомогою набору фільтрів, які мають різні ширини вікна.

Таблиця 1.1 – Характеристики фільтрів та порівняння їх між собою

Характеристика	Фільтр Ланцоша	Точковий фільтр	Бікубічний фільтр
Похибка	Нижній порядок	Вищий порядок	Нижній порядок
Частотна характеристика	Найбільш ефективний для високочастотних зображень	Найбільш ефективний для низькочастотних зображень	Середній
М'якість	М'який	Жорсткий	М'який
Швидкість	Повільний	Швидкий	Швидкий

Оптимізація передачі даних. В сучасному світі, де відеотрансляції стають неодмінною частиною нашого повсякдення, особливо важливо розглядати технічні аспекти оптимізації передачі даних в польових умовах.

Оптимізація стає ключовим чинником для забезпечення якості та стабільності відеотрансляцій у різних умовах та обставинах.

Компресія даних - це, мабуть, один з найважливіших аспектів. Різноманітні алгоритми ефективної компресії дозволяють нам зберігати великий обсяг відеоданих в обмежених ресурсах мережі. Вибір оптимального рівня компресії стає важливим завданням, яке вимагає балансу між обсягом даних та якістю відтворення.

Адаптивне згладжування виявляється важливим у змінних умовах мережі. Зміна бітрейту в реальному часі дозволяє нам підтримувати оптимальну якість відео при різних рівнях пропускної здатності.

Динамічне управління бітрейтом стає вирішальним у вимірюванні змін пропускної здатності та забезпеченні максимальної якості в умовах змінюючихся ресурсів.

Ці технічні рішення разом спрямовані на створення ефективною та стійкої інфраструктури для передачі відеоданих в умовах польового середовища. Намагаючись забезпечити високу якість відеотрансляцій в обмежених умовах, ми шукаємо оптимальний баланс між технічною складністю, ресурсами та якістю отриманого зображення.

Отже, актуальність теми підкреслена необхідністю оптимізації та підвищення стійкості відеотрансляцій в польових умовах, де технічні виклики можуть впливати на якість передачі даних. Об'єктом дослідження виступають технічні аспекти відеотрансляцій, а предметом – методи та технології, спрямовані на поліпшення якості та стабільності передачі. Структура роботи розроблена таким чином, щоб систематично дослідити та проаналізувати вплив різних технічних рішень на процес відеотрансляцій, розглядаючи практичні аспекти їхнього застосування.

2 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ

2.1 Технічні аспекти прямих відеотрансляцій

У цьому розділі я зосереджуюсь на технічних аспектах, що стоять за прямими відеотрансляціями. Моя мета — детально розглянути ключові технології, протоколи та стратегії, які дозволяють забезпечити високу якість, ефективність та стійкість передачі відеоданих у режимі реального часу. Під "технічними аспектами" я розумію не лише конкретні технологічні рішення, але й оптимізаційні методики, механізми адаптації до змінних умов мережі та інші фактори, що впливають на ефективність відеотрансляцій.

2.1.1 Технології кодування та передачі

Прямі трансляції в польових умовах - це передача відео та аудіо в режимі реального часу з місця події. Вони часто використовуються в новинних, спортивних та інших заходах [1].

Технології кодування та передачі відіграють важливу роль у прямих трансляціях в польових умовах. Вони забезпечують передачу відео та аудіо з високою якістю та надійністю.

Кодування - це процес перетворення відео та аудіо в цифровий формат, який може бути переданий через мережу. Для прямих трансляцій в польових умовах використовуються різні технології кодування, такі як:

- MPEG-2 - це стандарт кодування, який використовується для аналогового та цифрового телебачення. Він забезпечує хорошу якість відео та аудіо, але вимагає великої пропускної здатності мережі.

- MPEG-4 - це більш ефективний стандарт кодування, ніж MPEG-2. Він забезпечує таку ж або кращу якість відео та аудіо, але вимагає меншої пропускної здатності мережі.
- H.264 - це ще більш ефективний стандарт кодування, ніж MPEG-4. Він забезпечує високу якість відео та аудіо при низькій пропускній здатності мережі [33].

Після кодування відео та аудіо передається через мережу. Для прямих трансляцій в польових умовах використовуються різні технології передачі, такі як:

- Wi-Fi - це бездротовий стандарт, який забезпечує швидку передачу даних на короткі відстані. Він часто використовується для прямих трансляцій з невеликих місць подій.
- 4G LTE - це стандарт мобільного зв'язку, який забезпечує швидку передачу даних на великі відстані. Він часто використовується для прямих трансляцій з великих місць подій [2].

Прямі трансляції в польових умовах мають ряд специфічних вимог, які необхідно враховувати при виборі технологій кодування та передачі. До них відносяться:

- Необхідність швидкої передачі даних - відео та аудіо в прямих трансляціях повинні передаватися в режимі реального часу, тому необхідна швидка пропускна здатність мережі.
- Необхідність надійності передачі - прямі трансляції не можуть бути перервані, тому необхідна надійна передача даних.
- Необхідність мобільності - обладнання для прямих трансляцій має бути мобільним, щоб його можна було легко транспортувати на місце події.

Вибір технологій кодування та передачі для прямих трансляцій в польових умовах залежить від конкретних вимог події. Для невеликих місць подій, де необхідна швидка передача даних на короткі відстані, можна використовувати Wi-Fi. Для великих місць подій, де необхідна швидка та надійна передача даних на великі відстані, можна використовувати 4G LTE.

Прямі трансляції в польових умовах використовуються в різних сферах, таких як:

- Новини - прямі трансляції з місця подій дозволяють телеглядачам спостерігати за новинними подіями в режимі реального часу.
- Спорт - прямі трансляції спортивних змагань дозволяють уболівальникам по всьому світу спостерігати за своїми улюбленими командами.
- Культура - прямі трансляції культурних заходів, таких як концерти та вистави, дозволяють людям, які не можуть бути присутніми на місці події, спостерігати за ними в режимі реального часу [25].

Прямі трансляції в польових умовах є важливим інструментом для поширення інформації та подій в режимі реального часу. Технології кодування та передачі забезпечують передачу відео та аудіо з високою якістю та надійністю [4].

2.1.2 Протоколи передачі відеоданих

Протоколи передачі відеоданих - це набори правил, які визначають, як відеодані передаються через мережу. Вони забезпечують безперешкодну та ефективну передачу відеоданих між джерелом і приймачем.

Протоколи передачі відеоданих можна класифікувати за різними критеріями, такими як:

- Тип мережі - протоколи передачі відеоданих можуть використовуватися для передачі відеоданих через різні типи мереж, такі як:
 - Комп'ютерні мережі, такі як Інтернет, локальні мережі та корпоративні мережі.
 - Бездротові мережі, такі як Wi-Fi, 4G LTE та 5G.
 - Супутникові мережі.
- Спрямованість передачі - протоколи передачі відеоданих можуть бути однонаправленими або двонаправленими. Однонаправлені протоколи

передають відеодані тільки в одному напрямку, від джерела до приймача. Двонаправлені протоколи передають відеодані в обох напрямках, від джерела до приймача і назад.

- Режим передачі - протоколи передачі відеоданих можуть працювати в різних режимах передачі, таких як:
 - Реальний час - відеодані передаються в режимі реального часу, тобто без затримок.
 - Нереальний час - відеодані передаються без обмежень по часу.
- Якість відео - протоколи передачі відеоданих можуть забезпечувати передачу відеоданих з різною якістю.

До основних протоколів передачі відеоданих відносяться:

- RTP (Real-time Transport Protocol) - це протокол реального часу, який забезпечує передачу відеоданих в режимі реального часу. RTP використовується в різних сферах, таких як телебачення, відеоконференції та потокове відео.
- RTCP (Real-time Transport Control Protocol) - це протокол реального часу, який використовується для контролю якості передачі відеоданих за допомогою RTP. RTCP забезпечує відстеження якості відео, виявлення помилок і регулювання потоку даних.
- RTSP (Real-time Streaming Protocol) - це протокол, який використовується для керування потоками відеоданих в режимі реального часу. RTSP дозволяє клієнту запитувати відеодані від сервера, а також регулювати параметри передачі, такі як якість відео та пропускна здатність.
- MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) - це протокол, який використовується для потокової передачі відеоданих через HTTP. MPEG-DASH дозволяє адаптувати якість відео до пропускної здатності мережі, забезпечуючи при цьому найкращу можливу якість відео.

- HLS (HTTP Live Streaming) - це протокол, який використовується для потокової передачі відеоданих через HTTP. HLS схожий на MPEG-DASH, але він простіше і ефективніше реалізується [5].

