

УДК 37.018

**Морозов Д. С.**, аспірант; **Алійник М. О.**, студент; **Зайцев В. Є.**, д.т.н.  
(Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»)

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СИНХРОННИХ ЗАСОБІВ КОМУНІКАЦІЙ В ФОРМІ ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦІЙ ТА ВЕБІНАРІВ В ПЛАТФОРМАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ**

**Морозов Д. С., Алійник М. О., Зайцев В. Є. Впровадження синхронних засобів комунікацій в формі онлайн конференцій та вебінарів в платформах дистанційної освіти в Україні.** Стаття присвячена побудові та використанню засобів голосового і відеозв'язку через інтернет в освітніх порталах. У статті проведено аналіз існуючих технологічних рішень, оцінені переваги і недоліки рішень, побудованих на Java applets, Flash і WebRTC. Виходячи з наявного на сьогоднішні рівня розвитку технічних засобів, а також вимог універсальності програмного рішення для різних платформ і можливості інтеграції в портали дистанційного навчання запропоновано рішення з використанням WebRTC технологій в комбінації з Flash технологіями для забезпечення високої якості зв'язку в платформах дистанційної освіти.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, технічні засоби, он-лайн конференція, вебінар, MOOC-освіта, Flash, WebRTC, освітній процес

**Морозов Д. С., Алійник М. А., Зайцев В. Е. Внедрение синхронных средств коммуникаций в форме онлайн конференций и вебинаров в платформах дистанционного образования в Украине.** Статья посвящена построению и использованию средств голосовой и видеосвязи через интернет для образовательных порталов. В статье проведен анализ существующих технологических решений, оценены достоинства и недостатки решений построенных на Java applets, Flash и WebRTC. По результатам проведенного исследования сделаны выводы о применимости каждой из технологии в условиях использования образовательных порталов. Исходя из сложившегося на сегодняшний день уровня развития технических средств, а также требований универсальности программного решения для разных платформ и возможности интеграции в порталы дистанционного обучения предложено решение с использованием WebRTC технологий в комбинации с Flash технологиями для обеспечения высокого качества связи участников в платформах дистанционного образования.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, технические средства, он-лайн конференция, вебинар, MOOC-образование, Flash, WebRTC, образовательный процесс

**Morozov D. S., Aliynyk M. O., Zaytsev V. E. The introduction of synchronous communication tools in form online conferences and webinars on the distance learning platforms in Ukraine.** Article devoted to problem of developing and using means of audio and video communication in educational portals. The article consist analysis of the existing technologies, conclusions about pros and cons of solutions built on Java applets, Flash, and WebRTC. According to the results of research conclusions were made about the applicability of each technology in terms of using in educational portals. Based on current level development of technical means, requirements to universality of developed software for different platforms and ability to integrate in distance learning portals solution based on combination WebRTC technologies with Flash technologies was proposed to provide high quality users communication in distance learning platforms.

**Keywords:** distance learning, hardware, online conference, webinar, MOOC-education, Flash, WebRTC, the educational process

**Постановка проблеми.** На даний час досить широкого поширення набули вебінари з використанням сервісів, які забезпечують обмін інформації в режимі online у вигляді аудіо, відео та текстових повідомлень. Але широке використання таких засобів у системах дистанційного навчання [1] ускладнюється необхідністю побудови інтерфейсних рішень для узгодження API різних сервісів та обмежених можливостей для інтегрування сервісу в інформаційне середовище порталу, зокрема мова йде про збереження, обробку, накопичення даних, що до взаємодії учасників навчального процесу. Широке використання на практиці

також ускладнюються необхідністю завантаження та інсталяції додаткового програмного забезпечення. Досить часто налаштування залежать від конкретного обладнання (типу пристрою розташування мікрофонів та гарнітури та способу їх приєднання), що потребує індивідуального налаштування. В галузі освіти учасників процесу можна диференціювати у окремі групи за функціональною ознакою. Це можуть бути учні, батьки, викладачі, методичні робітники. В залежності від характеру взаємодії між учасниками в межах однієї або ж декількох груп існує ціла низка моделей обміну інформації. Так наприклад, виникає потреба в спілкуванні face-to-face з учнями, конференції при спілкуванні викладачів и т.д. Кожна з окреслених моделей потребує комплексного технологічного рішення, яке б забезпечувало якісний зв'язок інколи в умовах достатньо низької якості технічних засобів зв'язку, при яких суттєво проявляються недоліки наявних на сьогодні технологій.

Питання побудови відео конференцій для дистанційного навчання розглядаються в роботах багатьох вітчизняних та зарубіжних дослідників[2...13], серед яких: Курбацкий В. Н., Палий Д. Н., Степанова А. П., Хашковский В. В., Jonathan K. Kies, Robert C. Williges, Mary Beth Rosson, Deshpande S. G.

Питання підвищення якості засобів відео та аудіо зв'язку з використанням браузерного програмного забезпечення розглядають Stefan Holmer, Mikhal Shemer, Marco Panico, Alexander Malmsteadt.

В запропонованих дослідженнях розглядаються засоби обміну відео та аудіо повідомленнями в Web, але мають місце особливості використання цих засобів на освітніх порталах в Україні.

***Мета роботи:***

- 1) Дослідити наявні засоби побудови online каналів зв'язку з можливістю обміну відео та аудіо повідомлень з метою використання в освітніх порталах.
- 2) Знайти оптимальне рішення для використання в умовах експлуатації технічних засобів з наявним рівнем якості.

**Виклад основного матеріалу.** В роботі виконано аналіз технологій Java, Flash та WebRTC для побудови засобів обміну відео та аудіо повідомлень з використанням браузерного програмного забезпечення. Традиційно використання такого роду засобів зв'язку велося з використанням технологій Java Applets та Flash. Розглядаючи Java слід зазначити технічні обмеження використання цієї технології, так зокрема відзначають погану пристосованість digital signal processing (DSP) цієї платформи для передачі аудіо та відеопотоків [3]. Відсутність або ж недостатність якісна реалізація функцій ехоподавлення (Acoustic Echo Cancellation), автоматичного регулювання посилення сигналу (Automatic Gain Control), Adaptive Jitter Buffer, придушення шуму (Noise suppression) в значній мірі погіршують якість зв'язку. Як наслідок, використання таких систем потребують індивідуального налаштування гучності звуку під окремі умови використання програмного забезпечення. Наслідком відсутності адаптивного буферу компенсації (Adaptive Jitter Buffer) є великі затримки у передачі сигналу або ж переривчастий нерозбірливий звук.

На практиці для подолання цих недоліків використовують додаткові DLL бібліотеки, за допомогою яких належним чином реалізуються вищезазначені алгоритми. Як наслідок використання цього підходу зникає перевага кросплатформеності рішення, через необхідність окремої реалізації DLL бібліотек для Windows та SO бібліотек для Linux. Також слід зазначити, що на сьогодні розробка або ж придбання таких реалізацій потребують значних економічних затрат, тому вони не знаходять широкого використання.

На сьогодні широке використання знаходять рішення з використанням технології Flash. Зазначимо переваги використання цього рішення: *найбільше* охоплення браузерів, якими він підтримується; *якісна* реалізація базових алгоритмів, необхідних для реалізації відео та аудіо комунікаційних функцій в веб (Nelly Moser, Spxex, G.711, Sorenson Spark, H.264, RMTP, RMFTP, AEC, Adaptive Jitter Buffer, AES шифрування).

Але технічні особливості імплементації цієї технології накладають функціональні обмеження на використання цієї технології. Так для передачі аудіо та відео використовується протокол RTMP [9]. Протокол працює поверх TCP, одже в пріоритеті залишається збереження всіх переданих пакетів незалежно від часу, який потребує ця операція. За цих умов якість зв'язку дуже сильно корелює з якістю мережі, яку експлуатують користувачі, зокрема зазначають значні затримки при використанні мереж відносно невисокої якості. За цих обставин широкого практичного використання на базі цієї технології набули сервіси video on demand, live video, а також вебінари з одним ведучим. Але слід зазначити, цей список сервісів не є вичерпним для потреб комунікації в освітній діяльності. Так наприклад, залишається попит на якісний зв'язок між декількома учасниками одночасно при проведенні вебінарів серед викладачів, методистів. Суттєвого покращення якості звуку вдалось досягти з використанням RTMFP [10...12], побудованого на базі UDP. Згідно з офіційною документацією підтримується три режими роботи: надійна доставка, часткова доставка, ненадійна доставка. Якісних звукових характеристик в умовах використання мережі низької якості можна досягнути з використанням ненадійної доставки, однак запропонований API [14] вибору режиму фактично дозволяє обрати тільки надійну або ж частково надійну доставку пакетів, але за цими режимами часові обмеження на збереження пакету все одно завеликі, тому затримка залишається суттєвою.

