

**Холявкіна Т.В.,** к.т.н.,  
orcid.org/0000-0003-2595-9405

**Резаєв Я.О.,**  
orcid.org/0000-0003-0778-2773

**Харченко О.О.**  
orcid.org/0000-0002-8044-428X

## WEB-СЕРВІС ПОТОКОВОЇ ТРАНСЛЯЦІЇ ВІДЕО

Національний авіаційний університет

holyavkina.t@gmail.com

yar.re.slav@gmail.com

karasickdev@gmail.com

### **Вступ**

Перші веб-сайти представляли собою прості сторінки тексту із одним чи двома зображенням. Однак сьогодні кожен, хто має досить швидке з'єднання з Інтернетом, може транслювати фільми високої чіткості або здійснювати відеодзвінок через Інтернет. Це можливо завдяки технології, яку називають потоковою трансляцією (англ. streaming).

Потокова трансляція – це безперервна передача аудіо- чи відеофайлів від сервера до клієнта. Простіше кажучи, трансляція – це те, що відбувається, коли споживачі дивляться телевізор або слухають подкасти на пристроях, підключених до Інтернету.[1]

Термін потокова трансляція стосується способу доставки або отримання носія, а не самого носія, і є альтернативою завантаженню файлів.

Потокова трансляція відбувається в режимі реального часу, і це більш ефективно, ніж завантаження медіа-файлів. Якщо завантажуються відеофайл, копія всього файлу зберігається на жорсткому диску пристрою, і відео не може відтворюватися, доки весь файл не закінчить завантажуватися. Якщо він передається потоково, браузер відтворює відео, фактично не копіюючи його та не зберігаючи. Відео завантажуються потроху в кожен момент часу замість завантаження усього файлу одразу, а інформація, яку завантажує браузер, не зберігається локально.

Потокове мультимедіа (від. англ. stream media) – це мультимедіа, яке безперервно отримується користувачем від провайдера потокового мовлення. Це поняття застосовне як до інформації, поширюваної через телекомунікації, так і до інформації, яка спочатку поширювалася за допомогою потокового мовлення (наприклад, радіо, телебачення) або непотоковий (наприклад, книги, відеокасети, аудіо CD).

Відеострімінгові сервіси (англ. video streaming services) – безкоштовні сервіси, або сервіси на основі передплати, що пропонують онлайн-трансляцію фільмів і телевізійних програм.

Відеострімінгові сервіси (сервіси потокової трансляції відео) розпочали своє існування як доповнення до DVD – пропозицій та пропозицій цифрових завантажень із невеликою кількістю післяпрем'єрних показів фільмів та телепрограм. Вони були доповненням до прем'єрних та післяпрем'єрних показів на кабельному телебаченні. Але швидше підключення до Інтернету та велика кількість пристроїв для відтворення потокового відео прискорили занепад традиційних кабельних мереж. Все більше глядачів повністю відмовляються від послуг кабельного телебачення на користь виділених потокових альтернатив. [2]

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Потокові послуги швидко стали одним із преференційних способів споживання

відео контенту. В опитуванні Digital media trends survey, 13th edition 2018 року,

що проводилося Deloitte's Technology, Media & Telecommunications practice в США, вперше більше респондентів мали хоча б одну підписку на сервіс потокового відео (69 відсотків), ніж традиційну платну телебачення (65 відсотків). [3]

