

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу PhD докторанта Мухамеджановой Альмиры Далелханкызы на тему «Моделирование и анализ трафика технологий межмашинного взаимодействия и Интернета Вещей (M2M/IoT)», представленную к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

В Казахстане, как и во всем мире, расширяется область применения M2M-соединений, позволяющих устройствам обмениваться информацией без участия человека. Данные технологии предоставили возможность удаленно регистрировать показания счетчиков воды, газа и электроэнергии. Внедряются автоматические системы контроля и учета на транспорте, в горнодобывающей отрасли, в телемедицине. Разрабатываются электроэнергетические сети Smart Grid, построенные по принципу M2M/IoT, использующие информационно-коммуникационные технологии для управления процессами генерации, передачи, распределения и потребления электроэнергии, с целью обеспечения экономической эффективности, малых потерь, высокого уровня качества, безопасности и надёжности электросети.

Результаты ряда исследований, проведенных с начала 90-х годов прошлого века по настоящее время, указывают на недостаточную корректность описания сетевого пакетного трафика традиционными моделями, предполагающими его пуассоновский характер. Трафик M2M/IoT оказывает существенное влияние на качество обслуживания в мобильных сетях связи и на процессы их эксплуатации. Особенности трафика и его характеристики необходимо учитывать при определении параметров сетей связи, при их проектировании и эксплуатации. Для решения перечисленных задач необходимо использование математической модели M2M/IoT трафика, разработке которой посвящена диссертационная работа.

В связи с вышеизложенным тема научных исследований Мухамеджановой А.Д. является весьма актуальной.

Диссертационная работа Мухамеджановой А.Д. имеет определенную теоретическую ценность результатов исследований, состоящую в том, что они могут быть использованы для:

- разработки моделей и алгоритмов определения качества обслуживания сетевого трафика M2M/IoT в сетях связи нового поколения 4G и 5G;
- анализа и проектирования сетевых технологий, призванных повысить уровень качества обслуживания;
- оценки влияния стремительного роста сетевого трафика M2M/IoT на качество обслуживания других потоков трафика в сетях связи.

Практическая ценность результатов исследований состоит в том, что результаты исследований могут способствовать:

1. Разработанная имитационная модель сетевого трафика M2M/IoT может быть применена на стадии проектирования сетей межмашинного взаимодействия и Интернета Вещей.

2. Предсказание значений трафика на предстоящие периоды времени даст возможность операторам телекоммуникаций своевременно принимать управленческие решения по выделению ресурсов, необходимых для обслуживания поступающего трафика.

3. Результаты экспериментальных исследований сетевого трафика могут быть использованы для:

- a) оценки показателей качества обслуживания трафика;
- b) оценки необходимой пропускной способности и размеров буферов сетевых устройств, обслуживающих трафик.

Практическая значимость подтверждена их использованием на производстве и в учебном процессе подготовки магистров по данному направлению образовательной программы (внедрены в ТОО «Uni Grand Engineering» и Алматинском университете энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева), получено авторское свидетельство РК «Определение оптимального объема буферной памяти для сервера сети» №31349 от 22.12.2022г.

При разработке математических моделей и методов анализа трафика M2M/IoT показано эффективное использование программного пакета Simulink в системе Matlab.

В диссертационной работе Мухамеджановой А. Д. предложен комплекс мер: разработана имитационная модель агрегированного M2M/IoT трафика, поступающего на сетевой сервер, представленный как самоподобный с использованием распределения Парето, разработанная в системе Matlab, модель прогнозирования M2M/IoT трафика, при использовании которой был получен наиболее точный прогноз, методика расчета характеристик обслуживания M2M/IoT трафика в сетевом сервере, представленном как система массового обслуживания с ограниченной длиной очереди, с использованием имитационной модели, методика определения размера буфера сетевого сервера, на который поступает трафик M2M/IoT, в зависимости от объема и степени самоподобия поступающего трафика, с использованием имитационной модели.

Полученные в диссертации результаты исследований позволяют решить научную проблему, имеющую важное значение, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие более высокого качества передачи данных, в частности сокращения временных задержек и снижения вероятности потерь пакетов в сети M2M/IoT.

Все полученные научные результаты характеризуются различной степенью новизны и подтверждены публикациями, опубликовано 16 научных работ, в том числе 7 публикаций в журналах КОКСОН МНВО РК, 6 публикаций в материалах международных конференций, 3 статьи в базе Scopus. Получено авторское свидетельство РК «Определение оптимального объема буферной памяти для сервера сети» №31349 от 22.12.2022г.

