

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Мутханна Аммар Салех Али

на диссертацию Аль-Кереа Захраа Ахмед Хуссейн «Исследование и разработка методов построения сетей связи с распределенным искусственным интеллектом для поддержки услуг телеприсутствия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

В сетях ИМТ-2030 иммерсивная связь определена как один из ключевых сценариев использования сетей шестого поколения наряду со сверхнадёжной связью с малой задержкой, повсеместной связью, интеграцией искусственного интеллекта и связи, а также интеграцией зондирования и связи. В отличие от традиционных мультимедийных сервисов, иммерсивная связь направлена на обеспечение насыщенных контекстом интерактивных взаимодействий. Пользователи больше не обмениваются только двухмерными аудио- и видеопотоками. Они также взаимодействуют с цифровыми сущностями, виртуальными пространствами, трёхмерным визуальным контентом и цифровыми копиями физических сред. Таким образом, такие услуги, как аватары, телеприсутствие, голографическая связь, расширенная реальность и цифровые двойники, являются характерными примерами этого класса приложений. Исследования также показывают, что иммерсивные сервисы в сетях 6G предъявляют жёсткие требования к скорости передачи данных, задержке, надёжности и синхронизации множества потоков.

Создание моделей и методов адаптивного управления ресурсами и классификации трафика в распределенной инфраструктуре граничных и туманных вычислений на основе искусственного интеллекта позволяют обеспечить устойчивое функционирование сети и гарантированное качество обслуживания для существующих и перспективных услуг телеприсутствия. Такая инфраструктура, основанная на гибридных моделях принятия решений, может обеспечить доступность цифровых сервисов в условиях высокой неопределенности, ограниченной пропускной способности каналов связи и вычислительных ресурсов граничных устройств, а также при перегрузке стационарной инфраструктуры. Более того, ряд перспективных услуг

требует интеллектуальной обработки данных непосредственно на границе сети. Например, одним из перспективных направлений является предоставление услуг телеприсутствия высокого качества, что требует устойчивой классификации трафика и оркестрации сервисов без зависимости от облачных центров обработки данных и больших размеченных датасетов, характерных для методов глубокого обучения.

Таким образом, внедряя больше технологий как сетевых, так и вычислительных, необходимо пересмотреть принципы управления сетями. Учитывая те возможности, которые были изначально заложены в граничные вычисления, миграция сервисов и системы оркестрации вычислительных структур, необходимо их реализовывать. Новые услуги телеприсутствия диктуют новые требования к оперативности принимаемых решений по обеспечению качества обслуживания.

Именно за счет применения технологии искусственного интеллекта на границе сети для реализации услуг телеприсутствия в сетях связи шестого поколения решает в своей диссертационной работе Аль-Кереа Захраа Ахмед Хуссейн. Для обеспечения требуемого качества обслуживания требуется разработка новых методов в сетях связи шестого поколения и Аль-Кереа Захраа Ахмед Хуссейн предлагает для этого оригинальное решение. С учетом изложенного, тема диссертации Аль-Кереа Захраа Ахмед Хуссейн является актуальной.

Научная новизна результатов, полученных в работе, состоит в следующем:

1. В отличие от существующих методов, гибридная модель на основе оптимизации роя частиц и генетических методов позволяет снизить энергопотребление на 75% и задержки 50%, что делает ее эффективной для сервисов, требующих малой задержки и высокой энергоэффективности.

2. Предложен адаптивный механизм, отличающийся тем, что используется динамически изменяемый порог принятия решений, который в реальном времени определяет оптимальный выбор узла обработки (MEC или INC) на основе комплексного учета нагрузки, задержки и вычислительной сложности задач. Механизм обеспечивает эффективный баланс между вычислительными ресурсами и сетевыми задержками, повышая общую производительность и энергоэффективность системы по сравнению с существующими подходами.

3. Предложен новый способ снижения сетевой задержки, отличающиеся тем, что используется комбинированный метод SMRA и MEC.

Теоретическая значимость исследования состоит в:

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в том, что полученные результаты расширяют представления об оптимизации гибридных моделей для распределения ресурсов в сетях связи пятого и шестого поколения с использованием распределённого интеллекта и граничных вычислений. Для систем пятого и последующих поколений предложены гибридные методы выгрузки задач. Для распределенных систем реального времени предложены модели принятия решений. Полученные результаты развивают методы оптимизации распределения вычислительных ресурсов в сетях граничных вычислений. Предложенные подходы направлены на оптимизацию размещения граничных узлов, балансировку энергопотребления вычислительных ресурсов и совершенствование моделей оценки задержки при обработке задач в сетях пятого и последующих поколений.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанная модель может быть использована при проектировании и оптимизации сетевой инфраструктуры для поддержки сервисов телеприсутствия, а также в приложениях умных городов (Citiverse), и дистанционного здравоохранения, требующих высокой энергоэффективности и малых задержек передачи данных. Также могут быть использованы для чтение лекций и проведение практических занятий по курсам «Интернет вещей и самоорганизующиеся сети», «Современные проблемы науки в области инфокоммуникаций», «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Разработанный метод SMRA+MEC может быть использован операторами мобильной связи при планировании развертывания и управлении инфраструктурой мобильных граничных вычислений (MEC), обеспечивая снижение задержек и повышение качества обслуживания для услуг телеприсутствия.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами натурного и имитационного моделирования, а также публикации и выступления, как и на российских, так и на международных научных конференциях.

Всего по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них 3 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, 6 статей в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных SCOPUS и WoS, 8 статей в журналах и сборниках конференций, включенных в РИНЦ.

Диссертационная работа Аль-Кереа Захраа Ахмед Хуссейн «Исследование и разработка методов построения сетей связи с распределенным искусственным интеллектом для поддержки услуг телеприсутствия» является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций по пунктам 2, 4, 9, 10, 12.

Диссертация отвечает критериям, изложенным в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842. Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Научный руководитель,
профессор кафедры сети связи и передачи данных СПбГУТ,
доктор технических наук, доцент

06 мая 2026 года



Мутханна Аммар Салех Али

Подпись (-и) руки Мутханна Аммар Салех Али
Салех Али _____ заверяю

 деления персоналом
 /А.Д. Смородинцева / _____.20__ г.

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)

Юридический адрес: наб. р. Мойки, д. 61, литера А, Санкт-Петербург, 191186

Почтовый адрес: пр. Большевиков, д. 22, корп. 1, Санкт-Петербург, 193232

Тел.: (812) 3263156, факс (812) 3263159, e-mail: rector@sut.ru, web-сайт: www.sut.ru