

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)

*Дослідження впливу апаратно-програмних засобів на якість та затримки в онлайн трансляціях*

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи СТММ-22-1  
Тимофій КРАВЕЦЬКИЙ

(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. Ярослав СИДОРОВ

(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 Кравецькому Тимофію Євгеновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження впливу апаратно-програмних засобів на якість та затримки в онлайн трансляціях

затверджена наказом по університету від " 20 " 11 \_\_\_\_\_ 2023 р. № 1371Ст

2. Термін подання студентом роботи 08.01.2024 р

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

1. Провести аналіз технічних засад проведення онлайн трансляцій

2. Обрати програмне та апаратне забезпечення для проведення онлайн трансляцій

3. Проаналізувати вплив апаратних та програмних засобів на затримки онлайн трансляцій

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСАД ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦІЙ

2. ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

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

1. Постановка задачі; 2. Актуальність; 3. Теоретичні відомості; 4. Методологія дослідження; 5. Вихідні дані при дослідженні затримки при використанні шаблонів кодування та затримки YouTube; 6. Вихідні дані при дослідженні штучної затримки у 30 секунд при використанні затримок YouTube; 7. Висновки.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термин виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд та аналіз технічних засад проведення онлайн трансляцій	20.11.23–28.11.23	
2.	Обґрунтування вибору апаратно-програмного забезпечення	29.11.23–10.12.23	
3.	Дослідження впливу апаратно-програмних засобів	11.12.23–17.12.23	
4.	Графічна частина роботи	18.12.23–24.12.23	
5.	Перевірка керівником	25.12.23–28.12.23	
6.	Перевірка на академічний плагіат	02.01.24–03.01.24	
7.	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	04.01.24–05.01.24	

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20.11.2023 р.

Студент \_\_\_\_\_ Тимофій КРАВЕЦЬКИЙ

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_ ас. Ярослав СИДОРОВ

(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи має: 75 с., 50 рис., 2 табл., 45 джерел.

ОНЛАЙН-ТРАНСЛЯЦІЯ, ТРАНСЛЯЦІЯ, ВИБІР ПЛАТФОРМИ, ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ, АПАРАТНЕ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ, OPEN BROADCASTER SOFTWARE, YOUTUBE,

Об'єкт дослідження – онлайн-трансляція.

Предмет дослідження – затримка онлайн трансляцій.

Мета кваліфікаційної роботи – дослідити вплив апаратно-програмного забезпечення на затримку онлайн трансляції, визначити залежність між налаштуванням програмного забезпечення та тривалістю затримки потоку даних до кінцевого споживача.

Методи дослідження – теоретичний аналіз, динамічна обробка даних, аналіз сцен.

У даній роботі проведено аналіз та дослідження впливу апаратно-програмного забезпечення на затримку онлайн трансляції дає можливість з'ясувати залежність між налаштуванням параметрів програм та часом затримки що допоможе оптимізувати процес трансляцій тим самим поліпшити якість відтворення трансляції.

## ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work has: 75 p., 50 fig., 2 tables., 45 sources.

ONLINE BROADCAST, BROADCAST, PLATFORM SELECTION, TECHNICAL IMPLEMENTATION, SOFTWARE, HARDWARE, OPEN BROADCASTER SOFTWARE, YOUTUBE,

The object of research – online-broadcasting.

The subject of the study – is the delay of online broadcasts.

The purpose of the qualification work – is to study the influence of hardware and software on the delay of online broadcasting, to determine the relationship between the software configuration and the duration of the delay in the data flow to the end user.

Research methods-theoretical analysis, dynamic data processing, scene analysis.

In this paper, the analysis and research of the influence of hardware and software on the delay of an online broadcast makes it possible to find out the relationship between setting program parameters and the delay time, which will help optimize the broadcast process, thereby improving the quality of broadcast playback.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AMD VCE (AMD Video Coding Engine) – Відео енкодер від AMD

API (Application Programming Interface) – Інтерфейс прикладного програмування

AVC (Advanced Video Coding) – Розширене Кодування відео для стиснення відеофайлів

AVX (Advanced Vector Extensions) – Розширені векторні розширення для системи команд

CPU (Central Processor Unit) – центральний процесор (ЦП)

CUDA (Compute Unified Device Architecture) – єдина архітектура обчислень для пристроїв NVIDIA

GPU (Graphics Processing Unit) – графічний процесор (ГП)

HDD (Hard Disk Drive) – жорсткий диск

HDMI (High Definition Multimedia Interface) – інтерфейс для мультимедіа високої чіткості

NVENC (NVIDIA Encoder) – енкодер від NVIDIA

OBS (Open Broadcaster Software) – програма для прямих трансляцій і запису відео

PTZ (Pan, Tilt, Zoom) – поворот, нахил і збільшення

RAM (Random Access Memory) – пам'ять з довільним доступом

SDI (Serial Digital Interface) – сімейство цифрових відеоінтерфейсів

SSD (Solid-State Drive) – твердотільний накопичувач

USB (Universal Serial Bus) – універсальна послідовна шина

VRAM (Video Random Access Memory) – оперативна пам'ять графічного контролера

XLR (External Line Return) – повернення по зовнішній лінії

XMP (eXtensible Metadata Platform) – Розширювана платформа метаданих

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

ПКМ – права кнопка миші

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСАД ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦІЙ .....	9
1.1 Технічні аспекти онлайн-трансляцій .....	9
1.1.1 Вибір камер для онлайн трансляцій .....	10
1.1.2 Вибір мікрофону для онлайн трансляцій.....	15
1.1.3 Апаратна частина комп'ютера для трансляції.....	23
1.1.4 Стабільне Інтернет-з'єднання.....	25
1.1.5 Огляд платформ для проведення онлайн-трансляції.....	26
1.2 Затримка в онлайн-трансляції.....	30
1.3 Висновок до розділу.....	33
2 АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	35
2.1 Вибір апаратно забезпечення для проведення онлайн трансляції .....	35
2.2 Вибір програмного забезпечення для проведення онлайн трансляції.....	37
2.3 Налаштування програмного забезпечення для проведення онлайн трансляції .....	39
2.4 Методологія дослідження .....	46
2.5 Висновки до розділу .....	47
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ.....	48
3.1 Вплив апаратно-програмних засобів на затримку онлайн-трансляцій.....	48
3.2 Додавання штучної затримки .....	58
3.3 Висновки до розділу .....	62
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	65
ДОДАТКИ.....	70
Додаток А.....	71
Додаток Б .....	75

## ВСТУП

За останні десятиліття швидкого темпу цифрового розвитку технологій змінився спосіб, як споживання інформації так і спілкування один з одним. Однією із важливих сфер цього є онлайн трансляції, які стають неодмінною складовою сфер комунікації, джерелом розваг, інформації та взаємодії. Однак, незважаючи на технологічний прогрес, якість та затримки в онлайн трансляціях залишаються ключовими питаннями, що впливають на враження глядачів та роботу медіаторів.

Тема дослідження спрямоване на розкриття впливу апаратно-програмних засобів на якість затримок в онлайн трансляціях. Розібратись в деталях технічних аспектів при створенні онлайн трансляції, факторів, що визначають якість зображення, а також розглянемо можливості впливу затримки під час процесу транслявання. Це дослідження ставить перед собою завдання визначити оптимальний вибір конфігурації обладнання та програмного забезпечення для досягнення найвищого стандарту в онлайн трансляціях.

Актуальність теми є надзвичайно актуальною у зв'язку із швидким ростом популярності онлайн трансляцій та постійними технологічними змінами. Виявлення технічних аспектів, та затримок які впливають на якість, стабільність та враження глядачів, є важливим для подальшого розвитку та оптимізації онлайн трансляцій.

Щоб досягти поставленої мети, в цій курсовій роботі будуть розглянуті основні технічні аспекти онлайн-трансляцій, вивчення програмних заходів для її проведення та утворення затримок як необхідний процес оптимізації. Результати дослідження дозволять зробити висновки щодо ефективності та застосування щодо різних видів затримок та технологій онлайн трансляцій визначивши можливі напрямки подальших досліджень у цій галузі.

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСАД ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН ТРАНСЛЯЦІЙ

## 1.1 Технічні аспекти онлайн-трансляцій

Проведення онлайн-трансляцій стає все більш актуальним та популярним у світі сучасних медіа та творців контенту. Завдяки доступності технічних рішень та платформ для онлайн-трансляцій, кожен може поділитися своїми думкою, ідеями, знаннями чи розвагами з аудиторією по всьому світу [1]. Проте, для якісного проведення онлайн-трансляцій потрібно враховувати основні компоненти та технічні елементи які необхідні для успішної передачі інформації глядачам. Від вибору відеообладнання та звукового забезпечення до вибору платформи та програмного забезпечення трансляції, де кожен етап грає важливу роль у створенні високоякісного та привабливого контенту для глядачів [2].

Основними компонентами і елементами, зображеними на рисунку (1.1), які можуть знадобитися для онлайн трансляції є: камери, мікрофони, комп'ютер, інтернет-з'єднання.

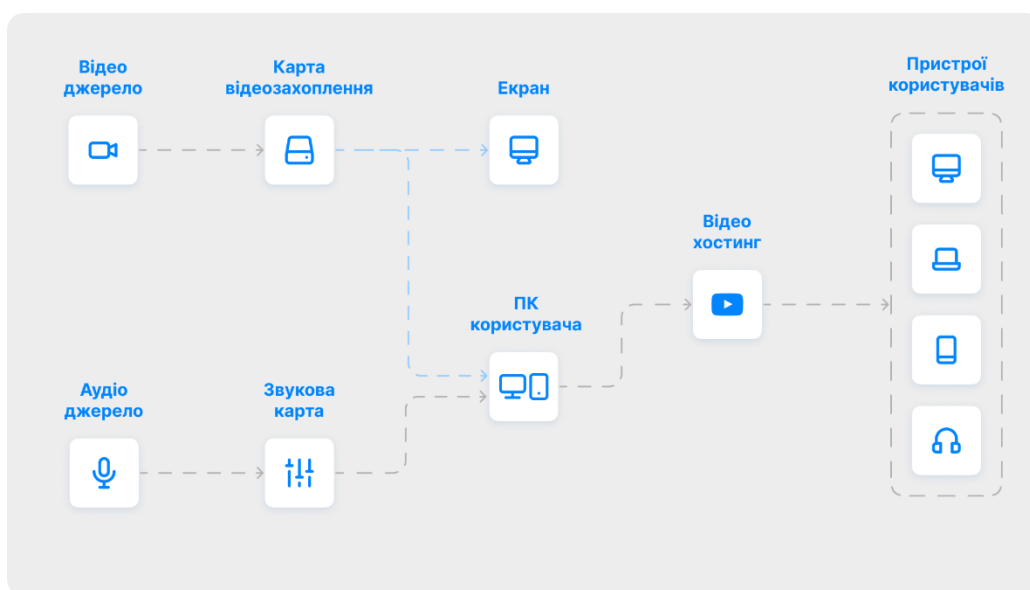


Рисунок 1.1 – Схема апаратної складової для онлайн-трансляції

### 1.1.1 Вибір камер для онлайн трансляцій

Камера дозволяє глядачам бачити вас та ваші дії в реальному часі, надаючи особистий характер присутності та робить взаємодію більш зрозуміліше чи ефективною з аудиторією. Існують різні типи камер, які можна використовувати для потокової передачі. Це може бути окрема веб-камера або вбудована в ноутбучі, відеокамери, бездзеркальні та дзеркальні камери, поворотні PTZ-камери та інші. Для деяких сценаріїв один тип камери явно підходить більше, ніж інший. Але щоб домогтися поліпшення рівня сприйняття слухачами ваших заходів, то слід занепокоїтися поліпшенням якості картинки. Висококласна камера забезпечує можливість створення високоякісного відео в прямому ефірі [3].

При виборі камери для онлайн-трансляцій слід враховувати деякі функції:

Щоб вести пряму трансляцію з камери або фотоапарату, потрібно захопити сигнал, що надходить безпосередньо з її вихідного порту HDMI або SDI. Деякі камери заодно передають всі елементи користувацького інтерфейсу, що видимі на дисплеї (наприклад, час роботи від батареї, витримку, діафрагму і т.д.). Для прямої трансляції камера повинна бути здатна відправляти сигнал через HDMI без елементів користувацького інтерфейсу. Для цього знадобиться карта захоплення. Карта захоплення – це пристрій, який перетворює аналоговий відеосигнал камери в цифровий відеоформат, який зрозумілий комп'ютеру. Принцип дії зображен на рисунку (1.2).



Рисунок 1.2 – Принцип роботи карти відеозахоплення між камерою та ПЗ

Якщо елементи інтерфейсу передаються, то в меню повинен бути параметр, яким це можна вимикати [4].

При проведенні довгих трансляцій необхідно мати можливість необмежений записувати й вести трансляцію. Багато камер, особливо цифрові дзеркальні, автоматично вимикаються через 30 хвилин, особливо при живленні від USB з міркувань безпеки та збереження заряду батареї. Перевірте, чи має камера можливість вимкнути функцію в її налаштуваннях для необмеженого часу роботи. Також за для запобігання перегріву при тривалих трансляціях може бути досягнуто шляхом використання "фіктивного акумулятора" та адаптера змінного струму [5].

Для прямих трансляції можна використовувати різні типи камер: веб-камери, цифрові дзеркальні та бездзеркальні фотокамери, відеокамера, PTZ-камери.

Веб-камери, що зображені на рисунку (1.3) – працюють з живленням від звичайного USB, підключаючись безпосередньо до комп'ютера для проведення відеоконференцій, онлайн-трансляцій, відеозапису та відеоконференцій. Можливість plug-and-play робить їх доволі зручними для одночасного транслявання відео та запису звуку, що дозволяє проводити відеоконференції без необхідності додаткових пристроїв користувача.



Рисунок 1.3 – Приклад веб-камер фірми Logitech [6, 7]

Веб-камери були розроблені для зйомки у портретному режимі в приміщеннях практично в статичному кадрі. Якість зображення веб-камери майже завжди нижча, ніж у «справжніх» відеокамер, але доволі сучасні веб-камери

можуть видавати зображення відео на непоганому рівні, особливо при належному освітленні. За для компенсування недоліків пристрою у розширені функції веб-камер можуть включати: Цифровий зум, регулювання яскравості та контрасту, розпізнавання обличчя, заміну фону, роздільна здатність екрану та частотою оновлення кадрів. Веб-камери часто поставляються із затискачем, який встановлюється на монітор ноутбука або комп'ютера, а деякі також мають кріплення для штатива [8].

Для досягнення більш кращої якості картинки можна використовувати Цифрові дзеркальні та бездзеркальні фотокамери. Спочатку були розроблені як цифрові аналоги традиційних плівкових камер, забезпечуючи чудову якість зображення та представляють компактніше та легше рішення. Оснащені рядом автоматизованих функцій, які надають повний контроль та полегшують процес зйомки. Мають можливість використовувати змінні об'єктиви, що розширює змогу налаштування зйомки кадру. У порівнянні з відеокамерами-камкодерами тієї ж цінової категорії, дзеркальні та бездзеркальні камери мають набагато більші датчики, що дає кращу якість зображення.



Рисунок 1.4 – Приклад бездзеркальної камери Sony A5100 та дзеркальної камери Canon EOS2500 [9, 10]

Дзеркальні та бездзеркальні камери спочатку створювалися як фотоапарати, але більшість із них може бути використана як камера для проведення онлайн

трансляції за допомогою додаткового обладнання та програмних додатків роздільності від виробника або універсальних [3]. Зі старими моделями цієї категорії можуть виникнути проблеми у використанні для проведення онлайн трансляції. Перед придбанням цифрової камери, обов'язково потрібно перевірити наявність у них проблем з прямою трансляцією відео та аудіо.

Зручним варіантом для проведення онлайн трансляції може бути використання відеокамери, де прикладом зображена на рисунку (1.5). На відміну від цифрових дзеркальних і бездзеркальних фотоапаратів, відеокамери (або камкордери) були спеціально створені для багатогодинної зйомки відео. Відеокамери також відрізняються високою універсальністю і простотою у використанні завдяки ергономічному дизайну “бери й знімай” [11].



Рисунок 1.5 – Приклад Відеокамери Panasonic HC-VX980 [12]

Сучасні відеокамери обладнані рядом технічних можливостей пропонуючи немалий вибір та набору функцій за замовчуванням, але основні переваги відеокамер є:

- можливість працювати довше, ніж більшість інших аналогів;
- об'єктив який знаходиться завжди у фокусі;
- мають вбудований мікрофон або можливість підключення зовнішніх аудіо пристроїв, що дозволяє отримувати якісний звуковий супровід для відео;
- широкий вибір портів вводу/виводу.

Цікавим варіантом камери для проведення трансляції є PTZ-камери. PTZ-камери (Pan, Tilt, Zoom – поворот, нахил і збільшення) на рисунку (1.6) – Це камери, якими оператор може панорамувати горизонтально, нахилити вертикально та збільшувати зображення будь-якого об'єкта без розриву пікселів. Є можливість дистанційно керувати кількома такими камерами одночасно. Зазвичай вони мають плоску основу, яку можна надійно закріпити на столі, стіні, стелі або штативі [13].



Рисунок 1.6 – Приклад PTZ камери Sony SRG-120 [14]

Деякі моделі камер пропонують автоматичне відстеження, що означає, що камера може ідентифікувати мовця та слідувати за ним, коли він рухається по кімнаті.