В период выполнения научных исследований докторант

Мухамеджанова А. Д. проявила себя как ответственный и честный исследователь, способный проводить научный анализ поставленных задач. Она выполнила все задачи в соответствии с индивидуальным планом, успешно освоила теоретический курс докторантуры. Полученные в диссертационной работе результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Мухамеджановой Альмиры Далелханкызы на тему «Моделирование и анализ трафика технологий межмашинного взаимодействия и Интернета Вещей (M2M/IoT)» является полностью завершенным научным исследованием и отвечает всем требованиям, предъявляемым КОКСОН МНВО РК к докторской диссертации PhD и соответствует паспорту специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникаций».

Диссертационная работа Мухамеджановой Альмиры Далелханкызы рекомендуется для защиты на специализированном Совете, а докторант достойна присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникаций».

Научный консультант:

к.т.н., ассоциированный профессор

Коньшин С.В.

подпись заверяю:

Ученый секретарь

Бегимбетова А.С.



Мухамеджанова Альмира Далелханқызының 6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін ұсынылған «Машинааралық өзара әрекеттесу және Заттар Интернеті (M2M/IoT) технологияларының трафигін модельдеу және талдау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысъына

## ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІНІҢ ПІКІРІ

Қазақстанда, бұкіл әлем сияқты, құрылғыларға адамның қатысуының ақпарат алмасуға мүмкіндік беретін M2M-қосылыстарды қолдану аясы кеңеюде. Бұл технологиялар су, газ және электр есептегіштерінің көрсеткіштерін қашықтан тіркеуге мүмкіндік берді. Көлікте, тау-кен өндіру саласында, телемедицинада бақылау мен есепке алушың автоматты жүйелері енгізілуде. Экономикалық тиімділікті, аз шығынды, жоғары сапа деңгейін, электр желісінің қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз ету мақсатында электр энергиясын өндіру, беру, тарату және тұтыну процестерін басқару үшін ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдаланатын M2M/IoT қағидаты бойынша құрылған Smart Grid электр энергетикалық желілері өзірленуде.

Откен ғасырдың 90-шы жылдарының басынан бастап қазіргі уақытқа дейін бірқатар зерттеулердің нәтижелері желілік трафиктің сипаттамасының оның пуассондық сипаттың көрсететін дәстүрлі модельдермен сәйкесіздігін көрсетеді. M2M/IoT трафигі мобиЛЬДІ байланыс желілеріндегі қызмет көрсету сапасына және оларды пайдалану процестеріне айтарлықтай әсер етеді. Трафиктің ерекшеліктері мен оның сипаттамаларын байланыс желілерінің параметрлерін анықтау кезінде, оларды жобалау және пайдалану кезінде ескеру қажет. Аталған есептерді шешу үшін диссертациялық жұмыс өзірлеуге арналған M2M/IoT трафигінің математикалық моделін пайдалану қажет.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты А. Д. Мухамеджанованың ғылыми зерттеу тақырыбы өте өзекті болып табылады.

А. Д. Мухамеджанованың диссертациялық жұмысы зерттеу нәтижелерінің белгілі бір теориялық құндылығына ие, олар мыналар үшін пайдаланылуы мүмкін:

— Жаңа буын 4G және 5G байланыс желілерінде M2M/IoT желілік трафигіне қызмет көрсету сапасын анықтау модельдері мен алгоритмдерін өзірлеу;

— Қызмет көрсету сапасының деңгейін арттыруға арналған, желілік технологияларды талдау және жобалау;

— M2M/IoT желілік трафигінің жылдам өсуінің байланыс желілеріндегі басқа трафик ағындарының қызмет көрсету сапасына әсерін бағалау.

Зерттеу нәтижелерінің тәжірибелік құндылығы, зерттеу нәтижелері ықпал етуі мүмкін:

1. Әзірленген M2M/IoT желілік трафигінің имитациялық моделін машинааралық өзара әрекеттесу және Заттар интернеті желілерін жобалау кезеңінде қолдануға болады.

2. Алдағы уақыт кезеңдеріне арналған трафиктің мәндерін болжау телекоммуникация операторларына келіп түсетін трафикке қызмет көрсету үшін қажетті ресурстарды бөлу бойынша басқарушылық шешімдерді уақтылы қабылдауға мүмкіндік береді.

3. Желілік трафикті эксперименттік зерттеу нәтижелерін келесі мақсаттарда пайдалануға болады:

а) трафиктің қызмет көрсету сапасының көрсеткіштерін бағалау;

б) трафикке қызмет көрсететін желілік құрылғылардың буферлерінің қажетті өткізу қабілеті мен мөлшерін бағалау.

