

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

**Полтавський Дмитро Андрійович**

УДК 004.62+004.67

**КРОСПЛАТФОРМНА ПЕРЕДАЧА ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОТОКОВОЇ  
ТЕХНОЛОГІЇ WEBRTC**

Напрямок підготовки 6.0501.02 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат  
бакалаврської роботи  
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Калініна Ірина Олександрівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії
- Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент  
**Кондратенко Галина Володимирівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем
- Консультант:** **Алексєєва Анна Олександрівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
старший викладач кафедри екології  
медичного інституту

Захист відбудеться « 21 » червня 2019 р. о 10<sup>00</sup> на засіданні  
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили  
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «18» червня 2019 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Ми живемо в час, неймовірного розвитку комунікаційних технологій. Інтернет стає все більш доступним, за даними сервісу hootsuite існує близько 4 мільярдів унікальних користувачів мережі інтернет. Ця цифра просто немислима і вона продовжує зростати.

Основним способом комунікації є передача текстових і аудіо повідомлень. Нескладно здогадатися що наступним етапом розвитку комунікації буде передача відео повідомлень і відео дзвінки. Тому створюючи застосунок, програму або гру розробник повинен думати про те як користувачі будуть спілкуватися і обмінюватися інформацією. Стандартні методи реалізації Http і Web-sockets, не завжди можуть покрити потреби і забезпечити хороший рівень якості зв'язку (швидкість, вимоги до інтернет з'єднанню і т. ін.). Технологія WebRTC позбавлена ряду недоліків які притаманні традиційним методам реалізації, а при передачі відео потоків є єдиним рішенням.

**Мета:** підвищення ефективності передачі потокових даних за рахунок використання технології WebRTC.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставлені та вирішені наступні **задачі:**

- аналіз існуючих технологій для кросплатформних застосунків та програм;
- аналіз сучасних технологій для потокової передачі даних;
- вибір технологій для розробки кросплатформних додатків та програм;
- вибір технологій для передачі потокових даних;
- реалізація кросплатформного програмного комплексу для потокової передачі даних.

**Об'єкт:** процеси впровадження технології WebRTC на різних платформах.

**Предмет:** моделі, методи та засоби розробки кросплатформного програмного комплексу з використанням технології WebRTC.

**Практичне значення одержаних результатів:** полягає в тому, що технологія підтримується на всіх операційних системах, не потребує дорогих серверів, та має захищену архітектуру, та дозволяє ефективно реалізовувати відео дзвінки та відео конференції.

**Апробація результатів** бакалаврської роботи відбулася під час:

– Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Інтелектуальні інформаційні системи" (м. Миколаїв, 19-21 лютого 2019р).

**Публікації.** За результатами бакалаврської роботи опубліковані тези доповіді.

**Структура та обсяг роботи.** Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 20 найменувань, 3 додатків на 9 сторінках. Основна частина роботи становить 66 сторінок, серед яких 20 рис. та 6 табл.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми бакалаврської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора.

У **першому розділі** бакалаврської роботи «Аналітичний огляд технологій для потокової передачі відео та аудіо потоків» проведено огляд технологій які дозволяють реалізувати потокову передачу відео та аудіо.

Розроблені критерії порівняння технологій які дозволяють реалізувати потокову передачу відео та аудіо.

Було проведено порівняння підтримки браузеромі технологій WebRTC та Adobe Flash Player. За результатами проведеного порівняння було виявлено, що технологія Adobe Flash Player має кращу підтримку браузерів на персональних комп'ютерах ніж WebRTC. Але для використання Adobe Flash Player користувач повинен встановити спеціальний плагін, щоб мати змогу нею користуватися. Раніше це не було проблемою, тому що Flash Player був одразу встановлений у популярніші браузери: Chrome, Opera, Firefox та інші. Але зараз це один з найбільших мінусів технології Adobe Flash Player. Багато користувачів на етапі встановлення плагіну покине сайт. Технологія WebRTC, не вимагає додаткових дій від користувача, та має кращу підтримку серед мобільних браузерів.

Було проведено порівняння доступності технології WebRTC та Adobe Flash Player. Доступність технологій була обчислена за допомогою формули 1.

Формула обчислення доступності технології (1):

$$A = \frac{(Mu * Ms + Du * Ds)}{100} \quad (1)$$

A – процент доступності;

Mu – процент використання мобільних пристроїв (mobile usage);

Ms – процент підтримки технології мобільними пристроями (mobile support);

Du – процент використання персональних комп'ютерів (desktop usage);

Ds – процент використання персональних комп'ютерів (desktop support);

За результатами проведеного порівняння було виявлено, що процент доступності технології Adobe Flash Player становить:

$$A = \frac{(49.97 * 0 + 50.03 * 100)}{100} = 50,03$$

Процент доступності технології WebRTC становить:

$$A = \frac{(49.97 * 88.01 + 50.03 * 91.94)}{100} = 89,97$$

Отже, було виявлено, що доступність технології Adobe Flash Player поступається проценту доступності технології WebRTC на 39.94%.

