

## ОТЗЫВ

(ФИО) на автореферат

Гребенщиковой Александры Андреевны

на тему «Модели и методы прогнозирования сетевого трафика в гетерогенных сетях с учётом его статистических характеристик»,

по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Прогнозирование сетевого трафика, в особенности трафика гетерогенной сети пятого и последующих поколений, позволяет более эффективно управлять сетевой инфраструктурой и поддерживать высокое качество обслуживания. Статистические модели прогнозирования временных рядов обладают рядом преимуществ при работе с сетевым трафиком. Например, модель ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) — это эффективный метод, позволяющий предсказывать будущие значения ряда на основе предыдущих. В настоящее время такой подход может быть актуальным при работе с маломощными системами при прогнозе на несколько шагов вперед. Так же эффективным подходом при прогнозировании сетевого трафика могут выступать структурные модели с использованием нейронных сетей, особенно в случае необходимости выявления у сложных временных рядов скрытых на первый взгляд паттернов. Следует заметить, что разработка моделей и методов прогнозирования должна быть основана на детальном анализе временного ряда и учитывать особенности рассматриваемого типа сетевого трафика. В связи с этим, тема диссертационной работы, посвященной разработке моделей и методов прогнозирования сетевого трафика с учетом его неоднородной структуры для повышения точности прогнозирования разного типа трафика в гетерогенной сети, является, несомненно, актуальной.

В автореферате дано достаточно полное обоснование актуальности темы диссертационной работы, представлены основные преимущества статистических и структурных моделей прогнозирования временных рядов и на основе предоставленной информации разработаны методы прогноза неоднородного трафика гетерогенной сети пятого и последующих поколений. Сформулирована научная новизна и практическая ценность диссертации, позволяющая сделать

вывод о том, что решена новая задача, связанная с повышением точности прогнозирования сетевого трафика гетерогенной сети за счет аналитических методов и методов на основе искусственных нейронных сетей.

Вторая часть автореферата посвящена раскрытию содержания диссертационной работы по главам. Предложена модель ARIMA(1,5,4), которая обеспечивает уменьшение ошибки точности прогнозирования до 19%, что на 60% меньше чем с использованием исходной модели ARIMA(1,1,2). Так же исследована структура гибридной модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего с применением условной гетероскедастичности ARIMA-GARCH и разработан метод прогнозирования трафика реального времени в гетерогенных сетях пятого и последующих поколений с преобразованием Бокса-Кокса для краткосрочного прогноза. Показано, что модель прогнозирования ARIMA(1,2,2)-GARCH(2,0) обеспечила уменьшение ошибки точности прогнозирования на 8,5% при прогнозе на один шаг вперед и на 7,6% при прогнозе на два шага вперед. Для трафика трехмерной сети связи высокой плотности разработан метод прогнозирования с использованием искусственной нейронной сети типа LSTM (Long short-term memory), что позволяет повысить эффективность прогнозирования до 35 %. Отмеченные результаты отличаются научной новизной и имеют практическую ценность.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В тексте автореферата не уточняется в каком случае предпочтительнее использовать конкретные инструменты для оценки эффективности прогноза. Таким образом, хотелось бы увидеть более развернутый вывод по исследованию полученных результатов с одновременным применением таких оценок как RMSE (Root Mean Square Error), MAPE (mean absolute percentage error), MAE (mean absolute error).
2. При первом упоминании в структуре текста автореферата оценки RMSE отсутствует расшифровка аббревиатуры. (стр.9)
3. На странице 11 на рисунке 3 некорректно указан диапазон порядка разности  $d$ .

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. носят редакционный характер и не снижают научную ценность результатов. На основании вышеизложенного считаю, что, диссертационная работа «Модели и методы прогнозирования сетевого трафика в гетерогенных сетях с учётом его статистических характеристик» отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям и соответствует специальности 2.2.15. – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а Гребенщикова Александра Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

к.т.н., доцент кафедры ФТ  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
университет телекоммуникации и информатики

  
Р. З. Ибрагимов

« 6 » сентября 2024 года

Сведения об авторе отзыва

Ибрагимов Роман Захирович, к.т.н. по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций  
Доцент кафедры ФТ

Почтовый адрес:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

630102, Новосибирская область, г. Новосибирск, ул. Кирова, д. 86.

Телефон: +8 383 2698252

e-mail: ibragimov@sibsutis.ru

Личную подпись  
подтверждаю  
Вернувший  
кор. оригинал  
А. Э. Волженин