Вибір протоколу передачі відеоданих залежить від конкретних вимог до передачі відеоданих. До факторів, які слід враховувати при виборі протоколу, відносяться:

- Тип мережі - протокол передачі відеоданих повинен підтримуватися типом мережі, через яку будуть передаватися відеодані.
- Спрямованість передачі - протокол передачі відеоданих повинен відповідати вимогам до спрямованості передачі відеоданих.
- Режим передачі - протокол передачі відеоданих повинен відповідати вимогам до режиму передачі відеоданих.
- Якість відео - протокол передачі відеоданих повинен забезпечувати передачу відеоданих з необхідною якістю [25].

Протоколи передачі відеоданих є важливим компонентом систем передачі відеоданих. Вони забезпечують безперешкодну та ефективну передачу відеоданих між джерелом і приймачем.

2.1.3 Аналіз технічних вимог до обладнання

Аналіз технічних вимог обладнання при польових умовах - це складний процес, який вимагає врахування багатьох факторів. Розглянемо детальніше деякі з них.

Першим фактором, який слід враховувати, є тип події. Від типу події залежить масштаб прямих трансляцій і необхідність використання певного обладнання. Наприклад, для невеликого концерту може бути достатньо однієї камери, а для великого спортивного змагання може знадобитися кілька камер, мікрофонів, відеокодерів і передавальних пристроїв.

Наступним фактором, який слід враховувати, є якість відео та аудіо. Необхідна якість відео та аудіо залежить від типу події та цільової аудиторії.

Наприклад, для новинних трансляцій необхідна висока якість відео та аудіо, а для трансляцій спортивних подій може бути достатньо середньої якості.

Пропускна здатність мережі - це кількість даних, які можуть бути передані через мережу в одиницю часу. Необхідна пропускна здатність мережі залежить від типу події, кількості глядачів і якості відео та аудіо. Наприклад, для трансляції концерту на YouTube може знадобитися пропускна здатність мережі 10 Мбіт/с, а для трансляції спортивних змагань на телебачення може знадобитися пропускна здатність мережі 100 Мбіт/с або більше.

Стабільність мережі - це ймовірність того, що мережа не буде перериватись або сповільнюватися. Необхідна стабільність мережі залежить від типу події та ймовірності перешкод. Наприклад, для трансляції концерту на відкритому повітрі може знадобитися стабільна мережа, оскільки погода може спричинити перешкоди.

Обладнання для польових трансляцій має бути здатним працювати в екстремальних погодних умовах, таких як висока або низька температура, вологість, вітер і інші фактори. Наприклад, для трансляції спортивного змагання на відкритому повітрі обладнання має бути водонепроникним і стійким до перепаду температур.

До основних вимог до обладнання для польових трансляцій відносяться:

1. Мобільність - обладнання має бути мобільним, щоб його можна було легко транспортувати на місце події.
2. Надійність - обладнання має бути надійним, щоб забезпечити безперебійну передачу відео та аудіо.
3. Швидкість передачі даних - обладнання має забезпечувати швидку передачу даних, щоб забезпечити передачу відео та аудіо в режимі реального часу.
4. Якість відео та аудіо - обладнання має забезпечувати передачу відео та аудіо з високою якістю.

Вибір обладнання для польових трансляцій залежить від конкретних вимог події. При виборі обладнання слід враховувати всі фактори, які були розглянуті в процесі аналізу технічних вимог.

До прикладів обладнання для польових трансляцій відносяться:

- камери;
- аудіомікрофони;
- відеокодери;
- аудіокодери;
- передавальні пристрої;
- приймачі.

Розглянемо приклад розрахунку технічних вимог обладнання для польової трансляції спортивного змагання на відкритому повітрі для телебачення. Тип події - спортивне змагання. Якість відео та аудіо - висока. Пропускна здатність мережі - 100 Мбіт/с. Стабільність мережі - необхідна, оскільки погода може спричинити перешкоди. Екстремальні погодні умови - обладнання має бути водонепроникним і стійким до погодних умов.

На основі розрахунку технічних вимог обладнання для польової трансляції спортивного змагання на відкритому повітрі можна визначити наступний набір обладнання:

1. Камери - кілька камер для зйомки з різних ракурсів. Камери повинні бути водонепроникними і стійкими до перепаду температур.
2. Мікрофони - кілька мікрофонів для запису звуку з різних місць. Мікрофони повинні бути водонепроникними і стійкими до перепаду температур.
3. Відеокодери - кілька відеокодерів для кодування відео з камер. Відеокодери повинні забезпечувати високу якість відео і підтримувати передачу даних з пропускнуою здатністю 100 Мбіт/с.
4. Аудіокодери - кілька аудіокодерів для кодування звуку з мікрофонів. Аудіокодери повинні забезпечувати високу якість звуку і підтримувати передачу даних з пропускнуою здатністю 100 Мбіт/с.

5. Передавальні пристрої - кілька передавальних пристроїв для передачі відео та аудіо до приймача. Передавальні пристрої повинні забезпечувати передачу даних з пропускнуою здатністю 100 Мбіт/с.
6. Приймач - один приймач для прийому відео та аудіо від передавальних пристроїв. Приймач повинен забезпечувати високу якість відео та аудіо.

Аналіз технічних вимог обладнання при польових умовах є важливим етапом при плануванні прямих трансляцій в польових умовах. Він дозволяє забезпечити передачу відео та аудіо з високою якістю та надійністю.

У прикладі, який ми розглянули, ми визначили набір обладнання, який буде необхідний для польової трансляції спортивного змагання на відкритому повітрі. При розрахунку технічних вимог обладнання слід враховувати конкретні вимоги події.

2.2 Особливості польового середовища

Прямі трансляції в польових умовах мають ряд особливостей, що відрізняють їх від трансляцій, що проводяться в студії або іншому контрольованому середовищі. Ці особливості пов'язані з умовами польового середовища, такими як обмежений доступ до електроенергії, відсутність технічного персоналу, непередбачувані погодні умови та інші фактори.

2.2.1 Визначення поняття “польове середовище”

Поле для проведення прямих трансляцій – це не просто місце або територія, це власне польове середовище, де розгортаються події, транслюються заходи та відбуваються найрізноманітніші події. Оскільки я особисто брав участь у проведенні прямих трансляцій, мені хотілося б розглянути та розібрати поняття "польове середовище" в контексті цієї захоплюючої діяльності.

Польове середовище визначається не лише просторовими характеристиками, але й тим, як воно впливає на вироблення та якість трансляції. Перш за все, це відноситься до вибору місця для події. Поля, парки, стадіони - кожне місце має свої особливості та впливає на якість зображення та звуку. Ми, організатори трансляцій, завжди звертаємо увагу на аспекти освітлення, акустичність та можливості підключення обладнання.

Також важливо враховувати природні умови. Погодні умови можуть значно впливати на трансляцію. Дощ, вітер чи низькі температури можуть стати викликом для збереження стабільного з'єднання та комфорту для учасників та глядачів. Ми повинні завжди мати план "Б" та вміти швидко реагувати на непередбачені обставини.

Зокрема, польове середовище включає в себе не лише природні умови, але й інфраструктуру. Наявність електропостачання, місцева інтернет-мережа та доступність технічної підтримки грають ключову роль у забезпеченні успішної трансляції. Ми повинні бути готові до будь-яких викликів та мати необхідні резервні рішення.

Не менш важливим аспектом є взаємодія з публікою та учасниками. Польове середовище повинне створювати зручні умови для глядачів та учасників. Зони для переодягання, місця для відпочинку та взаємодії з командою організаторів - все це важливо для створення позитивного враження від події.

Узагальнюючи, польове середовище при проведенні прямих трансляцій - це комплексний пласт, який включає в себе технічні, організаційні та природні аспекти. Розуміння цього поняття дозволяє нам ефективно організовувати та проводити заходи, забезпечуючи високу якість трансляцій та незабутні враження для всіх учасників та глядачів.

2.2.2 Аналіз впливу польових умов на технічну організацію відеотрансляцій

Якість зображення та звуку. Погана видимість може призвести до зниження якості зображення. Наприклад, туман або дощ можуть зробити важко побачити об'єкти, що транслюються. Це може ускладнити для глядачів розуміння того, що відбувається [1].

Сильні вітри можуть викликати вібрації камери, що призведе до розмиття зображення та шуму. Це може зробити зображення незручним для перегляду і ускладнити для глядачів чути те, що говориться.

Шум на місці події, наприклад, від натовпу або транспорту, може також негативно вплинути на якість звуку. Це може зробити звук нечутним або важко зрозумілим.

Зв'язок. У деяких польових умовах може бути важко забезпечити стабільний зв'язок для трансляції відео в прямому ефірі. Це може бути пов'язано з нестачею сигналу стільникового зв'язку або Wi-Fi, а також з перешкодами, такими як гори або будівлі.

Якщо зв'язок є нестабільним, трансляція може бути перервана або втрачена. Це може бути дуже розчаруванням для глядачів, які чекають на подію [6].