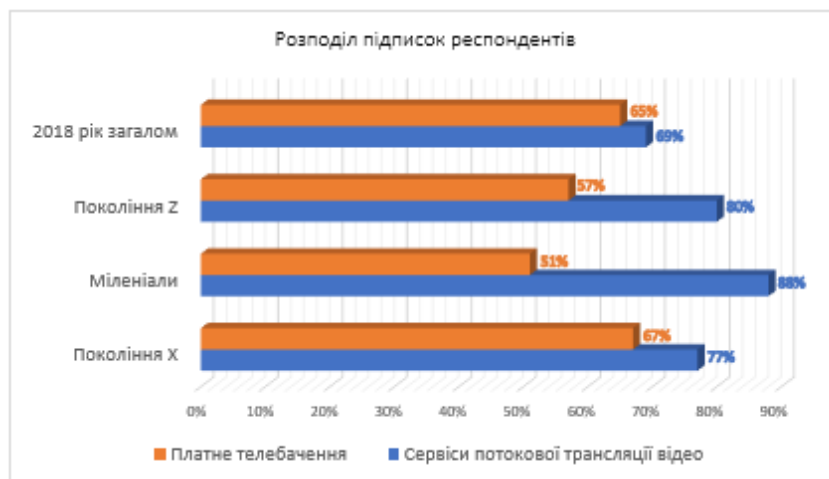


Рис.1.Результати опитування Digital media trends survey, 13th edition

У вересні 2019 року група IQ даних та аналітики TV Time та United Talent Agency (UTA) провели спільне дослідження під назвою “Beyond the Big Three” («Поза Великою Трійкою»), прагнучи краще зрозуміти, як ставляться споживачі до цього нового ландшафту потокових медіа. Дослідження фокусується на обізнаності, намірі придбання та особливостях та пропозиціях, що викликають або сповільнюють споживчий інтерес.

Дослідження проводилось у США та у трьох із чотирьох країн, в яких сервіс

Disney+ запускається у листопаді: Нідерландах, Канаді та Австралії. Відповіді отримані поза межами США показують не лише деяку схожість важливі відмінності від американських споживачів.

Більшість респондентів (85%) наразі підписані на більш ніж один стрімінговий сервіс. Скільки ще споживачі готові додати? Трохи більше третини (34%) кажуть, що не планують додавати нові сервіси, 42% – додадуть один, а 20% – два. Лише 4% планують додати три чи більше нових сервісів. [4]

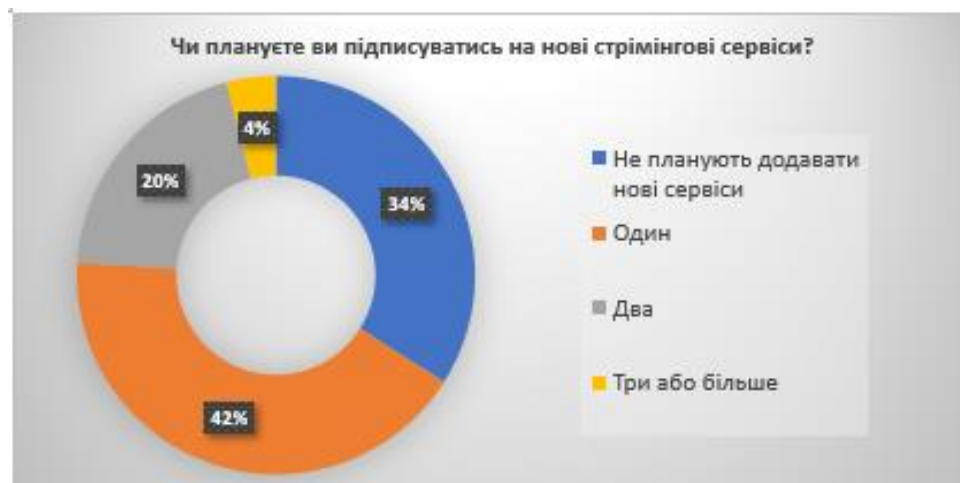


Рис.2. Очікувана кількість сервісів, які будуть додані в 2020 році

В цілому, за прогнозом Video Streaming Market Opportunities and Forecast, 2019-2026, сформованим Allied Market Research очікується, що ринок потокової трансляції відео до 2026 року досягне \$149,34 млрд., зростаючи з рівнем CAGR у 18,3% (2019-2026). [5]

### **Мета статті (постановка завдання)**

Враховуючи всі вищезазначені факти, можна стверджувати, що розробка web-сервісу потокової трансляції відео є актуальним завданням.