Практикалық маңыздылығы оларды өндірісте және білім беру бағдарламасының осы бағыты бойынша магистрлерді даярлаудың оқу процесінде қолданумен расталды («Uni Grand Engineering» ЖШС және Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінде енгізілген), 22.12.2022 ж. №31349 «Желі сервері үшін буферлік жадының оңтайлы көлемін анықтау» КР авторлық құқық куәлігі алынды.

M2M/IoT трафигін талдаудың математикалық модельдері мен әдістерін әзірлеу кезінде Matlab жүйесінде Simulink бағдарламалық пакетін тиімді пайдалану көрсетілген.

Диссертациялық жұмыста А. Д. Мухамеджанова шаралар кешені ұсынылды: Matlab жүйесінде әзірленген M2M/IoT трафигін болжау моделі, M2M/IoT трафигін пайдалану кезінде ең дәл болжам алғынған, M2M/IoT трафигінің техникалық қызмет көрсету сипаттамаларын есептеу әдістемесі Matlab жүйесінде әзірленген Парето үлестірімін пайдалана отырып, өз-өзіне тәріздес ретінде ұсынылған желілік серверге келіп түсетін біріктірілген M2M/IoT трафигінің модельдеу моделі әзірленді. Симуляциялық модельді қолдана отырып, кезек ұзындығы шектеулі жаппай қызмет көрсету жүйесі ретінде желілік сервер буферінің өлшемін анықтау әдісі, M2M/IoT трафигі кіретін трафиктің көлемі мен дәрежесіне байланысты имитациялық модельді қолдану.

Диссертацияда алғынған зерттеу нәтижелері маңызды ғылыми мәселені шешуге мүмкіндік береді, оны енгізу деректерді берудің жоғары сапасын дамытуға айтарлықтай үлес қосады, атап айтқанда уақыт кідірістерін азайту және M2M/IoT желісіндегі дестелердің шығын болу ықтималдығын азайту.

Барлық алғынған ғылыми нәтижелер жаңалықтың әртүрлі дәрежесімен сипатталады және жарияланымдармен расталады, 16 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің ФЖБССҚЕК ұсынған журналдарында 7 жарияланымын, халықаралық конференциялар материалдарында 6 мақаласын, Scopus базасының журналдарында 3 мақаласын жарияланды. 22.12.2022 ж. №31349

«Желі сервері үшін буферлік жадының оңтайлы көлемін анықтау» КР авторлық құқық күелігі алынды.

Ғылыми зерттеулерді орындау кезеңінде докторант Мухамеджанова А.Д. қойылған міндеттерге ғылыми талдау жүргізуге қабілетті, өзін жауапты және адал зерттеуші ретінде көрсетті. Ол барлық тапсырмаларды жеке жоспарға сәйкес орындалды, докторантуралық теориялық курсын сәтті игерді. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер сенімді, қорытындылар мен қорытындылар негізделген.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде Мухамеджанова Альмира Дағелханқызының «Машинааралық өзара әрекеттесу және Заттар Интернеті (M2M/IoT) технологияларының трафигін модельдеу және талдау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы толығымен аяқталған ғылыми зерттеу болып табылады және КР Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің PhD докторлық диссертациясына қойылатын барлық талаптарға жауап береді және 6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығының паспортына сәйкес келеді.

Мухамеджанова Альмира Дағелханқызының диссертациялық жұмысы мамандандырылған Кеңесте қорғауға ұсынылады, ал докторант 6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беруге лайықты.

Ғылыми кеңесші:

т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Коньшин С.В.

Қолды растаймын:

Ғылыми секретарь

Бегимбетова А.С.

Республика Казахстан, город Алматы.

Четырнадцатое августа две тысячи двадцать третьего года.

Текст-перевод документа с русского языка на казахский язык выполнен переводчиком Тұрарқызы Санией.

Подпись: Джанабилева Гульзада Ануаровна

Республика Казахстан, город Алматы.

Четырнадцатое августа две тысячи двадцать третьего года.

Я, Жанабилева Гульзада Ануаровна, нотариус, действующий на основании лицензии №0000517, выданной Министерством Юстиции Республики Казахстан 18.08.1999, свидетельствую подлинность подписи лично известного мне переводчика Тұрарқызы Сании.

Зарегистрировано в реестре за № 4941

Взыскано: 1829-00 тенге

Нотариус



ET0801216920136272625B378094E

Нотариаттың іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия