

Қ.Т. Қозыбаев, М.Н. Иманқұл

WiMAX технологиясы

(Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Астана қаласы)

WiMAX – қарқынды дамып келе жатқан технологиялардың жиынтығы және ол іс жүзінде телекоммуникацияның барлық салаларымен байланысқан. Кеңжақты сымсыз ақпарат тарату желілері бүгінгі күнде IT-индустрияның негізгі бағыттының бірі болып табылады.

Радиожеліге қойылатын негізгі талаптардың бірі – ол бөлінетін ресурстарға пайдаланушылардың қолжеткізу мүмкіндігін қамтамасыз ету болып табылады. Радиобайланыс технологиялары бүгінгі күні жергілікті желілер мен Интернетке мобильдік (жедел әрекетті, жылжымалы) енуді оперативті түрде орнатуға мүмкіндік береді.

Арзан мобильді, жергілікті және қалааралық байланысты, сонымен қатар жоғары жылдамдықты Интернет пайдаланушыларының күннен-күнге саны өсуде. Операторлық бизнестің пайдасының өсу көзі – Интернет желісіне BWA (Broadband Wireless Access, сымсыз кеңжақты қолжетімділік) және операторлардың қосымша платформалары екені құпия емес. Заманауи талаптар бойынша кеңжақты қолжетімділік нарығының өсуі негізі көбінесе мобильді кеңжақты қолжетімділік базасында болады.

Жылжымалы байланыс жүйесінде жоғары жылдамдықты деректерді жіберуді жүзеге асырудағы ең қиын бөлік базалық станция-ретранслятор-мобильді абонент («соңғы шақырым») учаскесі болып табылады. Бұл бөлікті тұрғызудағы нұсқа Wi-Fi (Wireless Fidelity, сымсыз байланыс) және WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, микротолқынды қолжетімділіктегі әлемдік үйлесімділік, сымсыз кеңжақты байланыс технологиясы) технологияларын қолданатын абоненттік радиоқолжетімділікке негізделуі мүмкін.

Мобильділік категориясына қалалық сымсыз кеңжақты қолжетімділікке ие BWA типіндегі қалалық масштабтағы желілер (мысалы, RadioEthernet) жатады [1]. Олардың құрастырылуы WiMAX технологияларына негізделген және жіберу жылдамдығы секундына ондаған мегабитке жетеді. WiMAX технологиясы жоғары байланыс сапасын және деректер беру жылдамдығын қамтамасыз етумен әртүрлі жағдайда, оның ішінде қала құрылысының тығыз салуының жағдайында жұмыс істеуге мүмкіндік жасайды. WiMAX келесі тапсырмаларды шеше алады:

- Wi-Fi қолжетімділіктік нүктелерін бір-бірімен және Интернеттің өзге де сегменттерімен байланыстыру;

- сымсыз кеңжақты қолжетімділікті ерекшеленген желілерге және DSL (Digital Subscriber Line, цифрлық абоненттік байланыс) баламалары ретінде қамтамасыз ету;

- деректерді жіберудің жоғары жылдамдықты қызметтері мен телекоммуникация қызметтерін ұсыну;

- географиялық орналасуға тәуелсіз қолжетімділік нүктелерін тудыру.

Қазақстанның қалаларында, елді мекендерінде WiMAX кеңжолақты радиоқолжетімділік желісін MetroEthernet тасымалдау инфрақұрылымын қолданумен, қала ішінде деректер тарату мен дауыс жеткізудің жоғары қызметтерін көрсету мүмкіндіктерімен ұйымдастыруға болады. MetroEthernet – деректер беру, Интернетке қатынау және т.б. қызметтер көрсетуге арналған желі.

WiMAX технологиясы толықтыру сатысында. Ол IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) институтымен стандартталған технологиясы. Сонымен қатар ұзақ қашықтықта «соңғы шақырым» мәселесін бара-бар шешу үшін xDSL кабельдік технологияларды толықтыратын кеңжолақты сымсыз байланыс радиотехнологиясы.

WiMAX технологиясы ғылыми ықпалдастық, әр түрлі ортадағы (микроэлектроника мен схемотехникадан бастап байланыс теориясы, есептеу техникасы, қазіргі заманғы өндірісті ұйымдастыру әдісіне дейін) техникалық және технологиялық жетістіктерге негізделеді.