### **Основна частина**

Основний стек технологій, які використовуються в сервісі є наступним: Vanilla PHP 7.3.12, MySQL, JS, jQuery 3.4.1, AJAX, HTML5, CSS3.

Архітектура сервісу поєднує водночас простоту та легкість налаштування і розгортання з певною можливістю масштабування.

В цілому, з точки зору архітектури, сервіс можна умовно розділити на 3 основні частини: клієнт, Back-End та мережу доставки контенту (content delivery network, CDN).

### **Клієнт**

Клієнтська частина представляє собою користувацький інтерфейс, що працює на будь-якому пристрої, який використовується для перегляду списків відео і їх відтворення. Будь-який пристрій що має Інтернет браузер може використовувати веб-сервіс. За потреби, можна адаптувати веб-сервіс для повної відповідності стандартам PWA (Progressive Web Apps). Progressive Web Apps створюють враження використання інстальованих програм, подібно до додатків, на настільних ПК та мобільних пристроях. Це швидкі та надійні веб-програми. Окрім того, завдяки фреймворку Electron можна безпосередньо створювати крос-платформні додатки для настільних ПК з JavaScript, HTML та CSS. А завдяки WebView можна легко створити гібридні додатки для платформ Android та iOS за необхідності. В даній роботі розглядатиметься клієнтська частина безпосередньо у вигляді веб-сайту.

Front-End був спроектований та розроблений для максимальної зручності користувацького інтерфейсу та отримання максимально позитивного користувацького досвіду під час використання сервісу.

### **Back-end**

Основними завданнями Back-end є доступ до даних, на які подають запит на отримання користувачі через веб-браузер чи додаток, їх комбінація, трансформація та повернення даних у обробленому вигляді запитувачу.

Back-End зазвичай складається з трьох частин: сервера, програми та бази даних.

В нашому випадку роль сервера відіграє сервер хостинг-провайдера із встановленим LAMPP-стеком (рис.3), роль програми – безпосередньо скрипти сервісу, а роль бази даних – відповідно база даних сервісу.



Рис.3. Усі компоненти LAMPP-стеку

Як було зазначено раніше, основна частина сервісу написана на Vanilla PHP 7.3.12, тобто на “чистому” PHP без використання сторонніх фреймворків.

PHP (рекурсивна абревіатура для PHP: Hypertext Preprocessor) – широко використовувана скриптова мова загального призначення з відкритим кодом, яка особливо підходить для веб-розробки та може бути вбудована в HTML. [6]

Версія PHP 7.3.12 є патч-версією версії 7.3.0, в якій було додано численні вдосконалення та нові функції, такі як:

- Flexible Heredoc and Nowdoc Syntax
- PCRE2 Migration

- Multiple MBString Improvements
- LDAP Controls Support
- Improved FPM Logging
- Windows File Deletion Improvements
- Several Deprecations [7]

Для роботи з БД використовується СКБД MySQL та phpMyAdmin.

MySQL – це система управління реляційними базами даних (RDBMS) з відкритим кодом. MySQL є компонентом

Таблиця	Дія	Рядки	Тип	Зіставлення	Розмір
categories	Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити	19	InnoDB	utf8mb4_unicode_520_ci	16.0 КБ
entities	Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити	48	InnoDB	utf8mb4_unicode_520_ci	32.0 КБ
users	Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити	1	InnoDB	utf8mb4_unicode_520_ci	16.0 КБ
videos	Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити	1,481	InnoDB	utf8mb4_unicode_520_ci	464.0 КБ
4 таблиці	Всього	1,549	InnoDB	utf8mb4_unicode_520_ci	528.0 КБ

Рис.4. Локальне MySQL сховище

### Масштабованість

Ключовим фактором масштабування є пошук вузьких місць, так званих «пляшкових шийок» перед тим як їх знайдуть користувачі сервісу.

Створювати масштабовану архітектуру не потрібно з самого початку. Ми не знали, яким точно буде наш набір функцій, коли тільки починали, тому хотіли дізнатися, які будуть проблеми з масштабуванням у майбутньому. Необхідно зачекати, доки веб-сервіс «зросте», щоб можна було дізнатися дізнатися, де саме будуть проблеми з масштабуванням.