Також PTZ-камери пропонують великий оптичний і цифровий зум, а також потокову передачу зі швидкістю 60 кадрів в секунду, що робить їх ідеальним вибором для спортивних трансляцій, широко використовуються в стаціонарних установках в конференц-залах, концертних залах, лекційних аудиторіях та інших великих приміщеннях.

### 1.1.2 Вибір мікрофону для онлайн трансляцій

Вибір мікрофона для онлайн трансляцій починається з визначення технічних вимог. Базовим запитом будь-якого користувача є стабільний звук без луни і шерехів. Для запису голосу не повинні стати перешкодою ні зміна інтонації або гучності, ні зовнішні шуми і стуки. Також заздалегідь потрібно визначити який вид трансляції ви збираєтеся вести. Вибір правильного мікрофона може значно покращити якість звуку та досвід для гарного враження від трансляції. Це впливає на специфічні особливості пристрою.

Також є декілька додаткових критеріїв, які необхідно враховувати при придбанні мікрофона. Вони не є критичними і враховуються в залежності від вподобань користувача [15].

Частотний діапазон – межі діапазон частот, який мікрофон здатний вловлювати. Максимальні межі звичайних моделей знаходяться в межах від 20 до 20 КГц. Так як мікрофон переважно буде записувати людський голос, необхідна точна передача сигналу без спотворення в діапазоні 100-4000 Гц. Чим ширше діапазон частот, тим більше звуків може сприймати мікрофон. Для стримів досить базового діапазону, але якщо ваші трансляції якимось пов'язані з вокалом, вибирайте модель з максимальним діапазоном.

Спрямованість мікрофона це здатність уловлювати коливання звукових хвиль в певному напрямку або куті мікрофона. Їх типи діаграм приведені на рисунку(1.7).

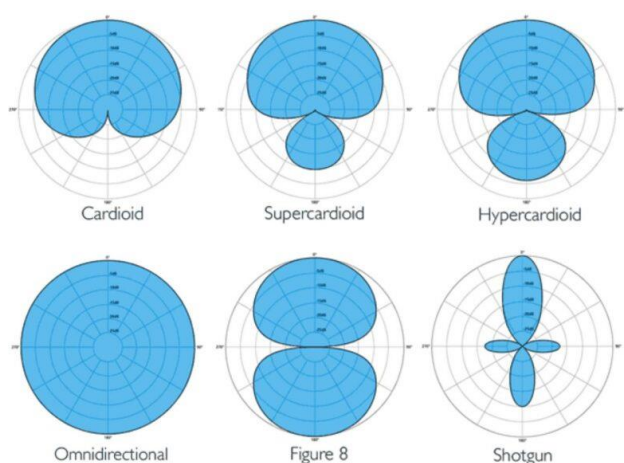


Рисунок 1.7 – Види спрямованості мікрофону [16]

Односпрямовані (кардіоїдні) мікрофони зчитують голос тільки спереду, повністю пригнічуючи звук ззаду і частково з боків. Такий режим спрямованості є відмінний варіант для проведення трансляцій, тому що в центрі уваги виявляється голос мовця.

Дозаправленні (або "вісімка" ) вловлюють звуки у двох напрямках. Такі мікрофони часто використовують для запису подкастів та інтерв'ю.

Всеспрямовані, або кругові, мікрофони сприймає сигнали з усіх боків на 360 градусів. Такі моделі підійдуть для трансляцій у великому гурті, але не відповідна модель для одного мовця. Під час трансляції будуть потрапляти сторонні звуки, наприклад, друкування по кнопках або фонова розмова. Загалом ця спрямованість додається як додаткова можливість в налаштуванні мікрофона для додаткового вибору, як на рисунку (1.8)[17].



Рисунок 1.8 – приклад інтерфейсу вибору спрямованості на мікрофоні [18]

Деякі моделі припускають можливість підключити додаткову гарнітуру. Це дозволяє чути себе під час прямих трансляцій. Якщо такої функції немає, то навушники можна підключити до мікрофона програмно.

Поліпшити якість ефіру допоможуть персоналізовані налаштування. Істотним плюсом буде сумісність з різним ПЗ для відшліфовування аудіодоріжки. А регулювання гучності і шумозаглушення і зовсім обов'язкові. Мінімальний набір кнопок для управління знаходиться і на самому корпусі. До зовнішнього управління може піддаватися чутливість, еквалізація і спрямованість.

Додаткові аксесуари як наприклад тримач для мікрофона практично завжди йде в комплекті і з ним не доведеться тримати прилад в руках. Це може бути тринога, «павук» або стійка. Також можна додати поп-фільтр або акустичний екран для усунення свистів і шепотів. Ефіри на відкритому повітрі неможливо провести без вітрозахисту. А для транспортування гаджета варто обзавестися чохлом-перенесенням [17].

Існує кілька типів мікрофонів, які можуть бути використані для онлайн-трансляцій, і кожен з них має свої переваги та особливості [15].

USB-мікрофони користуються найбільшою популярністю серед користувачів, наведено приклад USB-мікрофона на рисунку (1.9). Їх привабливість полягає в простоті використання не вимагаючи складних налаштувань чи додаткових драйверів. Мають вбудовані аудіоінтерфейси, що дозволяє швидко почати використовувати мікрофон без зайвих зусиль, потрібно лише підключити мікрофон до USB-порту вашого комп'ютера чи іншого пристрою, і він буде готовий до використання. Як правило, все необхідне вже входить в комплект поставки, а мікрофон готовий до роботи «з коробки».



Рисунок 1.9 – Приклад USB-мікрофона AKG c44-usb [20]

Багато USB-мікрофонів мають кілька звукоуловлювальних капсулів, що дозволяє змінювати діаграму спрямованості. Для ведучого особливий інтерес

представляє кардіоїда. Спрямованість, при якій мікрофон особливо чутливий до звуків перед собою і мінімально чутливий до сигналу ззаду.

На корпусі USB-мікрофона найчастіше знаходиться регулятор чутливості. З його допомогою можна оперативнo управляти гучністю мови.

Сучасні операційні системи легко розпізнають пристрої запису і встановлюють необхідні драйвера. Однак для отримання доступу до всіх функцій необхідно встановити фірмове ПЗ. Воно дозволить детально налаштувати роботу мікрофона за допомогою еквайзера і ефектів.

Конденсаторні мікрофони характеризуються хорошою чутливістю у зв'язку з чим забезпечують більш високу точність передачі звуку [21]. Структурна схема конденсаторного мікрофона зображено на рисунку (1.10). Принцип дії: під дією звукових хвиль, починає коливатися діафрагма щодо зафіксованої пластини, змінюючи ємність конденсатора. Зміна ємності, утворює електричний струм. Так як струм дуже малий, в мікрофоні є підсилювач що підсилює сигнал до достатнього рівня, щоб послати сигнал на мікрофонний мікшер. Для його роботи необхідно зарядити конденсатор через звукову карту, де є можливість подачі фантомного живлення 48 Вольт. Без нього мікрофон не зможе працювати зовсім, або гучність буде занадто тихою [22].

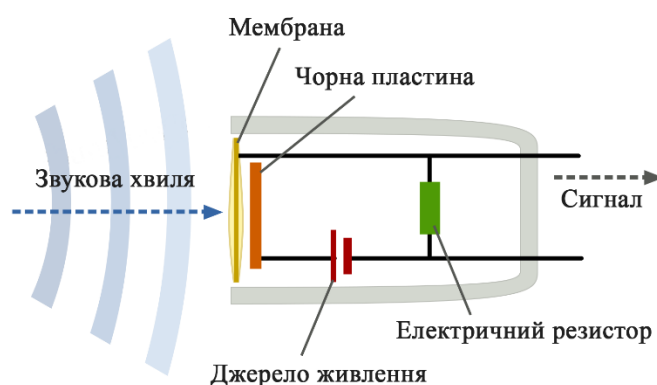


Рисунок 1.10 – Схематична структура конденсаторного мікрофона [23]

До рівня посилення конденсаторні мікрофони не вимогливі. При наявності фантомного живлення необхідну гучність можна отримати практично на будь-якому пристрої. Приклад конденсаторного мікрофону зображено на рисунку (1.11)



Рисунок 1.11 – Конденсаторний мікрофон Rode K2 [24]

Такий тип мікрофонів без проблем справляється з передачею людського голосу. Однак занадто сильна деталізація і чутливість «оголюють» недоліки мови, акцентують шиплячі і свистячі звуки. Тому мікрофон розташовують на невеликій відстані від 10-20 см, що загрожує попаданням в запис сторонніх звуків, луни кімнати.

Протилежним рішенням є динамічні мікрофони, які дешевше і влаштовані простіше. Зовні це мембрана в магнітному полі [25]. Структурна схема динамічного мікрофона зображено на рисунку (1.12). Принцип дії: звукові хвилі б'ються у мембрану яка з'єднана з катушкою дроту, намотаного навколо магніту. Провід разом з мембраною рухаються щодо магніту під дією звукових хвиль. Такий рух в магнітному полі створює електричний струм у дроті. Цей електричний сигнал досить слабкий, тому його підсилюють за допомогою мікрофонного підсилювача або пульта мікшера до рівня потрібного для роботи з іншими компонентами звукового тракту (еквалайзера або компресорами). Тим самим забезпечує високу якість звуку, при цьому він менш чутливий, ніж конденсаторний [22].

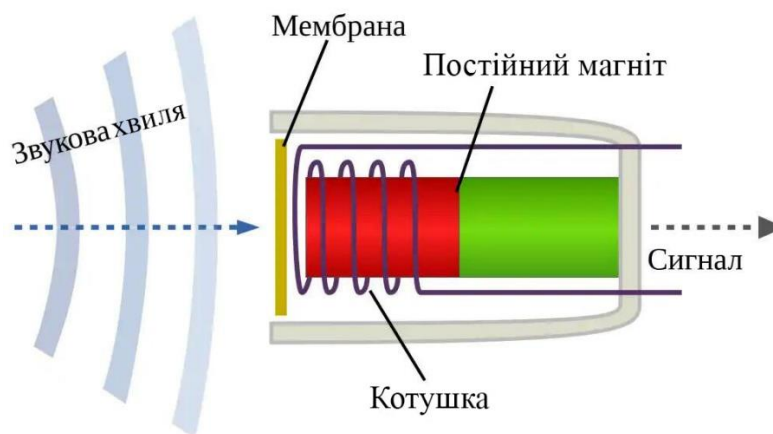


Рисунок 1.12 – Схематична структура динамічного мікрофона [26]

Такий мікрофон не вибагливий і не потребує спеціально обладнаної студії або ізолюваного простору для запису. Детальність звучання у таких моделей нижче, але вони більш довговічні — стійкі до звукового тиску, їх складно перевантажити. Пред'являють кардинально протилежні вимоги до звукових інтерфейсів [22]. Приклад динамічного мікрофону зображено на рисунку (1.13)



Рисунок 1.13 – Динамічний мікрофон Shure SM7B [27]

Для проведення трансляцій динамічні мікрофони володіють однією вагомою перевагою-обмеженим радіусом чутливості. Через цю особливість динамічний мікрофон необхідно розташовувати максимально близько до рота. Чутливість різко

падає вже при віддаленні на 20-30 см залежно від мікрофона [28]. За якістю запису динамічні мікрофони непогано конкурують з конденсаторними. Це підтверджує їх використання для вокальних виступів і повсюдне застосування на радіо і для запису подкастів. Подача динамічного мікрофона м'якше. Запис мови звучить більш природно за рахунок відсутності акценту на свистячих «з, ц» і шиплячих «ш, щ». Однак домогтися нормальної роботи складніше за рахунок високих вимог до посилення [29].

XLR-мікрофони представляють професійний клас пристроїв. Для їх роботи потрібна зовнішня звукова карта з відповідним входом. Головною причиною використання XLR-мікрофонів є стабільність роботи, надійність й точність передачі сигналу [30].



Рисунок 1.14 – XLR-мікрофон RODE Podmic чорний [31]

Для їх нормальної роботи не потрібно фантомне живлення, а посилення і якомога більше. Використання спеціалізованих звукових інтерфейсів, де приклад зображено на рисунку (1.15), дозволяє забезпечити гнучкість і оперативність

налаштування звуку під час сесії. Всі важливі параметри вже винесені регулятори. Для збільшення гучності мікрофона або для зміни гучності програми не доведеться постійно заходити в налаштування [32].



Рисунок 1.15 – Звукова карта Presonus AudioBox USB 96 25th [33]

Деякі моделі зовнішніх звукових карт дозволяють підключити декілька мікрофонів одночасно. Це може бути корисно в разі проведення трансляцій з гостями або кооперативного проходження ігоря.

Також мікрофон можливо побачити як додаткову частину гарнітури у навушників. Мікрофон гарнітури накладає серйозні обмеження на якість одержуваного виробу. Фізичні розміри мембрани мікрофона і політика виробників, часто приділяють більшу увагу саме навушникам, скоріш за все не дозволять змагатися в якості запису з окремим пристроєм.

Хороша якість запису для мікрофона гарнітури швидше виняток з правил. Використовуючи такий варіант, можна зіткнутися з низьким рівнем динамічного діапазону, неприродною передачею голосу, гулкістю або недостатньою гучністю мови. Більшість недоліків може вирішити покупка окремого пристрою прикладами вище.

### 1.1.3 Апаратна частина комп'ютера для трансляції

Онлайн-трансляція на відміну від звичайних відеороликів здійснюється в режимі реального часу. Дії, які виконуються на екрані, транслюється прямо з комп'ютера в інтернет й вони не передбачають ніякого редагування трафіку, самого відео або окрему процедуру його завантаження на сайті платформи. Для комп'ютера робити все це в режимі реального часу є сценарієм більш високого рівня складності. Проведення трансляції досить сильно навантажує систему, і чим вище дозвіл і частота кадрів, тим вище необхідний бітрейт, який, в свою чергу, збільшує вимоги до компонентів з яких складається персональний комп'ютер. Для цього потрібен комп'ютер, ноутбук або інший пристрій підвищеної потужності, що дозволяє уникнути пропусків кадрів і забезпечити гладкість трансляції картинки [34].

Бітрейт – обчислюється в кілобітах секунду і позначає обсяг інформації, який ваш комп'ютер виробляє і відправляє в прямий ефір. При бітрейті стріму 2000 кілобіт, одна секунда відео буде важити 250 кілобайт. В одному байті вісім біт. Чим вище задана частота кадрів і дозвіл на трансляції, тим вище повинен бути бітрейт. Якщо бітрейт нижче необхідного, глядачі починають бачити низьку якість відео, артефакти, пікселізацію й зависання між кадрами [35].

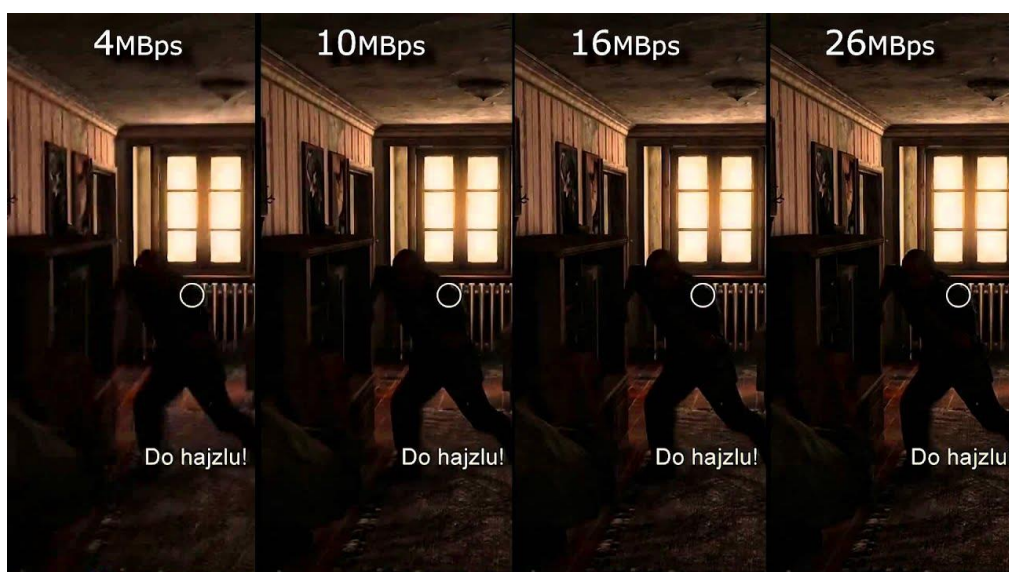


Рисунок 1.16 – наглядна різниця зображення при заданому бітрейті [36]

Рендеринг і кодування (енкодінг) проводиться стиснення великих початкових відео та аудіофайлів у файли меншого обсягу з використанням спеціалізованих математичних алгоритмів кодувань процесора або відеокарти.

На прямий ефір, відводиться дуже мало часу на обробку одного блоку, й не всі комп'ютери здатні виконувати цю роботу за відведений термін. Якщо система не справляється із заданими налаштуваннями, деякі кадри пропускаються, і трансляція може перетворюється в слайд-шоу [37].

Після ознайомлення з базовими процесами кодування, потрібно оцінити важливість окремих комп'ютерних компонентів з точки зору потокового передавання даних.

Процесор грає важливу роль в забезпеченні не тільки огляду на програму, яка використовується для зацікавленої аудиторії, але також і її трансляції в інтернет. Використовуючи апаратне кодування, можна дуже істотно знизити навантаження на CPU, оскільки ресурс CPU вкрай важливий для продуктивності ПК в цілому.

