

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу PhD докторанта Манбетовой Жанат Дусенбаевны на тему «Исследование способов защиты от воздействия электромагнитных полей сотовой связи», представленную к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникация»

В настоящее время мир переживает бум мобильной сотовой связи из-за широкомасштабного ее использования. Сегодня без использования сотовой связи невозможно развивать перспективные бизнес-проекты, в том числе инновационного характера. Огромная часть населения Земли, в том числе и нашей страны, переживает существенные антропогенные изменения в среде обитания, которые обусловлены влиянием неионизирующего излучения из-за использования сотовой связи в повседневной жизни. Повышение уровня электромагнитного фона привело к перенасыщению частотного спектра и увеличению плотности потока мощности радиоизлучений. В будущем экспертами прогнозируется рост воздействия на человека радиочастот электромагнитных полей (ЭМП) малой интенсивности, обеспечивающих сотовую связь, в связи с внедрением перспективных технологий 5G, 6G. Поэтому вопросы защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ) сотовой связи привлекают к себе особое внимание во всем мире. В связи с бурным развитием сотовой связи во многих странах ужесточены нормативы, а казахстанские нормативы СанПиН в отношении сотовой связи – одни из самых жестких в мире.

В связи с вышеизложенным тема научных исследований Манбетовой Ж.Д. является весьма актуальной. Одним из основных источников радиоизлучений служат базовые станции (БС) сотовой связи с антенными комплексами. Поэтому в диссертационной работе особое внимание уделено разработке эффективных методов прогнозирования радиуса биологически опасной зоны (БОЗ) и зоны влияния электромагнитных излучений (ЭМИ) основных и побочных излучений БС сотовой связи при электромагнитном загрязнении системами сотовой связи окружающей среды. Качество прогноза (достоверности) оценено с помощью двух статистических коэффициентов: средняя абсолютная ошибка в процентах MAPE (mean absolute percentage error) и точность (Assigasy). Предложены технические критерии оценки ЭМП вблизи излучающих фрагментов сотовой системы связи - радиус и ширина БОЗ БС, определяющие зону влияния ЭМИ основных и побочных излучений БС сотовой связи.

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

- разработки алгоритмов определения радиуса БОЗ для сотовых систем связи 4G и TV, радиовещания ;
- научно-обоснованного планирования обеспечения радиуса БОЗ для услуг сотовой связи, в том числе для оперативного вмешательства в случае

превышения уровня ЭМИ над нормативными значениями, предусмотренными в СанПиН и соответствующих документах РК по электромагнитной безопасности (ЭМБ);

- объективной оценки вероятности превышения уровня ЭМИ в зоне радиопокрытия БС сотовой связи и принятия решения о планировании мер по нейтрализации возможных опасных уровней ЭМИ.

В связи с тем, что в актуальной радиотехнике используются электронные устройства, чувствительные к воздействию внешних ЭМП, влияющих на точность их функционирования, актуальным способом защиты от ЭМИ становится экранирование - один из эффективных способов в комплексной проблеме защиты населения и объектов от ЭМИ сотовой связи. Экспериментально полученные актуальные числовые значения параметров экранирующего композитного материала на базе коксуской шунгитовой породы, свидетельствующие об их радиопоглощающих свойствах (позволяющих снизить уровень внешних ЭМИ) на частотах 5 и 6 ГГц, представляют фактологическую основу для разработки композитного элемента/экрана (или поглощающего покрытия) отечественного происхождения/производства.

Практическая ценность результатов экспериментальных исследований состоит в том, что результаты экспериментальных исследований по определению радиуса БОЗ БС сотовой связи могут способствовать:

- организации эффективной защиты и возможности управления электромагнитной обстановкой (ЭМО), создаваемой современными системами сотовой связи;

- улучшению электромагнитной экологии окружающей среды и ЭМБ населения при полномасштабном внедрении систем сотовой связи 4G/5G;

- объективной оценке уровня ЭМБ населения/обслуживающего персонала в реальном времени вблизи и/или в радиусе БОЗ.

Практическая значимость результатов подтверждена их использованием на производстве и в учебном процессе подготовки бакалавров и магистров по данному направлению образования (внедрены в Казахском центре экологического проектирования и Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада Аль-Хоразмий).

При разработке математических моделей и методов исследования защиты от ЭМИ БС сотовой связи докторантом показано эффективное использование инструментария нечеткой логики с использованием программного пакета Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечеткой логики на платформе MatLab) вычислительной системы MatLab.

