

# ЭМУЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИДЕОХОСТИНГА В ПИРИНГОВЫХ СЕТЯХ

Быстрова В. А., Войтешенко И. С.

Факультет прикладной математики и информатики, Белорусского государственного университета  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: veronikabystrova94@gmail.com, voit@bsu.by

На основе использования протокола WebRTC и технологии WebTorrent было разработано приложение, реализующее видеохостинг для использования в федеративных сетях. Проведены эксперименты на шести серверах, запущенных в Docker контейнерах, для изучения распределения нагрузки между серверами.

## ВВЕДЕНИЕ

Пиринговые сети состоят из одноранговых узлов (peer, пир), каждый из которых является не только клиентом, но и выполняет функцию сервера [1]. Такие сети распределяют нагрузку между узлами, тем самым позволяя им предоставлять и потреблять ресурсы внутри сети без необходимости в централизованном сервере.

WebRTC (Web Real-Time Communication) – открытый стандарт и набор технологий, разработанных для обеспечения взаимодействия в реальном времени между браузерами.

WebTorrent – это библиотека на JavaScript, которая комбинирует возможности WebRTC и протокола BitTorrent для передачи данных между веб-браузерами [2].

Наш доклад посвящен проектированию, разработке и исследованию приложения для пиринговых сетей, являющегося функциональным аналогом платформы для видеостриминга PeerTube. PeerTube – это альтернативный сервис видеотрансляций, запущенный в 2018 году [3,4] и широко используемый в децентрализованных социальных сетях (федеративных сетях) [5].

На основе использования протокола WebRTC и технологии WebTorrent, было создано базовое приложение на NodeJS, которое умеет раздавать видео, скачивать видео по заданному хешу и запускать его в плеере.

## I. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Использовалось 6 серверов. Один из серверов выступал в роли владельца оригинального файла, а остальные 5 загружали и в дальнейшем распространяли видео. Дополнительно был задействован один сервер в качестве торрент-трекера. Сервера были запущены в Docker контейнерах с целью обеспечения изоляции и управления ресурсами. Использование контейнеров позволило эмулировать сетевые условия, избежать влияния факторов окружения на результаты эксперимента. Эксперимент проводился на одной операционной системе.

Цель экспериментов – выяснить, как пиринговая сеть распределяет нагрузку между серверами. Сеть тестировалась на видео длиной более

2 часов и размером около 7,5 Гб. В процессе подготовки к эксперименту (рис. 1), данное видео было загружено на первый сервер, который впоследствии инициировал его раздачу с помощью трекера. Полученные инфо-хешы были добавлены на основные пять серверов.

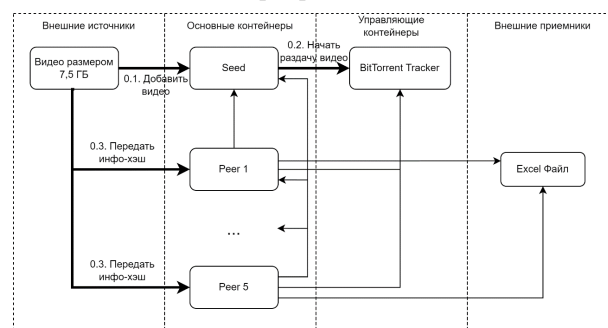


Рис. 1 – Схема взаимодействия на этапе подготовки к эксперименту

Для сбора результатов были использованы свойства торрент-файла, предоставляемые библиотекой WebTorrent. Они включают различные характеристики от имени файла и его инфо-хеша до скорости загрузки и массива всех скачанных фрагментов файла. Для сбора данных был установлен интервал в 1 секунду, в течение которого система регулярно собирала информацию о состоянии торрент-файла.

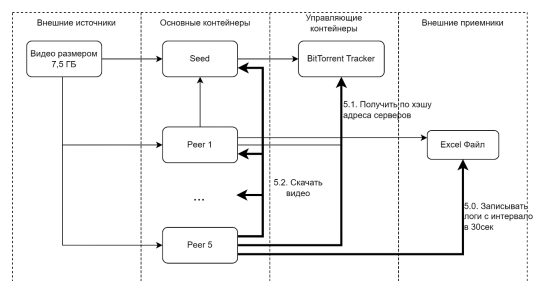


Рис. 2 – Схема взаимодействие серверов на момент скачивания видео пятым сервером

## II. РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные данные записывались в файл Excel с интервалом в 30 секунд с помощью библиотеки ExcelJS, которая позволяет создавать и заполнять электронные таблицы в требуемом

формате. Каждый лог содержал текущий момент времени, прогресс скачивания видео в процентах, скорость загрузки и скорость отдачи видео.