З точки зору зручності використання технології слід зазначити також недоліки як з клієнтської, так і серверної частини. Використання заснованих на Flash технологій зв'язку потребує встановлення додаткового програмного забезпечення на клієнтській стороні. З точки зору серверного ПЗ існує потреба в проміжному сервері, тому що відсутня підтримка відкритих UDP протоколів, таких як RTP/SRTP.

З огляду на вищезначені факти сьогодні дуже перспективним вбачають впровадження технологій WebRTC (Web Real Time Communication). Згідно з визначенням, WebRTC - інтернет-протокол, з відкритим кодом, що призначений для організації голосового та відеозв'язку через Інтернет у режимі реального часу [15]. Йдуться активні заходи, щодо стандартизації цього напрямку в рамках World Wide Web Consortium (W3C) значною частиною постачальників браузерного програмного забезпечення Google, Mozilla та Opera [16].

Відзначають переваги використання цієї технології: можливість організації відео та аудіозв'язку з використанням лише браузера, якісно реалізовану архітектуру SRTP, DTLS, ICE, STUN, AEC, AGC, Adaptive Jitter Buffer, Opus, VP8 [17, 18].

Зокрема визначають великі перспективи застосування технології для побудови розподілених мереж для статичного контенту, та мультимедійн их файлів великого обсягу. За допомогою додавання короткого зразку коду, можливо здійснити передачу контенту за принципом пірингової мережі через ресурси сайту користувача з урахуванням особливостей побудови системи дистанційного навчання на основі MOOC платформ, та передачі учбового контенту в різних формах, у тому числі зразків аудіо та відеоматеріалів.

Відзначають також і певну групу недоліків, що ускладнюють впровадження технології та її широке використання. Найсуттєвіший недолік – це відсутність на даний момент підтримки

серед окремих виробників браузерів: Internet Explorer, Opera, Safari. Другим за значимістю недоліком є відсутність підтримки SIP/RTP протоколів.

З урахуванням вищезазначених фактів зроблено висновок, що найбільше покриття потреб користувачів у забезпеченні он-лайн комунікації з можливістю обміну відео та аудіо повідомленнями може бути реалізовано комбінацією двох технологій WebRTC и Flash. З використанням технології WebRTC забезпечуються високі показники якості зв'язку та простоти експлуатації технології, в той же час існують обмеження в використанні, пов'язані з відсутністю підтримки низкою виробників браузерного програмного забезпечення [19, 20]. Для компенсації цих обмежень можуть бути використані технології зв'язку побудовані на Flash, на сьогодні існує низка зовнішніх сервісів які інтегруються за допомогою API.

Виходячи з цих висновків виконана реалізація з використанням WebRTC технології. У процесі розробки web-сервера використовувалася клієнт-серверна архітектура. Для побудови гнучких рішень був використаний KitJSS framework [21]. KitJSS – JavaScript framework, для серверних додатків, написаний і використовуваний на Node.js серверній платформі для обробки запитів від клієнта в режимі реального часу (WebSocket сервер) відправлених у вигляді JSON рядків. Framework був розроблений для реалізації наступних можливостей: компонентно-розширювана структура, гнучкість; легкість в налаштуванні і створенні WebSocket сервера; підключення до БД, кешування підключень, відправка звичайних і кешуючих запитів; створення від одного і більше WebSocket серверів; передача даних між клієнтом і сервером в режимі реального часу у вигляді JSON рядка; авторизація клієнта на рівні ролей і сесій при підключенні до WebSocket сервера; багатофункціональна обробка запитів від клієнта (враховується роль клієнта); захист від CSRF атак; ведення логів.

Для тестування серверного та клієнтського додатків використовувалося Unit-тестування. Проектування та створення клієнтської архітектури ґрунтувалося на використанні Yii Framework 1.1.14 на мові програмування PHP 5.3.13.

**Висновки.** За проведеним дослідженням констатуємо, що для використання в освітніх порталах більше підходять рішення побудовані на Flash та WebRTC за умов невеликих бюджетів або ж невеликого штату розробників. В протилежному випадку перспективним є використання і технологій Java applets з власною імплементацією DSP функцій. WebRTC забезпечують високі показники якості зв'язку, але при не повному охопті браузерів. В той же час засоби на Flash покривають більшість браузерів, але мають низькі показники якості в умовах використання в мережах низької якості. За цих умов запропоновано комбіноване рішення з використанням Flash та WebRTC за для найширшого покриття потреб користувачів в навчальних порталах.