Байланыс операторлары өздерінде WiMAX технологиясын ендіруде. Олар өз мақсаттарын аңдып отыр: өз желі аймағын кеңейту, жаңа абонент қосу, сонымен қатар жаңа қызметтерді ұсыну. WiMAX-қызметіне үлкен қызығушылық бағалы клиент жағынан тексеріледі - үлкен компания және белсенді пайдаланушылар байланыс қызметіне шығынды тұрақты түрде жұмсайды.

WiMAX технологиялар икемді: жиіліктер жолағы 1,25 МГц-тен 28 МГц-ке дейін болатын 2-66 ГГц диапазонында адаптивті кодтау және модуляциямен жұмыс істей береді. Қолжетімділік тәртібі – OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, жиіліктерді ортогональдық бөлумен мультиплексирлеу).

WiMAX деген не? Мұндай сұраққа бүгінгі күні екінің бірі жауап бере алмайды. WiMAX сымсыз Интернетті қаматамасыз етеді, бірақ Wi-Fi-дан қандай айырмашылығы бар?

WiMAX – кеңкөлемді құрылғылар спектріне арналған, үлкен қашықтықта сымсыз Интернетті қаматамасыз ету мақсатында жасалған телекоммуникациялық технология. Басқа радиоқолжетімділік технологияларға қарағанда, WiMAX қаладағы тығыз құрылысқа қарамастан базалық станцияны тікелей көрмесе де жұмыс істей алады. Бұл үлкен мегаполистер үшін өте көкейтесті сұрақ, арнайы мұнара орнатпай-ақ, биік ғимараттардың шатырына базалық станцияны орнату жеткілікті. Осындай әрекет желіні үлкен қашықтықта тез дамытуға септігін тигізеді. Бұл технологияның тағы бір маңызды артықшылығы: радиожабын радиусы 100 метрден аспайтын Wi-Fi-ға қарағанда WiMAX-тың жабын аймағы кейбір жағдайларда 50 км-ге жетеді. Сондықтан бұл технология сымды желі немесе xDSL технологиясын енгізу мүмкіндігі жоқ шалғай аудандарда Интернет немесе қарапайым телефонияға қолы жетпеген адамдар үшін өте пайдалы. Ал мұндай пайдаланушылар Қазақстан бойынша аз емес, сондықтан WiMAX біздің елде жеткілікті дамуда. Бүгінгі күнде осы технология бойынша Қазақстан қалаларында (мысалы, Астана, Алматы, Ақтау, Қарағанды, Тараз

және т.б. қалаларында) Интернет қосылған. Қазіргі кезде WiMAX байланысын сымды телефония ресурсы орнатылмаған қалалық аудандарда қолдану экономикалық орынды.

Intel компаниясының мамандары мен маркетингтерінің бағалауынша жақын болашақта дүние жүзі бойынша IEEE 802.16 стандарттағы WiMAX технологиясын қолданатын миллиардқа жуық пайдаланушы Интернетке қосылады.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, сымсыз қалалық байланыс) өнімінің ең табыстысы кең құрылғылар спектріне (жұмыс станциялары, шағын компьютерлер, ұялы телефондар және т.б.) әмбебап сымсыз байланысын беру мақсатында құрылған WiMAX технологиясы болды. WiMAX жабдықтарының барлық техникалық шешімдері негізінде құрылатын IEEE 802.16 стандарттары сымсыз қолжетімділік желілердің операторлық класына жатады. IEEE 802.16 стандарттары жиіні желілерінің құрылымы дәстүрлі GSM (Global System for Mobile Telecommunications, мобильдік байланыстың ауқымды жүйесі. Цифрлық ұялы байланыстың жалпы еуропалық стандарты) желілеріне ұқсас (базалық станциялар ондаған километр қашықтыққа дейін әрекет етеді, оларды орнату үшін төбелерді құру міндет емес – үйлердің төбелерінде станциялар арасындағы тікелей көріну шартын сақтау барысында орнатуға болады).

Қазіргі замандағы кеңжолқты сымсыз қолжетімділік (КСҚ) технологиясының кең қолданыстағы қызмет атқаратын түрі, IP (Internet Protocol, Интернет хаттама)-архитектура және MIMO-OFDM (Multiple-Input-Multiple-Output-Orthogonal Frequency Division Multiplexing, көптік-кіру-көптік-шығу-ортогональды жиіліктік мультиплексирлеу) технологиялық принципіне негізделген WiMAX технологиясы болып табылады. 2014 жылға қарай орташа мобильді кеңжолқты байланыс айына шамамен 7 Гб трафикті генерациялайды деп күтілуде.

Бүгін WiMAX КСҚ рыногының едәуір бөлігін алады. Juniper Research болжамдарына жүгінсек 2013 ж. соңына қарай WiMAX абоненттік базасы 50 млн. адамды құрайды, ал 2020 жылы WiMAX дүниежүзілік мобильді байланыс нарығының 20% ала алады (Farpoint Group). Сонымен, бұл технология әлі ұзақ уақыт бойы сұранысқа ие болады.

Intel процессорлық компаниясының арқасында WiMAX технологиясы 2007 жылы ITU (International Telecommunications Union, Халықаралық электр байланыс одақтастығы) IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000, мобильді байланыстың 3-ші буынның құру ITU Халықаралық бағдарламасы) стандарттарына, яғни 3G технологиялар жиынтығына енгізілді. Бірақ 2010 жылы шілдеде Intel компаниясы WiMAX өңдеу бөлімшесінің жабылғанын, бірақ WiMAX-ты өз чиптарымен қолдайтындығын жариялады.

802.16a (2003 ж.) стандарты 2-11 ГГц диапазон аралығында жұмыс істеуін қарастырады және екінші реттік желілерде (xDSL, Ethernet және т.б.) қолданылуы мүмкін. WiMAX стандартының соңғы нұсқауларын құрушылар кейбір техникалық принциптерін түзетіп, жоғары өнімділікке қол жеткізді

(өткізу қабілеттілігін арттырды, пакеттік өңдеу кезіндегі кідірістерін қысқартты, радиожабынды жақсартты). Мысалы, IEEE 802.16.d (бекітілген (fixed) WiMAX) технологиясының негізгі артықшылығы - деректер берудің жоғары жылдамдығы және де тиімді алгоритмдер мен радиотарату хаттамаларымен анықталатын өте жақсы техникалық сипаттамалар [1]. IEEE 802.16m релизін КСҚ байланысының аса жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін аса озық функционалға ие. Іс жүзіндегі ең перспективті шешім ретінде IEEE 802.16e/m (802.16e WiMAX атымен де танымал) технологиясы болды. Олардың пайда болуы 3G мобильді стандарттарындағы шектеулерді жеңумен байланысты.

WiMAX технологиясы бірқатар келесі артықшылықтарға ие:

- сымды (xDSL, T1, E1), сымсыз және спутниктік жүйелерге қарағанда WiMAX желісі жаңа тұтынушыларға экономикалық жағынан тиімді түрде қызмет көрсетеді және олардың мүмкіндіктерін арттырады;

- стандарт байланыс операторының технологиясы деңгейлерін біріктіреді (кішкене желілерді біріктіріп, оларға Интернетке қолжетімділік құруға мүмкіндік береді), сондай-ақ, «соңғы шақырым» технологиясын да біріктіреді («соңғы шақырым» технологиясы – провайдер желісіне қолжетімділік нүктесі мен тұтынушы компьютер арасындағы бөлік). Бұл бірігу әмбебаптылық пен сенімділікті арттырады;

- сымсыз технологияларды пайдалану, оны эксплуатациялау және орнату кезінде өте қарапайым. Оған жаңа тұтынушыларды қосу оңайырақ және қосымша қаражатты, қосымша жұмыс күштерін қажет етпейді. Себебі: ол керек кезде масштабталу қасиетіне ие;

- дамушы және алыс, қиындықтар туғызатын аймақтарда (мысалы, батпақ, тау, орман) сымсыз технологияны орнату қарапайымдылығы;

- қызмет көрсету қашықтығы радиобайланыстың негізгі параметрлері болып саналады. Қазіргі уақытта кеңжолақты сымсыз технологиялар желі объектілері арасындағы тікелей көрінушілікті қажет етеді. WiMAX OFDM технологиясының арқасында тікелей көрінушілік жоқ объектілер арасында байланысты қамтамасыз етуге қабілетті және бұл кездегі арақашықтық ондаған километрлермен өлшенеді;

- WiMAX технологиясы алғашқыдан IP-протоколын иеленген және соған байланысты жергілікті желілерді оңай интеграциялауға мүмкіндік береді;

- WiMAX технологиясы бір орында орналасатын (фиксирленген, бекітілген), орын ауыстыратын, үнемі қозғалыста болатын объектілерге бір инфрақұрылымда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

WiMAX Forum WiMAX-қа қолжетімділік құрудың төрт түрін анықтады [2].