З самого початку Back-End проектувався та розроблявся як моноліт. Такий варіант архітектури ідеально підходив для швидкої ітерації продукту та за декількома іншими показниками. [10] Ми не використовували сервісно-орієнтовану архітектуру від самого початку. Варто пам'ятати, що це гарне рішення для сервісів середніх розмірів, інакше накладні витрати стають занадто великими. Але це все не означає, що сервіс не можна масштабувати в залежності від потреб. Розберемо це питання детальніше. По-перше, ми запускаємо

LAMPP-стеку програмного забезпечення для веб-додатків. [8]

phpMyAdmin – це безкоштовний та відкритий інструмент адміністрування для MySQL та MariaDB. Як портативний веб-додаток, написаний головним чином на PHP, він став одним з найпопулярніших інструментів адміністрування MySQL, особливо для сервісів веб-хостингу. [9]

один і той же код на кожному з серверів, він монолітний. Кожен сервер може виконувати різні частини цього коду, але один і той же матеріал розгорнутий скрізь. Простим рішенням є збільшення кількості серверів для роботи з більшим навантаженням. По-друге, завжди можна почати розділення моноліту на різні Back-End сервіси для забезпечення ще більшої гнучкості. По-третє, частину функціоналу для масштабування забезпечують сервіси Cloudflare. Детальніше це буде розглянуто в наступному розділі (CDN).

### CDN

В якості мережі доставки контенту використовується Cloudflare. Мережа Cloudflare має найбільшу кількість підключень до точок обміну Інтернет-трафіком (IXP) у будь-якій мережі світу. [11]

Ключовою функціональністю Cloudflare є те, що вони виконують роль зворотного проксі для веб-трафіку (рис.5). Cloudflare підтримує нові веб-протоколи, включаючи SPDY і HTTP / 2. На додаток до цього, Cloudflare пропонує підтримку HTTP / 2 Server Push. Cloudflare також підтримує проксі-Websockets.

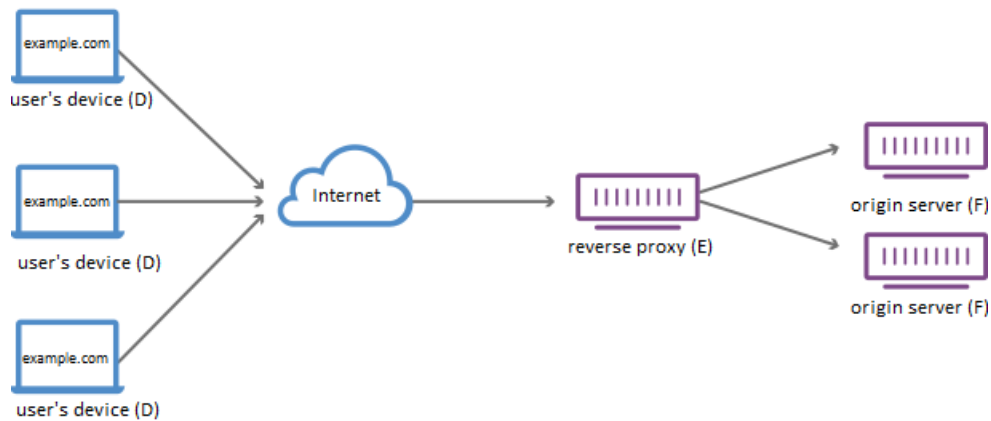


Рис.5. Схема зворотного проксі

Використання проксі-сервера є великою перевагою для масштабування. Наприклад, користувачів можна маршрутизувати на основі URL-адрес, які вони отримують. Потім можна створити систему, яка слідкуватиме за тим, скільки часу потрібно для обслуговування кожної URL-адреси. Людей можна розподіяти в різні смуги за швидкістю їх з'єднання. Повільний трафік направляти одним шляхом, а

швидкий трафік – іншим. В Reddit використали аналогічну систему та дійшли висновку, що розділення трафіку на основі середньої швидкості відповіді дало величезне прискорення. [12] В нашому випадку, балансування навантаження здійснюється автоматично засобами Cloudflare (рис.6).