### **Література**

1. Система управління курсами (CMS), декабрь 2013. [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <https://moodle.org/>.
2. Курбацкий В. Н. Вебинары в дистанционном обучении : Проблемы и их решения / В. Н. Курбацкий // Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf2012: материалы 2 Международной научно-практической конференции, 5-7 июня 2012 г., Минск / Белорусский государственный университет, механико-математический факультет. – Минск, 2012. – 191 с.
3. Douglas A. Lyon, Hayagriva V. Rao. Lyon. Java Digital Signal Processing // John Wiley & Sons (M&T Books), 1997.

4. Grant M. The Value of Using Synchronous Conferencing for Instruction and Students / Cynthia S. Sunal, Ph. D. // The University of Alabama. – 2007. – Vol. 6, № 3. – pp. 211-226.
5. Stefan Holmer, Mikhal Shemer, Marco Paniconi. Handling packet loss in WebRTC // International Conference on Image Processing (ICIP 2013), IEEE, pp. 1860–1864.
6. Jonathan K. Kies, Robert C. Williges, Mary Beth Rosson. Evaluating desktop video conferencing for distance learning // Computers & Education Volume 28, Issue 2, February 1997. – pp. 79-91.
7. Alexander Malmstedt. Experiments to Investigate Video Conversation Quality Enhancements on Mobile Platforms over IP Networks using WebRTC, DD221X, Master's Thesis in Computer Science Degree Progr. in Computer Science and Engineering. Royal Institute of Technology /Alexander Malmstedt -2012, p. 23-33.
8. Real-time communication using inter-process communications. Пат. US 11/611,019 / Sanjay Chouksey, Bhanu Sharma; оригінальний правонаступник: Adobe Systems Incorporated. US 7934000 B2, заявл. 14.12. 2006; опубл. 26.04.2011.
9. Real time video QoE analysis of RTMP streams / French H., Carleton Coll. // Performance Computing and Communications Conference (IPCCC), 2011 IEEE 30th International. – pp. 1-2
10. Linghong Xue, Fuan Wen, Chunmei Fan. Group Audio Application with Flash Multicast Streaming Based on RTMFP // The 2nd International Conference on Computer Application and System Modeling (2012), China. – pp. 1-4.
11. Use RTMFP for developing real-time collaboration applications [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <http://labs.adobe.com/technologies/cirrus/> .
12. Adobe Systems Inc., 2009. Real-Time Messaging Protocol (RTMP). Adobe Specification.
13. J. Allaire, 2002. Macromedia Flash MX-A next-generation rich client. Macromedia White Papers. [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <http://www.c2isoft.in/white-papers/richclient.pdf> .
14. P2P on the Flash Platform with RTMFP [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <http://tv.adobe.com/watch/max-2009-develop/p2p-on-the-flash-platform-with-rtmfp/> .
15. WebRTC [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/WebRTC>.
16. Google open source WebRTC for open video/audio chat [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <https://sites.google.com/site/webrtc/home> .
17. Real-time communications for the web / C. Jennings, T. Hardie, and M. Westerlund // IEEE Communications Magazine, vol. 51, no. 4, April 2013. – pp. 20-26.
18. Experimental investigation of the google congestion control for real-time flows / L. De Cicco, G. Carlucci, and S. Mascolo // Proceedings of the 2013 ACM SIGCOMM workshop on Future human-centric multimedia networking, ser. FhMN '13. New York, NY, USA: ACM, 2013, pp. 21-26.
19. Кодек H.264, технология Flash, HTML5 и WebRTC [Електронний ресурс] // – Режим доступу : <http://itmultimedia.ru/kodek-h-264-technologieya-flash-html5-iwebrtc/> .
20. WebRTC, Flash RTMFP, Java Applet – три ведущих технологии для браузерных VoIP звонков [Електронний ресурс] // – Режим доступу : [http://club.cnews.ru/blogs/entry/webrtc\\_flash\\_java\\_](http://club.cnews.ru/blogs/entry/webrtc_flash_java_) .
21. KitJS [Електронний ресурс] // – Режим доступу : [https://docs.google.com/document/d/1qxfOdOg2\\_7OPBoy3whl8V\\_dTvIyJuQIh7f9Ddsflf7A/edit](https://docs.google.com/document/d/1qxfOdOg2_7OPBoy3whl8V_dTvIyJuQIh7f9Ddsflf7A/edit) .