

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

р/н №	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларга сәйкес болуы	<p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертация мемлекет бюджетінен жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі); 2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы) 3) <u>Диссертация</u> <u>Қазақстан</u> <u>Республикасының</u> <u>Үкіметі</u> <u>жанындағы</u> <u>Жоғары</u> <u>ғылыми-</u> <u>техникалық</u> <u>комиссия</u> <u>бекіткен</u> <u>ғылым</u> <u>дамуының</u> <u>басым</u> <u>бағытына</u> <u>сәйкес</u> <u>(бағытын көрсету)</u></p>	Диссертация қойылған мақсатқа, белгіленген міндеттерге сәйкес, диссертацияны орындау шеңберінде алғынан нәтижелері Қазақстан Республикасы Жоғары ғылыми – техникалық комиссиясы бекіткен «Ақпараттық, коммуникациялық және гарыштық технологиялар» ғылымын дамытудың басым бағыттарына сәйкес келеді.
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін <u>косады</u> /коспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған</u> /ашылмаған.	Диссертациялық жұмыс ғылымға айтарлықтай үлес қосады, модельдеу, желіні жоспарлау, M2M/IoT трафиктің мобиЛЬДІ байланыс желісінің қызмет көрсету сапасына (QoS) әсерін талдау кезінде қажет болатын зерттеулер жүргізілді. LoRaWAN желісіндегі нақты трафикке талдау жасалды. Браун әдісі колданылған болжамды модельде M2M/IoT желілерінде қолдануға болады. Алдағы уақыт кезеңдеріндегі трафик мәндерін болжай телекоммуникация операторларына кіріс трафигіне қызмет көрсету үшін қажетті коммутациялық

			Сыйымдылықты қамтамасыз ету бойынша басқарушылық шешімдерді уактылы қабылдауға мүмкіндік береді. Қолда бар статистикалық ақпарат негізінде желілік трафикті болжауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін математикалық аппаратты қолдану қолда бар ресурстарды тиімді пайдалануға және кызмет көрсету сапасын арттыруға бағытталған. Жұмыстың маңыздылығы жақсы ашылған: жұмыстың өзектілігі, жаңалығы, теориялық және практикалық маңыздылығы толық қамтылған.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) <u>жоғары</u> ; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған	Тәжірибелі зерттеулер стратегиясын өзірлеу, эксперименттер дайындау және жүргізу, тәжірибелер нәтижелерін өндеу, ғылыми журналдарға басып шығаруға мақалалар дайындау, жұмыс нәтижелерін апробациялау. Зерттеудің ғылыми бағыты мен ұстанымы ғылыми жетекшілер мен шетелдік кенесшінің қатысуымен анықталған.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негізdemесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертацияның өзектілігі M2M (machine to Machine) машинааралық өзара әрекеттесу технологиясының принциптеріне негізделген Заттар интернеті (Internet of Things, IoT) тұжырымдамасының пайда болуы байланыс желілеріне жаңа талаптар қоюымен анықталады. M2M/IoT желісінде қолданылатын қосымшалар деректерді беру сапасын жақсартуды, атап айтқанда уақыт кідрістерін және дестелердің шығын болу ықтималдығын азайтуды талап етеді. Бұл мәселелерді шешу үшін желілік трафикті математикалық модельдеу қажет. M2M/IoT желісі дестелік деректер желісі болғандықтан, желілік трафикті модельдеу кезінде оның пуассондық емес екенін ескеру қажет. Осы айтылғандарға байланысты машинааралық өзара әрекеттесу және Заттар интернеті (M2M/IoT) технологияларының дестелік трафигін модельдеу, талдау және болжау мәселелерін шешуге бағытталған жұмыс тақырыбы өзекті болып