Рис.6. Схема роботи балансування навантаження Cloudflare

Cloudflare кешує контент у своїх крайніх точках, щоб діяти як мережа доставки контенту (CDN); після чого всі запити проходять через Cloudflare з кешованим вмістом, що подається безпосередньо з Cloudflare. [13]

Крім того, сервіс використовує Cloudflare DDoS protection для захисту від розподілених нападів типу "відмова в обслуговуванні". Багатошаровий підхід до захисту Cloudflare поєднує в одній службі кілька можливостей пом'якшення DDoS.

Це запобігає зривам, спричиненим поганим трафіком, і в той же час дозволяє забезпечити хороший трафік, зберігаючи веб-сайти, програми та API високодоступними та ефективними.

Розглядається також можливість майбутнього використання сервісу Cloudflare Stream. Cloudflare Stream спрощує потокову трансляцію відео на замовлення, поєднуючи зберігання, транскодування, розповсюдження та відтворення у простому для використання рішенні, яке



дозволяє передавати відео високої якості в будь-яке місце

Загалом, усі сервіси Cloudflare «розташовані» між відвідувачем веб-сайту та хостинг-провайдером користувача Cloudflare, тобто хостинг-провайдером нашого сервісу (рис.7).

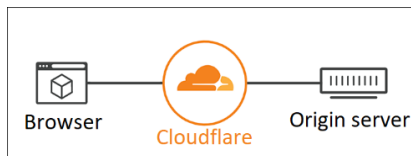


Рис.7. Схема роботи сервісів Cloudflare

### Функціональність

Web-сервіс включає такі функції:

- Вхід та реєстрація користувачів
- Управління обліковим записом
- Поточна трансляція фільмів
- Поточна трансляція телешоу
- Система пошуку в режимі реального часу
- Інтеграція платіжних систем для платних рахунків та багато іншого.

