

ОТЗЫВ

Кочетковой Ирины Андреевны
на автореферат диссертации Степанова Никиты Вячеславовича
на тему «Модели канала случайного множественного доступа для различных сценариев применения крупномасштабных сетей с низким энергопотреблением»,
представленную к защите в диссертационном совете 24.2.384.01 на базе
Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Диссертация Степанова Никиты Вячеславовича «Модели канала случайного множественного доступа для различных сценариев применения крупномасштабных сетей с низким энергопотреблением» посвящена решению важной научной задачи – математическом моделировании каналов случайного доступа в низкоэнергетических беспроводных сетях (LPWAN). При развертывании систем Интернета Вещей возникает специфическая проблема: требуется координировать работу тысяч устройств, конкурирующих за доступ к каналу передачи. Традиционные подходы, разработанные для классических телекоммуникационных систем, не обеспечивают необходимую эффективность в этих условиях. Вместе с тем существующие модели массового обслуживания охватывают разнообразие практических сценариев лишь частично. Работа Степанова Н.В. восполняет этот пробел в теории и методах анализа современных беспроводных технологий: LoRaWAN, NB-IoT, LTE-M и иных.

Ключевой вклад связан с разработкой двухэтапного алгоритма вычисления переходных вероятностей цепей Маркова. Практическое значение этого метода состоит в существенном снижении вычислительной сложности анализа систем случайного доступа – время расчетов сокращается в 24-60 раз в зависимости от параметров конкретной задачи. Достижение такого ускорения возможно благодаря разделению вычислений на две принципиально различные категории. Первая категория включает технологически-специфичные параметры, которые вычисляются однократно и затем переиспользуются при анализе различных режимов работы сети. Вторая категория охватывает динамические характеристики системы обслуживания, зависящие от интенсивности входного потока и других переменных параметров. Вследствие того что расчеты первой категории не повторяются при изменении условий нагрузки, достигается значительная экономия вычислительных ресурсов.

Это преимущество особенно ценно при необходимости анализа множества сценариев в рамках единой технологии. Инженер-проектировщик получает возможность быстро оценить влияние изменений параметров сети и динамических условий без затратных вычислений, что существенно повышает эффективность проектирования.

На практическом уровне диссертация представляет два значимых результата. Первый связан с максимизацией пропускной способности путем оптимального распределения ресурсов между этапом случайного доступа и этапом передачи данных. Исследования показывают, что надлежащее распределение временных интервалов между указанными этапами позволяет увеличить пропускную способность на 40% относительно равномерного распределения. Второй результат связан с минимизацией временной задержки в гетерогенных сетях, когда нагрузка распределяется между несколькими технологиями

(например, между NB-IoT и LTE-M). В типовых сценариях данный подход обеспечивает снижение средней задержки на 30%, что имеет решающее значение для приложений, чувствительных к времени отклика системы.

В качестве замечаний отмечу следующие:

1. В описании модели с отдельными этапами предполагается детерминированное обслуживание ровно w слотов. Интересно было бы добавить уточнение, как следует модифицировать модель распределения ресурсов в случае, когда время передачи данных случайно.
2. В третьем уравнении системы (10) указано: нижний предел суммирования $\min(0, i+j)$. Однако для неотрицательных i и j этот минимум всегда равен 0, что математически не имеет смысла. Предположительно, предусматривалось $\max(0, i-j)$.

Эти замечания носят уточняющий характер и не снижают общую положительную оценку работы.

Диссертация «Модели канала случайного множественного доступа для различных сценариев применения крупномасштабных сетей с низким энергопотреблением» является научно-квалификационной работой и соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в ред. от 16.10.2024), а ее автор Степанов Никита Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Кочеткова Ирина Андреевна, гражданка Российской Федерации, кандидат физико-математических наук (05.13.17 – Теоретические основы информатики), доцент, доцент кафедры теории вероятностей и кибербезопасности института компьютерных наук и телекоммуникаций факультета физико-математических и естественных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН), e-mail: kochetkova-ia@pfur.ru.

Кочеткова Ирина Андреевна

«20» ноября 2025 г.

Подпись Кочетковой И.А. заверяю

Заместитель декана по учебной работе
факультета физико-математических
и естественных наук РУДН

Королькова Анна Владиславовна

«20» ноября 2025 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)

Почтовый адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Тел.: +7 (499) 936-87-87. E-mail: rudn@rudn.ru. Сайт: <https://www.rudn.ru>