		табылады.
	<p>4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>айқындайды;</u> 2) жартылай айқындайды; 3) айқындаамайды. 	Диссертацияның мазмұны диссертация тақырыбын толық көрсетеді. Жұмыста зерттеудің өзектілігі ашылды, мақсаттар мен міндеттер тұжырымдалды, ғылыми гипотеза ұсынылды. M2M/IoT желісінде деректерді беру сапасын жақсартудың қолданыстагы әдістеріне аналитикалық шолу ұсынылды, теориялық шешім бар, сонымен қатар компьютерлік модельдеу жүргізілп, корытынды жасалды.
	<p>4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>сәйкес келеді;</u> 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді. 	LoRaWAN желісіндегі трафикке қызмет көрсету сапасының көрсеткіштері ретінде дестенің уақыт кідрісі және дестенің шығын болу ықтималдығын бағалауда қойылған мақсатқа қол жеткізілді. Қойылған мақсатқа сәйкес диссертациялық жұмыстағы барлық міндеттер өз шешімін тапты.
	<p>4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен күрьысы логикалық байланысқан:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толық байланысқан;</u> 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жок. 	<p>Диссертациялық жұмыстың барлық бөлімдері мен жалпы күрьыштың және қол жеткізген зерттеу нәтижелерінің ішкі бірлігі логикалық тұрғыдан толық байланысқан.</p> <p>Бірінші тарауда Қазақстан Республикасының телекоммуникация нарығында кең қолданысқа ие болған LoRaWAN желісінің желілік серверіне келіп түсетін кіріс трафиктің математикалық моделін жасау негізделді.</p> <p>Екінші тарауда M2M/IoT желілік трафигін математикалық модельдеудің белгілі әдістеріне талдау жасалды. Математикалық модельдеуді талдау негізінде өз–өзіне тәріздес трафикті модельдеу үшін Парето үлестірім моделін тандау дәлелденді.</p> <p>Үшінші тарауда LoRaWAN желісіндегі серверге келіп түсетін нақты трафикті статистикалық өндөу және талдау жүзеге асырылды.</p> <p>Төртінші тарауда LoRaWAN желісінің желілік серверіне келіп түсетін кіріс M2M/IoT трафигінің модельдеу модели P/M/1/K түрде жаппай қызмет көрсету жүйесі</p>

		<p>ретінде жасалды, M2M/IoT трафигінің LoRaWAN желісінің қызмет көрсету сапасына әсері зерттелді және буферлік жадының көлемін бағалау үшін талдау жасалды.</p> <p>4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>сыни талдау бар;</u> 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген. 	<p>Шолу тарауында қарастырылған әрбір аналогтың артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жасалды. Ізденушінің диссертациялық жұмысында ұсынылған компьютерлік модель M2M/IoT трафигінің LoRaWAN желісінің қызмет көрсету сапасының маңызды көрсеткіштерін бағалауга мүмкіндік берді, яғни қолданыстағы модельдерге қараганда артықшылықтары нақты түжірымдалған.</p>
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	<p>5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа;</u> 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады). 	<p>Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар толығымен жаңа болып табылады, атап айтқанда:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matlab ортасында шектеулі буферлік сыйымдылығы бар LoRaWAN желісінің серверіне берілген өз-өзіне тәріздес дәрежесі бар өз-өзіне тәріздес дестелік трафиктің компьютерлік моделі жасалды. - Желілік дестелік трафикті болжау модели ұсынылды, оны құру кезінде Браун әдісі қолданылды. - LoRaWAN желісіндегі трафикке қызмет көрсету сапасының көрсеткіштері ретінде дестенің уақыт кідірісі және дестенің шығын болу ықтималдығы бағаланды. - Алынған трафиктің көлемі мен өз-өзіне тәріздес дәрежесіне байланысты буферлік жады көлемін және шығын болу ықтималдығын анықтау үшін 3D модель алынды.
		<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа;</u> 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады). 	<p>Қорғауға ұсынылған диссертацияның ғылыми нәтижелері мен ережелері толығымен жаңа болып табылады. Компьютерлік модельдеу нәтижелері талданып, нәтижелер параметрлік бағалаудың сенімділік интервалдары әдісімен бағаланды. Әзірленген компьютерлік модельдің сәйкестігі, сезімталдығы және түрактылығы негізделді.</p>
		<p>5.3 Техникалық, технологиялық,</p>	<p>Техникалық шешім түбебейлі жаңа болып табылады, ол алынған</p>