### Інтерфейс

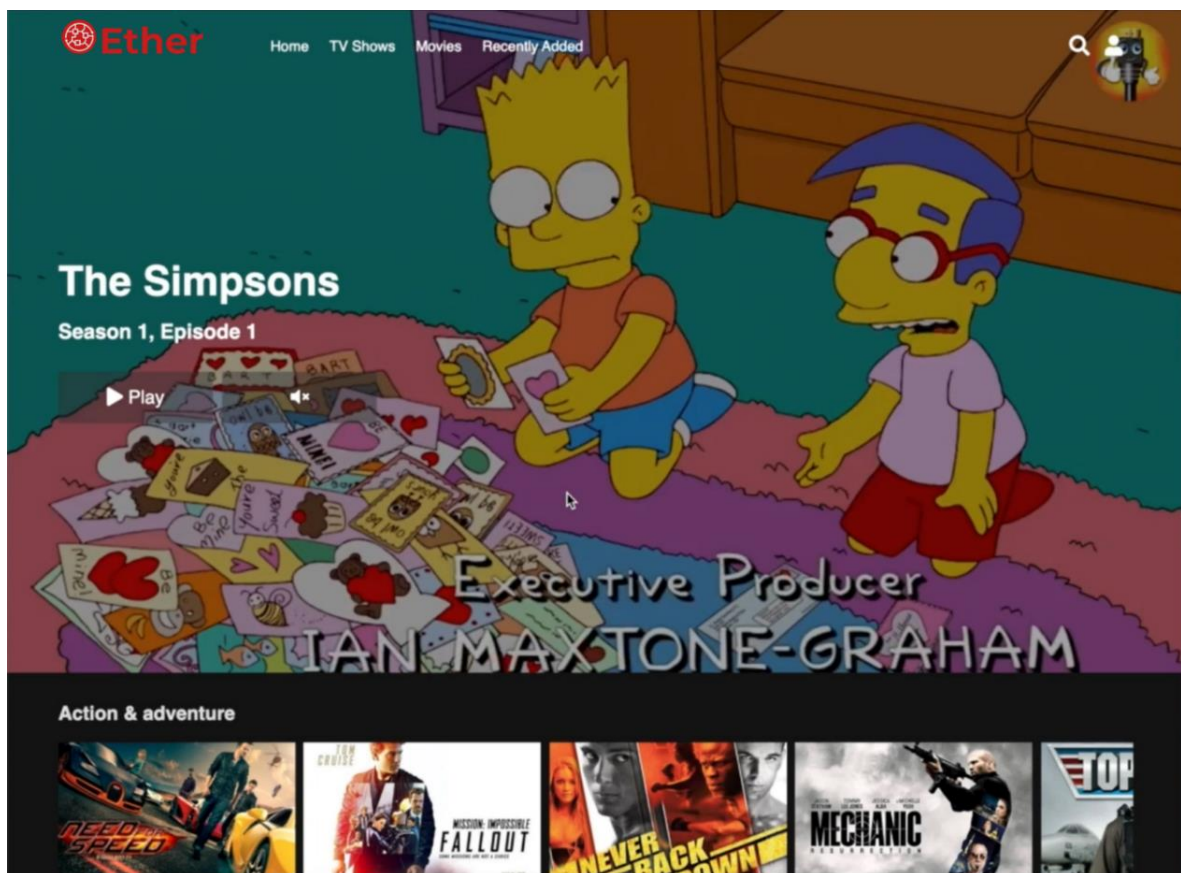


Рис.8. Інтерфейс головної сторінки сервісу

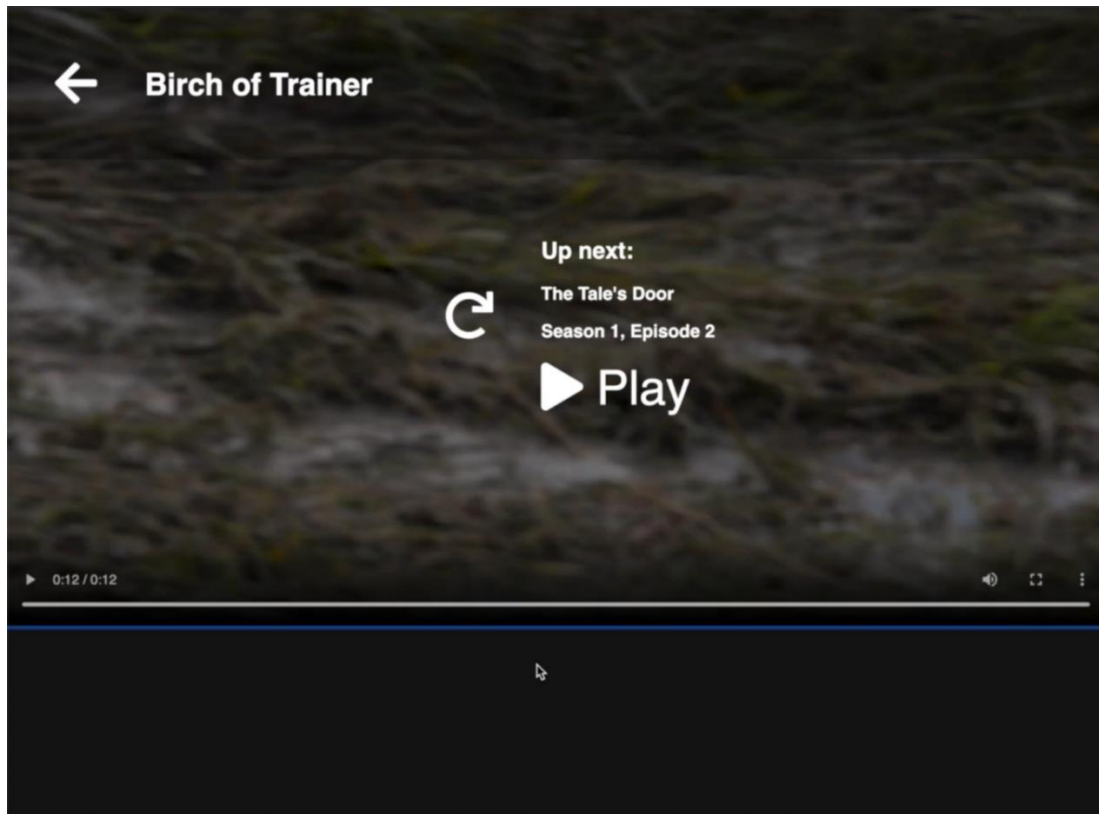


Рис.9. Інтерфейс плеєру сервісу

### **Висновки**

У статті розглянуто реалізацію web-сервісу потокової трансляції відео з монолітною архітектурою. Сервіси такого типу стрімко набувають популярності та мають широкий потенціал застосування в різноманітних галузях, від розваг до навчання та сегменту корпоративних баз знань.

Впровадження та розгортання таких сервісів дає змогу не тільки покращити дозвілля чи автоматизувати процес навчання, а й цілком змінити медіа-ландшафт та підхід користувачів до споживання контенту.

### **Література**

1. Cloudflare. What is streaming? | How video streaming works. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.cloudflare.com/learning/performance/what-is-streaming/>.

2. PCMag. The Best Video Streaming Services for 2020. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.pcmag.com/picks/the-best-video-streaming-services>.

3. Deloitte. Digital media trends survey, 13th edition. [Internet Resource] /

Access mode: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/digital-media-trends-consumption-habits-survey-summary.html>.

4. Beyond The Big Three. The Streaming Wars Are Upon Us. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.mediamorph.com/wp-content/uploads/2019/10/Beyond-The-Big-Three-TVT-and-UTA-White-Paper-Oct-2019-1.pdf>.

5. Allied Market Research. Video Streaming Market Opportunities and Forecast, 2019 – 2026. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.alliedmarket-research.com/video-streaming-market>.

6. What is PHP? PHP documentation. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>.

