

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алзагир Аббас Али Хасана

«ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ТРАФИКА ДЛЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЕГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Наиболее современные и интенсивно развивающиеся телекоммуникационные технологии базируются на концепции интегрированных сетей связи Космос – Воздух – Земля – Море, предполагающей, в том числе использование узлов сети расположенных на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), что позволяет существенно повысить пропускную способность сети и качество обслуживания передаваемого через неё трафика. Учитывая изложенные обстоятельства все исследования в этой области чрезвычайно актуальны. Поскольку представленная диссертационная работа посвящена исследованиям в данной области, актуальность её темы не вызывает сомнений.

К основным результатам, полученным в диссертационной работе, можно отнести следующее:

1. Разработана модель трафика, в которой к трафику Интернета Вещей и трафику Тактильного Интернета добавляется трафик дополненной реальности. При этом установлено, что вероятность потерь пакетов для трафика AR больше, чем для трафика IoT и меньше, чем для трафика TI, а входящий агрегированный поток трафика IoT, TI и AR является самоподобным с параметром Херста  $H=0,7$ .
2. Разработан метод построения кластерной сети с использованием БПЛА и технологий программно-конфигурируемых сетей. При этом элементы программно-конфигурируемых сетей полностью реализованы на БПЛА: уровень передачи данных реализован на группах БПЛА, объединенных в кластеры и выполняющих функции коммутаторов сети SDN, а уровень управления реализован на отдельных привязных БПЛА, выполняющих функции контроллеров сети SDN. Разработанный алгоритм кластеризации на основе метода k-средних позволяет найти рациональные координаты для размещения контроллеров, отличающиеся от исходных на величину до 100м в квадрате 1км на 1км.

По материалу автореферата имеются следующие замечания:

1. Судя по содержанию автореферата, автор работы уделил повышенное внимание анализу времени доставки и вероятности потерь пакетов информации в программно-кофигурируемых сетях с использованием БПЛА, в то время как вариация задержки пакетов проанализирована им не в полной мере.



2. В работе не рассмотрено влияние характеристик надежности сетевого оборудования на показатели качества обслуживания передаваемого трафика.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными и не снижают ценности полученных автором результатов. Судя по автореферату, диссертация «ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ТРАФИКА ДЛЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЕГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БПЛА» является законченной научно-квалификационной работой, в которой присутствуют научная новизна и практическая ценность. Считаю, что работа соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемых к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Алзагир Аббас Али Хасан, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Отзыв составил:**

Главный специалист, зам. Главного конструктора  
ПАО «ЦНПО «Ленинец», доктор технических наук,  
старший научный сотрудник



Никульский Игорь Евгеньевич

Подпись И.Е. Никульского заверяю: Начальник отдела кадров  
ПАО «ЦНПО «Ленинец»



Ундриц Е.В.

« 18 » мая 2023

**Сведения об организации:**

Наименование: Публичное акционерное общество «Центральное научно-производственное объединение «Ленинец». Юридический адрес: 196066, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр. д. 212 Тел. (812) 6109848, адрес сайта: [www.pro-leninetz.ru](http://www.pro-leninetz.ru). Сведения об авторе отзыва: Никульский Игорь Евгеньевич, гражданство – Российская Федерация, место работы: С-Петербург, ПАО «ЦНПО «Ленинец», НИО 130, главный специалист отдела 133, зам. главного конструктора, ученая степень – доктор технических наук, диссертация защищена по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, ученое звание – старший научный сотрудник, телефон +7 (911) 2964575, e-mail: [nikulskiji@mail.ru](mailto:nikulskiji@mail.ru).