Безпека. Працювати в польових умовах може бути небезпечно, особливо якщо це відбувається в умовах поганої погоди або в місцях з підвищеним ризиком нещасних випадків. У таких випадках важливо вжити заходів безпеки для захисту персоналу, що проводить трансляцію [34].

Ось кілька конкретних прикладів того, як польові умови можуть призвести до проблем під час прямих відеотрансляцій:

1. Трансляція спортивного заходу на відкритому повітрі може бути перервана через негоду. Наприклад, сильний вітер може призвести до того, що камера втратить фокус або зображення стане розмитим. Дощ може затуманити лінзу камери або викликати перешкоди в звуку.

2. Трансляція новин з місця надзвичайної ситуації може бути ускладнена через нестачу зв'язку. Якщо на місці події немає доступу до стільникового зв'язку або Wi-Fi, оператору трансляції буде важко надіслати відео в прямому ефірі.
3. Трансляція природної події, наприклад, виверження вулкана, може бути небезпечною для персоналу. У таких випадках важливо забезпечити персоналу захисний одяг і обладнання, а також розробити план евакуації в разі потреби.

Заходи безпеки. Щоб мінімізувати вплив польових умов на проведення прямих відеотрансляцій, важливо ретельно планувати трансляцію і вжити необхідних заходів безпеки. Ось кілька порад:

1. Дослідіть місце події заздалегідь. Оцініть погодні умови, рівень шуму і наявність зв'язку.
2. Забезпечте резервні плани. У разі непередбачених обставин, таких як погана погода або перешкоди в зв'язку, важливо мати готові альтернативні плани.
3. Використовуйте відповідне обладнання. Камери з хорошими оптичними характеристиками і мікрофони з низьким рівнем шуму допоможуть забезпечити якісне зображення та звук навіть у складних умовах.
4. Забезпечте безпеку персоналу. Проінструкуйте персонал про можливі небезпеки і розробіть план евакуації.

2.3 Засоби та технології для поліпшення якості відеотрансляцій

Відеотрансляції в польових умовах є важливим інструментом для комунікації та координації дій в екстрених ситуаціях. Однак проведення відеотрансляцій у таких умовах пов'язане з рядом труднощів, пов'язаних з обмеженими ресурсами, складними умовами навколишнього середовища та іншими факторами.

Одним із основних способів покращення якості відеотрансляцій у польових умовах є застосування технологій компресії та фільтрації. Ці технології дозволяють зменшити обсяг даних, що передаються, без суттєвого погіршення якості відео.

Іншим важливим способом покращення якості відеотрансляцій у польових умовах є застосування засобів для покращення стабільності зв'язку. Ці засоби дозволяють зменшити вплив перешкод на відеотрансляцію та забезпечити її безперебійну передачу [8].

2.3.1 Вивчення технологій компресії та фільтрації

Відеотрансляції в польових умовах часто здійснюються в умовах обмеженої пропускної здатності мережі. Це може призвести до зниження якості відео, оскільки для передачі відео з високою роздільною здатністю та частотою кадрів потрібна велика кількість даних.

Для вирішення цієї проблеми застосовуються технології компресії відео. Компресія відео - це процес зменшення обсягу даних, що передаються, без суттєвого погіршення якості відео.

Існує кілька різних типів технологій компресії відео. Найпоширенішими з них є:

1. Сегментна компресія. Сегментна компресія ділить відео на сегменти, які потім кодуються окремо. Цей тип компресії є відносно ефективним, але може призвести до зниження якості відео при наявності руху в кадрі.
2. Компресія з перемінною швидкістю. Компресія з перемінною швидкістю кодує різні ділянки відео з різною швидкістю. Цей тип компресії дозволяє зберігати високу якість відео навіть при наявності руху в кадрі.
3. Відеокодування з урахуванням руху. Відеокодування з урахуванням руху використовує інформацію про рух в кадрі для зменшення обсягу

даних, що передаються. Цей тип компресії є найбільш ефективним, але також вимагає найбільших обчислювальних ресурсів [13].

Окрім технологій компресії, для покращення якості відеотрансляцій у польових умовах застосовуються також технології фільтрації. Фільтрація відео - це процес усунення шумів, які виникають внаслідок впливу навколишнього середовища на відеотрансляцію.

Існує кілька різних типів технологій фільтрації відео. Найпоширенішими з них є:

1. Фільтри низьких частот. Фільтри низьких частот усувають шуми низьких частот, такі як шум від двигунів або руху транспорту.
2. Фільтри високих частот. Фільтри високих частот усувають шуми високих частот, такі як шум від вібрації або електрики.
3. Фільтри середньої частоти. Фільтри середньої частоти усувають шуми середньої частоти, такі як шум від розмиття або ореолу [9].

Технології компресії та фільтрації є важливими інструментами для поліпшення якості відеотрансляцій у польових умовах. Вони дозволяють зменшити обсяг даних, що передаються, без суттєвого погіршення якості відео, а також усунути шуми, які виникають внаслідок впливу навколишнього середовища.

Технології компресії та фільтрації є ефективними способами покращення якості відеотрансляцій у польових умовах. Вони дозволяють зменшити обсяг даних, що передаються, без суттєвого погіршення якості відео, а також усунути шуми, які виникають внаслідок впливу навколишнього середовища.

2.3.2 Огляд засобів для покращення стабільності зв'язку

Відеотрансляції в польових умовах часто здійснюються в умовах складних умов навколишнього середовища. Ці умови можуть призвести до

зниження якості відеотрансляцій, а в деяких випадках навіть до їх повного припинення.

Для покращення стабільності зв'язку при проведенні відеотрансляцій у польових умовах застосовуються різні засоби. До таких засобів відносяться:

1. Резервні канали зв'язку. Застосування резервних каналів зв'язку дозволяє забезпечити безперебійну передачу відео в разі виникнення проблем з основним каналом зв'язку.
2. Шумозаглушення. Шумозаглушення дозволяє зменшити вплив перешкод на відеотрансляцію.
3. Корекції помилок. Корекції помилок дозволяє відновити відео, яке було пошкоджено внаслідок впливу перешкод [49].

Резервні канали зв'язку - це додаткові канали, які використовуються для передачі відео в разі виникнення проблем з основним каналом зв'язку. Резервні канали можуть бути різними, наприклад, радіоканалами, оптичними каналами або каналами зв'язку через супутник.

Вибір типу резервного каналу зв'язку залежить від конкретних умов проведення відеотрансляцій. Наприклад, якщо відеотрансляція здійснюється в умовах обмеженої видимості, то доцільно використовувати радіоканал або канал зв'язку через супутник.

Радіоканали - це найпоширеніший тип резервних каналів зв'язку для проведення відеотрансляцій у польових умовах. Радіоканали мають ряд переваг, зокрема:

1. Вони не вимагають наявності видимості між передавачем і приймачем.
2. Вони мають відносно низьку вартість.

Однак радіоканали мають і ряд недоліків, зокрема:

1. Вони можуть бути заглушені перешкодами від інших користувачів радіоефіру.
2. Вони можуть бути заглушені атмосферними перешкодами, наприклад, грозою.

Оптичні канали - це ще один тип резервних каналів зв'язку, який може використовуватися для проведення відеотрансляцій у польових умовах.

Оптичні канали мають ряд переваг, зокрема:

1. Вони не чутливі до перешкод від інших користувачів радіоефіру.
2. Вони нечутливі до атмосферних перешкод.

Однак оптичні канали мають і ряд недоліків, зокрема:

1. Вони вимагають наявності видимості між передавачем і приймачем.
2. Вони можуть бути заглушені перешкодами від інших джерел світла.

Канали зв'язку через супутник - це третій тип резервних каналів зв'язку, який може використовуватися для проведення відеотрансляцій у польових умовах. Канали зв'язку через супутник мають ряд переваг, зокрема:

1. Вони не вимагають наявності видимості між передавачем і приймачем.
2. Вони нечутливі до перешкод від інших користувачів радіоефіру і атмосферних перешкод.

Однак канали зв'язку через супутник мають і ряд недоліків, зокрема:

1. Вони мають відносно високу вартість.
2. Вони можуть бути заглушені перешкодами від інших супутників.

Шумозаглушення - це процес зменшення впливу шумів на відеотрансляцію. Шуми можуть виникати внаслідок впливу різних факторів, наприклад, руху транспорту, роботи двигунів або інших джерел.

Шуми, які можуть впливати на відеотрансляції, можна розділити на два основних типи:

1. Шуми низьких частот. Шуми низьких частот виникають внаслідок впливу таких факторів, як рух транспорту, робота двигунів або інших джерел.
2. Шуми високих частот. Шуми високих частот виникають внаслідок впливу таких факторів, як вібрація або електрика [33].

Шумозаглушення може здійснюватися за допомогою різних методів, наприклад, шляхом застосування фільтрів або алгоритмів обробки сигналу.

Фільтри для шумозаглушення використовують для видалення шумів з відеосигналу. Фільтри можуть бути низькочастотними, високочастотними або середньочастотними.

