



УДК 004.7:621.39

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Хаджиева Алтын Сердаровна

преподаватель

Губаева Патма Аллаберди кызы

студентка

Институт Телекоммуникаций и информатики Туркменистана, г. Ашхабад

Аннотация. В статье рассматривается эффективность адаптивных алгоритмов маршрутизации в многоканальных телекоммуникационных системах. Проведён сравнительный анализ статических и адаптивных методов на основе имитационного моделирования. Оценка выполнена по показателям задержки, потерь пакетов, загрузки каналов и пропускной способности. Результаты подтверждают преимущества адаптивной маршрутизации при переменной нагрузке сети.

Ключевые слова: многоканальная телекоммуникационная система, адаптивная маршрутизация, сетевой трафик, балансировка нагрузки, эффективность сети, QoS.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF ADAPTIVE ROUTING ALGORITHMS IN MULTI- CHANNEL TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Hajyeva Altyn Serdarovna

lecturer

Gubayeva Patma Allaberdi gyzy

student

Institute of Telecommunications and informatics of Turkmenistan, Ashgabat

Abstract. The paper examines the efficiency of adaptive routing algorithms in multi-channel telecommunication systems. A comparative analysis of static and adaptive methods was conducted using network simulation modeling. The evaluation was based on delay, packet loss, channel utilization, and overall throughput indicators. The results confirm the advantages of adaptive routing under variable network load conditions.

Keywords: multi-channel telecommunication system, adaptive routing, network traffic, load balancing, network efficiency, QoS.



Современные телекоммуникационные сети представляют собой сложные распределённые системы, обеспечивающие передачу разнородного трафика в режиме реального времени. Развитие облачных технологий, потоковых сервисов, дистанционного обучения и промышленного интернета вещей приводит к существенному увеличению объёмов передаваемых данных и повышению требований к качеству обслуживания пользователей.

Многоканальные телекоммуникационные системы характеризуются наличием нескольких параллельных каналов передачи информации между узлами сети. Такая архитектура позволяет повысить надёжность и пропускную способность, однако одновременно усложняет процессы управления потоками данных. В условиях неравномерного распределения нагрузки и динамического изменения топологии сети традиционные статические алгоритмы маршрутизации оказываются недостаточно гибкими [1].

Адаптивные алгоритмы маршрутизации ориентированы на анализ текущего состояния сети и автоматическую корректировку маршрутов передачи данных. Их применение позволяет минимизировать перегрузку каналов, сократить задержки и повысить устойчивость системы к отказам [2].

Целью настоящей работы является всесторонний анализ эффективности адаптивных алгоритмов маршрутизации в многоканальных телекоммуникационных системах.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести анализ существующих подходов к организации маршрутизации в телекоммуникационных сетях.
2. Разработать имитационную модель многоканальной сети.
3. Сравнить показатели функционирования сети при использовании статического и адаптивного алгоритмов маршрутизации.
4. Оценить влияние динамического перераспределения трафика на основные параметры качества обслуживания.

В работе использован метод имитационного моделирования, позволяющий воспроизвести функционирование многоканальной сети в условиях переменной нагрузки. Модель включала 15 узлов, соединённых альтернативными маршрутами передачи данных. Каждый узел выполнял функции коммутации и маршрутизации.

Трафик в модели формировался случайным образом с учётом различной интенсивности потоков. Рассматривались три режима работы сети:

- низкая загрузка (до 40%);
- средняя загрузка (40–70%);



- высокая загрузка (свыше 70%).

В рамках исследования сравнивались:

- статический алгоритм кратчайшего пути [3];
- динамический протокол маршрутизации OSPF [4];
- адаптивный алгоритм балансировки нагрузки с учётом текущей занятости каналов (авторская модель).

Оценка эффективности проводилась по следующим критериям:

- средняя задержка передачи пакетов;
- процент потерь пакетов;
- коэффициент использования каналов;
- устойчивость сети при перегрузке отдельных участков.

Анализ результатов выполнялся на основе статистической обработки полученных данных и сравнительной интерпретации показателей.

Результаты моделирования показали, что при низкой загрузке различия между алгоритмами носят незначительный характер. Все методы обеспечивают стабильную передачу данных при минимальных потерях.

При средней загрузке сети статический алгоритм демонстрирует увеличение средней задержки примерно на 15–18% по сравнению с адаптивным подходом. Наблюдается неравномерное распределение нагрузки: отдельные каналы оказываются перегруженными, в то время как альтернативные маршруты используются не полностью.

В условиях высокой загрузки различия становятся более выраженными. Статический алгоритм приводит к значительному росту задержек и потерь пакетов, что негативно отражается на качестве обслуживания. Протокол OSPF обеспечивает более гибкое управление маршрутами, однако сопровождается увеличением объёма служебного трафика.

Разработанный адаптивный алгоритм показал лучшие результаты: задержка снизилась на 20–25%, потери пакетов — на 12–16%, а нагрузка по каналам распределялась более равномерно, что повысило устойчивость сети.

Полученные результаты показывают, что эффективность маршрутизации зависит от способности алгоритма учитывать текущее состояние сети и перераспределять трафик по альтернативным маршрутам. Статические методы целесообразны лишь в условиях стабильной структуры и предсказуемой нагрузки, тогда как в динамичных инфокоммуникационных системах более высокую эффективность обеспечивают адаптивные алгоритмы.



Дополнительным преимуществом адаптивного подхода является повышение отказоустойчивости. В случае выхода из строя одного из каналов система автоматически перенаправляет трафик по альтернативным маршрутам, минимизируя время восстановления соединения.

Заключение

Проведённое исследование позволило установить, что адаптивные алгоритмы маршрутизации обладают существенными преимуществами по сравнению со статическими методами в многоканальных телекоммуникационных системах.

Основные выводы:

1. Адаптивная маршрутизация обеспечивает снижение средней задержки передачи данных при высокой нагрузке.
2. Уменьшается уровень потерь пакетов за счёт равномерного распределения трафика.
3. Повышается устойчивость сети к перегрузкам и отказам каналов.
4. Улучшаются показатели качества обслуживания пользователей.

Таким образом, внедрение адаптивных алгоритмов маршрутизации является перспективным направлением развития современных телекоммуникационных систем и способствует повышению их надёжности и производительности.

Список литературы:

1. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. — СПб.: Питер, 2016. (использовано во введении при анализе традиционных методов маршрутизации).
2. Кулагин В.П. Телекоммуникационные системы и сети. — М.: Горячая линия–Телеком, 2018. (использовано при обосновании применения адаптивных алгоритмов и в обсуждении результатов).
3. Dijkstra E.W. A note on two problems in connexion with graphs // Numerische Mathematik. — 1959. — Vol. 1. — P. 269–271. (использовано в разделе «Материалы и методы исследования» при описании статического алгоритма).
4. Moy J. OSPF Version 2. — RFC 2328, 1998. (использовано при сравнительном анализе динамической маршрутизации).