Відеокарта є одним з ключових компонентів комп'ютера, відповідальним за обробку та відображення важкого об'єма графічної інформації на екрані монітора. Ступінь важливості відеокарти залежить від того, якого типу програми збираються транслюватися. Для більшості сучасних програм якщо це комп'ютерні ігри, творчі програми для обробки відео або 3д моделювання потрібна дискретна відеокарта для додаткового апаратного кодування та розвантаження системи. Є також випадки, де можна обійтися без неї, але з більш низькими графічними вимогами до можливості генерування інформаційного вмісту трансляції. наприклад, звичайному спілкуванні та розмовному шоу з аудиторією, огляді та рецензії на будь що, або ведення онлайн-уроків чи освітніх трансляцій, де головний акцент на інформації, тексті та презентаціях.

Для онлайн трансляцій також важливо вибрати накопичувач (HDD або SSD), який відповідає потребам у швидкості читання та запису даних, а також забезпечує достатню місткість для зберігання ваших відео та мультимедійних файлів.

SSD (накопичувач на основі твердотільних дисків) надає високу швидкість читання/запису, що може бути важливим для обробки великої кількості даних в

реальному часі по типу завантаження операційної системи, виконання програм та запуск додатків. HDD (звичайний жорсткий диск) має меншу швидкість порівняно з SSD використовуючи рухомі механічні частини які обмежують його швидкість. Надає більш великі обсяги зберігання за ту ж ціну.

Якщо є можливість встановити декілька накопичувачів слід використовувати SSD, для програм, додатків і операційної системи, а записи попередніх онлайн трансляцій слід записувати на жорсткий диск(HDD).

Обсяг оперативної пам'яті (RAM) має значення, оскільки, крім користувацьких програм також додається ще ресурсомістка задача – кодування відео. Сучасні комп'ютерні програми стають все більш складними і об'ємними для комп'ютера. Зі зростанням обсягів файлів більш сучасним програмам зазвичай потрібно більший обсяг оперативної пам'яті. Додатковий запас RAM допоможе уникнути падіння частоти кадрів де в певних моментах його буде не вистачати[38].

#### 1.1.4 Стабільне Інтернет-з'єднання

Стабільне Інтернет-з'єднання є критичним частиною для онлайн трансляції. Незалежно від того, чи ви транслюєте відеоігри, робите вебінар, чи ведете інші форми онлайн-контенту, низька якість інтернет з'єднання може призвести до технічних затримок, розривів трансляції та спотвореної картинки малого роздільної здатності, що негативного вплине на враження глядачів під час перегляду.

Спочатку, для найкращої стабільності потрібно використовувати дротове підключення до Інтернету. Потрібно ефективно використовувати Ethernet-кабель для комп'ютера чи іншого пристрою, підключивши його безпосередньо до роутера, якщо це можливо, щоб уникнути зайвих перешкод [39].

Потім для проведення онлайн трансляцій потрібен добрий вихідний канал з високою швидкістю і стабільністю на віддачу, бо вони мають велике значення для високоякісних відеотрансляцій.. У тарифах провайдери завжди прописують швидкість вхідного і вихідного каналів, тому слід обрати інтернет-план з достатньою швидкістю відвантаження та завантаження даних. Перший відповідає за скачування (прийом, download), показує, як швидко дані потрапляють з

інтернету до користувача. Другий канал відповідає за завантаження (віддача, upload), котрий є важливим ніж завантаження даних, бо під час трансляції дані з трансляції завантажуються саме в мережу.

Зазвичай мінімальна можлива швидкість для того щоб вести трансляцію становить 5Мбіт/сек з мінімальною роздільною здатністю в 480р, 720р становить 10Мбіт/сек. Для проведення сприятливого зображення для глядача в дозволі 1080р, швидкість інтернету повинна бути не менш ніж 20 Мбіт/с. Чим вище буде показник, тим менше ймовірність затримки картинки 1080р і виникнення різних технічних помилок. Точні показники визначає обладнання, яке буде використовуватися в роботі. Тому важливо провести попереднє тестування. Під час процедури слід створити максимальне навантаження і стежити наприклад у додатку SpeedTest за показниками швидкості завантаження (віддача, upload). Щоб отримати максимально наближені показники. Потім слід їх розділити дані графі на 2,5 рази за для реальних [40].

Тобто, ведучому онлайн-трансляції потрібно розуміти відомості ризиків: вильоту з'єднання, стрибки інтернету до нуля, а також правильної початкової організації роботи, стосовно вибору провайдера та його тарифів на інтернет який потрібен для ведення якісної онлайн-трансляції.

#### 1.1.5 Огляд платформ для проведення онлайн-трансляції

Платформа для прямої трансляції це веб-сервіс, додаток, або його програмне забезпечення, яке дозволяє транслювати відео або аудіо вміст в режимі реального часу через Інтернет. Такі платформи дозволяють користувачам створювати та ділитися відео або аудіо вмістом з аудиторією.

Вибір відповідної платформи для трансляцій впливає на якість та функціональність вашої трансляції. Вивчення різних платформ та їх можливості є важливим етапом на які слід звернути увагу [41].

YouTube – відеохостинг, який надає можливість завантаження своїх відео, їх зберігання та перегляду, де користувачі можуть знаходити відео на будь-яку тему, від розважального контенту до навчальних відео. У 2011 році через деякий час була

додана функція вести трансляцій у режимі реального часу, відомого як "YouTube Live". З того часу YouTube постійно відновлює та поширює можливості для онлайн трансляцій, роблячи їх більш доступними та зручними для користувачів і контент-творців. З часом стало інтегровано з YouTube, що полегшує поширення відео після трансляції. Можливостями платформи є:

- в Особистому кабінеті ведеться детальна аналітика та звіт прямих трансляцій, через яку є можливість побачити наскільки подобається глядачам ваша робота над вмістом;
- під час трансляції є можливість отримувати дохід від різних варіантів монетизації відео, рекламних показів у відео, монетизації через Google AdSense, підписок на канал та через функцію Super Chat під час трансляцій;
- трансляція автоматично зберігається на каналі у вигляді відео після завершення трансляції, дозволяючи глядачам переглядати їх пізніше.

Переваги:

- має досить інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та вбудовані інструменти, що доволі дружній для початківців, щоб налаштувати трансляції під себе в інтегрованій вкладці "творча студія";
- youtube широко популярна й відома платформа. З моменту свого створення він став однією з основних платформ для відеоконтенту, привертаючи мільярди активних користувачів щоденно;
- можливість переглядати відео, завантажувати власний вміст на свій канал, коментувати відео та взаємодіяти з іншими користувачами без необхідності платити за це.

Недоліки:

- можуть виникнути проблеми з авторськими правами, особливо для творців, які використовують музику, зображення чи інший вміст людей, які зробили на свою творчість авторські права;
- алгоритм рекомендацій. YouTube іноді може виводити вміст, який відповідає популярним темам, а не індивідуальним інтересам користувача;

- велика Конкуренція. Виокремлення свого відео серед конкуренції може бути викликом для нових та менш популярних контент-творців[42].

Twitch – виник як платформа для відеоігрового контенту і вдало спрямовував свої зусилля на цю нішу, яка була заснована у 2011 році. Після 2020 року, під час пандемії експоненціально розширився і додав до себе й інші категорії такі як: кулінарія, музика, мистецтво, вивчення та багато інших. Можливості платформи є:

- більш приближена взаємодія з глядачами: В деяких іграх можна взаємодіяти з трансляторами через розширені можливості взаємодії, наприклад, управління геймплеєм через випадкові події, голосування за вибір варіантів у грі та інше;
- кліпи та перегляди на вимогу: Користувачі можуть створювати короткі кліпи з цікавих моментів стріму, а також дивитися записи вимкнених трансляцій;
- партнерські та програми спільноти пропонують різноманітні програми, які можуть допомогти трансляторам розвивати свої канали та залучати аудиторію.

Переваги:

- розвиваються інновації: Постійно впроваджуються нові функції та інструменти, спрямовані на поліпшення якості стрімів та взаємодії з глядачами. Це робить платформу динамічною та завжди оновлюваною;
- розвинена Технічна Інфраструктура. Має потужну технічну інфраструктуру, що забезпечує якісний проведення трансляцій та низькі затримки;
- турніри та кіберспорт: Twitch є ключовим місцем для трансляцій кіберспортивних турнірів та змагань, що дозволяє глядачам слідкувати за своїми улюбленими командами та гравцями.

Недоліки:

- велика Конкуренція. Важко виділитися та привернути аудиторію;
- суворі рекомендації громади.: Twitch застосовує строгу політику відносно порушень, що може призвести до бану або обмежень;

- менша Диверсифікація Контенту: Хоча Twitch дозволяє трансляторам створювати контент на різні теми, вона залишається відомою переважно як відеоігрова-платформа [42].

Google Meet – це сервіс-програма для проведення організації віртуальних зустрічей, відеоконференцій та спільної роботи онлайн. Google Meet став популярним завдяки дистанційного спілкування та спільної роботи, особливо в умовах роботи та навчання з віддаленої локації.

Можливості платформи:

- Користувачі можуть планувати зустрічі заздалегідь та надсилати запрошення із посиланням для приєднання. Це полегшує організацію та попереднє планування;
- Учасники можуть приєднатися до зустрічі, перейшовши за посиланням без необхідності завантаження додатків чи реєстрації акаунта;
- Можливість обмінюватися екраном для відображення презентацій, документів або іншого контенту;
- Функція чату: В Google Meet інтегровано чат для текстового спілкування;
- Збереження Відеозаписів: Зустрічі можна записувати для подальшого перегляду або навчання.

Переваги:

- Безпека: Google Meet надає ряд функцій безпеки, таких як шифрування даних, контроль доступу, захист пароллями та можливість керування зустрічами;
- Доступність: Google Meet доступний не лише на комп'ютерах, а й на мобільних пристроях через відповідні додатки, що робить його зручним для використання в різних сценаріях;
- Гнучкість та зручність Управління: Легко змінювати налаштування зустрічі, додавати або вилучати учасників, керувати рівнями доступу та інші опції управління;
- Висока якість відео/аудіо: Google Meet забезпечує якісний відео та аудіо стрім, що є важливим для ефективною віддаленою комунікації.

Недоліки:

- Вартість додаткових функцій Деякі розширені функції Google Meet можуть бути доступні тільки в рамках платних планів;
- Зависання на мобільних пристроях: додаток на мобільних пристроях не завжди працює нормально [43].

## 1.2 Затримка в онлайн-трансляції

Онлайн-трансляції в сучасному світі почали широко використовуватися суспільством для проведення культурних чи розважальних подій в інтернеті під час повсякденного життя. Однак разом із популярністю онлайн трансляцій з'явилися конкретні вимоги стосовно затримок сигналу що можуть впливати на сприйняття побаченого глядачем.

Затримка в онлайн-трансляціях представляє собою проміжок часу між моментом події і моментом подальшим відтворенням зображення на екрані глядача[44].

Проведення трансляції є доволі складним процесом, який складається з декількох етапів:

- відео та аудіо захоплюється камерою або програмою на комп'ютері з боку мовця, після чого кодується в певний форматі і відправляється на сервер з відеохостинга;
- закодованні файли проходять обробку, кодуючись в різні формати і готується до віддачі кінцевим користувачам;
- потрапляє в декодер, який віддає файли на відтворення;
- відтворюється в плеєрі глядача [45].

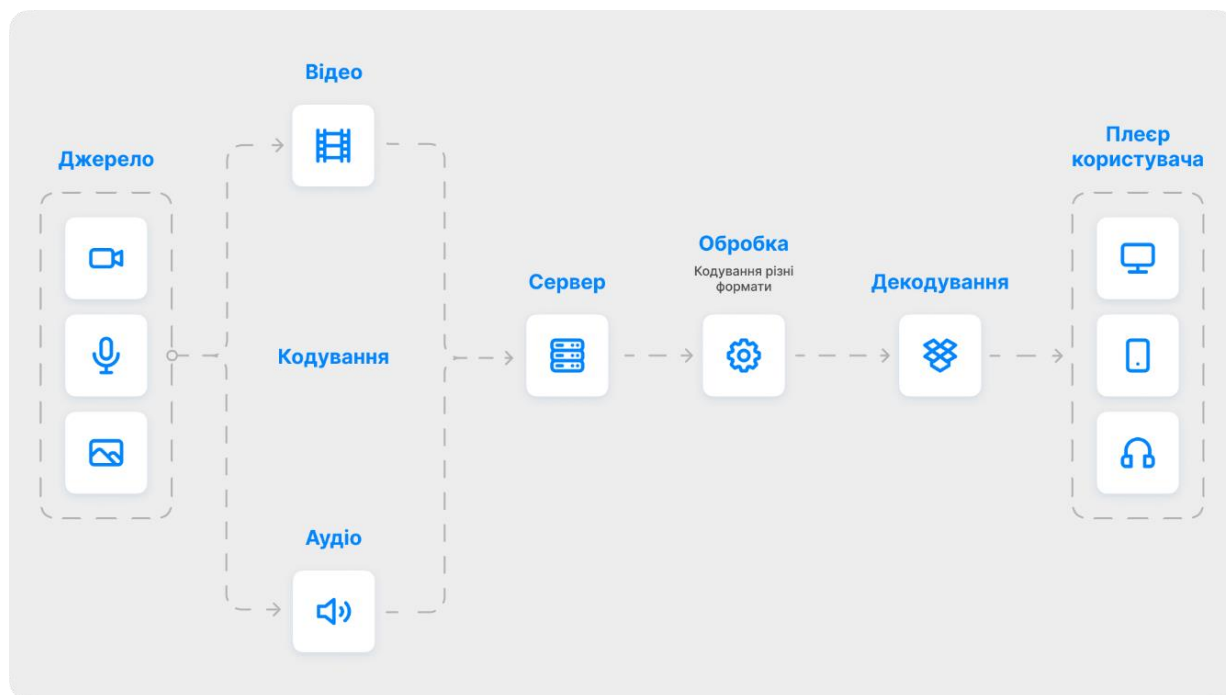


Рис 1.17 – Схема принципу роботи онлайн трансляції

Всі ці етапи впливають на швидкість передачі даних і визначення часу, який потрібно для відображення відео на екрані пристрою користувача. Затримка в потоку також може бути спричинена різними факторами з боку, включаючи найпоширеніші з них:

- занадто слабкий інтернет-сигнал, або нестабільний. Це може призвести до затримок на трансляції мовця;
- якщо комп'ютер має низькі технічні характеристики чи перевантажений зайвими процесами, що знижують його ефективність у роботі;
- пропускна здатність серверів хостингу використаної платформи має власну затримку або обмеження;
- використання віддаленого серверу: якщо використовується віддалений сервер для обробки відео, затримки можуть виникнути через відстань до сервера.
- продуктивність пристрою для перегляду самого глядача.

Але існує декілька способів для зменшення затримки на трансляції з боку провідного трансляцію, що потребувати додаткових витрат.

Найбільш очевидний спосіб – це збільшити швидкість Інтернету або вибрати постачальника з більшою пропускну здатністю. Використовувати спеціальні програми і сервіси, які оптимізують передачу даних і покращують роботу за допомогою сучасних протоколів. І, нарешті, можна також налаштувати пристрої для перегляду або трансляції, щоб вони були більш ефективними в обробці даних.

Деякі з платформ можуть автоматично налаштовувати затримку на основі поточних умов мережі, щоб забезпечити найкращу якість потоку даних і зменшити затримку до мінімуму.

Хоча затримка в онлайн-трансляціях зазвичай є важливим аспектом проведення онлайн-трансляцій і зазвичай розглядається як технічний недолік, її застосування в деяких випадках може принести чимало переваг і виявитися корисною, поліпшивши якість трансляції для глядачів з точки зору певних вимог. Стабільність онлайн-трансляції є одним з ключових факторів для успішного проведення онлайн-трансляції. Затримка на стрімі відіграє важливу роль у забезпеченні стабільності передачі відео та аудіо контенту, дозволяючи запобігти можливим збоєм і зниженню якості мовлення.

Однією з переваг затримки потоку є можливість боротися з проблемами з'єднання, такими як перебої в інтернеті або низька швидкість передачі даних. Затримка також дозволяє буферизувати вміст. Буферизацією є поступове заповнення буфера на пристрої користувача. Початкова затримка може бути невеликою, але поступово контент починає заповнювати буфер, що дозволяє відтворювати дані трансляції безперервно знизивши ризик очікування в процесі перегляду. Під час затримки на трансляції є ще контроль потоку даних. Під час передачі вмісту, платформа яка надає можливість вести онлайн трансляції може аналізувати пропускну здатність мережі і визначати, наскільки швидко можна передавати дані, не приводячи до сильного навантаження на мережу або до проблем з переповненням буфера, що дозволяє плавніше відтворювати відео та запобігає можливим перериванням під час перегляду [45].

Ще затримка потоку може бути корисна для цілей безпеки. Дозволяючи керівнику трансляції ,модераторам чи адміністраторам швидко реагувати на

небажаний вміст який порушує правила, дозволяючи фільтрувати коментарі або блокувати учасників. Затримка дає час для вжиття заходів для рішення подібних ситуацій.

Крім того, затримка на трансляції дозволяє організаторам проводити технічні маніпуляції, такі як перевірка якості аудіо і відео перед трансляцією, настройка освітлення або звуку в реальному часі. Важливо відзначити, що затримка може бути налаштована в залежності від потреб і переваг організатора.

Практичне застосування затримки на трансляції може бути налаштована різними способами, в залежності від використовуваної платформи і програмного забезпечення.