7. PHP 7.3.0 Release Announcement. PHP documentation. [Internet Resource] / Access mode: [https://www.php.net/releases/7\\_3\\_0.php](https://www.php.net/releases/7_3_0.php).

8. MySQL. Wikipedia. [Internet Resource] / Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
9. phpMyAdmin. Wikipedia. [Internet Resource] / Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin>.
10. Monolith vs microservices: which architecture is right for your team? freeCodeCamp. [Internet Resource] / Access mode: <https://www.freecodecamp.org/news/monolith-vs-microservices-which-architecture-is-right-for-your-team-bb840319d531/>.
11. Internet Exchange Report. Hurricane Electric Internet Services. Hurricane Electric. [Internet Resource] / Access mode: [https://bgp.he.net/report/exchanges#\\_participants](https://bgp.he.net/report/exchanges#_participants).
12. Cloudflare. Wikipedia. [Internet Resource] / Access mode: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Cloudflare>.
13. Reddit: Lessons Learned From Mistakes Made Scaling To 1 Billion Pageviews A Month. High Scalability blog. [Internet Resource] / Access mode: <http://highscalability.com/blog/2013/8/26/reddit-lessons-learned-from-mistakes-made-scaling-to-1-billi.html>

Холявкіна Т.В., Резаєв Я.О., Харченко О.О.

## WEB-СЕРВІС ПОТОКОВОЇ ТРАНСЛЯЦІЇ ВІДЕО

*Потокова трансляція – це безперервна передача аудіо- чи відеофайлів від сервера до клієнта. Потокова трансляція відбувається в режимі реального часу, і це більш ефективно, ніж завантаження медіа-файлів. Як і інші дані, що надсилаються через Інтернет, аудіо та відео дані розбиваються на пакети даних. Кожен пакет містить невеликий фрагмент файлу, а аудіо- чи відеоплеєр у браузері на клієнтському пристрої приймає потік пакетів даних та інтерпретує їх як аудіо чи відео відповідно.*