1. Низькочастотні фільтри видаляють шуми низьких частот, такі як шум від руху транспорту або роботи двигунів.
2. Високочастотні фільтри видаляють шуми високих частот, такі як шум від вібрації або електрики.
3. Середньочастотні фільтри видаляють шуми середньої частоти, такі як шум від розмиття або ореолу [33].

Алгоритми обробки сигналу для шумозаглушення використовують для відновлення відео, яке було пошкоджено внаслідок впливу шумів. Алгоритми можуть бути статичними або динамічними.

1. Статичні алгоритми використовують для відновлення відео, яке було пошкоджено шумами одного типу.
2. Динамічні алгоритми використовують для відновлення відео, яке було пошкоджено шумами різних типів.

Корекції помилок - це процес відновлення відео, яке було пошкоджено внаслідок впливу перешкод. Пошкодження відео може виникнути внаслідок впливу різних факторів, наприклад, завад від інших користувачів мережі або атмосферних перешкод.

Помилки, які можуть виникнути в відеотрансляціях, можна розділити на два основних типи:

1. Байтові помилки. Байтові помилки виникають внаслідок впливу перешкод, які приводять до зміни одного або декількох біт в відеоданих.
2. Блокові помилки. Блокові помилки виникають внаслідок впливу перешкод, які приводять до втрати частини відеоданих [33].

Корекції помилок може здійснюватися за допомогою різних методів, наприклад, шляхом застосування кодів корекції помилок або алгоритмів відновлення відео.

Коди корекції помилок додають до відеоданих додаткову інформацію, яка дозволяє відновити відео, яке було пошкоджено внаслідок впливу помилок.

Алгоритми відновлення відео використовують для відновлення відео, яке було пошкоджено внаслідок впливу помилок. Алгоритми можуть використовуватися для відновлення відео, яке було пошкоджено як байтовими, так і блочними помилками.

Вибір засобів для покращення стабільності зв'язку залежить від конкретних умов проведення відеотрансляцій. Наприклад, якщо відеотрансляція здійснюється в умовах обмеженої видимості, то доцільно використовувати радіоканал або канал зв'язку через супутник.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСЛЯЦІЙ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

3.1 Вибір методів технічної організації для реалізації прямих відеотрансляцій в польових умовах

YouTube, Twitch, TikTok і Facebook - це чотири найпопулярніші платформи для проведення прямих трансляцій. Кожна з них має свої переваги та недоліки для використання в польових умовах.

YouTube - це найбільша платформа для відео в світі, і вона пропонує широкий спектр функцій для прямих трансляцій. Ви можете транслювати в прямому ефірі з будь-якого пристрою, а також використовувати різні функції, такі як додавати коментарі, чат і інтерактивні функції.

Переваги:

- широке охоплення аудиторії;
- багатство функцій;
- просте використання.

Недоліки:

- висока вимога до пропускну здатності;
- може бути складно транслювати з низькопродуктивного пристрою.

Twitch - це платформа, орієнтована на ігрові трансляції, але вона також популярна для інших видів контенту, таких як музика, спорт і розваги. Twitch пропонує низку функцій, призначених для покращення якості прямих трансляцій, таких як низький затримки, а також широкий спектр інструментів для модерації.

Переваги:

- низький затримки;
- широкий спектр інструментів для модерації;
- спільнота геймерів.

Недоліки:

- орієнтована на геймерів;

- може бути складно знайти аудиторію, якщо ви не транслюєте ігри.

TikTok - це платформа для коротких відео, яка останнім часом стала популярною для прямих трансляцій. TikTok пропонує низку функцій, призначених для покращення взаємодії з аудиторією, таких як можливість спілкуватися з глядачами в режимі реального часу та використовувати різні ефекти.

Переваги:

- короткі відео;
- просте використання;
- можливість взаємодіяти з аудиторією.

Недоліки:

- обмеження на тривалість трансляцій;
- недостатньо функцій для професійних користувачів.

Facebook - це соціальна мережа, яка також пропонує функції для прямих трансляцій. Facebook пропонує широкий спектр функцій, призначених для покращення взаємодії з аудиторією, таких як можливість спілкуватися з глядачами в режимі реального часу та використовувати різні елементи управління.

Переваги:

- широке охоплення аудиторії;
- можливість взаємодіяти з аудиторією.

Недоліки:

- висока вимога до пропускнуої здатності;
- може бути складно транслювати з низькопродуктивного пристрою.

Вибір платформи. Оптимальна платформа для проведення прямих трансляцій в польових умовах залежить від ваших конкретних потреб і бюджету. Якщо ви хочете досягти широкої аудиторії, YouTube - це хороший вибір. Якщо ви хочете транслювати ігри з низьким затримками, Twitch - це хороший вибір. Якщо ви хочете покращити взаємодію з аудиторією, TikTok або Facebook - це хороший вибір.

Ось кілька додаткових факторів, які слід враховувати при виборі платформи:

1. Якість зв'язку. Якщо ви не маєте надійного зв'язку, вам знадобиться платформа з низькими вимогами до пропускну здатності.
2. Тип контенту. Якщо ви транслюєте ігри, вам знадобиться платформа, яка пропонує низький затримки. Якщо ви транслюєте інший тип контенту, вам знадобиться платформа, яка пропонує широкі функції для взаємодії з аудиторією.
3. Бюджет. Деякі платформи пропонують платні функції, наприклад, доступ до більшої аудиторії або додаткові інструменти.

В роботі обрано YouTube, як основну платформу для трансляцій. Через його популярність та доступність для глядачів. Ця платформа має широку аудиторію та розповсюдженість, що дозволить мені залучити більше глядачів до моїх трансляцій. Крім того, YouTube Live надає багато корисних функцій для взаємодії з аудиторією, таких як коментарі та взаємодія у реальному часі.

3.2 Розробка та налаштування експериментального стенда

Дослідження проводилось в 3-ох різних умовах:

- студійний/домашній варіант;
- змодельовані польові умови;
- польові умови.

Налаштування прямої трансляції проводилося через програмне забезпечення Open Broadcaster Software(OBS). Вибір було зроблено саме на нього через те що це з ПЗ безкоштовне і надає можливість повного контролю над прямим ефіром, а також одночасного його запису (рис. 3.1 – 3.2).

При всіх варіантах, для точності порівняння перевірки були використані однакові налаштування:

- Кодування аудіо: FFmpeg AAC;
- Відео кодек: x264;
- Роздільність: 1920x1080;

- FPS: 60;
- Бітрейт: 6000 кб/с.