Приклади практичних сценаріїв використання затримки на трансляції:

- У випадках трансляцій спортивних заходів або концертів, затримка дозволяє уникнути неприємних ситуацій для забезпечення контролю якості відеоконтенту. Це дозволяє вирівнювати можливі технічні проблеми та забезпечує високу якість трансляцій для глядачів;
- У кіберспорті затримка може бути штучно додана для створення різниці в часі щоб інші гравці не могли повноцінно вплинути на гру підключившись разом до гравця на однаковий ігровий сервер шляхом перегляду трансляції з використанням інформаційної або ресурсної переваги для переслідування гравця і перешкодження його просуванню в грі;
- Інтерв'ю або подкасти: використання невеликої затримки на потоці може дозволити вам видалити небажані коментарі або відформатувати вміст.

### 1.3 Висновок до розділу

Огляд та аналіз технічних засад проведення онлайн трансляцій розкривають важливі аспекти для успішного ведення відеопотоків у режимі реального часу. При використанні різних типів камер, важливо дивитись їхні характеристики та можливості з точки зору потреб конкретної трансляції.

Огляд видів та мікрофонів підкреслило важливість обладнання у веденні онлайн трансляцій. Розглядаючи конденсаторні, динамічні, лаваль'є та USB-мікрофони, стає очевидним, що кожен з них має свої унікальні переваги та застосування.

В апаратній частині комп'ютера для проведення трансляцій процесор відіграє значущу роль у здатності системи обробляти великі обсяги даних в реальному часі. Потужність графічної карти та обсяг оперативної пам'яті визначають гладкість та якість відеопотоку. Використання SSD замість HDD сприяє швидкому завантаженню програм та ефективній роботі системи.

Також потрібне стабільне та швидке Інтернет-з'єднання для уникнення затримок та переривань у трансляціях.

Детальний розгляд затримок, які можуть виникнути під час трансляції, розкриває їх різноманітність та можливі впливи на якість вмісту. Важливим фактором є усвідомлення типів затримок та вдосконалення їх керування для забезпечення оптимальної взаємодії з аудиторією. Враховуючи ці аспекти, для проведення успішних та якісних онлайн трансляцій стає досяжним завдяки дбайливому підходу до технічних аспектів.

## 2 АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 2.1 Вибір апаратно забезпечення для проведення онлайн трансляції

Вибір апаратного забезпечення для комп'ютера при проведенні онлайн трансляцій які є критично важливим для забезпечення якісного та стабільного високочіткого передавання відео та аудіо в ефірі.

Необхідне апаратне забезпечення, що впливає переважно на проведення трансляцій:

Процесор (CPU) для проведення онлайн трансляцій важливий для забезпечення ефективного програмного кодування відео та стабільної роботи системи. Важливий огляд параметрів, який слід враховувати:

- вища частота ядер допомагає швидше обробляти важливі завдання трансляції, такі як програмне кодування та передача відео;
- кількість Ядер та Потоків: багатоядерні процесори можуть бути ефективні при обробці різних завдань трансляції одночасно;
- підтримка Інструкційних Наборів (SSE, AVX і т.д.): Деякі кодеки та програми для трансляцій можуть використовувати конкретні інструкційні набори для оптимізації продуктивності.

Графічний процесор (GPU) для проведення онлайн трансляцій також може бути важливим, особливо при використанні апаратного кодування відео та обробці графічних ефектів. Ось деякі параметри, на які варто звертати увагу:

- апаратне кодування відео (NVENC або AMD VCE) має велике значення підтримки апаратного кодування відео, яке робить процес трансляції більш ефективним і менше навантаженим на систему;
- кількість CUDA/Stream Процесорів: для великої швидкості обробки графіки важливо мати достатню кількість CUDA-ядер (для NVIDIA) або Stream-процесорів (для AMD);

- частота ядра GPU: Як і в разі процесора, вища частота ядра дозволяє швидше обробляти графічні завдання;
- кількість відеопам'яті (VRAM): для великих роздільних здатностей та роботи з великим обсягом графічних ресурсів важлива кількість відеопам'яті;
- підтримка DirectX та OpenGL: для сумісності з різними програмами та платформами важливо, щоб GPU підтримував останні версії графічних API;
- енергоефективність: особливо важливо для трансляцій на ноутбуках або в ситуаціях, де енергоспоживання графічного процесора грає роль.

Оперативна пам'ять (RAM) для проведення онлайн трансляцій важливий для забезпечення плавної та ефективної роботи системи. Важливі параметри, на які варто звертати увагу:

- обсяг оперативної пам'яті: більший обсяг RAM дозволяє обробляти більше даних одночасно. Для онлайн трансляцій рекомендується мінімум 8 ГБ RAM. Якщо використовувати великі роздільні здатності чи запускати багатозадачні програми, слід розглянути з більшим обсягом пам'яті;
- частота оперативної пам'яті (МГц): вища частота дозволяє отримувати дані швидше, що може покращити продуктивність системи. Але вплив продуктивності може бути не настільки значущим, як у випадку з процесором чи графічним процесором;
- тип та форм-фактор RAM: важливо вибрати RAM, яка підтримується вашим материнським платою та процесором. Також слід враховувати фактор форми, особливо, якщо використовується великий кулер процесора чи система з обмеженим місцем;
- двоканальний чи багатоканальний режим: активування двоканального або багатоканального режиму може підвищити пропускну здатність пам'яті і покращити продуктивність системи;
- низька Затримка (CAS Latency): менша затримка означає швидший доступ до даних. Важливо бути обережним при виборі модулів з великою затримкою, оскільки це може вплинути на продуктивність;

- підтримка XMP (eXtreme Memory Profile): профілі XMP можуть спростити налаштування RAM та забезпечити максимальну допустиму продуктивність модулів.

Вибір між жорстким диском (HDD) та твердотільним накопичувачем (SSD) для проведення онлайн трансляцій впливає на швидкість завантаження системи, час доступу до даних та загальну продуктивність. Докладні параметри для врахування:

- тип зберігання (HDD або SSD): SSD швидше за HDD, оскільки використовує флеш-пам'ять замість обертаючихся частин. Вибір між ними залежить від вашого бюджету та потреб щодо швидкості;
- обсяг зберігання: потрібно визначитись, скільки даних потрібно зберігати. Більший обсяг забезпечить достатній простір для запису та збереження ваших трансляцій;
- швидкість читання та запису: швидкість читання та запису важлива для завантаження системи та доступу до даних. SSD значно швидше в цьому відношенні;
- технологія кешування (для HDD): HDD з більшим буфером кешу може прискорити швидкість читання та запису. Однак в порівнянні із SSD, HDD все одно буде повільнішим;
- тривалість роботи та надійність: SSD зазвичай мають меншу тривалість служби порівняно з HDD.

## 2.2 Вибір програмного забезпечення для проведення онлайн трансляції

Для проведення прямої трансляції використовуються програмне забезпечення Open Broadcaster Software(OBS).

OBS Studio - це відкрите універсальне програмне забезпечення для трансляцій, запису відео та стрімінгу в режимі реального часу. Вона розроблена для платформ Windows, macOS і Linux і є популярним інструментом серед користувачів, які хочуть надавати та поширити про свій вміст в Інтернеті [46].

### Переваги:

- OBS Studio є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, що дозволяє користувачам вільно використовувати та модифікувати його.
- доступний для використання на операційних системах Windows, macOS та Linux, що робить його універсальним інструментом для різних користувачів.
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс робить OBS Studio доступним для користувачів з різними рівнями навичок.
- надає широкі можливості налаштувань для контролю якості відео, аудіо, а також інших параметрів стрімінгу.
- OBS Studio підтримує різні відео- та аудіокодеки, що дозволяє користувачам вибирати найбільш підходящі параметри для їхніх потреб.
- можливість встановлення плагінів та розширень розширює функціональність програми.

### Недоліки:

- для початківців може виглядати складною через велику кількість налаштувань та параметрів.
- запуск високоякісного стрімінгу або запису може вимагати значних обчислювальних ресурсів, що може вплинути на продуктивність системи.
- деяких користувачів може бути викликаною трудністю у налаштуванні різних кодеків та параметрів.
- порівняно з комерційними аналогами, може бути менше додаткових функцій та ефектів.

Вибір було зроблено саме на нього через те, що це ПЗ є безкоштовним і надає повний контроль над трансляцією, можливість додавати додаткове налаштування за допомогою скриптів, а також одночасного його запису.

## 2.3 Налаштування програмного забезпечення для проведення онлайн трансляції

Перед тим як почати трансляцію в OBS, потрібно зробити поступове налаштування. За для цього треба перейти до вкладки “Налаштування” в нижній правій частині додатку.

Далі потрібно перейти у розділ “Вивід” й обрати вкладку “Трансляція”. Налаштування трансляції зображено на рисунку (2.1). Ця вкладка відповідає за потік відео і аудіо, який виводиться в прямий ефір. Для початку краще використовувати “простий” формат виведення, доступний в самому верхньому пункті.

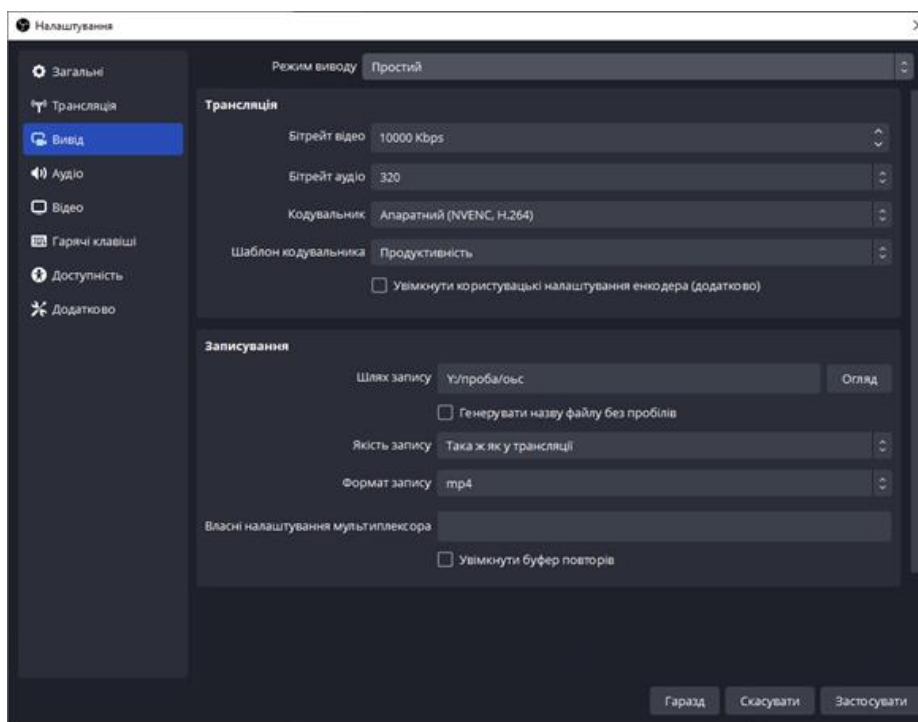


Рисунок 2.1 – Вкладка налаштування прямої трансляції у режимі “простий”

Від рівню бітрейта, залежить якість трансляції. Занадто великі значення можуть привести до того, що у більшості глядачів відтворення буде нестабільним, з зависаннями. Можна залишити стандартне значення або ввести рівень близько 2 300 Кбіт в секунду для відео. Якщо ви впевнені, що у вас канал зв'язку зі стабільно

високою швидкістю передачі даних, то збільште бітрейт до 4000 Кбіт або навіть 10 000 Кбіт в секунду. Для аудіо можна виставити 320 Кб / с [47].

Також OBS Studio пропонує на вибір кілька способів кодування:

- програмний тип кодування (x264) - задіює тільки центральний процесор;
- апаратний H264 / AVC Encoder (AMD Advanced Media Framework) – задіє відеопроцесор GPU, який доступний тільки для відеокарт AMD з технологією AMD APP;
- апаратний NVIDIA NVENC H. 264 – кодувальник, що задіє відеопроцесор GPU, доступний тільки для відеокарт Nvidia з технологією CUDA;
- апаратний (QSV) – спосіб кодування, який додатково задіє вбудований графічний чіп процесора від Intel, якщо такий є в системі.

З цього вибору краще використовувати апаратний варіант, якщо є відеокарта. В іншому випадку краще залишити програмний кодер. Він повільніше, але при цьому універсальний.

Далі в “шаблоні кодувальника” є перелік параметрами, які визначають якість та швидкість кодування відео. Ці параметри визначають, наскільки стиснене буде вихідне відео, а також, скільки часу витратить кодувальник на цей процес. Існують різні передумовки, від найвищої якості до найшвидшої швидкості. Ось кілька типових шаблонів:

- продуктивність з низькою затримкою: найшвидший варіант, але із значним втратами якості;
- якість з низькою затримкою: швидше, ніж найвища якість, але з меншими втратами;
- з низькою затримкою: сприятливий баланс між якістю та швидкістю;
- максимальна продуктивність: забезпечує нормальну якість при подальшому підвищенні швидкості кодування;
- продуктивність: забезпечує хорошу якість зазвичай без значних втрат, але потребує більше часу для кодування;
- якість: якість вища, але займає більше часу для кодування. Використовується для важкого кодування з високою деталізацією на трансляції;

- максимальна якість: дуже висока якість, але з значним збільшенням часу кодування.

У блоці "Шлях запису" вказати шлях, куди буде зберігатися відеопотік. Переважно у полі "якість запису" встановити вибір "така ж як у трансляції". Є також можливість встановити в якому форматі записана трансляція буде зберігатись. Можна залишити форматі: MKV,MP4,MOV, FLV,TS,M3U8.

У розділі "Аудіо" можна налаштувати загальні пристрої звуку відтворення, та мікрофон, а також підключити кілька допоміжних джерел аудіо для відтворення в трансляції. Основними параметрами першої необхідності аудіо є "пристрій відтворення"(робочого стола) та "мікрофон/допоміжне аудіо". Для першого потрібно вибрати звук, що виводиться на динаміки через звуковий інтерфейс. У другому вкажіть пристрій введення.

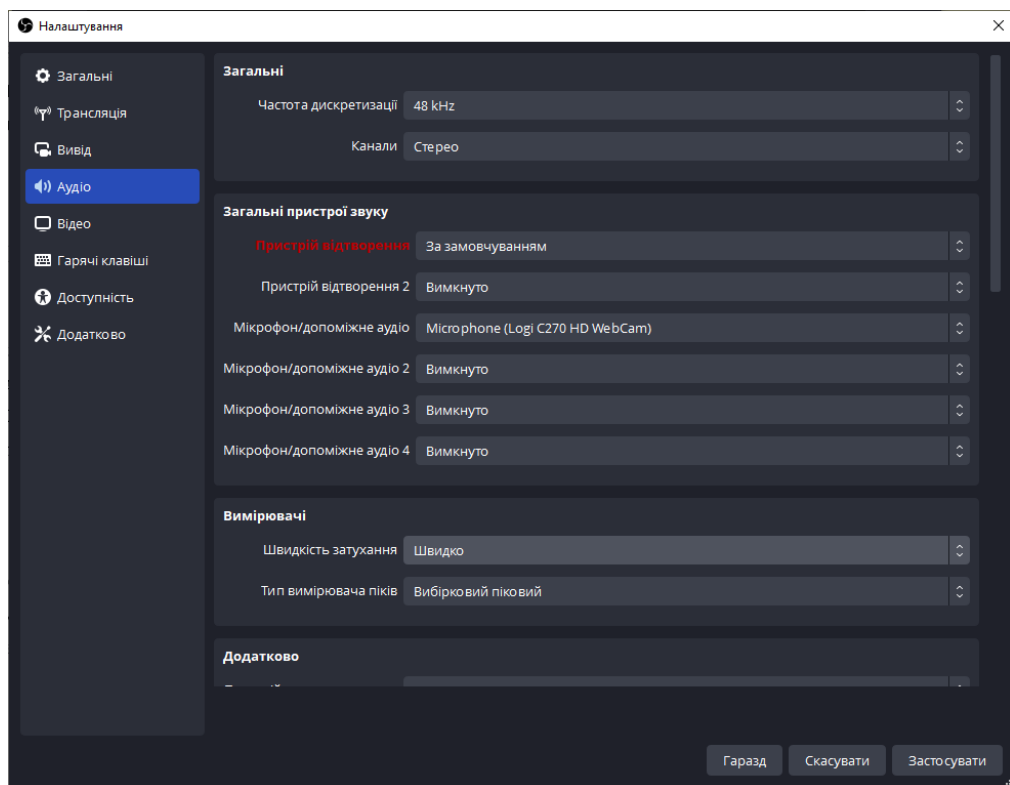


Рисунок 2.2 – Вкладка налаштування "Аудіо"

Також тут змінюється час затримки, налаштування гарячих клавішей під себе та можливість прослуховувати себе. Значення тут можуть відрізнятися залежно від пристроїв та послуг.

Далі у відповідному розділі “Відео”, що зображен на рисунку (2.3) потрібно оптимізувати якість відео, що виводиться в трансляцію. У пункті "Основна роздільність" вказати дозвіл і співвідношення сторін роздільної здатності вашого екрану, або відео під свої потреби – це може бути 1080p, 720p або інший формат.