Фиксирленген қолжетімділік (fixed access) құру. Бұл қолжетімділікті құру кезінде пайдаланушы құрылғы қызмет көрсету контракты бойынша келісілген уақыт бойы, яғни, контракт аяқталғанша орын ауыстырмауы тиіс. Қызмет көрсету кезінде тұтынушы қалаған уақытында желіге кіре алады немесе одан шыға алады, сондай-ақ, өзінің қалауы бойынша «ең жақсы» деген базалық станцияны таңдауына мүмкіндігі бар. Ал, қарапайым жағдайда

пайдаланушы құрылғы тек бір ғана базалық станцияның секторымен немесе ұясымен қатынас жасайды. Ол істен шыққан немесе онымен байланысу қиыншылығы туындаған кезде басқа базалық станцияға ауысу процесі автоматты түрде орындалады.

Әр түрлі орындардан қолжетімділік (nomadic access) құру. Бұл қолжетімділікті құру түрінде пайдаланушы құрылғы бір сеанс біткенше бір жерде тұрақтауы тиіс. Ал, егер де ол сол сымсыз желінің басқа жеріне орын ауыстырса, онда желі оның жазылуының атрибуттарын анықтайды және өзге сессия орнатылады. Бірақ, бұл кезде алдыңғы пунктте айтылған мүмкіндіктер сақталады.

Ауысу режиміндегі қолжетімділік (portable access) құру. Бұл қолжетімділікті құру кезінде пайдаланушы құрылғы сымсыз желімен шектелген аймақта жаяу жүріс жылдамдығымен жүрген кезде байланыс жасауға мүмкіндік алады. Сессия кезінде байланыс желісінің бір ұяшығынан немесе оның бір секторынан екіншісіне ауысқан кезде басқарудың барлық мүмкіндіктері берілмейді. Яғни, желі мүмкіндіктері шектеулі болып қалады.

Қарапайымдатылған мобильді қолжетімділік (simple mobile access) құру. Бұл қолжетімділікті құру кезінде сымсыз желі шекарасының ішінде көлік жылдамдығымен қозғалып келе жатқан құрылғыға шынайы уақытты қажет етпейтін қосымшалар сессиясын тоқтатпауға мүмкіндік береді. Секторлар мен ұяшықтардың арасында орын ауыстыру кезінде басқаруды беру сеансты жоғарыда көрсетілген типті қолданбалар үшін үзіліссіз етеді.

Толық мобильді қолжетімділік (full mobile access) құру. Бұл қолжетімділік құру түрі сымсыз байланыс аясындағы территорияда пайдаланушы құрылғы өте үлкен жылдамдықпен қозғалған кезде, байланысты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Гарант (кепіл) түріндегі басқаруды беру, базалық станция секторларын немесе ұяларды ауыстырған кезде барлық қосымшаларға үздіксіз жұмыс жасауға мүмкіндік береді.

OFDM-нен басқа WiMAX стандарты OFDMA (OFDM Access) негізіндегі көптік қолжетімділікті қолдануда. OFDM режимінде деректерді жіберу, тасымалдау жиілігінде (жеке арналарда) параллель жүргізіледі. Бұл орайда, дәлме-дәл пунктирлі кодтауда, әр түрлі жеті жұмыс режимін алуды үйлестіретін BPSK (Binary Phase Shift Keying, бинарлы фазалық манипуляция), QPSK (Quadrature PSK, квадраттық фазалық манипуляция), 16QAM және 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation, квадраттық амплитудалық модуляция) модуляциялары қолданылады [3].

OFDM технологиясы кез келген арнадан максимал өткізу қабілеттілігін (Шеннон критерийімен шектелетін) сығымдап алуға мүмкіндік береді [3].

OFDM технологиясы барлық жаңа сымсыз байланыс стандарттарының негізі болып келеді. OFDM механизмі кодтық және жиіліктік тығыздау әдістерінің туындысы болып табылады. Сонымен, OFDM мәні: барлық мүмкіндікті жиіліктік диапазон (біртұтас ресурс) жеткілікті көп (бірнеше жүзден мыңға дейін) тасымалдауыштарға (нақтылы құрылғылармен тағайындалған деректерді жіберу арналарға) бөлінеді. Бір байланыс арнасы (қабылдағыш (receiver) және таратқыш (transmitter)) арқылы белгілі бір

зандылықпен бүкіл жиыннан бірнеше осындай тасымалдауыштар (carrier) тарату үшін тағайындалады. Барлық тасымалдаушылар арқылы жіберілу бір уақытта жүреді, яғни әр бір таратқышта деректердің шығу ағыны N субағынға (subflow, ішкі құраушы ағындарға) бөлінеді. Мұндағы N – осы таратқышқа тағайындалған ішене (ішкі) тасымалдауыштар (поднесущие) саны [3]. Ішене тасымалдауыштардың үлестірілуі жұмыс барысында динамикалық өзгеріп отырады. Бұл осы механизмді уақыттық тығыздау әдісінен аса икемді етеді.