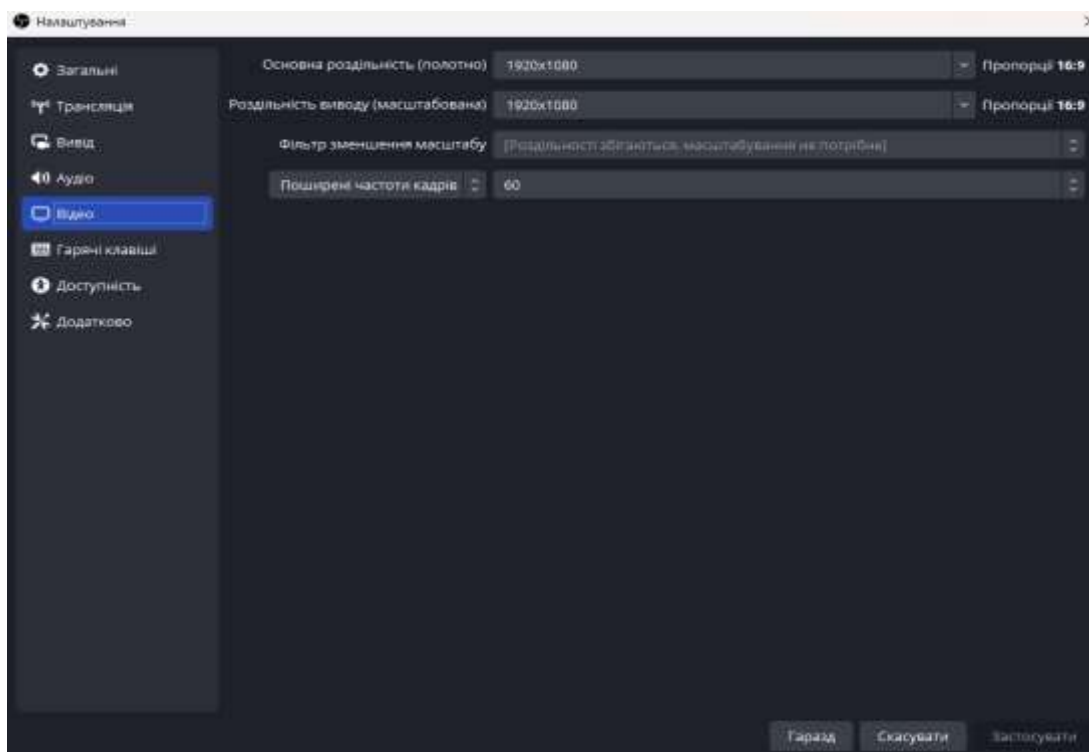


Рисунок 3.1 - Налаштування відео-характеристик

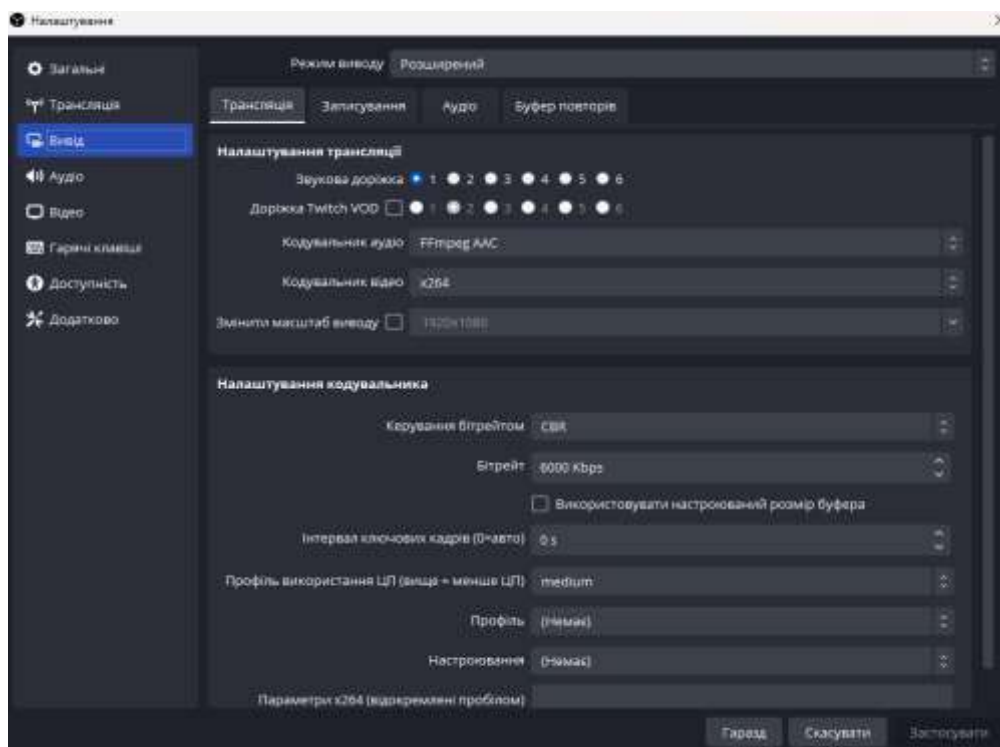


Рисунок 3.2 - Налаштування параметрів передачі даних трансляції

Для кожного з цих етапів обладнання яке використовувалось мало свої відмінності

3.2.1 Студійні/домашні умови

Було використано стаціонарний комп'ютер з такими технічними характеристиками:

1. ЦП: Процесор AMD Ryzen 5 5600X 3.7(4.6)GHz 32MB.
2. Материнська плата: MSI X470 GAMING PRO MAX.
3. RAM: Goodram DDR4-3200 16384 MB.
4. Відеокарта: MSI GTX 1650 4GB VRAM.
5. SSD m.2: PATRIOT M.2 NVME 512GB.
6. Мікрофон: Fifine K669(кастом).
7. Камера: Nikon D3100.
8. Об'єктив: Nikon 18-55mm f/3.5-5.6.
9. Інтернет-з'єднання: 100мб/с.

Статистика				
Використання ЦП	10%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	545.3 GB	Середній час побудови кадру	0.8 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 28200 (0.0%)	
Використання пам'яті	973.2 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 4446 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 4425 (0.0%)	54.2 MB	6132 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Скинути

Рисунок 3.3 - Результати тестової трансляції в студійних умовах на стаціонарному комп'ютері

Як бачимо, трансляція іде прекрасно, немає жодних втрат пакетів даних або затримок.

3.2.2 Змодельовані польові умови

Було використано Lenovo IdeaPad 3 з такими технічними характеристиками: AMD Ryzen 3 5300U (2.6 - 3.8 ГГц) / RAM 8 ГБ / SSD 128 ГБ / AMD Radeon Graphics

Було відключено зарядний пристрій і підключено комп'ютер до мобільної мережі для більш повноцінної моделі польових умов.

Після запуску трансляції з такими самими налаштуваннями як були в “студійних умовах” було отримані такі результати (рис. 3.4):

Stats				
CPU Usage	34%	FPS	60.00	
Disk space available	214.3 GB	Average time to render frame	2.5 ms	
Disk full in (approx.)		Frames missed due to rendering lag	0 / 4442 (0.0%)	
Memory Usage	861.8 MB	Skipped frames due to encoding lag	2236 / 2501 (89.4%)	
Output	Status	Dropped Frames (Network)	Total Data Output	Bitrate
Stream	LIVE	0 / 2436 (0.0%)	30.0 MB	6572 kb/s
Recording	Inactive	0 / 0 MB	0 kb/s	

Рисунок 3.4 - первинні результати в змодельованих польових умовах

Втрата пакетів становить практично 90% що не є допустимим, тому було прийнято рішення понизити якість до 1280x720 і 30fps (рис. 3.5).

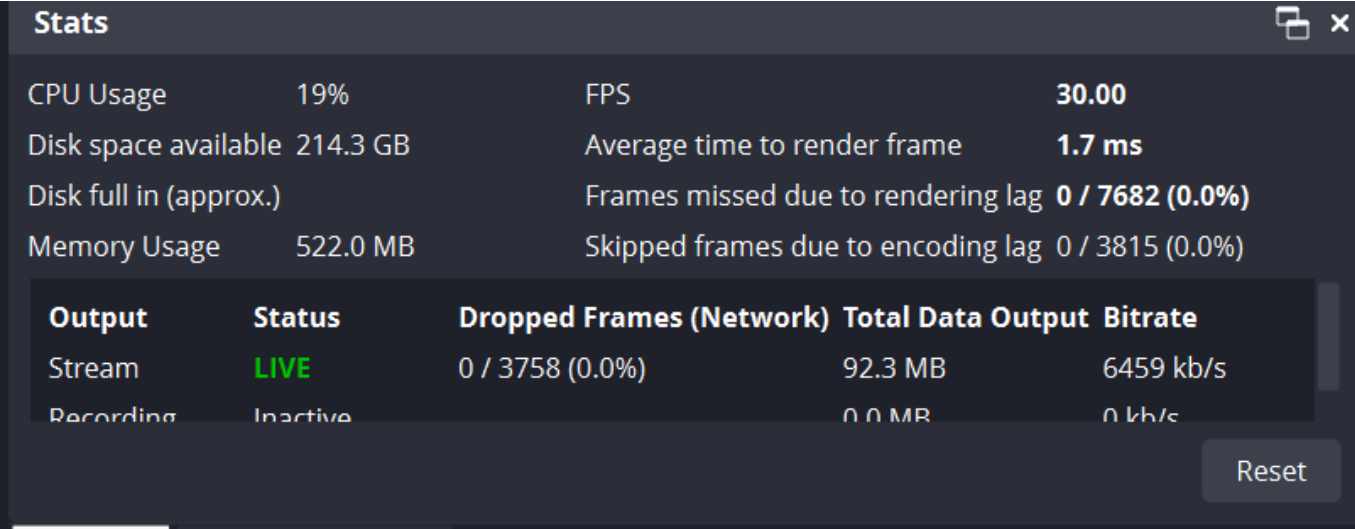
Stats				
CPU Usage	16%	FPS	30.00	
Disk space available	214.3 GB	Average time to render frame	1.5 ms	
Disk full in (approx.)		Frames missed due to rendering lag	1 / 8643 (0.0%)	
Memory Usage	537.1 MB	Skipped frames due to encoding lag	0 / 1368 (0.0%)	
Output	Status	Dropped Frames (Network)	Total Data Output	Bitrate
Stream	LIVE	0 / 1312 (0.0%)	32.1 MB	6060 kb/s
Recording	Inactive	0 / 0 MB	0 kb/s	

Рисунок 3.5 - результат трансляції при оптимізованих налаштуваннях у змодельованих польових умовах

Отримуємо повністю робочий варіант для проведення трансляції в польових умовах.