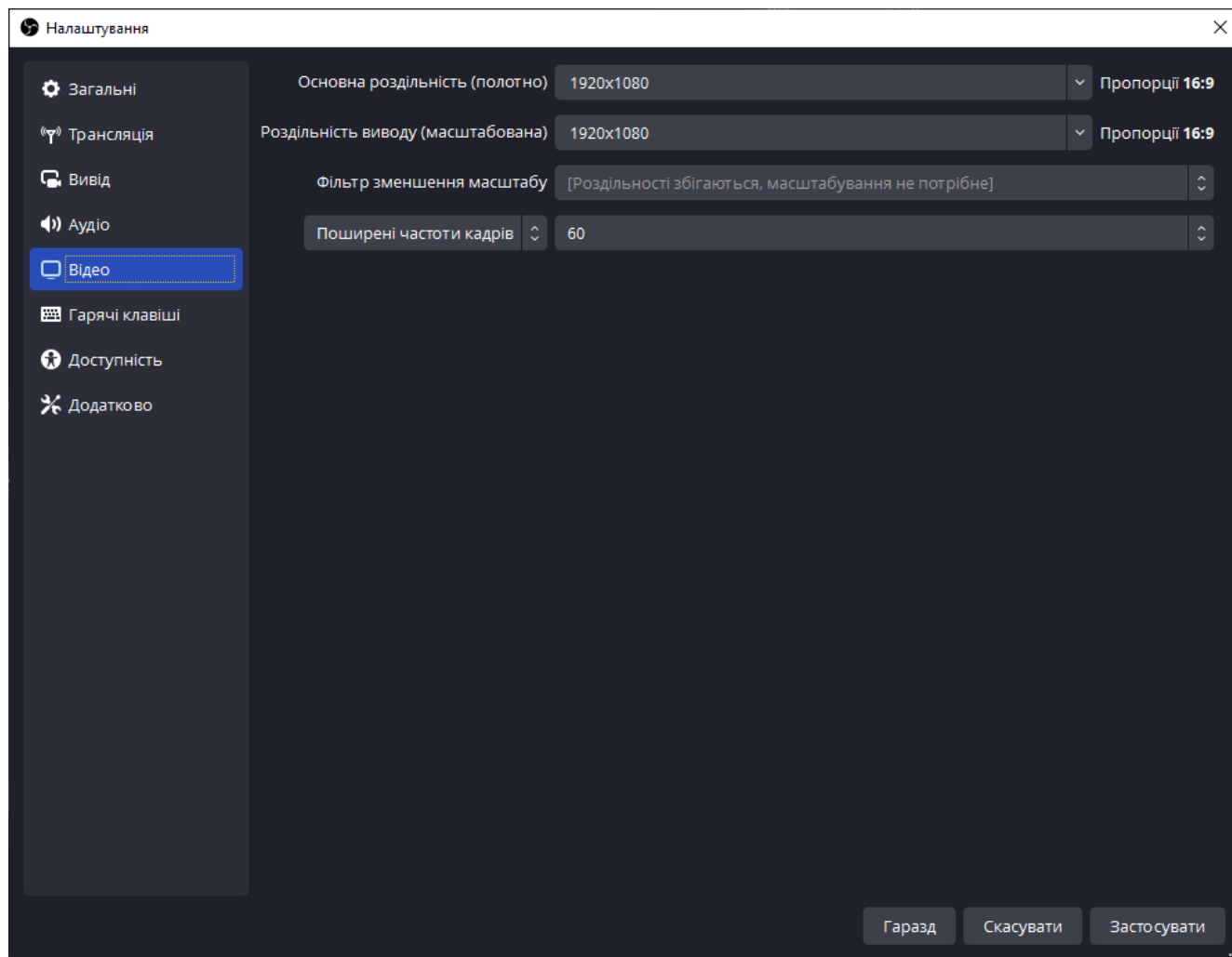


Рисунок 2.3 – Вкладка налаштування “Відео“

Параметр "Вихідна роздільна здатність" дозволяє зменшити або збільшити картинку, але при цьому зберегти те ж співвідношення сторін у зображення. Це необхідно для мінімізації навантаження на процесор або відеокарту.

У цьому ж розділі також є можливість налаштувати показник частоти кадрів в секунду. При значенні 60 кадрів трансляція буде йти максимально плавно, але і навантаження на ПК вийде високою. Показник 30 кадрів підійде для системи з середньою продуктивністю.

У розділі “Додатково” можна налаштувати пріоритет процесу програми по відношенню до інших запущених додатків, а також формат назви збереженого файлу. Налаштування розділу відображені на рисунку (2.4)

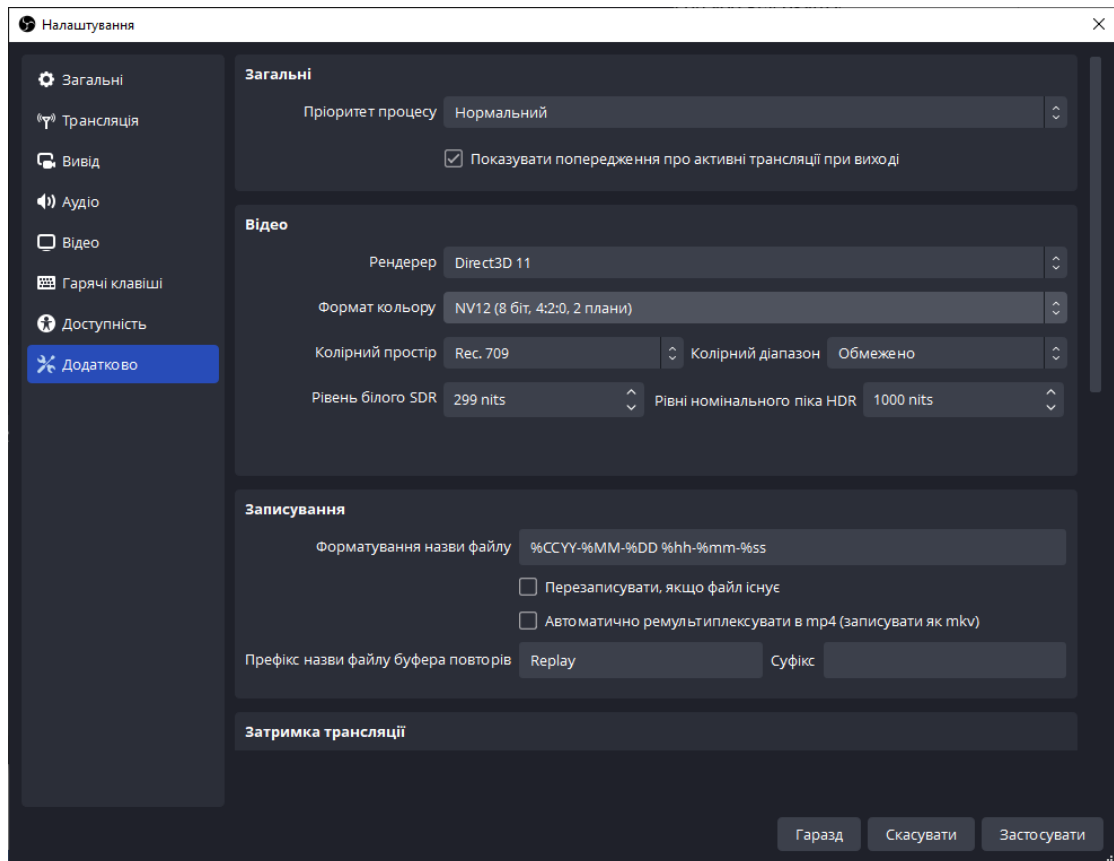


Рисунок 2.4 – Вкладка налаштування “Додатково”

Можна активувати "затримку трансляції" на 20-30 або більше секунд. Розширені налаштування також пропонують параметри обробки графіки, якості та глибини кольорів.

В наловному екрані OBS Studio можна створювати безліч сцен, де різні джерела можуть відображати різні формати вмісту чи виконувати якусь функцію для ведучого трансляції. Приклад створення джерел зображен на рисунку (2.5). Це може бути: браузер, віде, ігри, захоплене вікно, захоплення входу/виходу аудіо пристрій, перегляд слайдів і багато інших варіантів. Між сценами є можливість перемикається з використанням монжних переходів або без них, щоб демонструвати глядачам різний вміст протягом усього ефіру.

Для створення нової сцени потрібно натиснути ПКМ або «+» в блоці «сцени» та вводити її назву. Приклад як зробити сцену зображено на рисунку (2.5)

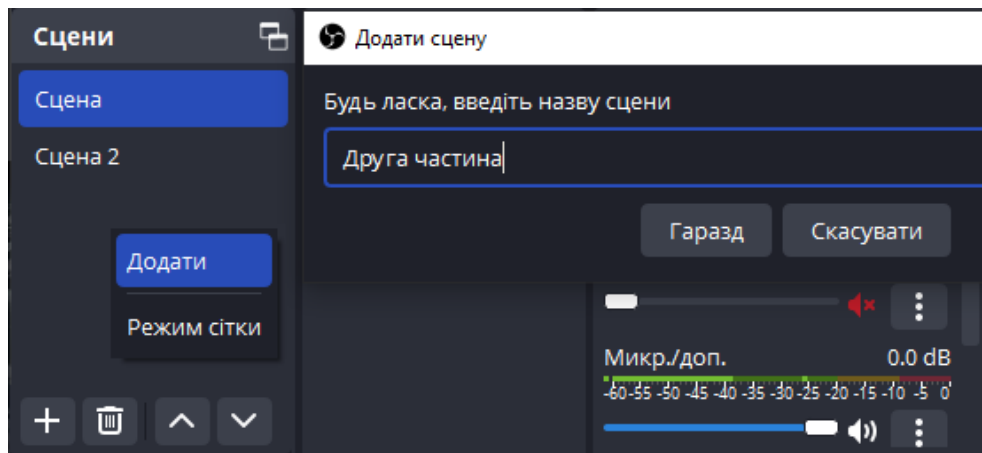


Рисунок 2.5 – Приклад створення сцени в програмі OBS

У блоці «Джерела» що зображено на рисунку (2.6) також натиснувши ПКМ або кнопку «+» можна буде створити джерело трансляції.

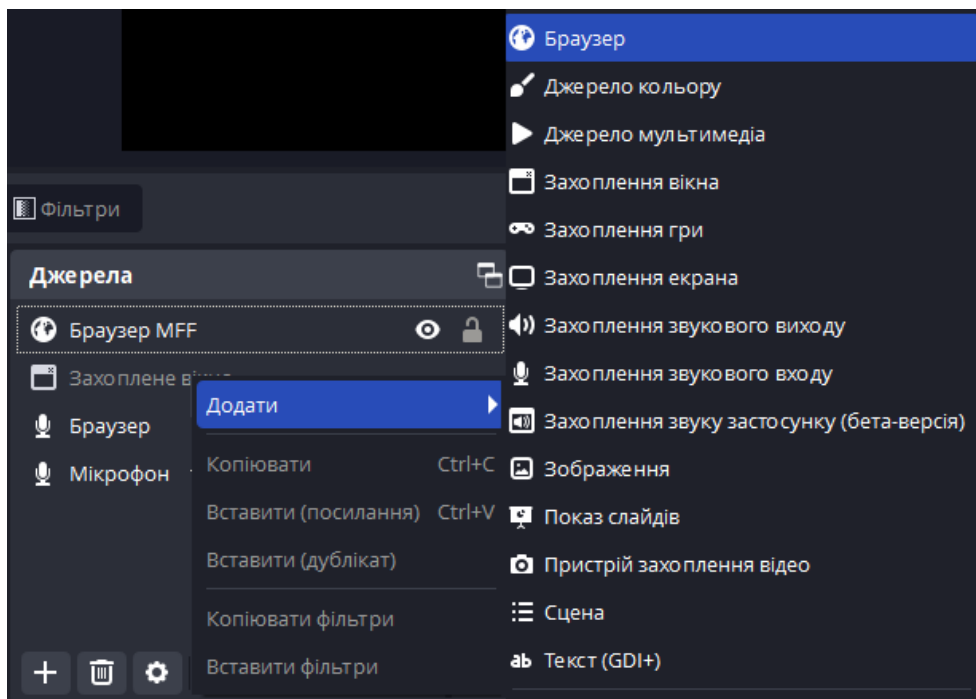


Рисунок 2.6 – Приклад створення джерел в програмі OBS

Під час трансляції на основному екрані також можна регулювати загальну гучність звуку або окремо рівень для мікрофона і захоплюваних програм. Панель зображена на рисунку (2.7)

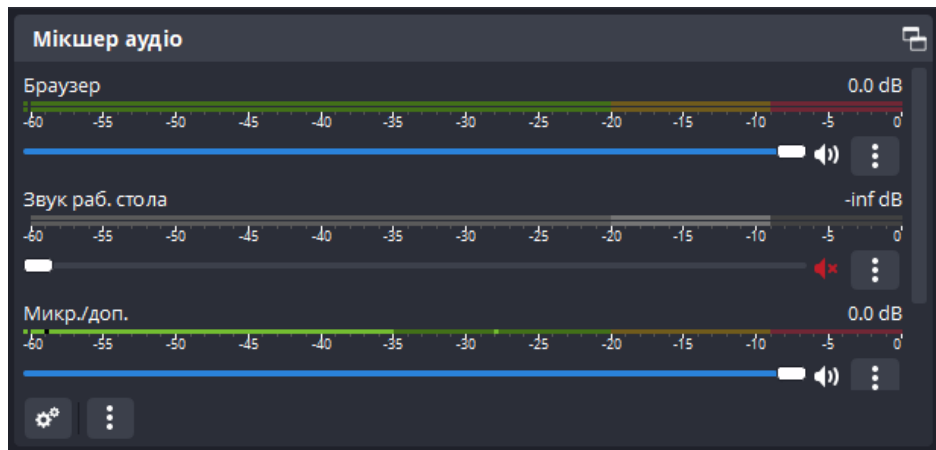


Рисунок 2.7 – Панель для регулювання гучності звуку в програмі OBS

Щоб прив'язати OBS Studio з сервісом для показу трансляції для початку потрібно перейти на бажану потокову платформу й скопіювати ключ трансляції. На YouTube дізнатися ключ трансляції можна, якщо у творчій студії запустити нову пряму трансляцію. Вже у студії потрібно натиснути кнопку “Створити” поруч із фотографією вашого профілю у верхньому правому куті і обрати “почати трансляцію”. На екрані трансляції зображеному на рисунку (2.8) з’явиться розділ “Ключ трансляції”, де разом із самим ключем будуть додатково URL-адреса трансляції та його резервна копія.

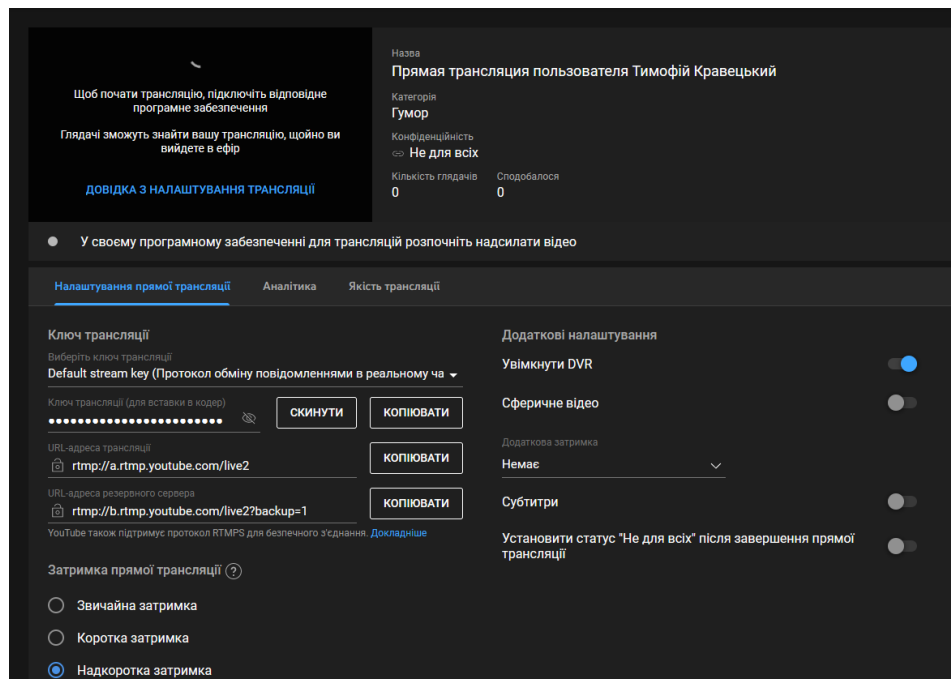


Рисунок 2.8 – Розділ підготовки трансляції у творчій студії YouTube

Скопіювавши ключ потрібно перейти в налаштування OBS, де во владці “Трансляція” обраємо потрібний сервіс та сервер. Після чого скопійований ключ у буфері обміну треба ввести в панелі “Викорстати ключ трансляції”.

Після підключення OBS Studio до бажаної платформи можна почати прямий ефір. Натисніть “Запустити трансляцію” на головному екрані програми.

## 2.4 Методологія дослідження

Головним об’єктом дослідження в онлайн-трансляції є розрахунок затримки. Для того щоб виявити різницю між затримкою буде пророблено відповідні умови трансляції в декілька етапів, щоб побачити наскільки зміниться проведений час з урахуванням:

- навантаження трансляції за допомогою гри або перегляду відео. Під час дослідження на комп’ютері буде зроблено додаткове навантаження у вигляді запущеної гри, які в сучасному світі мають не малі ресурсно-об’ємні витрати;

- різних шаблонів кодування. Кожен з шаблонів має свій час на обробку та кодування відео, через що деталізація зображення може як страждати через недостатній час кодування, або видавати кращу якість на угоду швидкості;
- додаванням штучної затримки. Перевірка точності різниці при додаванні штучної затримки;
- урахування додаткового налаштування затримок в особистому кабінеті youtube студії. Під час проведення трансляції є можливість скористатися сервісним налаштуванням затримки.

