

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Волкова Артёма Николаевича на тему «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

Стремительное технологическое развитие современных и перспективных сетей связи на основе туманных вычислений обусловлено появлением новых услуг. Этому в большой степени способствовали концепции Интернета вещей и Тактильного Интернета, породившие соответственно сети связи высокой и сверх высокой плотности и сети связи с ультрамалыми задержками. Услуги телеприсутствия относятся к той категории сервисов и приложений, полноценная реализация которых требует перехода к сетям пятого и последующих поколений. Обозначенные в автореферате объект, предмет и цель исследования, посвященные сети связи на основе туманных вычислений и предоставлению услуг телеприсутствия в метавселенной, в том числе при использовании костюмов телеприсутствия при переходе к сетям пятого и последующих поколений, представляются весьма актуальными.

Судя по автореферату, диссертация содержит следующие *результаты, обладающие научной новизной*:

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 предоставле-

ния 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.

Теоретическая значимость работы состоит, прежде всего, в разработке и исследовании комплекса моделей и методов построения сетей связи на основе туманных вычислений и миграции микросервисов для обеспечения возможности повсеместной реализации на сети Российской Федерации услуг телеприсутствия.

Практическая ценность работы состоит в создании научно-обоснованных рекомендаций по созданию сетей связи на основе туманных вычислений для предоставления услуг телеприсутствия, что реализуется как в методике планирования сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», так и в международных стандартах (ре-

комендациях) сектора стандартизации электросвязи Международного Союза Электросвязи.

Материалы диссертационного исследования в полном объеме отражены в публикациях автора и прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях. Материалы работы изложены в 64 публикациях, в том числе: в 11 работах, опубликованных в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России; 19 работах в изданиях, включенных в международные базы цитирования; 2 отчетах о НИР; 32 работах в других научных изданиях и материалах конференций.

По автореферату имеются *следующие замечания*:

1. В первом положении автор говорит о «новой архитектуре сетей для предоставления услуг связи, в том числе услуг телеприсутствия, на основе туманных вычислений, образующих туманности для динамического распределения ресурсов сети, что позволяет уменьшить долю трафика, поступающего в ядро сети на 20%». Судя по автореферату, данная оценка может быть получена при целом ряде допущений и лишь в некоторых сценариях, что отсутствует в формулировке самого положения.

2. В описании содержания 3-й главы автор на рисунке 9 приводит известные функции распределения. Взаимосвязь этих графиков с графиками на рисунке 10 из автореферата неочевидна и не позволяет полностью проследить логику и последовательность перехода к понятию стабильности кластера, которая фигурирует во втором положении. Остались непонятными условия получения собственно гистограмм и их взаимосвязь с плоскостным и/или пространственным сетевым сценарием.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными и не снижают ценности полученных автором результатов. Судя по автореферату, диссертация «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 присутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Считаю, что работа соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Волков Артём Николаевич, заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заведующий кафедрой «Сети связи
и системы коммутации», д.т.н.,
профессор



Степанов
Сергей Николаевич

10.12.2024



Подпись Степанова С.Н. удостоверяю

М. Степанов  *Кемендров*



Организация: Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». Почтовый адрес: 111024, г. Москва, Авиамоторная ул., 8а
Тел.: (495) 957-77-31
E-mail: mtuci@mtuci.ru