В диссертационной работе Манбетовой Ж.Д. предложен комплекс мер/средств, способов по обеспечению защиты от ЭМИ сотовой связи на новом уровне, обеспечивающий защиту населения/обслуживающего персонала от влияния ЭМИ и взаимную совместимость радиоэлектронных средств. Предложенный эффективный метод прогнозирования радиуса БОЗ и зоны влияния ЭМИ основных и побочных излучений БС сотовой связи при загрязнении системами сотовой связи окружающей среды позволит решить

одну из весьма важных задач сотовой связи – определение условий снижения лучевой нагрузки пользователями услуг сотовой связи. Результаты полученных экспериментальных исследований будут способствовать организации эффективной защиты и возможности управления ЭМО, создаваемой современными высокотехнологичными системами сотовой связи.

Итак, полученные в диссертации результаты исследований позволят решить научную проблему, имеющую важное народно-хозяйственное значение, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие способов защиты от ЭМИ современных систем и сетей сотовой связи.

Все полученные научные результаты характеризуются различной степенью новизны и подтверждены своевременными публикациями, опубликовано 14 научных работ, в том числе 5 публикации в журналах Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (КОКСОН МОН РК), 6 публикаций в материалах международных конференций, 3 статьи в журналах базы Scopus.

В период выполнения научных исследований Манбетова Ж.Д. проявила себя как организованный и активный исследователь, способный проводить научный анализ поставленных задач и реализовать их формализацию, регулярно и тщательно проводить сбор и соответствующую аналитическую обработку полученных данных. Значительная часть экспериментальных исследований выполнена в современных лабораториях АУЭС: оценка реального уровня ЭМИ, создаваемого сотовыми телефонами и Wi-Fi-роутерами, разгружающих трафик сотовых сетей связи (проведены расчеты, обработаны и отображены результаты).

Также докторантом Манбетовой Ж.Д. были проведены подробные исследования технических характеристик и производимой электромагнитной нагрузки на пользователей сотовых телефонов, наиболее широко распространенных на рынке РК, которые не всегда соответствуют санитарно-эпидемиологическим нормам.

Выполнению задач диссертационной работы способствовало умелое применение Манбетовой Ж.Д. научного аппарата и знаний в области радиотехники и сотовой связи. 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, считаю, что диссертационная работа Манбетовой Ж.Д. на тему: "Исследование способов защиты от воздействия электромагнитных полей сотовой связи" является полностью завершенным научным исследованием и отвечает всем требованиям, предъявляемым КОКСОН МОН РК к докторским диссертациям PhD, а также соответствует паспорту специальности 6D071900 - «Радиотехника, электроника и телекоммуникация».

Диссертационная работа Манбетовой Жанат Дусенбаевны рекомендуется для защиты на специализированном диссертационном Совете, а автор достойна

присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071900 - «Радиотехника, электроника и телекоммуникация».

Научный консультант:

кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Телекоммуникации и инновационные технологий»,

НАО «Алматинский университет энергетики и связи им.Г.Даукеева»



С.В.Коньшин

Подпись заверяю
Ученый секретарь



А.С. Бегимбетова

Жанат Дусенбаевна Манбетованың 6D071900– «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы дәрежесін алу үшін ұсынылған «Ұялы байланыстың электромагниттік өрістерінің әсерінен қорғау тәсілдерін зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІНІҢ ПІКІРІ

Қазіргі уақытта әлем мобильді ұялы байланыстың кеңінен қолданылуына байланысты сұраныстың жоғары екенін көріп жатыр. Бүгінгі күнде ұялы байланысты пайдаланбай келешекте, оның ішінде инновациялық сипаттағы бизнес - жобаларды дамыту мүмкін емес. Жер тұрғындарының, соның ішінде біздің елдің үлкен бөлігі күнделікті өмірде ұялы байланысты пайдалану салдарынан иондаушы емес сәулеленудің әсерінен тіршілік ету ортасында айтарлықтай антропогендік өзгерістерді бастан кешуде. Электромагниттік фон деңгейінің жоғарылауы жиілік спектрінің қанығуына және радиосәулелену қуат ағынының тығыздығының жоғарылауына әкелді. Болашақта сарапшылар 5G, 6G болашақ технологияларын енгізуге байланысты ұялы байланысты қамтамасыз ететін төмен қарқындылықтағы радиожілік электромагниттік өрістердің (ЭМӨ) адамға әсерінің өсуін болжайды. Сондықтан ұялы байланыстың электромагниттік сәулеленуінен қорғау мәселелері бүкіл әлемнің назарын өзіне аударуда. Ұялы байланыстың аса қарқынды дамуына байланысты көптеген елдерде нормативтер қатаңдатылуына алып келді, ал ұялы байланысқа қатысты қазақстандық СанЕЖН нормативтері - әлемдегі ең қатаң нормативтердің бірі.