Розраховування різниці в часі буде проведено за допомогою таймера, доданого через інструменти OBS у вигляді написаного скрипту.

## 2.5 Висновки до розділу

В процесі розгляду вибору апаратного та програмного забезпечення для проведення онлайн трансляцій було виявлено, що правильний вибір обладнання та програм може суттєво покращити якість і ефективність трансляцій.

При виборі апаратного забезпечення, ключовими аспектами вибору є потужність процесора, наявність відеокарти, обсяг оперативної пам'яті та тип зберігання даних. Забезпечуючи достатні ресурси, можна забезпечити стабільну та високоякісну трансляцію.

Щодо програмного забезпечення, таких як OBS Studio, дозволяє легко керувати і регулювати параметри трансляції, забезпечуючи гнучкість та зручність в роботі. Правильно підібране обладнання та програмне забезпечення взаємодіють, сприяючи створенню привабливих онлайн трансляцій з високою якістю зображення та звуку. Важливо враховувати технічні характеристики, підтримку платформ та інші аспекти при виборі обладнання та програм для досягнення оптимальних результатів для онлайн трансляцій.

## 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

### 3.1 Вплив апаратно-програмних засобів на затримку онлайн-трансляцій

В ході роботи для проведення онлайн трансляції буде використано стаціонарний комп'ютер з такими технічними характеристиками :

1. ЦП: Процесор AMD Ryzen 5 3600 3.59 (4.6) GHz 32MB;
2. Материнська плата: ASUS TUF B550;
3. RAM Оперативна пам'ять: Crucial Ballistix DDR4-3200 16384 MB;
4. Відеокарта: ASUS ROG GTX 1060 6GB VRAM;
5. SSD m.2: Samsung M.2 980 Pro 1TB;
6. Інтернет-з'єднання: 100мб/с.

В програмному забезпеченні OBS, для точності порівняння та перевірки усіх етапів та подальших вимог були використані однакові налаштування для трансляції, відео та аудіо, окрім зміни шаблону кодування.

Трансляція проводилася під час гри та перегляду відео, що ще більше надавало навантаження на систему для виявлення різниці затримки під проведення трансляції.

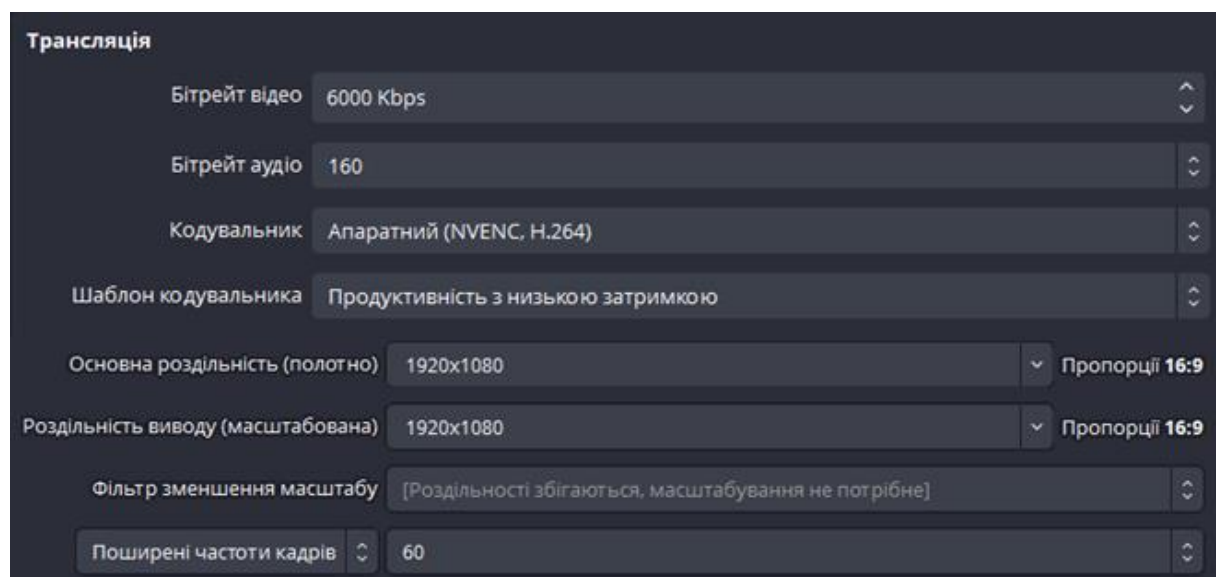


Рисунок 3.1 – Загальне налаштування “Трансляції” та “Відео характеристик”

Для кожного з наступних 3 видів затримок на youtube, що зображені на рисунку (2.8) у лівому нижньому куту. Кожній з них було дано по 3 шаблони кодування з OBS

Умови першого аналізу, де шаблон кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою. Затримка прямої трансляції на youtube: найкоротша.

Різниця в затримці становила 5:20 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.2)

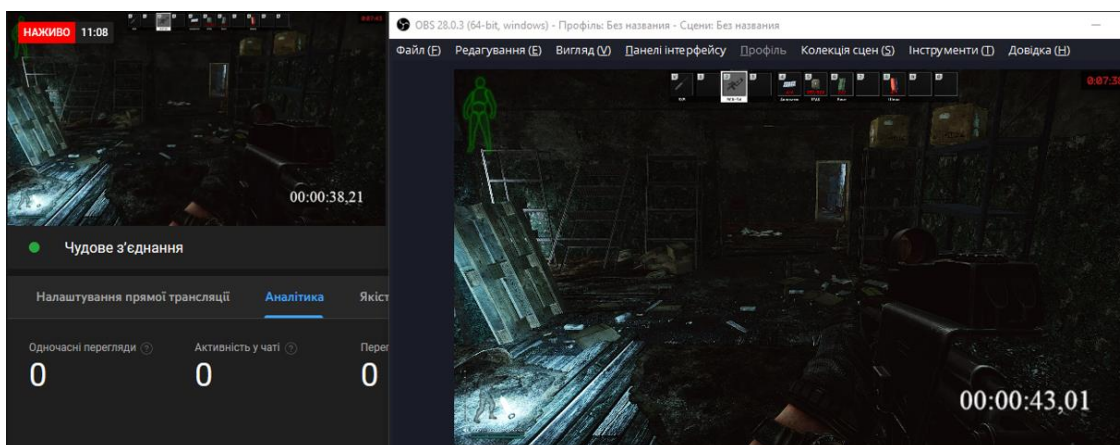


Рисунок 3.2 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та надкоротша затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано 281.2 мб пам'яті та 91 кадр з 296176 шт, які були пропущені через затримку рендерингу, що зображено на рисунку (3.3).

Статистика				
Використання ЦП	2.2%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	0.9 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	91 / 296176 (0.0%)	
Використання пам'яті	281.2 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 40721 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 40736 (0.0%)	499.5 MB	6182 kb/s

Рисунок 3.3 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та надкоротша затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “продуктивність з низькою затримкою” на “максимальну продуктивність”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становила 2,54 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.4)

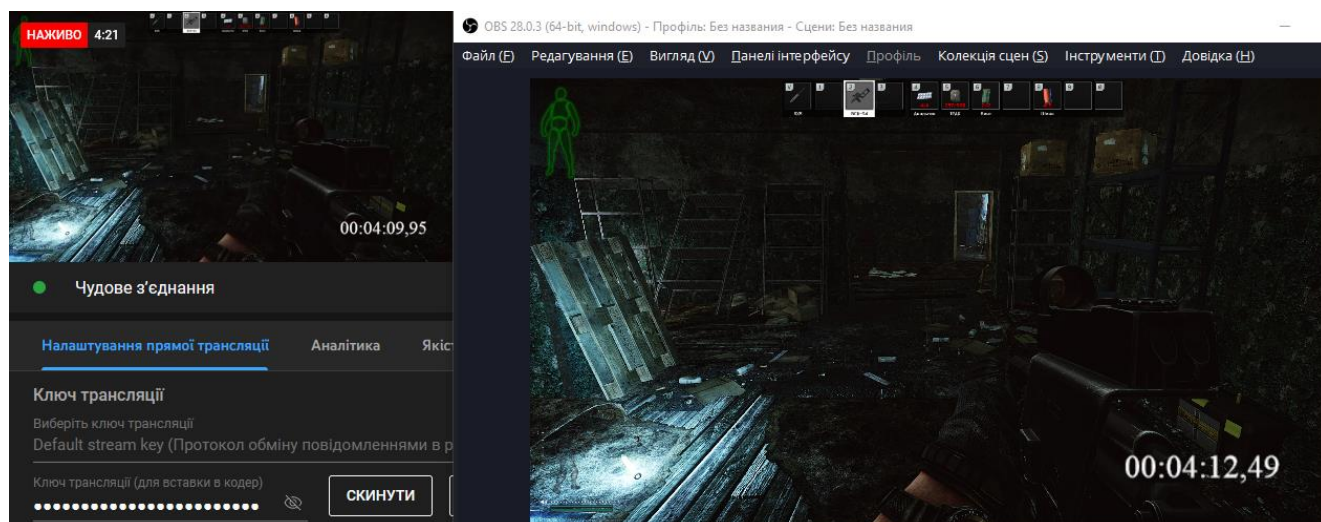


Рисунок 3.4 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та надкоротша затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 266.3 мб. що зображено на рисунку (3.5).

Статистика				
Використання ЦП	4.2%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.7 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 9120 (0.0%)	
Використання пам'яті	266.3 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 9120 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 9119 (0.0%)	523.5 MB	6374 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Рисунок 3.5 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та надкоротша затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “максимальна продуктивність” на “максимальну якість”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становила 4,13 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.6)

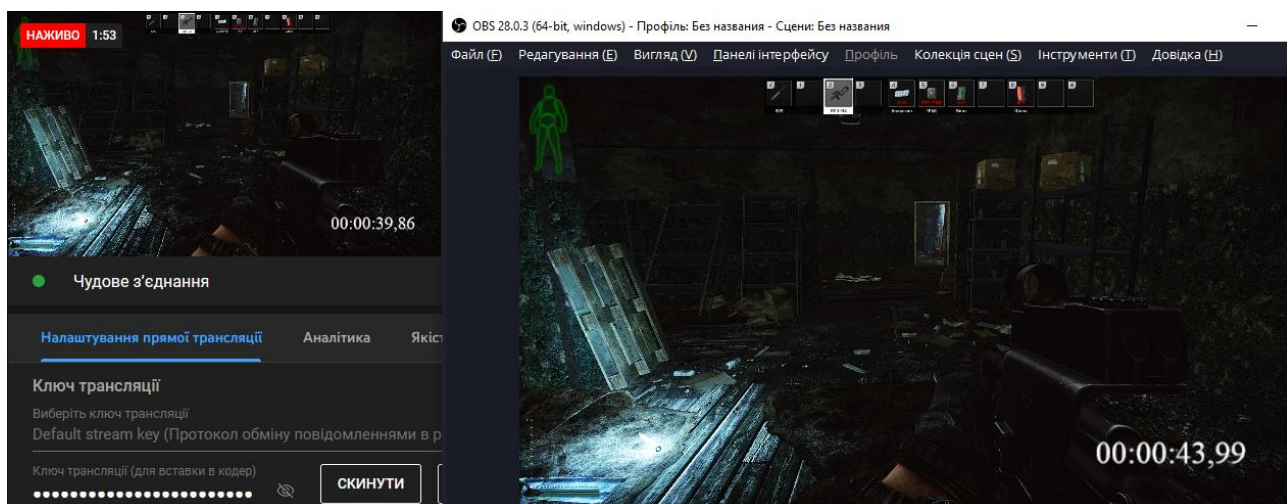


Рисунок 3.6 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та надкоротша затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 278.1 мб. що зображено на рисунку (3.7).

Статистика				
Використання ЦП	1.6%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	0.9 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 20880 (0.0%)	
Використання пам'яті	278.1 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 15480 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 15543 (0.0%)	190.7 MB	6093 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Рисунок 3.7 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та надкоротша затримка YouTube

Далі умови другого аналізу, де шаблон кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою. Затримка прямої трансляції на youtube: коротка.

Різниця затримки становить 10:13 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.8)

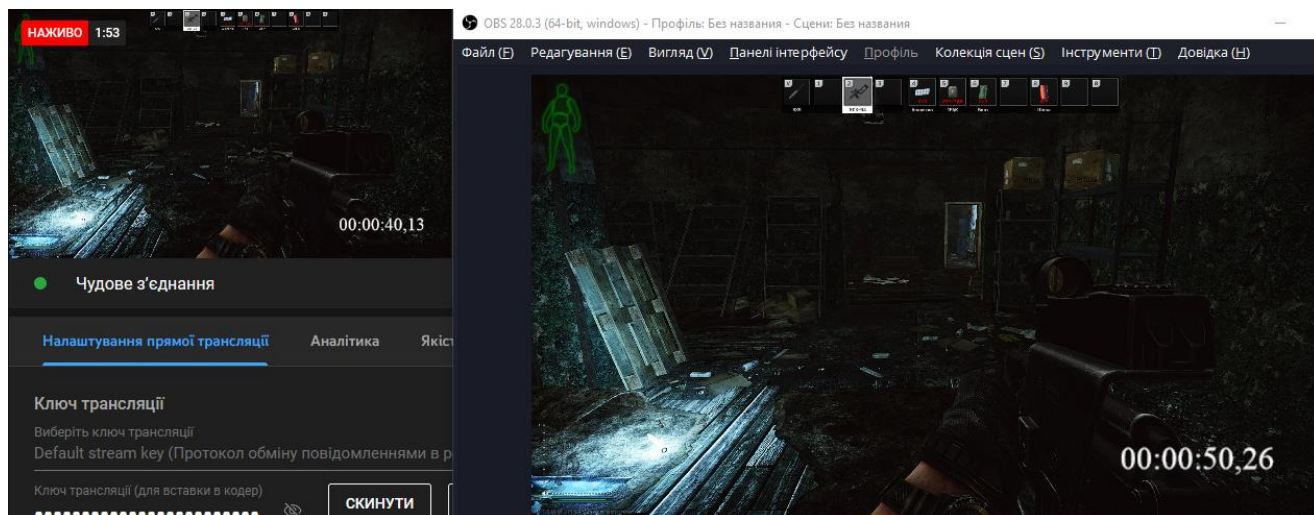


Рисунок 3.8 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та коротка затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 266.6 мб. що зображено на рисунку (3.9).

Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 3119 (0.0%)	88.9 MB	6160 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Використання ЦП	2.2%	FPS	60.00
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.0 ms
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 3119 (0.0%)
Використання пам'яті	266.6 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 3119 (0.0%)

Рисунок 3.9 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та коротка затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “продуктивність з низькою затримкою” на “максимальна продуктивність”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становила 9:74 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.10)

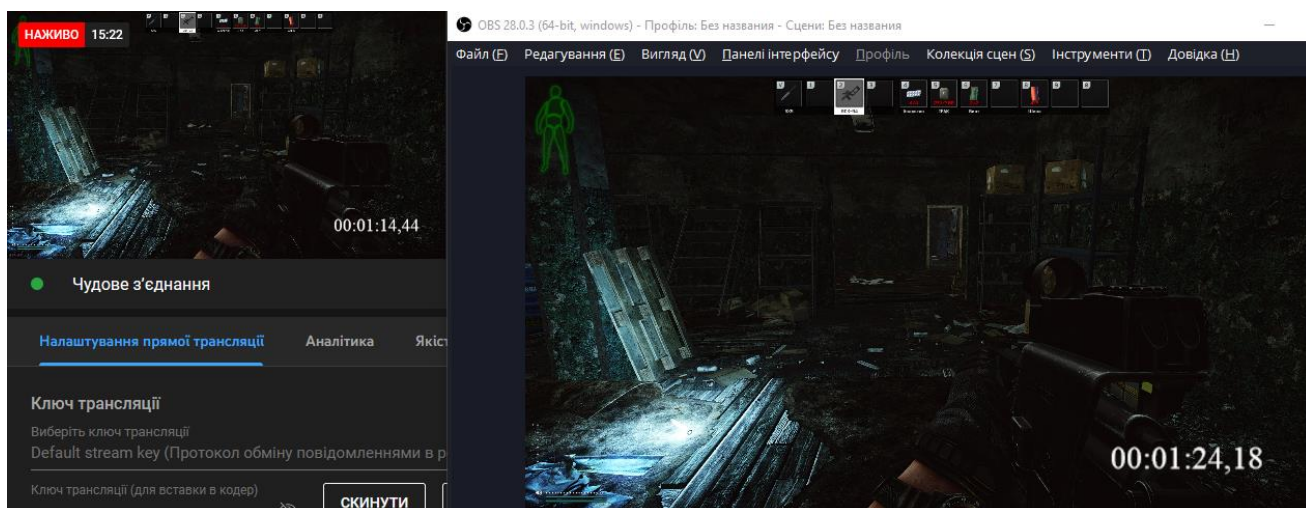


Рисунок 3.10 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та коротка затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 269.2 мб. що зображено на рисунку (3.11).