*Під поняттям відеострімінгові сервіси розуміють безкоштовні сервіси, або сервіси на основі передплати, що пропонують онлайн-трансляцію фільмів і телевізійних програм. Платформи потокової трансляції відео дозволяють людям переглядати відео в будь-якому місці та в будь-який час за наявності Інтернет-підключення, або навіть без нього, якщо доступна опція попереднього завантаження.*

*Ця стаття охоплює поняття потокової трансляції, потокового медіа та сервісів потокової трансляції відео (відеострімінгових сервісів). Предметом розгляду є реалізація web-сервісу потокової трансляції відео з монолітною архітектурою. Надається обґрунтування вибору типу архітектури та пояснення конкретних деталей реалізації. Сервіс є достатньо гнучким для виконання покладених завдань та має широкі можливості для адаптації під різні апаратні платформи.*

**Ключові слова:** web-сервіс, потокова трансляція, потокове медіа, сервіси потокової трансляції відео, відеострімінгові сервіси, PHP 7, PHP, HTML5, CSS3, HTML, CSS, MySQL.

Kholyavkina T.V., Rezaiev Y.O., Kharchenko O.O.

## VIDEO STREAMING WEB SERVICE

*Streaming is the continuous transmission of audio or video files from a server to a client. Streaming is real-time, and it's more efficient than downloading media files. Just like other data that is sent over the Internet, audio and video data is broken down into data packets. Each packet contains a small piece of the file, and an audio or video player in the browser on the client device takes the flow of data packets and interprets them as video or audio.*

*The concept of video streaming services means free or subscription-based services offering online streaming of films and television programs. Video streaming platforms allow people*



*to watch videos anywhere and anytime, provided they have an Internet connection, or even without it, if the preload option is available.*

*This article covers the concepts of streaming, streaming media, and video streaming services. The subject matter is implementation of a video streaming web service with monolithic architecture. Selection justification is given for the architecture type. Explanations for the specific implementation details are provided as well. The service is flexible enough to carry out predetermined tasks and provides ample opportunities to adapt to various hardware platforms.*

**Keywords:** *web service, streaming, streaming media, video streaming services, PHP 7, PHP, HTML5, CSS3, HTML, CSS, MySQL.*

**Холявкина Т.В., Резаев Я.О., Харченко А.А.**

## **WEB-СЕРВИС ПОТОКОВОЙ ТРАНСЛЯЦИИ ВИДЕО**

*Потоковая трансляция – это непрерывная передача аудио- или видеофайлов от сервера к клиенту. Потоковая трансляция происходит в режиме реального времени, и это более эффективно, чем загрузка медиа-файлов. Как и другие данные, пересылаемые через Интернет, аудио и видео данные разбиваются на пакеты данных. Каждый пакет содержит небольшой фрагмент файла, а аудио- или видеоплеер в браузере на клиентском устройстве принимает поток пакетов данных и интерпретирует их как аудио или видео соответственно.*

*Под понятием видеостриминговые сервисы понимают бесплатные сервисы, или сервисы на основе подписки, предлагающие онлайн-трансляцию фильмов и телевизионных программ. Платформы потоковой трансляции видео позволяют людям просматривать видео в любом месте и в любое время при наличии Интернет-подключения, или даже без него, если доступна опция предварительной загрузки.*

*Эта статья охватывает понятия потоковой трансляции, потокового медиа и сервисов потоковой трансляции видео (видеостриминговых сервисов). Предметом рассмотрения является реализация web-сервиса потоковой трансляции видео с монолитной архитектурой. Предоставляются обоснования выбора типа архитектуры и объяснения конкретных деталей реализации. Сервис является достаточно гибким для выполнения возложенных задач и имеет широкие возможности для адаптации под различные аппаратные платформы.*

**Ключевые слова:** *web-сервис, потоковая трансляция, потоковое медиа, сервисы потоковой трансляции видео, видеостриминговые сервисы, PHP 7, PHP, HTML5, CSS3, HTML, CSS, MySQL.*