OFDM – бұл модуляция әдісі, ал OFDMA – OFDM-ді модуляциялаумен қатар арналарды мультиплексирлеуде де қолдану. OFDMA әдісі антенналар типтері әртүрлі пайдаланушы құрылғыларды басқаруды жақсартуға мүмкіндік береді. Ол қабылдағыш–таратқыш антенналардың бір-біріне бөгеулдерін кемітіп, тікелей көрінушілік жоқ кездегі қабылдауды әлдеқайда жақсартады. Бұл мобильді тұтынушылар үшін үлкен мәнге ие.

OFDM режимінде субарна қолдану принципі анықталған. Арналар TDMA (Time Division Multiple Access) уақыттық бөлу негізінде мультиплексирленсе, онда дуплексирлену (қабылдау және жіберу (тарату) арналарын бөлу) TDD (Time Division Duplex) немесе FDD (Frequency Division Duplex, арналарды жиіліктік бөлумен дуплексирлеу (қосқабаттау)) базасында жүреді.

WiMAX кадрларының ұзақтығы 5 мс. Кадр 47 OFDM символынан (5 немесе 10 МГц арна үшін) тұрады және жоғары/төмен жолдардағы субкадрларға икемді бөліне алады.

Жалпы жағдайда, WiMAX желілері келесі негізгі бөліктерден тұрады: базалық және абоненттік станциялардан, сонымен қатар базалық станцияларды өзара қызметті ұсынушылармен және Интернетпен байланыстыратын жабдықтамадан. WiMAX желілерінде базалық станция (БС) мен абоненттерді байланыстыру үшін 1,5-ден 11 ГГц-ке дейінгі аса жоғары жиіліктегі радиотолқын диапазоны қолданылады. Идеалды жағдайда деректермен алмасу жылдамдығы 70 Мбит/с жете алады, бұл кезде базалық станция мен қабылдағыш арасында тікелей көрінуді қамсыздандыру талап етілмейді.

Базалық станциялар арасында 10-нан 66 ГГц-ке дейінгі жиіліктер диапазонын қолданатын байланыстар (LoS (Line of Sight, тікелей көріністегі)) орнатылады, деректермен алмасу жылдамдығы 140 Мбит/с жете алады. Бұл жағдайда, кем дегенде, бір базалық станция дәстүрлі сымды қосылуларды пайдаланатын провайдер желілеріне жалғанады.

WiMAX желілерінің архитектурасы қандай да бір пішін үйлесіміне келтірілмеген, ол жоғары икемділік пен кең масштабталулыққа (scalability) қол жеткізген.

WiMAX артықшылығы - әр бір байланыс үшін БС пен пайдаланушы арасында жоспарлау алгоритмі негізінде QoS (Quality of Service, қызмет көрсету сапасының көрсеткіші) кепілдік беретін ассоциациясын (байланысын) қолдану.

Сонымен, кеңжолақты қолжетімділік (КЖҚ) өзекті экономикалық индикатор ретінде жоғары жылдамдықты және үзіліссіз Интернетке қосылу

мен екі жақты байланыс (бір уақытта жоғары жылдамдықта ақпаратты жіберу және қабылдау мүмкіндігі) орнатуды қамтамасыз етеді. КЖҚ барлық Интернет ресурсты қызмет ретінде қалыптастырады. WiMAX – бұл кез келген жерде барлық қолданушылар үшін мультисервисті желілерге қолжетімділікті қамтамасыз ететін, КЖҚ-ның бір түрі. КЖҚ технологиясы көп шығынсыз, аз уақытта дами алады. КЖҚ қолдана отырып басқа өрістермен де жұмыс істеуге болады [3]:

- байланыс операторларының алыс жердегі тораптарын қосу;
- мобильді қолданушылар үшін жылдам ақпарат алмасу;
- резервті арналар құру;
- төтенше жағдай және уақытша қолдану үшін инфрақұрылым ұйымдастыру.