3.2.3 Польові умови

Отримавши повністю готову робочу установку перейшов до тестування в самих польових умовах (рис. 3.6)



The screenshot shows the OBS Studio Stats window with the following data:

Output	Status	Dropped Frames (Network)	Total Data Output	Bitrate
Stream	LIVE	0 / 3758 (0.0%)	92.3 MB	6459 kb/s
Recording	Inactive	0 / 0 MB	0 kb/s	

Additional stats shown in the window:

- CPU Usage: 19%
- Disk space available: 214.3 GB
- Disk full in (approx.):
- Memory Usage: 522.0 MB
- FPS: 30.00
- Average time to render frame: 1.7 ms
- Frames missed due to rendering lag: 0 / 7682 (0.0%)
- Skipped frames due to encoding lag: 0 / 3815 (0.0%)

Рисунок 3.6 - Отримана статистика проведеної трансляції

Результат повністю задовільний, за весь час не було втрачено жодного пакета даних, не було жодного зависання.

Трансляція проводилася в процесі руху на автомобілі що ще більше давало сторонніх перешкод на успішне проведення такої трансляції, але за отриманими результатами все вийшло добре, немає жодних проблем і перешкод для проведення трансляції за таких умов (рис. 3.7)

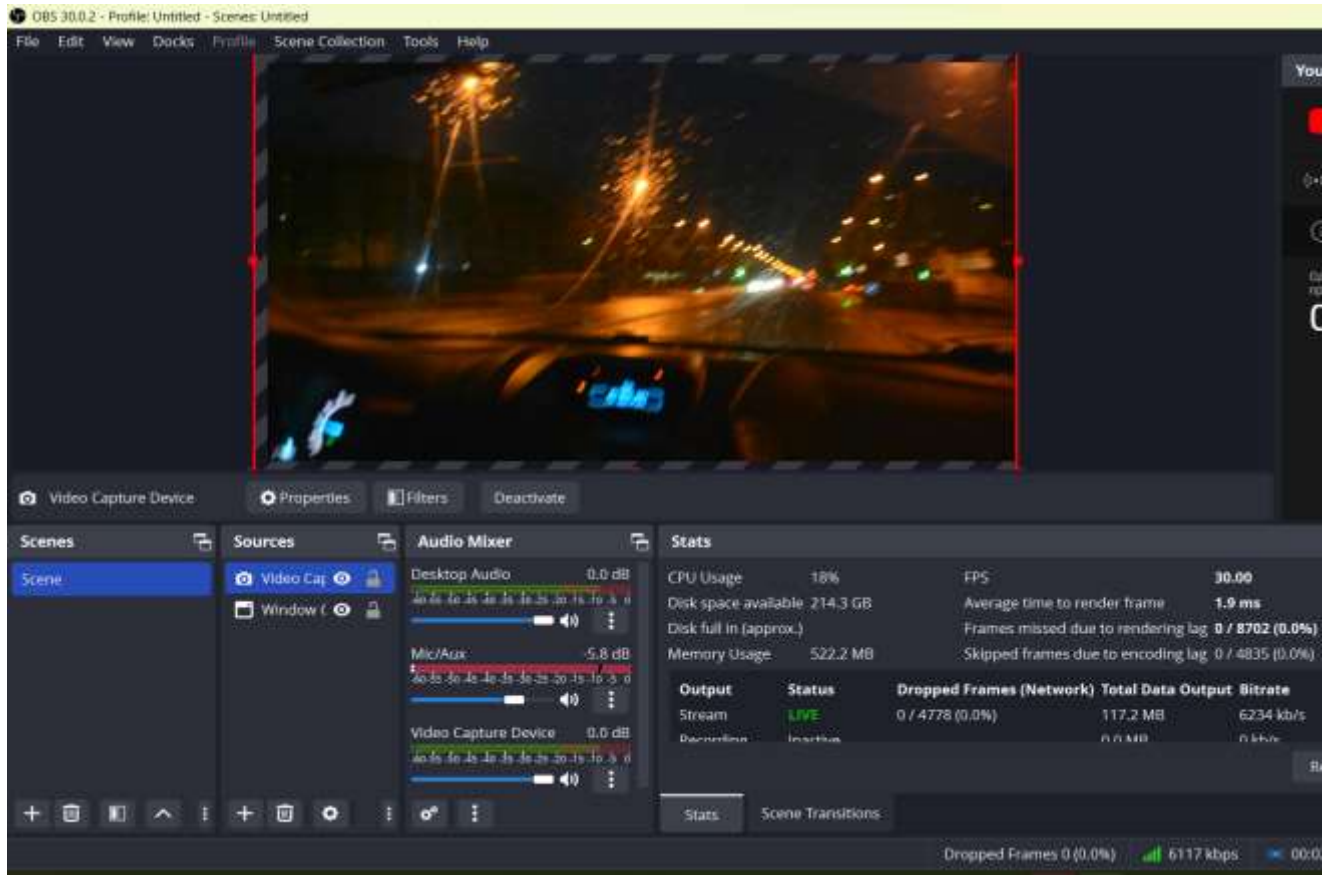


Рисунок 3.7 - Сцена налаштувань в OBS

Таким чином стрімінг є складним процесом, що вимагає належної технічної інфраструктури для забезпечення якісної трансляції в режимі реального часу. Швидкість Інтернет-з'єднання має велике значення для якості стрімінгової трансляції. Для забезпечення плавної трансляції в режимі реального часу, необхідно мати стабільне та швидке з'єднання з високою пропускною здатністю. Чим вища якість відео та аудіо, тим більше пропускна здатність потрібна. Важливо перевірити швидкість Інтернету та впевнитися, що вона відповідає вимогам для стрімінгу. Кодування відео та аудіо відіграє важливу роль у стрімінговій трансляції. Відео та аудіо потрібно закодувати в певний формат, який забезпечить ефективну передачу даних через мережу. При цьому необхідно знайти баланс між якістю відео та аудіо і розміром файлу. Існує багато різних кодеків, таких як H.264, H.265, AAC і MP3, які можуть бути використані для кодування відео та аудіо. Протоколи стрімінгу визначають, як дані передаються з сервера до клієнта в режимі реального часу.

Деякі з популярних протоколів стрімінгу включають HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) і Real-Time Messaging Protocol (RTMP). Кожен протокол має свої особливості та переваги, і вибір протоколу залежить від конкретних потреб та вимог проекту.

Правильне розуміння та використання технічних аспектів стрімінгу дозволять забезпечити якісну та стабільну трансляцію. Важливо враховувати швидкість Інтернет-з'єднання, правильно кодувати відео та аудіо, мати потужну серверну інфраструктуру та використовувати відповідні протоколи стрімінгу. Забезпечення цих технічних аспектів дозволить досягти високої якості та надійності стрімінгової трансляції. Організація онлайн-трансляцій у "польових умовах" відрізняється від проведення трансляцій у контрольованих студійних середовищах. "Польові умови" включають мобільні заходи, зовнішні події та віддалені локації, де можуть виникати технічні виклики та обмеження.

При організації онлайн-трансляцій у "польових умовах" важливо мати портативне обладнання, яке забезпечує високу якість зображення та звуку. Це можуть бути портативні камери з можливістю безпроводового зв'язку, які дозволяють передавати відео- та аудіосигнали в реальному часі до точки трансляції. Також важливо мати високоякісні мікрофони та звукові системи для передачі якісного звуку. Крім того, можуть використовуватися системи зберігання даних, що дозволяють записувати матеріали для подальшого використання або архівування. У "польових умовах" важливо мати надійне джерело живлення для обладнання. Це особливо актуально на віддалених місцях, де можуть бути обмежені або відсутні електричні мережі. Один з варіантів - використання портативних генераторів або акумуляторів, які забезпечують електроживлення обладнання протягом тривалого часу. Крім того, можна використовувати сонячні батареї або інші альтернативні джерела енергії для забезпечення постійного живлення.

ВИСНОВКИ

У цій роботі розглянуто тему «Методи створення прямих відеотрансляцій в польових умовах». В ході дослідження я ознайомився з теоретичними основами стрімінгу, перевагами цього формату трансляцій, а також проаналізував практичну організацію онлайн-трансляцій у "польових умовах".

Виявилось, що стрімінг є потужним інструментом для передачі контенту в режимі реального часу. Він дозволяє доставляти відео- та аудіоматеріали глядачам незалежно від їх місця знаходження і забезпечує гнучкість та доступність перегляду контенту.

Під час організації онлайн-трансляцій у "польових умовах" виявилось важливим правильно вибрати платформу та інфраструктуру, яка забезпечить стабільність та якість стріму. YouTube Live була обрана як платформа для трансляцій, а високоякісне обладнання та програмне забезпечення були використані для технічної реалізації.

Також було враховано питання безпеки та конфіденційності. Забезпечення безпеки глядачів та захист їхніх даних вимагають уваги до деталей, використання безпечних платформ, контролю доступу та моніторингу коментарів.

У цілому, проведення онлайн-трансляцій у "польових умовах" виявляється цікавим та важливим процесом, який вимагає підготовки, технічних знань та уважності до деталей. Застосування правильних стратегій та використання відповідного обладнання та програмного забезпечення можуть значно покращити якість трансляцій та задоволення глядачів.