Жоғарыда айтылғанды ескере отырып, Ж.Д. Манбетованың ғылыми зерттеулерінің тақырыбы аса өзекті тақырып болып табылады. Радиосәулеленудің негізгі көзінің бірі-антенналық кешенді ұялы байланыстың базалық станциясы. Сондықтан диссертациялық жұмыста биологиялық қауіпті аймақтың радиусын жобалаудың тиімді әдісін әзірлеуге және қоршаған ортаға ұялы байланыс жүйесінің электромагнитті ластауына, ұялы байланыс базалық станциясының негізгі және қауіпті электромагнитті сәулеленуінің әсеріне аса көңіл бөлінген. Диссертациялық жұмыста аса дәлдікпен екі статикалық коэффициенттердің - проценттік шамадағы орташа абсолютті қателік MARE (mean absolute percentage error) және дәлдік (Accuracy) - көмегімен жобалау сапасы бағаланды. Ұялы байланыс жүйесінің сәулелену фрагменті жанындағы электромагниттік өрісін бағалаудың техникалық критеріі - ұялы байланыстың базалық станциясының электромагниттік сәулеленуінің негізгі және қауіпті сәулелену аймағының әсерін анықтайтын, базалық станциясының биологиялық қауіпті аймақтың радиусы мен ені ұсынылды.

Ж.Д. Манбетованың диссертациялық жұмысының зерттеу нәтижелерінің теориялық құндылықтарына тоқталсақ, олар келесілерде кеңінен қолданыла алады:

- ұялы байланыс жүйесінің 4G және TV, радиохабарландыруда биологиялық қауіпті аймақтың радиусын анықтау алгоритмін жасап шығару үшін;

- ғылыми негізделген жобалау, ұялы байланыс қызметі биологиялық қауіпті аймақ радиусын қамтамасыз ету үшін, электромагниттік қауіпсіздігінің Қазақстан Республикасының сәйкес тиісті құжаттарында және СанЕЖН қарастырылған нормативті шамалардан электромагниттік сәулелену деңгейі артып кету жағдайы кезінде, оперативті шұғыл түрде шешуге мүмкіндік беру үшін;

- ұялы байланыс базалық станциясының радиоқабат зонасында электромагниттік сәулелену деңгейінің арту мүмкіндігін объективті бағалау және электромагниттік сәулеленуінің қауіпті мүмкін деңгейлері болған кезде залалсыздандыру шараларын жобалау үшін қолданыла алады.

Ж.Д Манбетова тағыда аса бір өзекті мәселені шешуге мүмкіндік беретін, қазіргі радиотехникада сыртқы электромагниттік өріс әсеріне сезімтал, олардың жұмыс істеу дәлдігіне әсер ететін электрондық құрылғылар пайдаланылатындықтан, электромагниттік сәулеленуден қорғаудың өзекті тәсілі экрандауға аса назар аударған. Яғни халықты және нысандарды электромагниттік сәулеленуден қорғаудың кешенді мәселелерінің шешімі және тиімді әдістердің бірі отандық Көксу шунгит материалын қолдану өзекті мәселені шешуге мүмкіндік береді

Тәжірибеден алынған Көксу Шунгит жынысы негізінде алынған экрандаушы композитті материалдың сандық параметрлері 5 - 6 ГГц жиіліктерінде радиожұтқыш (электромагниттік сәулелену әсерін төмендетуге мүмкіндік беретін) қасиетке ие, ал бұл өз кезегінде отандық түрдегі/өндірістегі композитті элемент/экранды(немесе жұтушы бетті) жасап шығаруға іс жүзінде негіз бола алады.

Алынған тәжірибелік зерттеу нәтижелерінің практикалық құндылығына тоқталсақ, олар келесілерде қолданыла алады:

Ұялы байланыстың заманауи жүйесі құратын, электромагнитті жағдайды басқаруға және тиімді қорғануды ұйымдастыруға;

- қоршаған ортаның электромагнитті экологиясын және 4G/5 G ұялы байланыс жүйесін толықмасштабты енгізу кезінде халық/қызмет етуші қызметкерлердің электромагниттік қауіпсіздігін жақсартуға;

- биологиялық қауіпті аймақ радиусында немесе оған жақын нақты уақытта халық/ қызмет ететін қызметкерлердің электромагниттік қауіпсіздік деңгейін объективті бағалауға .

Зерттеудің практикалық құндылығы оқу үрдісінде, өндірісте қолданысқа ие болғаны туралы дәлелденген:

Нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы осы білім беру саласы бойынша бакалаврлар мен магистрлерді оқу үрдісінде қолданылуы мен расталады (Мухаммед Аль-Хорезми атындағы ақпараттық технология университетінде) және өндірісте енгізілген (Қазақстандық экологиялық жобалау орталығы ЖШС «Алматы филиалы» орталығында).

Математикалық модель жасау кезінде және ұялы байланыстың базалық станциясының электромагниттік сәулеленуден қорғанудың зерттеу әдістерінде, MatLab есептеуіш жүйесінде Fuzzy Logic Toolbox (Matlab ортасындағы айқын емес логика пакетін пайдалану) бағдарламалық пакетін айқын емес логиканың құрал саймандарымен тиімді пайдалануы көрсетілді.