Було проведено порівняння актуальності технології WebRTC та Adobe Flash Player, наведено на табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння актуальності WebRTC та Adobe Flash Player.

	<b>WebRTC</b>	<b>Adobe Flash Player</b>
Plug-and-play	+	–
HTML 5	+	–
Open source	+	–
Відео конференції	–	+
Мінімальні затримки	+	–
Безпека	+	–
Підтримка сучасних API	+	–
Ехоподавлення	+	–
Кроссплатформність	+	–

З порівняння можна зробити підсумок, що технологія Adobe Flash Player, не актуальна, вона не має підтримки сучасних API, вимагає додаткової настройки на стороні користувача, має значно більші затримки, та проблеми з безпекою користувацьких даних.

Визначено, що для потокової передачі аудіо та відео даних, оптимальною є технологія WebRTC.

У **другому розділі** бакалаврської роботи «**Розробка програмної частини кроссплатформного програмного комплексу**» проведено аналіз методів та технологій для розробки кроссплатформних програмних комплексів.

Було проведено порівняння технологій які дозволяють розроблювати кроссплатформні програмні комплекси:

1. React native;
2. Flutter;
3. Ionic Framework;
4. Electron.

Обрана технологія Ionic Framework, для розробки програмного комплексу.

У третьому розділі бакалаврської роботи «Розробка апаратної частини кросплатформеного програмного комплексу для реалізації технології **webrtc**» описано стек протоколів які використовує WebRTC, рис. 1.

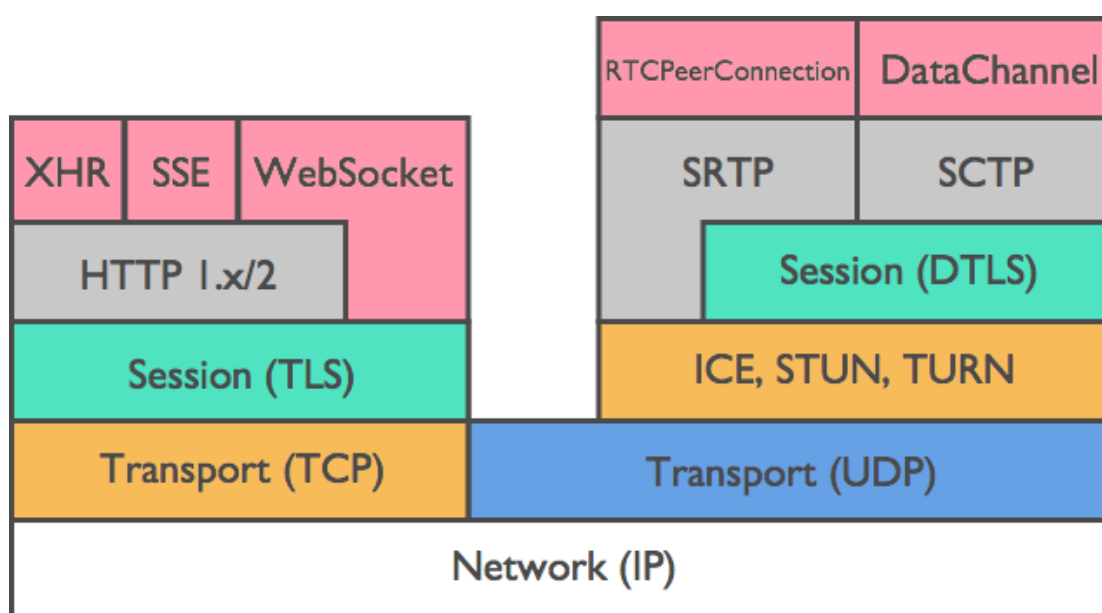


Рисунок 1 – Стек протоколів WebRTC

ICE, STUN і TURN необхідні для встановлення і підтримки однорангового з'єднання через UDP.

DTLS використовується для забезпечення передачі даних між одноранговими вузлами, оскільки шифрування є обов'язковою функцією WebRTC.

SDP представляє можливості для налаштування браузера у текстовому форматі і може містити наступну інформацію: медіа-можливості (відео, аудіо) та використовувані кодеки, IP-адреса та номер порту, протокол передачі даних P2P (WebRTC використовує SecureRTP), пропускна здатність, яка може використовуватися для зв'язку, атрибути сеансу (ім'я, ідентифікатор, час

активного тощо) [3]. Приклад SDP повідомлення наведено на рис. 2. SDP широко використовується в контексті протоколу ініціації сеансу (SIP), протоколу транспорту в реальному часі (RTP) і протоколу потоку в реальному часі (RSP).

