УДК 004.75/.77

АНАЛІЗ РІШЕНЬ ШВИДКІСНОЇ ДОСТАВКИ ЦИФРОВОГО КОНТЕНТУ МАСОВІЙ АУДИТОРІЇ

Тройніна А.С., к.т.н., доц.[1]; Рувінська В.М., к.т.н., проф.[2]; Халюза Я.Д.[3]
[1,2,3]Національний університет «Одеська політехніка»
[1,2,3]Україна, Одеса.
[1]anastasiyatroinina@gmail.com; [2]iolnlen@te.net.ua; [3]16193586@stud.op.edu.ua

Анотація. *Постійне зростання обсягів інформації в мережі Інтернет зумовлює підвищення вимог до ефективності її транспортування. Глобальний характер розподілу користувачів створює проблему високих затримок доступу до віддалених ресурсів. У даному дослідженні здійснено огляд сучасних методів та практик оптимізації доставки контенту кінцевим користувачам, спрямованих на мінімізацію часу отримання інформації.*
Ключові слова: *доставка контенту; DNS; GeoDNS; мережі доставки контенту (CDN); оптимізація затримок; кешування контенту.*

Вступна частина. З кожним роком кількість користувачів мережі інтернет невпинно зростає. Все більше інформації, доступ до якої раніше вимагав фізичної присутності, переходить у цифровий формат: друковані книги та журнали замінюються електронними виданнями, телевізійні передачі – стрімінговими сервісами, відвідування кінотеатрів – переглядом фільмів онлайн, тощо. Розвиток різноманітних інтернет-платформ дозволяє кожній людині без значних затрат створювати власний контент і поширювати його по всьому світу, що призводить до безупинного зростання кількості передачі різноманітного контенту.

За такого попиту, перед веб-інженерами виникає проблема ефективної доставки контенту кінцевим споживачам. У цій роботі буде проведено огляд сучасних технологій і рішень, спрямованих на оптимізацію швидкості доставки цифрового контенту масовій аудиторії та забезпечення стабільної продуктивності незалежно від географічного розташування користувачів.

Метою дослідження є аналіз сучасних рішень, що забезпечують швидку й надійну доставку цифрового контенту масовій аудиторії. Основна увага буде приділятися на рішення, які працюють на рівні країн та континентів.

Основна частина. Прискорення доставки контенту інформаційних ресурсів на великі відстані реалізується кількома методами. Найпростішим і найбільш очевидним підходом є нарощування обчислювальних потужностей серверного обладнання та підвищення пропускної здатності каналів зв'язку зі споживачами. Такий підхід виявляється ефективним для сервісів з обмеженою кількістю користувачів, які географічно локалізовані поблизу фізичного розташування серверу. Однак за умов глобального розподілу аудиторії, коли користувачі знаходяться на різних континентах і в різних часових поясах, простого збільшення потужності центрального серверу стає недостатньо. Фізична відстань між сервером і віддаленими користувачами створює проблему високих мережевих затримок, зумовлених обмеженнями швидкості поширення сигналу та необхідністю проходження через численні проміжні маршрутизатори. У такому випадку необхідним стає застосування підходу географічної реплікації ресурсів у регіони фактичної присутності кінцевих користувачів, що дозволяє мінімізувати фізичну відстань між джерелом контенту та його споживачами [1].

Один з варіантів реплікації можна здійснити шляхом розгортання серверів у різних країнах з синхронізацією контенту між ними. Кожен сервер має унікальну IP-адресу, доступ до якої забезпечується через єдине доменне ім'я сервісу. Технологія GeoDNS [2] дозволяє приховати від користувача наявність множинних серверних копій, надаючи різні IP-адреси залежно від географічного розташування клієнта. Це забезпечує автоматичне перенаправлення запитів до регіонального сервера без необхідності зміни URL-адреси, що створює ілюзію єдиного глобального ресурсу при фактичному використанні розподіленої інфраструктури. Такий підхід також підвищує стійкість системи до відмов окремих вузлів, але разом з цим вимагає ретельного налаштування синхронізації та вирішення проблем узгодженості даних при одночасному оновленні контенту з кількох точок.

Іншим варіантом є використання мереж доставки контенту (CDN), які автоматизують процеси географічного розподілу [3]. CDN-провайдери забезпечують кешування контенту з оригінального сервера на власні edge-сервери, розташовані в різних регіонах. Кожен користувацький запит автоматично перенаправляється до найближчого edge-сервера, що значно скорочує затримки доставки. Перевагою цього підходу є відсутність необхідності розгортання власної інфраструктури та зниження навантаження на основний сервер. Обмеженням є можливість кешування лише статичного контенту – динамічні запити, що потребують обробки даних, передаються на оригінальний сервер. Інтеграція CDN здійснюється через зміну NS-записів домену на сервери провайдера, що забезпечує маршрутизацію всього трафіку через мережу CDN до досягнення основного серверу.

Вибір CDN-провайдера визначається географією покриття серверної інфраструктури та наявністю додаткового функціоналу: захист від DDoS-атак та ботів, оптимізація медіаконтенту через стиснення та адаптивну зміну якості передачі, інструменти логування та аналітики, механізми географічного блокування та контролю лімітів доступу та інші.

Висновки. У роботі проведено огляд методів мінімізації часу доставки контенту кінцевим користувачам. Розглянуто два основні підходи: технологію GeoDNS, що передбачає самостійне розгортання та реплікацію серверів у різних географічних регіонах з доступом через єдине доменне ім'я, та мережі доставки контенту, які автоматизують процес географічного розподілу через кешування статичного контенту на edge-серверах. CDN-рішення є ефективнішим завдяки відсутності необхідності власної інфраструктури, спрощеній конфігурації та наявності додаткових можливостей захисту і оптимізації ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Tanenbaum, A. S., & Van Steen, M. (2007). *Distributed systems: Principles and paradigms* (2nd ed.). Amsterdam, The Netherlands: Pearson Prentice Hall.

[2] Chase – All you need to know about GeoDNS. Clearwire. Retrieved October 30, 2025 from https://www.clearwire.ie/all-you-need-to-know-about-geodns/

[3] Robinson, D. (2017). *Content delivery networks: Fundamentals, design, and evolution.* USA: Wiley.

Troynina A. S., Ruvinskaya V. M., Khaliuza Y.D.

Analysis of solutions for rapid delivery of digital content to a mass audience

Abstract. *The constant growth of information volumes on the Internet leads to increased requirements for the efficiency of its transportation. The global nature of user distribution creates the problem of high delays in accessing remote resources. This study reviews current methods and practices for optimizing content delivery to end users, aimed at minimizing the time it takes to receive information.*

Keywords: *content delivery; DNS; GeoDNS; content delivery networks (CDN); latency optimization; content caching.*