Основні висновки, отримані в процесі роботи, дають мені знання та розуміння процесу стрімінгу та організації онлайн-трансляцій у "польових умовах". Ця тема є актуальною та має потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення.

Стрімінг є складним процесом, що вимагає належної технічної інфраструктури для забезпечення якісної трансляції в режимі реального часу. Швидкість Інтернет-з'єднання має велике значення для якості стрімінгової трансляції. Для забезпечення плавної трансляції в режимі реального часу, необхідно мати стабільне та швидке з'єднання з високою пропускнуою здатністю. Чим вища якість відео та аудіо, тим більше пропускну здатність потрібна. Важливо перевірити швидкість Інтернету та впевнитися, що вона відповідає вимогам для стрімінгу. Кодування відео та аудіо відіграє важливу роль у стрімінговій трансляції. Відео та аудіо потрібно закодувати в певний формат, який забезпечить ефективну передачу даних через мережу. При цьому необхідно знайти баланс між якістю відео та аудіо і розміром файлу. Існує багато різних кодеків, таких як H.264, H.265, AAC і MP3, які можуть бути використані для кодування відео та аудіо. Протоколи стрімінгу визначають, як дані передаються з сервера до клієнта в режимі реального часу. Деякі з популярних протоколів стрімінгу включають HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) і Real-Time Messaging Protocol (RTMP). Кожен протокол має свої особливості та переваги, і вибір протоколу залежить від конкретних потреб та вимог проекту.

Правильне розуміння та використання технічних аспектів стрімінгу дозволять забезпечити якісну та стабільну трансляцію. Важливо враховувати швидкість Інтернет-з'єднання, правильно кодувати відео та аудіо, мати потужну серверну інфраструктуру та використовувати відповідні протоколи стрімінгу. Забезпечення цих технічних аспектів дозволить досягти високої якості та надійності стрімінгової трансляції. Організація онлайн-трансляцій у "польових умовах" відрізняється від проведення трансляцій у контрольованих студійних середовищах. "Польові умови" включають мобільні заходи, зовнішні події та віддалені локації, де можуть виникати технічні виклики та обмеження.

При організації онлайн-трансляцій у "польових умовах" важливо мати портативне обладнання, яке забезпечує високу якість зображення та звуку. Це

можуть бути портативні камери з можливістю безпроводового зв'язку, які дозволяють передавати відео- та аудіосигнали в реальному часі до точки трансляції. Також важливо мати високоякісні мікрофони та звукові системи для передачі якісного звуку. Крім того, можуть використовуватися системи зберігання даних, що дозволяють записувати матеріали для подальшого використання або архівування. У "польових умовах" важливо мати надійне джерело живлення для обладнання. Це особливо актуально на віддалених місцях, де можуть бути обмежені або відсутні електричні мережі. Один з варіантів - використання портативних генераторів або акумуляторів, які забезпечують електроживлення обладнання протягом тривалого часу. Крім того, можна використовувати сонячні батареї або інші альтернативні джерела енергії для забезпечення постійного живлення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Степко М.Ф. Компетентнісний підхід до організації підготовки фахівців, його розуміння і проблеми використання у вищій школі України / Степко М.Ф. // Педагогіка і психологія. Вісник АПН України. – 2009. – № 2. – С. 42 – 50.
2. Dobudko T. V. et al. The organization of the university educational process in terms of digitalization of education //Humanities & Social Sciences Reviews. – 2019. – Т. 7. – №. 4. – С. 1148-1154.
3. Бистрова Ю. В. Інноваційні методи навчання у вищій школі України / Ю. В. Бистрова // Право та інноваційне суспільство. – 2015. – №1(4). – С. 27-33.
4. Теслюк В. М., Коваль М. М. Проблемна лекція як найоптимальніша форма навчання у вищій школі //Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Педагогіка, психологія, філософія. – 2014. – №. 199 (1). – С. 371-375.
5. Шимко І. М. Дидактичні умови організації самостійної роботи студентів у вузі. – 2002.
6. Guo P. J., Kim J., Rubin R. How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos //Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference. – 2014. – С. 41-50.
7. Vaganova O. I. Organization of practical classes in a higher educational institution using modern educational technologies //Amazonia Investiga. – 2019. – Т. 8. – №. 23. – С. 81-86.
8. Whittle S. R., Bickerdike S. R. Online preparation resources help first year students to benefit from practical classes //Journal of Biological Education. – 2015. – Т. 49. – №. 2. – С. 139-149.
9. Теслюк В. М., Коваль М. М. Проблемна лекція як найоптимальніша форма навчання у вищій школі //Науковий вісник Національного

- університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Педагогіка, психологія, філософія. – 2014. – №. 199 (1). – С. 371-375.
10. Kirschner P. A., Meester M. A. M. The laboratory in higher science education: Problems, premises and objectives //Higher education. – 1988. – Т. 17. – №. 1. – С. 81-98.
11. Gunawardena C. N., McIsaac M. S. Distance education //Handbook of research on educational communications and technology. – Routledge, 2013. – С. 361-401.
12. Simamora R. M. et al. Practices, challenges, and prospects of online learning during Covid-19 pandemic in higher education: Lecturer perspectives //Studies in Learning and Teaching. – 2020. – Т. 1. – №. 3. – С. 185-208.
13. Rudykh L.G. Specific Problems Of Consumer Society // RPTSS 2018: International Conference on Research Paradigms Transformation in Social Sciences (December 2018). [Електронний ресурс]. URL: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.05.18> (дата звернення: 30.10.2023)
14. Li Z. N. et al. Fundamentals of multimedia. – Upper Saddle River (NJ): : Pearson Prentice Hall, 2004. – С. 253-265.
15. Wang K., Chen Z., Liu H. Push-based wireless converged networks for massive multimedia content delivery //IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2014. – Т. 13. – №. 5. – С. 2894-2905.
16. Rieber L. P. Multimedia learning in games, simulations, and microworlds //The Cambridge handbook of multimedia learning. – 2005. – С. 549-567.
17. Mohan R., Smith J. R., Li C. S. Adapting multimedia internet content for universal access //IEEE Transactions on multimedia. – 1999. – Т. 1. – №. 1. – С. 104-114.
18. Seo C. W. et al. Dental students' learning attitudes and perceptions of YouTube as a lecture video hosting platform in a flipped classroom in Korea //Journal of educational evaluation for health professions. – 2018. – Т. 15. – №. 1. – С. 24.

19. Lorenz A. Universities on Air FNMA Working Group “Streaming Technology and Learning Innovation” // 2011 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning. – IEEE, 2011. – С. 656-665.
20. Sadowski M. Das schnelle methoden. Digitale Medien mit Arbeitsmaterialien. — Berlin, 2014. — 80 s.
21. Angelopoulos B.G., Garyfallidou D. M., Ioannidis G. S. Streaming media in education // Proc International Conference ICL 2004: “Interactive Computer Aided Learning” / Auer M., Auer U. (eds.). — Kassel Univ. Pr., 2004.
22. Bijmens H., Bijmens M., Vanbuel M. Streaming media in the classroom. — Austria : EDUCATION HIGHWAY Innovation Centre, 2004. — 117 p.
23. Kunkel T. Streaming media: Technologies Standards Applications. — Wiley, 2003. — 236 p
24. George S. Ioannidis, Despina M. Garyfallidou. Streaming Media in der Bildung und ihr Einfluss auf Lehre und Lernen “Best Practice” — Beispiele und erste Beobachtungen ihrer Implementierung. — Erscheinungsjahr : Linz, 2005. — 165 s.
25. Солодов В. Д. Порівняння послідовних протоколів зв'язку, що використовуються у вбудованих системах / В. Д. Солодов, Д. М. Харченко, Л. Ф. Сайківська // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті: матеріали 24-й Міжнар. молодіж. форуму, 7-9 квітня 2020 р. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Т. 3. – С. 192–193.
26. Lassetter J. Principles of traditional animation applied to 3D computer animation // Proceedings of the 14th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. – 1987. – С. 35-44.
27. Moeslund T. B., Hilton A., Krüger V. A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis // Computer vision and image understanding. – 2006. – Т. 104. – №. 2-3. – С. 90-126.
28. Brochu E., Brochu T., De Freitas N. A Bayesian interactive optimization approach to procedural animation design // Proceedings of the 2010 ACM

- SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation. – 2010. – C. 103-112.
29. King M. Programmed graphics in computer art and animation // Leonardo. – 1995. – T. 28. – №. 2. – C. 113-121.
30. Balit E., Vaufreydaz D., Reignier P. Integrating animation artists into the animation design of social robots an open-source robot animation software // 2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI). – IEEE, 2016. – C. 417-418.
31. Montfort N., Bogost I. Racing the beam: The Atari video computer system. – Mit Press, 2020.
32. Stanco F., Allegra D., Milotta F. L. M. Tracking error in digitized analog video: automatic detection and correction // Multimedia Tools and Applications. – 2016. – T. 75. – №. 7. – C. 3733-3746.
33. A Comparative Example Between The Use Of Pca And Mds For Image Classification / Hernandez, W., Mendez, A., Flor-Unda, O., Camejo, I.M., Kolendovska, M. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152565, Pages 1353-1358
34. Algorithm For Generating Refined Frequency Estimates In Atmospheric Radio Sounding Systems / Kartashov V., Hernandez W., Hernandez-Balbuena D., M. Kolendovska, Konovalenko O., Melnyk V. // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152562, Pages 79-82
35. Application of Fast Frequency Shift Measurement Method for INS in Navigation of Drones / D. Avalos-Gonzalez, D.H. Balbuena, V. Tyrsa, V.M. Kartashov, M. Kolendovska, S. Sheiko, O. Sergiyenko, V. Melnyk, F.N.