		<p>экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>толығымен жаңа;</u> 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады). 	<p>Авторлық құқық күзілігімен негізделген. Нәтижелер M2M/IoT желілерінде қолданылады және эксперимент үшін алынған 3D моделі желілік сервердің буферлік жады көлемін шектемей және буферлік жадының ең үлкен мәні Херст коэффициентінің ең үлкен мәндеріне және бір құрылғының жүктемелеріне тәуелділігін анықтауға мүмкіндік берді. Желілік сервердің буферлік жады көлемін шектеу арқылы және шығын болу ықтималдығының жүктеме мен буферлік жадының көлеміне тәуелділігі алынды.</p>
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	<p>Барлық қорытындылардың түрғыдан ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша).</p>	<p>Диссертацияның барлық қорытындылары ғылыми түрғыдан жеткілікті түрде негізделген және жүргізілген зерттеулердің нәтижелеріне сүйенеді. Әзірленген модель негізінде шығын болу ықтималдығының модельдеу нәтижелеріндегі салыстырмалы қателік 5% аспайды.</p>
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	<p>Өр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>7.1 Қағидат дәлелдендіме?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>дәлелденді;</u> 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді. <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ия; 2) <u>жок.</u> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>ия;</u> 2) жок. <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тар; 2) орташа; 3) <u>кен.</u> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>ия;</u> 2) жок. 	<p>7.1 Қорғауға ұсынылған барлық 4 қағидат диссертациялық жұмыста толық және сенімді дәлелденген: Бірінші қағидатқа сәйкес Парето улестірімін қолдана отырып, өз-өзіне тәріздес ретінде ұсынылған желілік серверге келіп түсетін біркітірілген M2M/IoT трафигінің компьютерлік моделі жасалды.</p> <p>Екінші қағидатқа сәйкес M2M/IoT трафигін болжай моделі, оны пайдалану кезінде ең дәл болжам алынды, нәтижесі өндіріске енгізілу актісімен негізделді.</p> <p>Үшінші қағидатқа сәйкес желілік сервердегі M2M/IoT трафигінің қызмет көрсету сипаттамаларын есептеу әдістемесі жасалды.</p> <p>Төртінші қағидатқа сәйкес кіріс трафиктің көлемі мен өз-өзіне тәріздес дәрежесіне байланысты, M2M/IoT келіп түсетін трафиктің желілік сервер буферінің мөлшерін анықтау әдістемесі Авторлық құқық күзілігімен дәлелденді.</p> <p>7.2 Қорғауға шығарылған барлық ережелер ерекше. Барлық табылған заңдылықтар мен зерттелген</p>

		<p>процессстің ерекшеліктері қазіргі заманғы білім түрғысынан карастырылды.</p> <p>Эксперименттік нәтижелер екі енгізу актілерімен дәлелденген, олар: ЖШС «Uni Grand Engineering» және «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті».</p> <p>7.3 Қорғауға ұсынылған барлық 4 ереже түбегейлі жаңа. Олардың жаңалығы 7.2-тармақта тривиальды емес ретінде толық анықталған.</p> <p>7.4 Қорғауға шығарылатын ережелер үксас зерттеулерде және жалпы техникада қолданудын көз деңгейіне ие: себебі, LoRaWAN технологиясы Заттар интернеті қызметін ұсыну үшін қолданылатын жалғыз белгілі технология емес, бірақ Қазақстан Республикасында ең сұранысқа ие.</p> <p>7.5 Қорғауға шығарылатын барлық ережелер КР Фылым және Жоғары білім министрлігінің Фылым және Жоғары білім саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда ұсынған мақалалармен, Scopus деректер базасының мақаласымен және бірнеше халықаралық конференциялармен дәлелденген.</p>
8.	Дәйектілік принципі. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	<p>8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:</p> <p>1) <u>иля</u>;</p> <p>2) жок.</p>
		<p>Зерттеуге таңдалып алынған зерттеу әдістері қателікке талданды. M2M/IoT нақты трафигінің уақыттық катарларын модельдеу нәтижелерін экспоненциалды тегістей әдісімен әр түрлі тегістей параметрінің мәндерімен салыстыра отырып, болжамының катесі MAPE ((mean absolute percentage error), пайызбен орташа абсолютті қателік) индикаторы пайдаланылды.</p> <p>8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өндөу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана</p> <p>Үшінші бөлімде LoraWAN желісіндегі нақты трафикке талдау жасалды. Барлық күрүлғылардан желілік серверге келіп түсетін кіріс біріктірілген трафик карастырылды. Statistica бағдарламалар пакетінің негізінде статистикалық талдау жүргізілді және экспоненциалды тегістей әдісімен нақты M2M/IoT трафигін қысқа мерзімді болжау</p>