WiMAX технологиясы басқа технологиялардың (3G, IEEE 802.11, DVB (Digital Video Broadcast, цифрлық видеохабар тарату), DAB (Digital Audio Broadcast, цифрлық радиобауар тарату) және т.б.) ең жақсы қасиеттерін өзіне қабылдады. Сонымен, WiMAX барлық телекоммуникация түрлерімен байланысты, сонымен қатар мобильді және фиксирленген (fixed, бекітілген) операторларда алға басушы, шапшаң дамушы технология.

WiMAX базасындағы кеңжақты сымсыз желілер ерекше артықшылықтарға (мобильділік, көптеген жағдайларда ең пайдалы, кей жағдайларда үлкен аймақтарда телекоммуникациялық инфрақұрылымның құрылуын, экономикалық үмітін ақтайтын мүмкіндігі бар) ие. Бұл әсіресе үлкен аймаққа ие және халқы тығыз орналаспаған Қазақстан үшін маңызы зор.

Толық дамып үлгермеген 3G желісі қолданушының талаптарына жауап бере алмай жатыр. Сонымен қатар олар күрделі және пайдалануға қымбат, 2G-ге қарағанда бірнеше есе көп базалық станцияларды қажет етеді. Ғимарат ішіндегі радиобау (радиопокрытие) да қиындық туғызып отыр. Сондықтан, операторлар төртінші буынның мүмкіндігін бағалады. Мысалы, заманауи көпстандартты радиоқолжетімді желі концепциялары бірден үшінші желіге ауыспай төртінші сатыдағы желіге ауысуға мүмкіндік береді. Олардың қызметтер категориясы мен қосымшалар есебінен мобильді операторларының ARPU (Average Revenue per User, бір абонентке орташа кіріс) өседі.

WiMAX коммерциялық желілері жұмыс істеуде, ал LTE (Long Term Evolution, ұзақ мерзімді даму) әлі де “күн астындағы орнын” алу керек. Ол желінің сыйымдылығы мен деректер тарату жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол операторларға қажетті жоғары жылдамдықты және жоғары өнімді талап ететін инновациялық қызметті нарыққа шығаруға мүмкіндік береді (жоғарғы нарықты видео (бейне), үш өлшемді картографиялық сервистер, кеңкөлемді мәліметтерді жүктеу және т.б.).

WiMAX 802.16e-2005 мобильді технологиясы абсолютті мобильділікке жетуге мүмкіндік береді. Ол операторларға толық сымсыз кең ауқымдағы қызмет мүмкіндігінің кешенін ұсынады.

Телекоммуникациялық қызмет жоғары деңгейде жүрген және инфрақұрылымы дамыған елдерде WiMAX кеңжолақты қызметті (бейне, ойындар, бизнес-қосымша, т.б.) мобильділікке жеткізуге, сонымен қатар олардың қолданылу аймағын кеңейтуге мүмкіндік береді. WiMAX радиоқолжетімділік желісін ұйымдастыру келесі жағдайларда жүзеге асырылуы мүмкін:

- абоненттік желінің техникалық көрсеткіштері сәйкес келмегенде (алыс қашықтық, шуылы көп желі; РСМ (Pulse Code Modulation, импульстік-код модуляциясы) тығыздығы және басқалар);

- Интернет желісіне қолжетімділікті ұсынуға техникалық мүмкіндік болмағанда;

- кабельдік (сым) желісімен қосу экономикалық тиімсіз болғанда;

- потенциалды абоненттердің байланыспен жедел қамтылуы қажет болған жағдайында және т.б.

WiMAX технологиясы үлкен перспективті мобильді телекөрсетілім дамуы үшін қолданылады. Мұнда контент-жоспарланған қызметке жеңіл қолжетімділік ұйымдастыруға болады:

- дауыс беру (абоненттер интерактивті шоууды көріп жатқанда нақты уақытта соған немесе басқа қатысушыға дауыс бере алады);

- еске түсіру және қайтарымды байланыс (сол немесе басқа программаға шығуға, еске салуға, қосылуға мүмкіндік бар);

- музыка және бейне (музыкалық арнаны көріп отырғанда орындаушылар тізімін немесе композицияларын қарап шығуға болады, сонымен қатар өзінің ұялы телефонына рингтон түрінде композицияны сатып алуға болады);

- нақты уақытта өздік жеке телеарналар құруға мүмкіндік.

Сонымен берілген технология желіге тез әрі жеңіл қолжетімділік, жаңа қызмет және мүмкіндіктер, әртүрлі жұмыс үшін үлкен алаң ұсынады. Ең басты артықшылықтарының бірі - қызметті қолдануда ыңғайлы болуы, орын ауыстыру кезінде қондырғыны жаңа орынға ауыстыру қажет емес, ең маңыздысы - ол қызметтерді қамту аймағында, яғни БС әрекет радиусында орналасады.