Каждый следующий сервер загружал видео только после завершения загрузки предыдущим сервером. Это позволяло обеспечить «чистоту» результатов, поскольку в определенный момент времени только один сервер активно скачивал видео, в то время как остальные функционировали в режиме раздачи этого видео. На рис. 2 показано взаимодействие серверов на момент скачивания видео пятым сервером.

График (рис. 3) демонстрирует скорость передачи видео первым сервером в зависимости от количества узлов, участвующих в раздаче. Проанализируем его. На начальном этапе видео раздается только одним сервером, который является источником оригинального видео, в то время как анализируемый сервер загружает его. Следовательно, при отсутствии иных потребителей отдача видео будет минимальной. Когда первый сервер завершает загрузку, а второй начинает раздачу, скорость передачи видео достигает своего максимума. По мере увеличения числа узлов, участвующих в раздаче видео, скорость передачи видео первым сервером уменьшается.

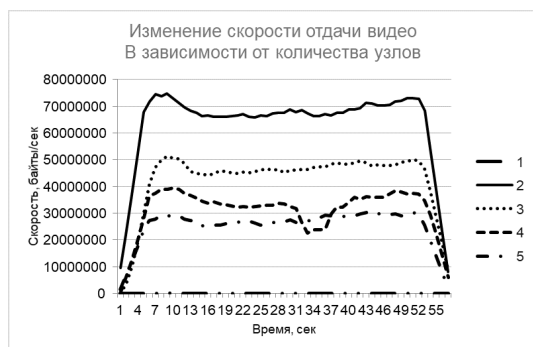


Рис. 3 – Изменение скорости отдачи видео в зависимости от количества узлов



Рис. 4 – Распределение нагрузки между серверами

График (рис.4) показывает, как распределяется нагрузка между серверами. Эксперимент проводился в момент загрузки видео пятым сервером, то есть 4 сервера участвуют в раздаче видео. Скорость передачи видео на протяжении всего

времени исследования была подвержена колебаниями, которые могут быть вызваны различными факторами, такие как текущая загруженность системы, стабильность интернет соединения и другие. Однако, при этом, графики скорости отдачи видео каждого сервера показывают сходство между собой.

Для проверки одного из преимуществ пиринговых сетей – их отказоустойчивости, был проведен следующий эксперимент: в процессе загрузки видео 5-ым сервером был отключен от раздачи первый сервер. На рис.5 изображены изменения скорости раздачи видео на каждом сервере в течение времени. Проанализируем полученные данные. После отключения первого сервера скорость передачи видео на остальных серверах оставалась на прежнем уровне в течение некоторого времени. Это связано с тем, что трекер не мгновенно обнаружил отключение сервера. Только через некоторое время трекер запросил статус отключенного сервера и не получил ответа. После этого наблюдалось постепенное увеличение скорости передачи видео на других серверах. В среднем скорость увеличилась на 10 Мбайт/сек. При этом нагрузка на сервера распределилась равномерно. Таким образом, можно сделать вывод, что сеть успешно справилась с отказом одного из узлов.

Разработанное в процессе выполнения данного исследования программное обеспечение, включающее приложение видео хостинга и макет федеративной социальной сети для его размещения, можно найти на [github.com](https://github.com) [6].

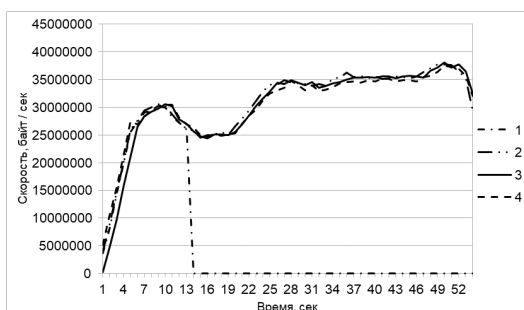


Рис. 5 – Изменение скорости передачи видео при отключении одного сервера

1. Peer-to-Peer Computing / Dejan S. Milojevic [и др.]. – HP Laboratories Palo Alto, 2003. – 51 p.
2. WebTorrent Documentation [Electronic resource]. – Mode of access: <https://webtorrent.io/docs>. – Date of access: 28.04.2024.
3. PeerTube Documentation [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.joinpeertube.org>
4. Peer-to-Peer доставка видео на базе WebRTC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/jugru/articles/693956/>
5. Fediverse [Electronic resource]. – Mode of access: <https://fediverse.party>
6. LemonTube [Electronic resource]. – Mode of access: <https://github.com/BystrovaV/LemonTube>