

В диссертационный совет 55.2.004.01,
СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, корп. 1

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Мутханна Аммар Салех Али** на тему: «Разработка и исследование комплекса моделей и методов интеграции граничных вычислений в сетях связи пятого и шестого поколений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Диссертационная работа Мутханна Аммар Салех Али посвящена решению проблем сетей связи пятого и последующих поколений. Для последовательного решения поставленных в работе задач автором проведен анализ существующего положения в области исследования сетей связи пятого и последующих поколений, роли и места граничных и/или туманных вычислений, а также сетей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), программноконфигурируемых сетей SDN (Software Defined Networks), сетей взаимодействия устройство-устройство D2D (Device-to-Device), сетей автомобильного транспорта VANET (Vehicular Ad Hoc Networks), беспилотных автомобилей, Интернета Вещей в развитии сетей и систем связи. На основании полученных данных разработаны методы и рекомендации, которые можно отнести к основным значимым результатам работы, а именно:

1. Метод построения мультиконтроллерной сети, основанный на интегральном решении задач по размещению контроллеров в мультиконтроллерных сетях, базирующийся на метаэвристическом алгоритме

вследствие сложности решаемых задач, и алгоритме балансировки нагрузки, позволяющий обеспечить наилучшее использование ресурсов контроллеров в таких сетях.

2. Модифицированный алгоритм хаотического роя сальп для использования в иерархических кластерных сетях clus-CSSA, позволяющий уменьшить долю отказов в обслуживании со стороны контроллера и увеличить общее использование системы во всем диапазоне изменения задержки от 1 мс до 10 мс по сравнению как с широко известными метаэвристическими алгоритмами роя частиц PSO (Particle Swarm Optimization) и серого волка GWO (Grey Wolf Optimization), так и с предыдущей версией хаотического алгоритма роя сальп CSSA (Chaotic Salp Swarm Algorithm).

3. Модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности, в котором процедура выгрузки трафика является трехуровневой, причем на оконечных устройствах используется программный профилировщик, определяющий сложность вычисляемой задачи, а по результатам его работы механизм принятия решения определяет необходимость выгрузки трафика. Кроме того, на втором уровне процедуры выгрузки трафика сервер БПЛА, на который выгружается трафик, может принять решение в условиях недостаточного объема ресурсов выгрузить трафик на сервер другого БПЛА. При этом результаты моделирования доказали, что обеспечиваются уменьшение задержки до более, чем в 2 раза по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений и на 30-40 % по сравнению с сетью с использованием только наземных граничных вычислений. Кроме того, использование оптимизации на основе метаэвристического хаотического роя сальп дает дополнительный выигрыш около 10 % по сравнению с использованием неоптимизированного алгоритма.

4. Модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности обеспечивающий уменьшение энергопотребления до 2 раз и более по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений. Кроме того, использование оптимизации на основе метаэвристического хаотического роя сальп дает дополнительный выигрыш в 5-10% по сравнению с использованием неоптимизированного алгоритма.

5. Модель и метод интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности обеспечивающий уменьшение доли заблокированных задач по выгрузке трафика в десятки раз по сравнению с сетью без использования технологий граничных вычислений, в разы по сравнению с сетью с использованием только наземных граничных вычислений. Кроме того, определены зависимости значений задержки, энергопотребления и доли заблокированных задач по выгрузке трафика от плотности сети.

6. Метод построения сети с интеграцией технологий MEC, SDN и D2D для поддержки приложений беспилотных автомобилей и алгоритм кластеризации на основе взаимодействий D2D для транспортных средств в непокрытых зонах и для выгрузки трафика сети в регионах с интенсивным движением, дающий 74 % прироста производительности системы в терминах вероятности блокировки задач.

7. Метод прогнозирования на основе CNN – LTP-CNN, который предсказывает трафик сети IoT по информации о состоянии сети за предыдущий интервал времени, реализующийся на туманных узлах, которые представляют собой основную часть сетей IoT/5G позволяет предсказывать трафик сети IoT с точностью около 90 %.

8. Метод размещения SDN-контроллеров в мультиконтроллерных сетях, который предусматривает размещение контроллеров на мобильных узлах сетей VANET, например, автобусах, для обеспечения связи в плотных и сверхплотных сетях 6G и взаимодействия с туманной средой устройств сети, позволяет уменьшить задержку на 60% по сравнению с традиционными моделями граничных вычислений, а также снизить потребляемую энергию на 72 % по сравнению с методом Fog-MEC.

Несомненно, в качестве достоинства работы стоит отметить ее практическую ценность, заключающуюся в возможности использования предложенных методов в сетях связи следующих поколений.

В качестве замечаний по автореферату можно указать следующие:

1. На рисунках 2 (b) и 3 (b) отсутствуют подписи на осях абсцисс и ординат.

2. Из рисунков 5, 6 неясно, в чем измеряется пороговое время отклика.

3. При описании модели и метода интеграции граничных вычислений в структуру сети «воздух-земля» для сетей Интернета Вещей высокой и сверхвысокой плотности в автореферате не поясняется, как выбиралось число конечных устройств при сравнении среднего энергопотребления для различных типов приложений.

4. При оформлении блок-схемы рисунка 8 выбран довольно мелкий шрифт, что несколько усложняет прочтение.

Приведенные выше замечания не влияют на положительную оценку работы и ее ценность. Содержание автореферата и перечень опубликованных работ говорят о том, что диссертационная работа является завершенным исследованием и соответствует специальности 2.2.15. Представленный

автореферат соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор **Мутханна Аммар Салех Али** заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Профессор кафедры ИБМ-2 «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор

 Тихвинский Валерий Олегович

Контактные данные МГТУ им. Н.Э. Баумана:

Адрес: 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 7, ауд. 520

Тел.: +7 (499) 267-17-23, +7 (499) 267-17-38

Эл. почта: vtniir@mail.ru

«Подпись подтверждаю (заверяю)»

 
18.11.2013

ГОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИМА. Н. Э. БАУМАНА»
60-48