Бүгінгі таңда Alcatel-Lucent және т.б. компанияларының қорында WiMAX 802.16e технологиясы негізінде сымсыз ұялы желі құру үшін толық дайын шешімдер бар. Бүгінде WiMAX консорциумы жүздеген компаниялар басын қосады. Бірақ мамандарда WiMAX стандартына сұрақтар көптеп туындайды, сонымен қатар стандарттың ақпараттық қауіпсіздігіне.

Мамандардың айтуы бойынша, сымсыз желілердің қауіпсіздік деңгейі сымды желілерге қарағанда төмен емес. Өйткені, оған көптеген аспаптармен қол жеткізеді. Мысалы: бірегей SSI (Service Set Identifier, желілік атау) идентификатор жасауға болады және WEP (Wired Equivalent Privacy, сымды конфиденциалдылықтың (құпиялылықтың) эквиваленті) шифрлеу тәртібін қосып оған тағыда 802.1x ең жаңа стандартты пайдаланып, қауіпсіздік қамтамасыз етуінің жақсарған механизмдермен иеленген, WEP технологияларынан басқа да технологиялар толы. Оларды пайдалану WEP-

тің «үстінен» қауіпсіздігінің қосымша деңгейлерін (VPN (Virtual Private Network, виртуальдық жекеменшік желі) жасайды немесе IPSec (IP Security, Интернет желісінде ақпарат қорғау механизмі)). Виртуальдық жекеменшік желілердің аутентификациясына арналған қуатты құралдар мен шифрлеулерді қосады, олар динамикалық шифрлеу кілттерімен айырбастау негізінде жасалған. VPN қашықтағы пайдаланушылармен деректермен алмасуға арналған қорғалған туннельдерді қалыптастырады. 1-ші кестеде сымсыз желілерінде қолданылатын шифрлеу протоколдардың мүмкіндіктері келтірілген [3].

1-кесте – Шифрлеу протоколдарының мүмкіндіктері

Протокол	Open System	WEP	WPA-PSK	WPA-EAP	WPA2-PSK	WPA2-EAP
Шифрлеу алгоритмі	RC4	RC4	RC4	RC4	AES (CTR)	AES (CTR)
Аутентификация	Жок	Бөліктенетін кілт	Бөліктенетін кілт	IEEE 802.1x	Бөліктенетін кілт	IEEE 802.1x
Кілт ұзындығы, бит	64 немесе 128	64 немесе 128	128 (шифрлеу), 64 (аутентификация)	128 (шифрлеу), 64 (аутентификация)	128	128
Кілтің қайталанғышы	24-биттік IV	24-биттік IV	48-биттік TSC	48-биттік TSC	48-биттік PN	48-биттік PN
Деректер тұтастығы	CRC-32	CRC-32	Michael	Michael	AES(CBC-MAC)	AES (CBC-MAC)
Тақырыптың тұтастығы	Жок	Жок	Michael	Michael	AES(CBC-MAC)	AES (CBC-MAC)
Кілттерді басқару	Барлық желі үшін статикалық			EAP негізінде	Барлық желі үшін статикалық	EAP негізінде

WiMAX технологиясында бүгінгі күні трафикті шифрлеу үшін AES (Advanced Encryption Standard, ілгері жылжытылған шифрлеу стандарты) алгоритмін қолданады [3]. AES – бұл шифрлеу мен дешифрлеу (шартбелгіні ашу) үшін бір кілтті қолданатын, симметриялық кілтпен кодтау әдістерінің біріне жататын блоктық кодтаудың алгоритмі. AES алгоритмі блок деп аталатын бекітілген ұзындықтағы бит топтарын қолданылады. Ол бір-біріне тәуелсіз есептелетін мәтін блогындағы биттерін шифрлайды.

WiMAX желісінің қауіпсіздігін сымсыз байланыс құрылғысына орнатылған арнайы жасалған ASIC (Application Specific Integrated Circuit) чиптары қамтамасыз етеді. Олар құпияны бұзу талпыныстарынан, деректердің бүтіндігін бұзудан және бұрмалауынан сақтайды.