Статистика				
Використання ЦП	1.8%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.0 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 5760 (0.0%)	
Використання пам'яті	269.2 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 5760 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 5759 (0.0%)	686.2 MB	6161 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Рисунок 3.11 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та коротка затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “максимальна продуктивність” на “максимальну якість”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становила 11:35 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.12)

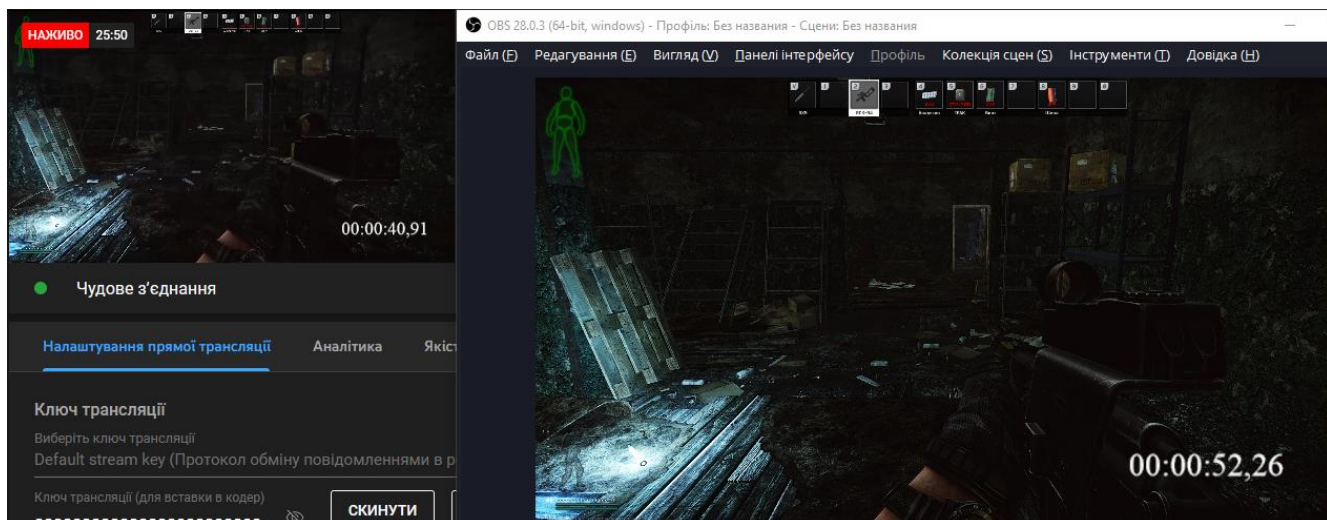


Рисунок 3.12 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та коротка затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 268.7 мб. що зображено на рисунку (3.13).

Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 3480 (0.0%)	1146.1 MB	6158 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Використання ЦП	2.2%	FPS	60.00
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.0 ms
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 3480 (0.0%)
Використання пам'яті	268.7 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 3480 (0.0%)

Рисунок 3.13 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та коротка затримка YouTube

Умови третього аналізу, затримка прямої трансляції на youtube змінюється на звичайну, а шаблон кодування OBS знову скидається до “продуктивність з низькою затримкою” Різниця затримки становить 20:08 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.14)

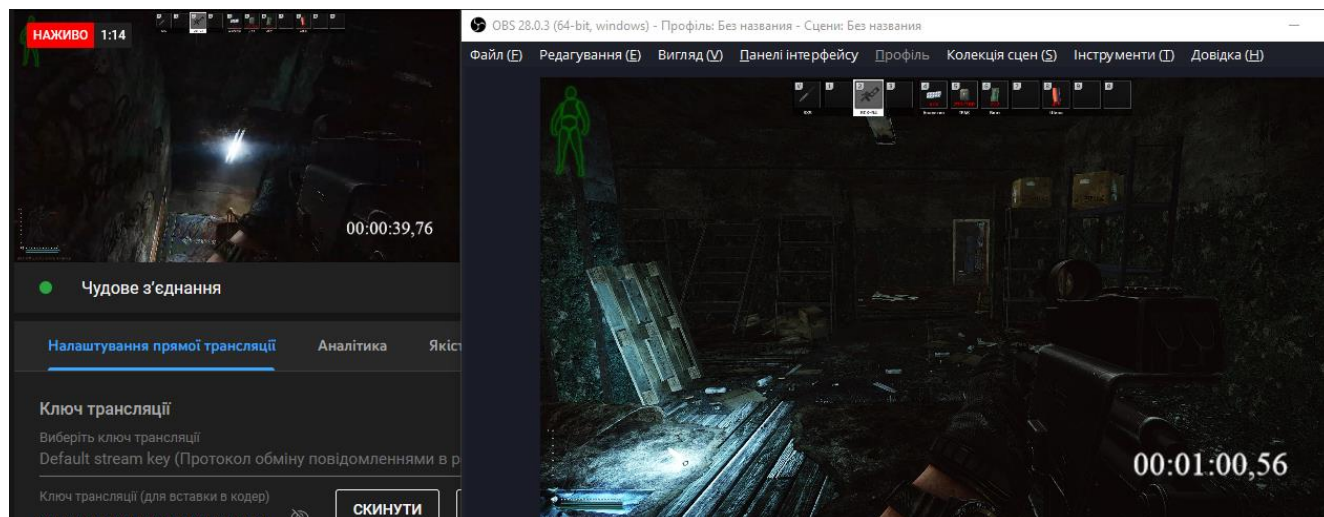


Рисунок 3.14 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та звичайна затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 269.5 мб. що зображено на рисунку (3.15).

Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 4919 (0.0%)	62.4 MB	6204 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Використання ЦП	1.8%	FPS	60.00
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.0 ms
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 4919 (0.0%)
Використання пам'яті	269.5 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 4919 (0.0%)

Рисунок 3.15 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: продуктивність з низькою затримкою та звичайна затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “продуктивність з низькою затримкою” на “максимальна продуктивність”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становить 21:25 секунд від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.16)

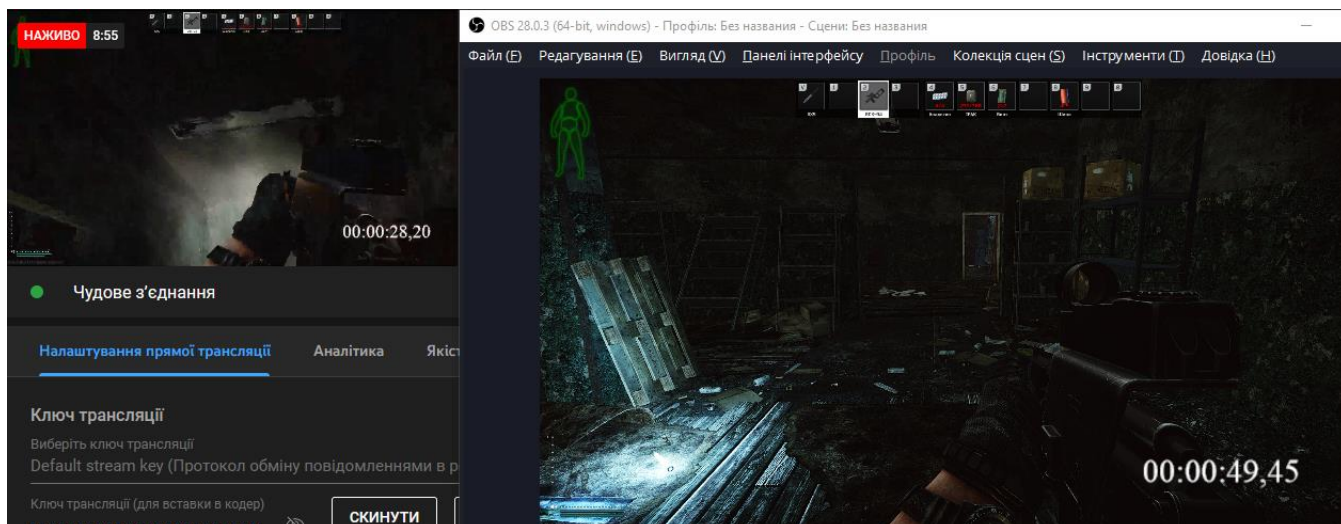


Рисунок 3.16 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та звичайна затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 232.5 мб. що зображено на рисунку (3.17).

Статистика				
Використання ЦП	2.1%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	0.9 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	0 / 4920 (0.0%)	
Використання пам'яті	232.5 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	0 / 4920 (0.0%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 4919 (0.0%)	399.2 MB	6160 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Рисунок 3.17 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна продуктивність та звичайна затримка YouTube

Шаблон кодування OBS змінюється з “максимальна продуктивність” на “максимальна якість”. Затримка прямої трансляції на youtube залишається незмінною. Різниця затримки становила 25:19 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.18)

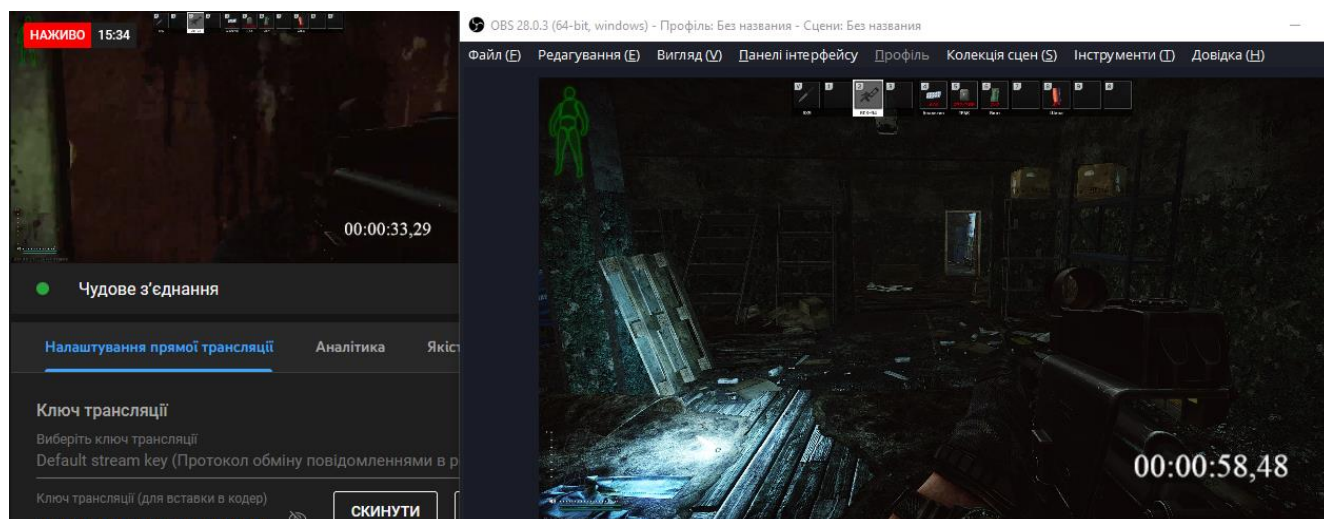


Рисунок 3.18 – Різниця в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та звичайна затримка YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де за увесь час було використано лише 243 мб. що зображено на рисунку (3.19).

Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 29041 (0.0%)	695.3 MB	6322 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Використання ЦП	2.3%	FPS	60.00
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	0.9 ms
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	1 / 29041 (0.0%)
Використання пам'яті	243.0 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	1 / 29041 (0.0%)

Рисунок 3.19 – Результати в затримці при умовах шаблону кодування OBS: максимальна якість та звичайна затримка YouTube

При використанні трьох видів шаблонів кодування трансляції майже ніяк не вплинуло на загальну затримку, додаючи лише декілька секунд або мілісекунд для стабільного кодування кадрів під час онлайн трансляції. На відміну від YouTube затримки, яка була задана у пріоритеті. Вихідні дані затримок наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані при дослідженні затримки при використанні шаблонів кодування та затримки в youtube

Види шаблонів кодування та Youtube	Надкоротка	Коротка	Звичайна
Продуктивність з низькою затримкою	5,20	10,13	20,08
Максимальна продуктивність	2,54	9,74	21,25
Максимальна якість	4,13	11,35	25,19

### 3.2 Додавання штучної затримки

Проводитиметься без змін у налаштуваннях трансляції з трьома видами затримок на YouTube та додаванням штучної затримку у 30 секунд.

При використанні найкоротшої затримки від YouTube та штучно доданої у 30 секунд, різниця затримки становила 32,02 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.20)

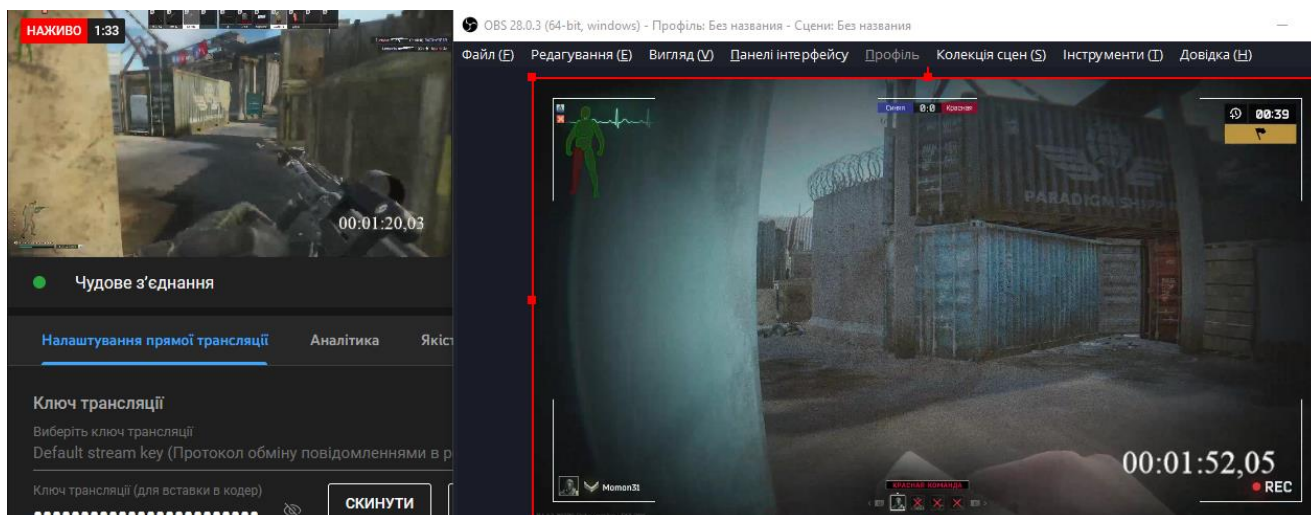


Рисунок 3.20 – Різниця затримки при використанні штучної затримки в 30 секунд та надкороткої затримки на YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де було використано 439 мб., кадри які були пропущені через затримку та й кодування лише 10. Докладну статистику зображено на рисунку (3.21).

Статистика				
Використання ЦП	5.3%	FPS	60.00	
Доступно місця на диску	0.0 MB	Середній час побудови кадру	1.3 ms	
Диск заповниться через (прибл.)		Кадри, пропущені через затримки рендерингу	10 / 9840 (0.1%)	
Використання пам'яті	439.0 MB	Кадри пропущені через затримки кодування	10 / 8160 (0.1%)	
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт
Трансляція	НАЖИВО	0 / 6274 (0.0%)	76.8 MB	5962 kb/s
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s

Рисунок 3.21 – Результати в затримці при умовах використання штучної затримки та надкороткої затримки YouTube

При використанні звичайної затримки від YouTube та штучно доданої у 30 секунд, різниця затримки становила 37,09 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.22)

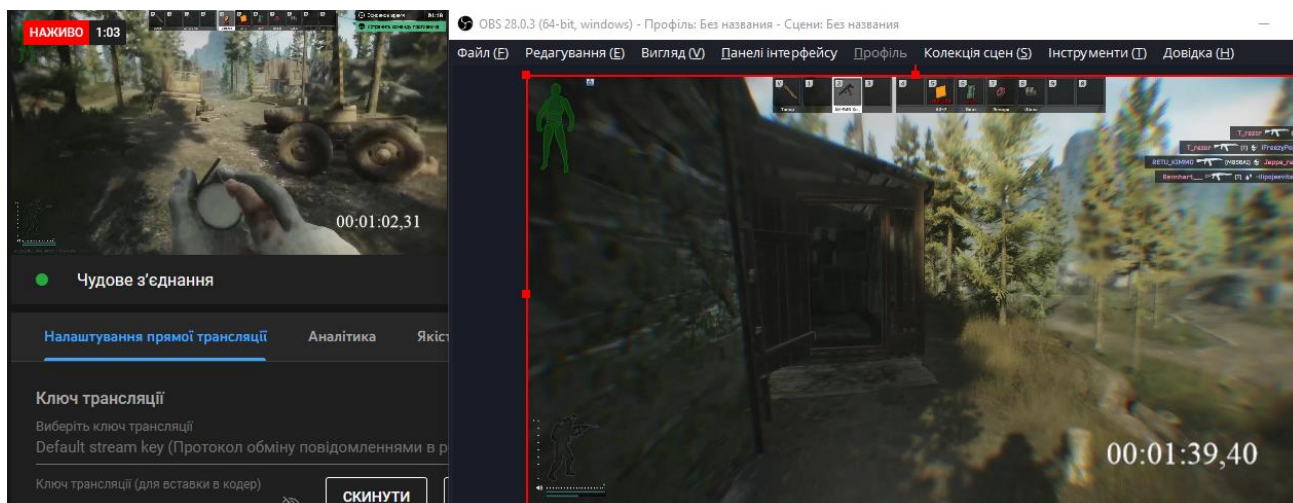


Рисунок 3.22 – Різниця затримки при використанні штучної затримки в 30 секунд та короткої затримки на YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де було використано 444,8 мб., кадри які були пропущені через затримку становлять та й кодування лише 2. Докладну статистику зображено на рисунку (3.23).