		<p>отырып алынған:</p> <p>1) <u>иia;</u> 2) жоқ.</p>	<p>жасалды.</p> <p>Төртінші белімде LoRaWAN желісіндегі желілік трафикті модельдеу үшін MatLab бағдарламалық пакетінен SimEvents блоксетімен Simulink ортасын пайдалану ұсынылады. Simulink ортасында берілген Херст параметрі бар өз-өзіне тәріздес трафиктерді генерациялайтын кіші жүйелер әзірленді.</p>
		<p>8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және занылыштар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді):</p> <p>1) <u>иia;</u> 2) жоқ.</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың теориялық қорытындылары, модельдер, анықталған өзара байланыстар және занылыштар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған. LoRaWAN желісіндегі серверге келіп түсетін нақты трафикті статистикалық өндөу және талдау жүзеге асырылды. Ен дәл нәтиже $\alpha = 0,1$ тегістеу тұрткысымен модель құру нәтижесінде алынды. Бұл жағдайда болжамын мәні 127 Bps болды, ал MAPE болжамының қатесі минималды болды және 28,3 болды.</p>
		<p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге, сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған.</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың маңызды мәлімдемелері ғылыми әдебиеттерге тиісті барлық қажетті сілтемелер бар. Өз енбектеріне де сілтемелер бар.</p>
		<p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуга <u>жеткілікті/жеткіліксіз</u></p>	<p>Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 117 ғылыми әдебиет көздерінен тұрады, олар диссертация тақырыбы бойынша аналитикалық әдеби шолу жасауға жеткілікті.</p>
9	Практикалық құндылық принципі	<p>9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар:</p> <p>1) <u>иia;</u> 2) жоқ.</p>	<p>Диссертацияның теориялық маңызы бар, әзірленген компьютерлік модельді пайдалана отырып, желілік сервердің M2M/IoT дестелік трафигіне қызмет көрсету сапасының көрсеткіштерін бағалаудан тұрады.</p>
		<p>9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада колдану мүмкіндігі жоғары:</p> <p>1) <u>иia;</u> 2) жоқ.</p>	<p>Диссертациялық жұмыстағы зерттеулердің практикалық маңыздылығы оқу үрдісіне зерттеу нәтижелерін пайдалануда (оқу үрдісіне енгізу актісі) және өндіріске енгізуде (өндіріске енгізу актісі) көрінеді. Ғұмарбек Дәукеев атындағы</p>

			АЭжБУ «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасының магистранттары үшін «Заттар Интернеті және M2M желілері мен қызметтері» пәні бойынша дәріс, практикалық, зертханалық сабактар өткізу кезінде оку процесіне енгізілді.
	9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады ма? 1) <u>толығымен жаңа;</u> 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады).		Диссертациялық жұмыста ұсынылған шешімдер Қазақстандағы жаңа буын 4G және 5G байланыс желілерінде M2M/IoT желілік трафигіне қызмет көрсету сапасын айтарлықтай жақсартуға және M2M/IoT желілік трафигінің жылдам есуінің байланыс желілеріндегі басқа трафик ағындарының қызмет көрсету сапасына әсерін бағалауға қабілетті.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары;</u> 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Диссертациялық жұмыс қатаң ғылыми стильде жазылды. Жұмыстың мазмұны білім саласындағы маман үшін түсінікті тілде жазылған және қол жетімді. Жұмысты оку барысында өрескел грамматикалық қателер байқалмады.

«Машинааралық өзара әрекеттесу және Заттар Интернеті (M2M/IoT) технологияларының трафигін модельдеу және талдау» тақырыбында орындалған докторлық диссертациялық жұмысы Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапанды қамтамасыз ету комитеті «Ғылыми дәрежелер беру ережелерінің» талаптарына толық сәйкес және ізденуші Мухамеджанова Альмира Дағелханқызы 6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беруге лайыкты.

Ресми рецензент:
т.ғ.к., «Фарыштық техника және
технологиялар» кафедрасының доценті,
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университеті, Астана к.,
Қазақстан Республикасы

Молдамурат X.

Колтаңбаны растаймын