- Murrieta-Rico // IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3159–3164.
36. Book “Control and Signal Processing Applications for Mobile and Aerial Robotic Systems”, Hardback - Advances in Computational Intelligence and Robotics English. Edited by Oleg Sergiyenko, Moises Rivas-Lopez, Wendy Flores-Fuentes, Julio Cesar Rodríguez-Quiñonez, Lars Lindner. Editorial IGI Global, Hershey, United States, January 2020, 340 páginas. ISBN10 152259924X, ISBN13 9781522599241
37. Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision/ O. Sergiyenko, J.C. Rodriguez-Quiñonez, IGI Global, 2016; 341p.
38. Experimental estimation of direction finding to unmanned air vehicles algorithms efficiency by their acoustic emission, /Oleynikov, V., Zubkov, O., Kartashov, V., ..Sheiko, S., Babkin, S.//2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, стр. 175-178, 9061337
39. Features of acoustic noise of small unmanned aerial vehicles / Semenets, V.V., Kartashov, V.M., Leonidov, V.I. //Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz* and *Radiotekhnika*), 2020, 79(11), стр. 985-995
40. Geometric Analysis Of A Laser Scanner Functioning Based On Dynamic Triangulation /Sepulveda-Valdez, C., Sergiyenko, O., Tyrsa, V, Mercorelli, P., Kolendovska, M.// IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2020; Delft; Netherlands; 17 June 2020 до 19 June 2020; Volume 2020-June, June 2020, № 9152268, Pages 1398-1403
41. Ivanov, M., Sergiyenko, O., Mercorelli, P., Hernandez, W.c, Rodriguez Quinonez, J.C.d, Katashov V., Kolendovska, M., Iryna, T. Effective informational entropy reduction in multi-robot systems based on real-time

- TVS. IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2019-June, 8781209, c. 1162-1167.
42. Lindner, L., Sergiyenko, O., Rivas-López, M., (..), Gurko, A., Kartashov, V.M. Machine vision system for UAV navigation; IEEE, 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles and International Transportation Electrification Conference, ESARS-ITEC, 2016; pp.1–6. DOI: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841356.
43. M. Ivanov, O. Sergiyenko, V. Tyrsa, P. Mercorelli, V. Kartashov, W. Hernandez, S. Sheiko, M. Kolendovska. Individual scans fusion in virtual knowledge base for navigation of mobile robotic group with 3D TVS // Proceedings of 44th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON). -2018. – Washington DC, USA. -S. 3187-3192. ISBN 978-1-5090-6683-4/18/.
44. Murrieta-Rico, F.N., Petranovskii, V., Galvan, D.H., Sergiyenko, O., Yocupicio-Gaxiola, R.I., De Dios Sanchez-Lopez, J. Phase effect in frequency measurements of a quartz crystal using the pulse coincidence principle. 2020 IEEE 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Delft, Netherlands, 17-19 of June 2020, pp. 185-190, 9152255, DOI: 10.1109/ISIE45063.2020.9152255
45. Oleksandr Sotnikov, Vladimir Kartashov, Oleksandr Tymochko, Oleg Sergiyenko, Vera Tyrsa, Paolo Mercorelli, Wendy Flores-Fuentes. Methods for Ensuring the Accuracy of Radiometric and Optoelectronic Navigation Systems of Flying Robots in a Developed Infrastructure. Chapter 16// Machine Vision and Navigation; Springer, Cham. pp.537–578. Editors: Sergiyenko, Oleg, Flores-Fuentes, Wendy, Mercorelli, Paolo. DOI: 10.1007/978-3-030-22587-2_16.
46. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time/Kartashov, V., Oleynikov, V., Zubkov, O., Sheiko, S.// 2019 International Conference on Information and Telecommunication

- Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019 - Proceedings, 2019, 9165362/
47. Principles Of Construction And Assessment Of Technical Characteristics Of Multi-Frequency Atmospheric Sodar In The Humidity Measurement Mode / Kartashov, V.M., Sidorov, G.I., Sheiko, S.A., Kolendovskaya, M.M., Sergienko, O.Yu. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i4.50, p. 323-333/
48. Research Of The Uncertainty Of Measurement Frequencies And Definitions Of The Frequency Signal In The Waveguide With Respect To Power / Semenets, V.Zakharov, I. Serhienko, M., Kartashov, V.M., Kolendovska, M., Hernandez, W., Hipolito, J.I.N., Tyrsa, V. // 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2019; Lisbon Congress Center Lisbon; Portugal; 14 October 2019 до 17 October 2019; CFP19IEC-ART; Код 155980, Volume 2019-October, October 2019, № 8927203, Pages 4674-4679
49. Spatial-Temporal Processing Of Acoustic Signals Of Unmanned Aerial Vehicles / Kartashov V.M., Oleinikov V.N., Zubkov O.V., Sheiko S.A., Kolendovska M.M. // Telecommunications And Radio Engineering (English Translation Of Elektrosvyaz And Radiotekhnika), 2020, ISSN Print: 0040-2508, ISSN Online: 1943-6009, DOI: 10.1615/Telecomradeng.v79.i9.40, p. 769-780
50. Stereoscopic Vision Systems In Machine Vision, Models, And Applications (Book Chapter) / Ramírez-Hernández, L.R., Rodríguez-Quiñonez, J.C., Castro-Toscano, M.J., Kolendovska, M., Murrieta-Rico, F.N. // Machine Vision And Navigation, 2019 Machine Vision and Navigation 30 September 2019, Pages 241-265
51. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 16. // Biometrics:

- Concepts, Methodologies, Tools, and Applications; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quiñonez. (341p.), IGI Global, 2017; pp. 361-381. DOI: 10.4018/978-1-5225-0983-7.ch016.
52. Strelkova T., Kartashov V., Lytyuga A., Strelkov A. Theoretical Methods of Images Processing in Optoelectronic Systems. Chapter 6// Developing and Applying Optoelectronics in Machine Vision; Oleg Sergiyenko and Julio C. Rodriguez-Quiñonez. (341p.) – USA, Herhey, IGI Global, 2016; pp.180-205.
53. Sytnik O., Kartashov V. Methods and Algorithms for Technical Vision in Radar Introscopy. Chapter 13// Optoelectronics in Machine Vision-Based Theories and Applications. IGI Global, 2019; pp. 373-391.
54. The Use of Factorization and Multimode Parametric Spectra in Estimating Frequency and Spectral Parameters of Signal/Semenets, V., Kartashov, V., Sergiyenko, O., ..Rodriguez-Quinonez, J.C., Flores-Fuentes, W.//IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2020, 2020-June, p. 215-219
55. Unda, O.F., Hernandez, W., Vargas, O., Mendez, A., Sergiyenko, O., Tyrsa, V. Construction of a robotic platform of differential type for first-year students of electronic engineering, 2020 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2020, 24-26 de junio de 2020, Sorrento, Italia, pp. 538-543, 9161870, DOI: 10.1109/SPEEDAM48782.2020.9161870
56. Солодов В. Д. Современные методы создания и использования стереовидения / В. Д. Солодов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 24-го Міжнар. молодіжн. форуму, 7–9 квітня 2020 р. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Т. 3. – С. 19–20.
57. Солодов В. Д. Створення алгоритму управління камерами-павуками для телетрансляції різних подій (частина 1) / В. Д. Солодов // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 111–112.

- 58.Солодов В. Д. Створення алгоритму управління камерами-павуками для телетрансляції різних подій (частина 2) / В. Д. Солодов // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 113–114.
- 59.Солодов В. Д. Оптиелектронна система для вимірювання кутових і лінійних координат у тривимірному просторі / В. Д. Солодов, Д. М. Харченко // Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті : матеріали 25-го Міжнар. молодіжн. форуму, 20–21 квітня 2021 р. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – Т. 3. – С. 115–116.
- 60.Lente G., Fábíán I., Poë A. J. A common misconception about the Eyring equation //New Journal of Chemistry. – 2005. – Т. 29. – №. 6. – С. 759-760