Використання ЦП		5.5%	FPS		60.00
Доступно місця на диску		0.0 MB	Середній час побудови кадру		1.2 ms
Диск заповниться через (прибл.)			Кадри, пропущені через затримки рендерингу		2 / 5520 (0.0%)
Використання пам'яті		444.8 MB	Кадри пропущені через затримки кодування		2 / 5520 (0.0%)
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт	
Трансляція	НАЖИВО	0 / 4415 (0.0%)	54.2 MB	6030 kb/s	
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s	

Рисунок 3.23 – Результати в затримці при умовах використання штучної затримки та короткої затримки YouTube

При використанні звичайної затримки від YouTube та штучно доданої у 30 секунд, різниця затримки становила 48,77 секунди від прямого потоку. Різниця в затримці зображена на рисунку (3.25)

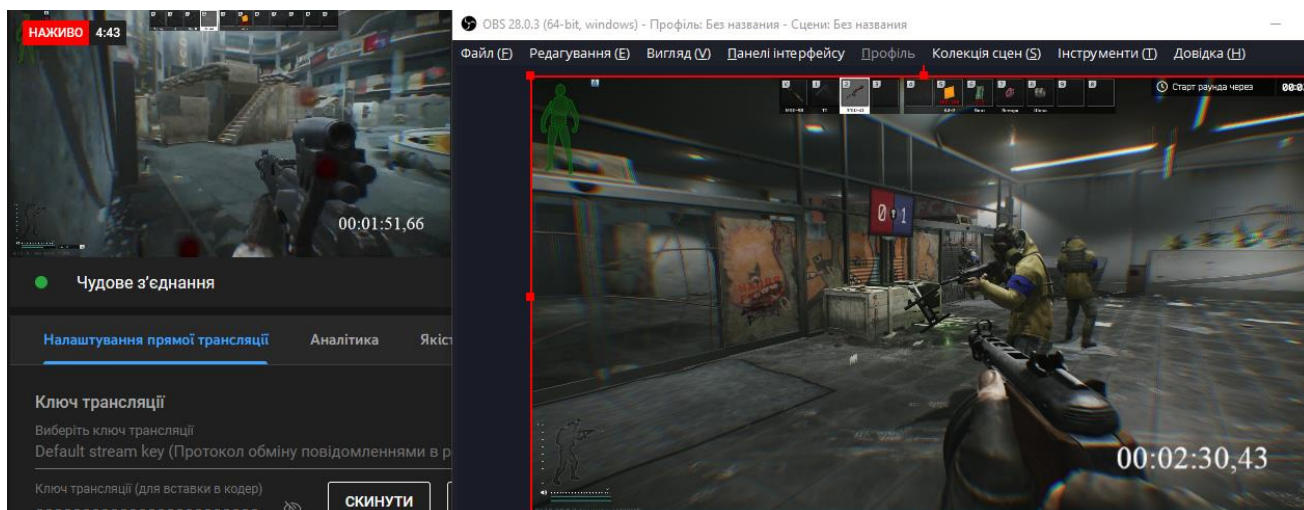


Рисунок 3.24 – Різниця затримки при використанні штучної затримки в 30 секунд та звичайною затримкою на YouTube

Статистика трансляції після трансляції, де було використано 448,9 мб., кадри які були пропущені через затримку становлять 352, та через кодування лише 4. Докладну статистику зображено на рисунку (3.21).

Використання ЦП		4.6%	FPS		60.00
Доступно місця на диску		0.0 MB	Середній час побудови кадру		1.2 ms
Диск заповниться через (прибл.)			Кадри, пропущені через затримки рендерингу		352 / 2546681 (0.0%)
Використання пам'яті		448.9 MB	Кадри пропущені через затримки кодування		4 / 9360 (0.0%)
Вивід	Стан	Пропущено кадрів (мережа)	Загалом вихідних даних	Бітрейт	
Трансляція	НАЖИВО	0 / 7457 (0.0%)	91.6 MB	6448 kb/s	
Запис	Неактивний		0.0 MB	0 kb/s	

Рисунок 3.25 – Результати в затримці при умовах використання штучної затримки та звичайної затримка YouTube

При додаванні штучної затримки через OBS було виявлено суттєві зміни часового інтервалу при проведенні трансляції. На відміну від простої зміни шаблонів кодування, штучна затримка створюється навмисно, що зробили затримку більш об'ємною ще з додаванням затримки прямої трансляції на YouTube.

Вихідні дані з додаванням штучної затримки наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Вихідні дані при дослідженні штучної затримки у 30 секунд при використанні затримок YouTube

Види затримок Youtube	Надкоротка	Коротка	Звичайна
Штучна затримка у 30 секунд	32,02	37,09	48,77

### 3.3 Висновки до розділу

У розділі, було розглянуто вивчення різних видів затримок для перевірки їх часу та впливу двох методів (використання шаблонів кодування та застосування штучної затримки). Перевірка часових затримок виявила різницю між використанням різних методів кодування.

Застосування шаблонів кодування дозволило скоротити час затримки, забезпечуючи ефективніший потік даних під час трансляцій. Вивчення впливу затримки платформи YouTube підкреслило необхідність врахування технічних характеристик конкретної платформи для оптимізації роботи в реальному часі.

Використання штучної затримки як інструменту для контролю та оптимізації процесів трансляції показало свою важливість. Затримка може бути використана як стратегічний інструмент для підвищення якості та уникнення технічних неполадок.

## ВИСНОВКИ

З урахуванням постійного зростання популярності платформ для проведення трансляції та збільшення об'єму онлайн контенту проведення онлайн трансляції є складним процесом що вимагає розгляд та аналіз апаратно-програмних частини засобів на якість та прояв затримки в онлайн трансляціях яка є невід'ємною частиною розуміння та вдосконалення для покращення трансляційного вмісту.

Технічні аспекти, такі як вибір камер, мікрофонів, відеокарт, інтернет-з'єднання та програм для стрімінгу, виявляються важливими для досягнення якісних та стабільних трансляцій. Розгляд вебкамер, дзеркальних та бездзеркальних камер, а також їх характеристик надає глибше розуміння, як обрати обладнання відповідно до конкретних потреб.

Огляд різних платформ для трансляцій, таких як YouTube, Twitch та Google Meet, розкриває їх можливості та обмеження, дозволяючи вибрати оптимальний варіант для конкретної мети. Важливість стабільного інтернет-з'єднання та вивчення характеристик обладнання також виявляються ключовими аспектами.

При правильному виборі апаратного забезпечення, та їх необхідність характеристик процесора, відеокарти, обсяг оперативної пам'яті, забезпечують продуктивність, стабільність, уникнення затримок та якості під час проведення трансляцій. Також при виборі програмного забезпечення, слід обрати платформу та програму для управління та налаштування трансляцій. Високоякісне програмне забезпечення, як OBS Studio та YouTube studio, дозволяє контролювати кожний етап трансляції, та забезпечити оптимальний досвід для глядачів. Оптимальне поєднання апаратних та програмних компонентів може значно покращити досвід користувача під час перегляду онлайн вмісту та забезпечити стабільність трансляції.

У також цьому дослідженні були ретельно розглянуті різні види затримок, а також проведені експерименти для оцінки їх часу за допомогою двох методів:

використання шаблонів кодування та введення штучної затримки, спричиненої як самим стрімером, так і з боку платформи, такої як YouTube.

Результати експериментів свідчать про те, що різні фактори можуть впливати на час затримки в онлайн трансляціях. Використання різних шаблонів кодування та управління бітрейтом може відзначитися значним впливом на якість та затримку стріму. Крім того, виявлено, що затримка, введена штучно або з боку платформи, може суттєво впливати на сприйняття контенту глядачем.

Таким чином, це дослідження є необхідним кроком для всіх, хто працює в галузі онлайн трансляцій. Воно визначає ключові аспекти, які слід враховувати при виборі технічних засобів, щоб досягти найвищої якості та ефективності у цьому динамічному та конкурентному середовищі.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Досенко А. К. Стримінг як соціальнокомунікаційний процес // Держава та регіони. Серія: Соціальні комунікації. – 2017. – №. 2. – С. 129-132.
2. Lighthill J. Acoustic streaming // Journal of sound and vibration. – 1978. – Т. 61. – №. 3. – С. 391-418.
3. Kilburn D. et al. Функціональні особливості добору відеоконунікаційного обладнання при проведенні науково-педагогічних досліджень // Звітна наукова конференція інституту інформаційних технологій і засобів навчання напн україни. – 2020. – С. 98.
4. Moodle L. M. S. із формату MS Word // Розвиток сучасної освіти: теорія, практика, інновації: зб. матеріалів II Міжнар. – 2016. – С. 259.
5. Sofyan R. Liberating Perspectives: Concepts and Effects of Using 360-Degree Cameras on Virtual Theater Performances.
6. Веб-камера logitech HD c270 [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/LOGITECH-HD-WEBCAM-C270.htm> (дата звернення 22.11.23)
7. Веб-камера logitech HD Pro Webcam C920 [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/LOGITECH-HD-PRO-WEBCAM-C920.htm> (дата звернення 22.11.23)
8. Elmahdy H. N., Fahmy A. A. Evaluation of WebCam Architecture Challenges // Computer Science and Engineering Journal CSE (ACSE-AIML-GVIP), ICGST International Congress for Global Science and Technology, Tübingen, Germany. – Т. 1. – С. 1-7.
9. Бездзеркальна камера Sony A5100 [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/SONY-A5100-KIT-16-50.htm> (дата звернення 23.11.23)
10. Дзеркальна камера Canon EOS250 [Електронний ресурс]. URL: <https://www.canon.ua/cameras/eos-250d/> (дата звернення 23.11.23)

11. Ткаченко В. А. Сучасний стан використання та добору відеокommунікаційного обладнання при проведенні наукових досліджень та навчальної діяльності. – 2019.
12. Відеокамера Panasonic HC-VX980 [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/PANASONIC-HC-VX980.htm> (дата звернення 23.11.23)
13. Qureshi F. Z., Terzopoulos D. Planning ahead for PTZ camera assignment and handoff //2009 Third ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras (ICDSC). – IEEE, 2009. – С. 1-8.
14. PTZ камера Sony SRG-120 [Електронний ресурс]. URL: [https://click24.com.ua/ua/p2018493577-videokamera-sony-srg.html?utm\\_source=nadavi&utm\\_medium=src](https://click24.com.ua/ua/p2018493577-videokamera-sony-srg.html?utm_source=nadavi&utm_medium=src) (дата звернення 23.11.23)
15. Бачинський М. В., Дедів І. Ю., Дозорський В. Г. Обґрунтування структури системи відбору акустичних сигналів для задач медичної діагностики систем дихання та голосотворення //Радиотехника. – 1998. – №. 32. – С. 107-111.
16. The Proximity Effect and Polar Patterns <https://chrisoundlab.com/what-is-the-proximity-effect/>
17. Мешков О. Запис та обробка первинного акустичного матеріалу для задачі аналізу голосового сигналу людини та виділення його основних характеристик //Наукові праці Чорноморського національного університету імені Петра Могили. Серія: Комп'ютерні технології. – 2017. – Т. 307. – №. 295. – С. 76-81.
18. Thronmax Mdrill One (M2-G-TM01) Slate Gray [Електронний ресурс]. URL: <https://telemart.ua/ua/products/thronmax-mdrill-one-m2-g-tm01-slate-gray/?parent-baobab-id=lrr2tup7a0> (дата звернення 24.11.23)
19. Цимбал К. О., Цимбал С. В. Сам собі звукорежисер або як зібрати домашню студію звукозапису //Сучасна мистецька освіта виклики та перспективи Збірник статей. – 2021. – №. 4. – С. 92-99.
20. USB-мікрофон AKG c44-usb [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/AKG-C44-USB.htm> (дата звернення 24.11.23)

21. Войтович О. Студійна робота аранжувальника на прикладі запису вокалу із застосуванням інноваційної мікрофонної звукотехніки //Нова педагогічна думка. – 2018. – №. 3. – С. 135-139.
22. Салан К. О. Здрастуйте, мікрофони хороші і різні //JAM Music Magazine. – 2013. – №. 3. – С. 68-69.
23. Схематична будова конденсаторного мікрофона [Електронний ресурс]. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Конденсаторний\\_мікрофон#/media/Файл:Kondensatormikrofon-uk.svg](https://uk.wikipedia.org/wiki/Конденсаторний_мікрофон#/media/Файл:Kondensatormikrofon-uk.svg) (дата звернення 24.11.23)
24. Конденсаторний мікрофон Rode K2 [Електронний ресурс]. URL: <https://jcs.ua/mikrofony-i-radiosistemy/studiinye-mikrofony/studiynye-kondensatornye-mikrofony/studiinyi-mikrofo-20/> (дата звернення 24.11.23)
25. Луценко В. Комп'ютерні музичні технології на уроках музичного мистецтва та в позакласній роботі //Модернізація мистецької освіти в Україні на початку XXI століття зорієнтована на пошуки підходів до розв'язання інноваційних завдань в контексті соціокультурних змін, їх активну апробацію в освітньо-виховному процесі на етапі педагогічних нововведень. – 2021. – С. 98.
26. Схематична структура динамічного мікрофона <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tauchspulenmikrofon.svg> (дата звернення 24.11.23)
27. Динамічний мікрофон Shure SM7B [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/SHURE-SM7B.htm> (дата звернення 24.11.23)
28. Демиденко І.Ю. Синхронний метод запису звуку у відеоінтерв'ю //27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3.–Харків: ХНУРЕ. 2023.–329 с. – 2023. – С. 132.
29. Iudova-Romanova K. Сучасні системи сценічного звукового забезпечення //Вісник Київського національного університету культури і мистецтв. Серія: Сценічне мистецтво. – 2020. – Т. 3. – №. 2. – С. 193-209.
30. What Is An Xlr Microphone? [Електронний ресурс]. URL: <https://youraudiofix.com/what-is-an-xlr-microphone/> (дата звернення 28.11.23)

31. XLR-мікрофон RODE Podmic чорний [Електронний ресурс].  
URL: [https://jcs.ua/mikrofony-i-radiosistemy/mikrofony-dlya-televideniya-i-radio/mikrofon\\_ode\\_podmic/](https://jcs.ua/mikrofony-i-radiosistemy/mikrofony-dlya-televideniya-i-radio/mikrofon_ode_podmic/) (дата звернення 28.11.23)
32. How Sound Cards Work [Електронний ресурс].  
URL: <https://computer.howstuffworks.com/sound-card.htm>
33. Звукова карта Presonus AudioBox USB 96 25th [Електронний ресурс].  
URL: <https://ek.ua/ua/PRESONUS-AUDIOBOX-USB96.htm>
34. Як підібрати потужну робочу станцію для OBS Studio 2021? [Електронний ресурс]. URL: <https://artline.ua/uk/news/kak-podobrat-moshchnuyu-rabochuyu-stantsiyu-dlya-obs-studio-2021> (дата звернення 02.12.23)
35. Що таке бітрейт відео і чому він важливий? [Електронний ресурс].  
URL: <https://gyre.pro/ua/blog/what-is-video-bitrate-and-why-is-it-important> (дата звернення 06.12.23)
36. What bitrate to use [Електронний ресурс].  
URL: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=2783382591> (дата звернення 06.12.23)
37. Кодування відео інформації [Електронний ресурс].  
URL: [https://stud.com.ua/97176/informatika/koduvannya\\_videoinformatsiyi?ysclid=lrurjx15hx609686602](https://stud.com.ua/97176/informatika/koduvannya_videoinformatsiyi?ysclid=lrurjx15hx609686602) (дата звернення 07.12.23)
38. Recommended PC For Live Streaming [Електронний ресурс].  
URL: <https://www.workstationspecialist.com/recommended-pc-for-live-streaming/> (дата звернення 07.12.23)
39. Амірханов Е. Д., Кравченко В. І. Аналіз технологій передачі даних, що використовуються для розробки студії телемовлення в Інтернеті // Міжнародний науковий журнал Науковий огляд. – 2016. – Т. 4. – №. 25.
40. Ортіков В. В., Коршун Н. В. Базові принципи та основне обладнання для передавання даних за допомогою стрімінгу в Україні // Зв'язок. – 2017. – №. 5. – С. 57-60.

41. Магеровський Д. М., Бродик А. Р. ОСОБЛИВОСТІ ДЕЯКИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ ТА ВЕБІНАРІВ //РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ. – 2020. – С. 113.
42. The 15 best live streaming platforms [Електронний ресурс]. URL: <https://restream.io/blog/best-live-streaming-platforms/> (дата звернення 08.12.23)
43. Доценко Н. А. Онлайн трансляції в контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін. – 2021.
44. Затримка прямої трансляції [Електронний ресурс]. URL: <https://support.google.com/youtube/answer/7444635?hl=uk> (дата звернення 08.12.23)
45. Кравецький Т. Є. Важливість затримки в онлайн трансляціях // Дванадцята міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні проблеми теорії акустичних, радіоелектронних і телекомунікаційних систем» IPST-2023. Тези доповідей. – Харків: НТУ «ХП», 2023. – С. 67.
46. Бакіко В. М., Попович П. В., Швайченко В. Б. Мережні технології передавання аудіовізуального контенту. Лабораторний практикум. – 2019.
47. Як вибрати налаштування відеокодера, швидкість передавання даних і роздільну здатність для прямої трансляції [Електронний ресурс]. URL: <https://support.google.com/youtube/answer/2853702?hl=ua> (дата звернення 14.12.23)