SCTP і SRTP - це протоколи додатків, які використовуються для мультиплексування різних потоків, забезпечують перевантаження та керування потоками, а також забезпечують частково надійну доставку та інші додаткові послуги на додаток до UDP.

```
v=0
o=- 1815849 0 IN IP4 194.67.15.181
s=Cisco SDP 0
c=IN IP4 194.67.15.181
t=0 0
m=audio 20062 RTP/AVP 99 18 101 100
a=rtpmap:99 G.729b/8000
a=rtpmap:101 telephone-event/8000
a=fmtp:101 0-15
a=rtpmap:100 X-NSE/8000
a=fmtp:100 200-202
```

Рисунок 2 – Приклад SDP повідомлення

Було виявлено, що архітектура WebRTC передбачає з точки зору безпеки, що мережеві ресурси існують в ієрархії довіри. З точки зору користувача, браузер (або клієнт користувача) є основою всієї безпеки WebRTC і виступає в ролі їх Trusted Computing Base (TCB).

Завдання браузера полягає в тому, щоб забезпечити доступ до Інтернету, забезпечуючи при цьому належний захист користувача. Вимоги безпеки WebRTC будуються безпосередньо за цією вимогою; браузер – це портал, через який користувач звертається до всіх WebRTC додатків і контенту.

Хоча HTML і JS, надані сервером, можуть призвести до того, що браузер виконує різні дії, браузер виконує ці скрипти в пісочниці. Пісочниці ізолюють



сценарії один від одного та з комп'ютера користувача. Взагалі кажучи, сценарії дозволяють взаємодіяти тільки з ресурсами з одного і того ж домену, а точніше, з тим самим "походженням".

Браузер застосовує всі політики безпеки, які користувач бажає і це є першим кроком у перевірці всіх третіх сторін. Всі авторизовані особи мають свою ідентифікацію, перевірену браузером.

Якщо користувач вибирає відповідний браузер, якому на його думку, можна довіряти, то всі комунікації WebRTC можна вважати "захищеними" і слідувати стандартній архітектурі безпеки технології WebRTC. Однак, якщо є будь-які сумніви в тому, що браузер є "надійним" (наприклад, був завантажений з третьої сторони, а не з надійного місця розташування), то наступна взаємодія з додатками WebRTC зазнає впливу і не може бути надійно захищена. На рис. 3 – 5 наведено приклади користувацького інтерфейсу при тестуванні програмного забезпечення.

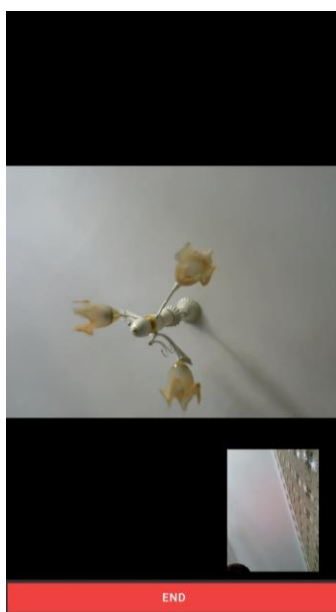


Рисунок 3 – Приклад передачі відео потоку

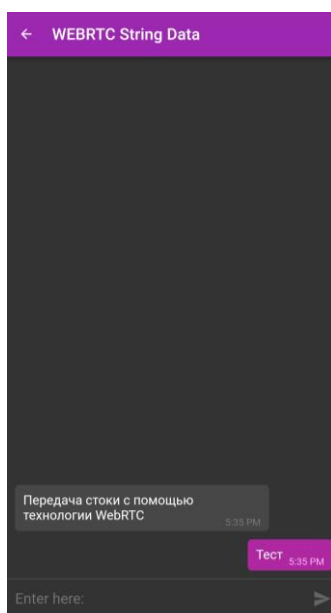


Рисунок 4 – Приклад передачі текстових даних

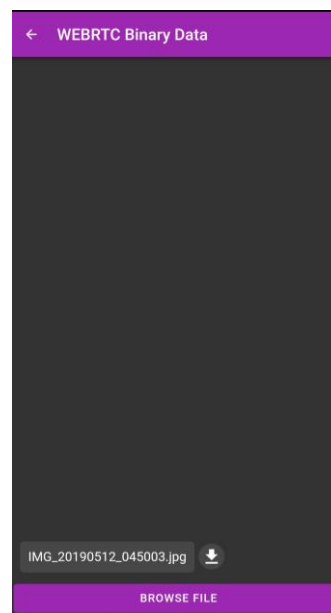


Рисунок 5 – Приклад передачі бінарних даних

**У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»** наведено аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на

