

## **РАЗРАБОТКА TCP-OVER-QUIC ТУННЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Архипов М.В.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – инженер Савков С.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

325406@edu.itmo.ru

### **Введение**

Мобильная связь и, в частности, мобильный интернет стали неотъемлемой частью жизни человека. При использовании мобильной связи в поездках на дальние расстояния пользователь неизбежно сталкивается с отсутствием связи на некоторых участках пути. В таких условиях обеспечение доступности информации играет важную роль.

Для передачи данных в компьютерных сетях используются два протокола транспортного уровня: TCP и UDP. Большая часть прикладных протоколов подразумевающих создание соединений, например HTTP, TLS, SSH, RDP, SMB используют TCP на транспортном уровне [1]. Однако в условиях с нестабильным соединением, когда неоднократно происходят нарушения связности компьютерной сети, TCP подвержен проблеме излишнего ожидания, проистекающей из механизма гарантированной доставки пакетов и экспоненциально растущего таймера ретрансмиссии.

Цель работы — повысить доступность информации, передаваемой по протоколу TCP, за счёт создания клиент-серверного программного модуля, инкапсулирующего трафик в QUIC-соединении.

### **Основная часть**

Для решения проблемы излишнего ожидания было решено использовать протокол QUIC. Данный протокол использует UDP на транспортном уровне и имеет собственный механизм ретрансмиссии [2]. Несмотря на то, что транспортная логика этого протокола схожа с механизмами TCP, в ней ограничена максимальная задержка между отправками пробных пакетов. Настроив максимальную задержку и максимальное время ожидания можно избавиться от проблемы излишнего ожидания.

Для реализации программного модуля был выбран язык Go. Модуль состоит из клиентской и серверной части. Клиентская часть принимает TCP-соединения, на каждый из них открывает поток в рамках QUIC-соединения с сервером. Серверная часть модуля принимает входящие потоки в рамках QUIC-соединения с клиентом, открывает исходящие TCP-соединения и передаёт данные.

Было проведено тестирование работы программного модуля. Был подготовлен стенд из двух виртуальных машин и одного маршрутизатора между ними. Одновременно по одному каналу связи открывались как прямое TCP-соединение, так и QUIC-соединение с помощью разработанного программного модуля. Нарушения связности сети моделировались за счёт изменения правил межсетевого экрана.

### **Выводы**

В результате тестирования программный модуль показал свою эффективность. Несмотря на то, что ухудшение доступности передаваемой информации при нарушении связности сети невозможно решить на сеансовом уровне, разработанное решение устранило проблему излишнего ожидания протокола TCP. В одинаковых условиях и продолжительности тестов через программный модуль было передано больше данных,

чем по прямым TCP-соединениям. Заявленная цель работы достигнута: доступность информации, передаваемой по протоколу TCP, была увеличена.

### Литература

1. Service Name and Transport Protocol Port Number Registry [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iana.org/assignments/service-names-port-numbers/service-names-port-numbers.xhtml> (дата обращения: 22.02.2026).
2. J. Iyengar, I. Swett QUIC Loss Detection and Congestion Control (RFC 9002). Los Angeles: Internet Engineering Task Force, 2021.

Архипов М.В.

Подпись

Савков С.В.

Подпись