

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Волкова Артёма Николаевича «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

В настоящее время наиболее важными и актуальными направлениями развития инфотелекоммуникаций являются сети Интернета Вещей, сети Тактильного Интернета, сети с ультрамалыми задержками, которые на основе туманных вычислений обеспечивают реализацию новейшей и актуальнейшей услуги – телеприсутствия, реализуемой в сетях связи пятого и шестого поколений. В данном контексте особую актуальность приобретают исследования в области моделирования и исследования этих важнейших современных технологий.

Поскольку, судя по автореферату, представленная диссертационная работа посвящена решению именно этих вопросов, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

**Научная новизна** представленной работы определяется следующими основными положениями.

1. Разработана новая архитектура сетей связи, отличающаяся от известных тем, что все услуги связи предоставляются на основе туманных вычислений, образующих туманности для динамического распределения ресурсов сети, что позволяет уменьшить долю трафика поступающего в ядро сети на 20%.

2. Разработаны модель и метод построения сетей связи общего пользования, отличающиеся от известных тем, что с целью предоставления услуг телеприсутствия в сельской местности и труднодоступных районах предложено использовать для предоставления услуг распределенные оркестраторы совместно с туманными вычислениями и динамическую кластеризацию для обеспечения максимальной стабильности кластера без необходимости миграции микросервисов.

3. Разработаны модель и метод функционирования сети, отличающиеся от известных использованием бессерверной архитектуры для миграции групп типовых микросервисов при применении метаэвристического алгоритма стаи серых для определения группы устройств, на которую будет мигрировать группа контейнеров с микросервисами, что позволяет как определить группу устройств, а не единичное устройство, так и уменьшить время принятия решения о миграции в десятки раз по сравнению с известным метаэвристическим алгоритмом роя частиц.

4. Разработан метод миграции микросервисов, на основе согласованного на международном уровне нового протокола маршрутизации в среде динамических туманных вычислений, отличающийся от известных тем, что этот метод обеспечивает взаимодействие устройств туманных вычислений для миграции микросервисов, при этом позволяет достичь снижения потребляемой энергии устройствами туманных вычислений на 41% и уменьшить долю потерянных пакетов в среднем до 34%.

5. Разработаны модель данных для датчиков и актуаторов, а также метод передачи этих данных, отличающиеся от известных тем, что данные формируются с использованием костюма телеприсутствия и передаются в объекты мультивселенных (цифровые и/или физические аватары), что позволяет обеспечить минимизацию суммарных издержек на ошибки квантования и задержку передачи данных.

Судя по автореферату, результаты теоретических и экспериментальных исследований получены автором самостоятельно.

Диссертационная работа производит положительное впечатление так как, судя по содержанию автореферата, в ней сочетаются с одной стороны целостность, особая актуальность и новизна основного материала, с другой стороны – глубина и обширность проведенного исследования, в котором автор проявил совершенные навыки приложения математического аппарата, а также новейших аналитических и имитационных методов исследования.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Автор работы уделил повышенное внимание оценке задержки и коэффициента потерь пакетов при миграции микросервисов, вместе с этим, судя по автореферату, в работе не в полной мере проводится исследование зависимостей задержки и потерь от нагрузки на рассматриваемый кластер сети, что несколько сужает представления о протекающих в сети процессах.

2. При оценке ошибки передачи сигнала от датчиков костюма телеприсутствия (КТП) к актуаторам (выражение (6.1)), предполагается, что все рассматриваемые узлы имеют абсолютную надежность, в то время как в реальных системах коэффициент готовности оборудования всегда меньше единицы.

3. В тексте автореферата на С.3, С.22, С.30 имеются незначительные стилистические шероховатости.

Отмеченные недостатки не снижают ценности полученных в работе результатов.

Диссертация Волкова Артёма Николаевича «Разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия» является законченной научно-квалификационной работой, в которой разрешена крупная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение для отрасли связи, а именно – разработка и исследование комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и предоставления услуг телеприсутствия.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Волков Артём Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора 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»

 Приходько Е.А.

« 29 » октября 2024



**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.npo-leninetz.ru](http://www.npo-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) .