Ж.Д.Манбетова диссертациялық жұмысында радиоэлектрондық құрылғылардың өзара үйлесімділігін мен электромагниттік сәулелену әсерінен халық/қызмет ететін қызметшілердің қорғанысын қамтамасыз ететін, жаңа деңгейдегі ұялы байланыстың электромагниттік сәулеленуінен қорғанатын өлшем/ құрылғылар, тәсілдер кешенін ұсынды.

Ж.Д. Манбетова ұсынған нәтижелерінің негізінде, яғни биологиялық қауіпті аймақ радиусын жобалаудың тиімді әдісі мен қоршаған ортаға ұялы байланыс жүйесінің ластауы кезінде ұялы байланыстың базалық станциясының негізгі және аса қауіпті электромагниттік сәулеленуінің әсер ету аймағын анықтай алуы, ұялы байланыстың маңызды есептерінің бірі ұялы байланыс қызметінің пайдаланушыларына сәулелі жүктемені азайту шартын анықтауға мүмкіндік береді.

Эксперименталды түрде алынған зерттеу нәтижелері, ұялы байланыс жүйесінің заманауи технологиясы құратын электромагниттік жағдайды басқару мүмкіндігі мен тиімді әдісін ұйымдастыруына жол ашады.

Сонымен, диссертацияда алынған зерттеу нәтижелері, ұялы байланыс желілері мен заманауи жүйенің электромагниттік сәулеленуінің қорғаныс әдісін дамытуына маңызды үлесін қоса отырып, халықтың-шаруашылық жағынан аса маңызды ғылыми мәселені шешуге мүмкіндік береді.

Барлық алынған ғылыми нәтижелер жаңалықтың әртүрлі дәрежесімен сипатталып, уақтылы жарияланымдармен дәлелденген: Ізденушінің 14 басылымында жарияланған, соның ішінде Scopus базасында индекстелінетін шетелдік ғылыми басылымдар мәліметтер базасында енгізілген журналдарда - 3 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынатын ғылыми басылымдар журналында - 5 мақала, Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда - 6 мақала.

Ж.Д. Манбетова ғылыми зерттеулерін орындау кезеңінде өзіне қойылған міндеттерге ғылыми талдау жүргізуге және оларды рәсімдеуді іске асыруға, алынған нәтижелерді жүйелі жинақтап, олардың талдамдық оңдеуді жүргізуге қабілетті, жинақталған және белсенді зерттеуші ретінде көрсете білді.

Эксперименттік зерттеулердің едәуір бөлігі АЭЖБУ зертханасында орындалды: ұялы байланыс желісінің трафигін жүктейтін, ұялы телефондар мен Wi-Fi роутерлер құратын ЭМС нақты деңгейін бағалау (есептеулер жүргізіліп, алынған нәтижелер өңделіп, көрсетілген).

Сондай-ақ, докторант Ж.Д. Манбетова ҚР нарығына кеңінен тараған санитарлық - эпидемиологиялық нормаларға сәйкес келмейтін ұялы телефондардың техникалық сипаттамалары мен олардың тұтынушыларға туғызатын электромагнитті жүктемесіне егжей-тегжейлі зерттеулер жүргізді.

Ж.Д Манбетова диссертациялық жұмыстың міндеттерін орындау кезінде, ұялы байланыс пен радиотехника саласындағы ғылыми аппарат пен білімді шебер қолдана алатынын көрсете білді. Докторант барлық зерттеу жұмыстарын жеке жоспарға сәйкес орындады, теориялық курсың толығымен меңгерді. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер дұрыс, тұжырымдар мен қорытындылар негізделген.

Жоғарыда айтылғанның негізінде "Ұялы байланыстың электромагниттік өрістерінің әсерінен қорғау тәсілдерін зерттеу" тақырыбындағы Ж.Д.Манбетованың диссертациялық жұмысы толығымен аяқталған ғылыми зерттеу болып табылады және Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті Phd докторлық диссертациясына қойылатын барлық талаптарға жауап береді, 6D071900– «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығының паспортына сәйкес келеді. Манбетова Жанат Дусенбаевнаның диссертациялық жұмысы мамандандырылған диссертациялық кеңесте қорғауға ұсынылады, 6D071900– «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы ғылыми (PhD) дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Ғылыми кеңесші:

Ғ. Даукеев атындағы
Алматы Энергетика және
Байланыс Университеті
«Телекоммуникация және
инновациялық технологиялар»
кафедрасының қауымдастырылған
профессоры,
техника ғылымдарының кандидаты



С.В.Коньшин

Қолтаңбаны растаймын
Ғылыми хатшы



А.С. Бегимбетова