підприємстві ПП «ПЛЮС», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників, розроблені рекомендації щодо покращення умов праці.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. На основі проведеного аналітичного огляду було виявлено, що технологія Adobe Flash Player має наступні недоліки: слабку підтримку мобільними пристроями, зовнішню вартість, необхідність в налаштуванні на стороні користувача, відсутність підтримки розробником ПЗ Adobe, проблеми з безпекою користувацьких даних, затримки під час потокової передачі даних, відсутність підтримки сучасних API. Тому для реалізації кросплатформного програмного комплексу було обрано технологію WebRTC.

2. Обрана технологія Ionic Framework для створення кросплатформного програмного комплексу. Розроблено програмний комплекс потокової передачі даних, що виконує такі функції: створення запиту на отримання поточкових даних, підтвердження чи скасування запиту, генерація унікальних ідентифікаторів користувачів, передача даних за допомогою технології WebRTC.

3. Були обрані протоколи шифрування для забезпечення безпеки користувацьких даних. Реалізовано SRTP шифрування поточкових медіа даних користувачів. Використані сучасні методи захисту користувацьких даних за допомогою протоколу DTLS. Завдяки чому програмний комплекс є захищеним від зовнішніх загроз.

4. У спеціальному розділі з охорони праці наведено аналіз засобів для забезпечення вимог охорони праці на робочих місцях відділу програмування ПП «ПЛЮС». Встановлено відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці в ПП «ПЛЮС» є оптимальними.

Отже, технологія WebRTC разом с Ionic Framework, відкриває дуже великі можливості по створенню сучасних, високопродуктивних програмних комплексів, які здатні виконувати свої завдання на різних операційних системах і пристроях.

Результаті бакалаврської роботи впроваджено у поточну діяльність підприємства ПП «ПЛЮС» при оцінюванні якості розроблювального контенту.

Робота пройшла апробацію на конференції, за результатами надруковано тези.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Полтавський Д.А. Кроссплатформна передача даних за допомогою потокової технології WebRTC. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи»: тези доп. / Чорномор. нац. ун-т ім. Петра Могили. 2019. С. 4

## **АНОТАЦІЯ**

**Полтавський Д.А.** Кроссплатформна передача даних за допомогою потокової технології WebRTC. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 6.050102 Комп’ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «фахівець з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

Бакалаврська робота спрямована на підвищення ефективності передачі поточкових даних за рахунок використання технології WebRTC. Розглянуто моделі, методи та засоби розробки кроссплатформного програмного комплексу з використанням технології WebRTC. Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості їх запровадження для практичного використання з метою підвищення ефективності передачі поточкових даних.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та двох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі досліджується можливість використання технології WebRTC на різних операційних системах; проводиться аналіз підтримки технологій потокової передачі даних на сучасних операційних системах. У другому розділі проводиться аналіз існуючих методів реалізації кросплатформності технології WebRTC. Третій розділ присвячений мережевим технологіям, безпеки та архітектури WebRTC. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення. У додатку А наведений програмний код сигнального сервера.

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 66 сторінок, 25 рисунків, 5 таблиць, 20 джерел посилання.

Ключові слова: WebRTC, потокова передача даних, STUN, TURN, кросплатформний, застосунок, Ionic.

## ABSTRACT

**Poltavskiy D.** Cross-platform data transfer using WebRTC streaming technology. – Bachelor's thesis in specialty 6.050102 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2019.

Bachelor work is aimed at increasing the efficiency of the transfer of streaming data through the use of WebRTC technology. The models, methods and means of developing a cross-platform software system using WebRTC technology are considered. The practical value of the research and development results is the ability to implement them for practical use in order to increase the efficiency of the transmission of stream data.

An explanatory note on bachelor work consists of an introduction, three chapters, conclusions and two appendices. The introduction determines the relevance of the topic, formulated the purpose, object, subject and objectives of research and

development of baccalaureate work. The first section explores the possibility of using the WebRTC technology on various operating systems; analysis of the support of technology of streaming data on modern operating systems is conducted. The second section analyzes the existing methods for implementing cross-platform forms of WebRTC technology. The third section is devoted to WebRTC network technologies, security and architecture. The conclusions give an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A gives the software code of the signal server.

In general, bachelor's thesis without the enclosures contains 66 pages, 25 pictures, 5 tables, 20 references.

Keywords: WebRTC, streaming data, STUN, TURN, cross-platform, application, Ionic.