

Отзыв
на автореферат диссертации **Степанова Никиты Вячеславовича**
«Модели канала случайного множественного доступа для
различных сценариев применения крупномасштабных сетей с
низким энергопотреблением», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности **2.2.15 –**
«Системы, сети и устройства телекоммуникации»

Диссертация Н. В. Степанова посвящена весьма актуальной теме исследования одного из популярных сейчас классов сетей передачи данных – т.н. LPWAN. Это сети беспроводных телематических устройств, с низким энергопотреблением и при этом способных поддерживать связь на больших расстояниях. Они находят применение в таких областях, как индустриальная автоматизация предприятий, транспортная логистическая инфраструктура, услуги коммунальной сферы беспроводных счётчиков и датчиков системы «умного дома», системы управления загородных сельскохозяйственных систем, основанные на технологиях Интернета вещей (IoT) и работающие по принципу массовой межмашинной связи (mMTC). Такие системы должны выполнять ряд требований к абонентским устройствам, в частности: экономичная работа модуля связи, простота внедрения решений и работы алгоритмов протоколов приёма-передачи на больших расстояниях, отличная масштабируемость за счёт потенциально неограниченного числа устройств. При этом могут применяться технологии, использующие как лицензированный, так и безлицензированный диапазон частот. Такое разнообразие вариантов реализации сетей LPWAN влечёт проблему выбора конкретных технологий для решения конкретных задач, так как возникает

большое разнообразие зависящих друг от друга факторов. Исследование возможных решений для подбора необходимых параметров эффективной работы системы в разных сценариях, определенное соискателем как исследование применения случайного множественного доступа в этих сетях, (названных крупномасштабными сетями с низким энергопотреблением) представляется весьма актуальным.

В работе предложены модели канала случайного множественного доступа с двумя видами трафика, предложен метод уменьшения трудоёмких вычислительных затрат двухэтапной процедурой расчёта зависимостей характеристик системы от параметров входного потока с использованием аппарата Марковских цепей. Впервые сформулирована модель и предложен метод максимизации скорости передачи за счёт распределения частотно-временного ресурса между этапом случайного доступа и этапом передачи данных. Впервые предложена и сформулирована модель и метод минимизации средней задержки за счёт распределения абонентских устройств для случая, когда в одной сети используются разные технологии. Введена модель, описывающая сценарий перемещения объекта, состоящего из группы устройств, и отличающаяся от ранее известных моделей тем, что зоны действия базовых станций не перекрываются. Впервые сформулирована и решена оптимизационная минимаксная задача для назначения параметров абонентским устройствам в высокоплотных сетях, построенных по технологии LoRaWAN.

Результаты выполненной соискателем работы, достоверность которых подтверждена проведенным компьютерным моделированием, натурными экспериментами и сопоставлением с ранее известными результатами, опубликованы в 17 печатных изданиях, 4 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 2 — в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 9 — в сборниках докладов международных конференций, индексируемых Web of Science и Scopus, 1 —

в тезисах докладов, индексируемых РИНЦ. По теме исследования получено 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Существенных замечаний к автореферату у автора отзыва нет, в качестве незначительных замечаний можно отметить следующее:

1. В автореферате на стр. 12, когда речь идёт о кадрах, слотах под передачу данных и отсчётах для этапа множественного доступа, кроме словесного описания не помешала бы графическая иллюстрация в частотно-временных координатах структуры кадра, с использованием введённых обозначений. Было бы понятней.
2. На стр. 5 автореферата формулируется одна из задач диссертационного исследования (задача номер 5): "Изучить влияние среднего времени нахождения объекта вне зоны действия базовых станций на среднюю задержку передачи сообщений". Для полноты картины в автореферате при описании раздела 3 диссертации, где указанная задача решается, можно было пару слов сказать и о влиянии на среднюю задержку передачи сообщений среднего времени нахождения объекта в зоне базовых станций (например, что она существенно не влияет на рассматриваемый параметр – не всем это может быть очевидно).

Приведенные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. В целом содержание автореферата позволяет утверждать, что диссертация Н. В. Степанова представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеет научную и практическую ценность, позволяет использовать полученные результаты при проектировании крупномасштабных сетей с низким энергопотреблением, соответствует пунктам 1, 2, 7 и 8 паспорта научной специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Никита Вячеславович Степанов**, заслуживает

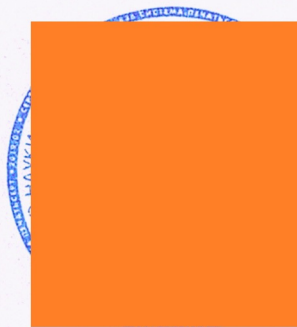
присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Профессор кафедры информационных
систем и технологий федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Самарский национальный
исследовательский университет имени
академика С.П. Королева»,
доктор технических наук, профессор
«27» 11 2025г.

 А.Ю. Привалов

Привалов Александр Юрьевич

443086, г.Самара, Московское шоссе, д.34, Телефон: +7 (846) 332-56-07



Подпись <u>Привалова А.Ю.</u> удостоверяю.
Начальник отдела сопровождения деятельности
ученых советов Самарского университета
 Бояркина У.В.
« <u>27</u> » <u>ноября</u> 20 <u>25</u> г.