WiMAX стандарты инфрақұрылымына айтарлықтай қаржы бөлген және ары қарай қолдайтындар 4G технологиясы болып табылатын LTE (Long Term Evolution, ұзақ мерзімді даму) технологиясын таңдаған мобильді байланыс операторларымен бәсекелесе алады. 4G-ға жылдам және мобильді Интернет пен «желілік бұлт» (cloud-based services) технологиясын қолдайтын, күшті мобильді құрылғылар біріктірілген. Трафиктің барлық қолданбалы өңдеуі және сақтауы «бұлтта» құрылады [2].

Мобильді WiMAX-та масштабталанатын OFDM-қолжетімділік (Scalable OFDMA) қолданғанда, 4G жүйесін құрудағы негізгі зерттеулер OFDM технологиясы бағытымен жүруде. 4G техникалық талабы: IP-протоколға негізделген және IPv6 қолдайтын толық пакетті желі; жоғары абоненттік сыйымдылық және спектрлік тиімділік және басқалар.

Жоғары жылдамдықты Интернетке сұраныстың артуы, жаппай нарықты WiMAX жабдықтарының (Alvarion, Motorola, Samsung, Huawei және т.б.) жаулап алуына әкелді. WiMAX жабдықтарын таңдау барысында мыналарды есте сақтау керек: олардың техникалық сипаттамалары (радиоарна ені, жиіліктік диапазоны, т.б.); бағасы; БС техникалық сипаттамалары және олардың конструктивті орындалуы.

WiMAX желілік элементі (торап, БС, арна) өнімділігінің негізгі параметрі өңделетін пакет (ұзындығы анықталған) немесе нақтылы уақыт периодында бір уақытта берілетін белсенді абоненттер санымен анықталады.

WiMAX инфрақұрылымының бағасы БС-тің таңдалған параметрлері мен тіректік арналарына, желінің құрылымы мен топологиясына байланысты [4].

Wi-Fi және Wi-MAX стандарттары IP негізінде 4G төртінші буын желілері үшін базалық болып табылады.

КСҚ технологиясының тиімділігі әр түрлі аспектілер (мысалы, сервистің маңыздылығы мен баға/сапа/тиімділік принципінің негізгі көрсеткіштерінің ара қатынасы) жиынтығымен анықталады. WiMAX – КСҚ көмегімен ұйымдастырылған аса қажетті технология. Жоғарыда көрсетілгендей, қазіргі заманғы КСҚ негізі OFDM-жүйесіне қойылған. WiMAX технологиясының жетістікке жетудегі маңызды критерийі – жан жақтан үлкен вендорлардың (Alvarion, Motorola, Samsung, Huawei және басқалар) жабдықтарымен қолдауы.

Қорытынды.

WiMAX - кеңжолақты сымсыз байланыстың бір түрі. WiMAX – құрылғылардың кең спектрі (жұмысшы стансалар мен портативті компьютерлерден бастап мобильді телефондарға дейін) үшін үлкен қашықтықтарда әмбебап сымсыз байланысты ұсыну мақсатында құрылған телекоммуникациялы технология. WiMAX компанияларда көбінесе Интернет-қолжетімділіктің бір технологиясы ретінде қолданылады. Артықшылығы – тез қосылу және кең қамту ортасы.

WiMAX технологиясын «соңғы шақырымды» кеңжолақты ассоциацияны жүзеге асыру, радиоқолжетімділік нүктелерін орналастыру, мекеме филиалдарының арасында жоғары жылдамдықты ассоциация ұйымдастыру және басқа осыған ұқсас қызметтерді, міндеттерді шешу үшін қолдануға болады. WiMAX Wi-Fi желілеріне қарағанда Интернетке қосылуды жоғары жылдамдық пен аумақтың айтарлықтай ауқымды жабынын қамсыздандырады. Бүгінгі күні толығымен дами қоймаған үшінші буындағы мобильді желінің орнын төртінші буын басып жатыр – LTE және мобильді WiMAX. Олардың жылдамдылығы 100 Мбит/с-ке дейін.

WiMAX-қызметтерін ендіру ARPU көтеруге мүмкіндік береді. WiMAX технологиясы негізіндегі желілердің соңғы мобильді шешімдері төртінші буындағы желіге жатқызылады.

ӘДЕБИЕТ

1. Нагорский М. Мультисервисный радиодоступ для абонентов фиксированных сетей // Технологии и средства связи. 2008. № 4. - С. 47.
2. Пахомов С. Мобильный WiMAX приходит в Россию // Компьютер-Пресс. 2008. № 2. - С. 22.
3. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М.: Техносфера, 2009. – 472 с.
4. Широков В. Методология создания беспроводных мультисервисных сетей класса WiMAX. Ч.2 // Технологии и средства связи. 2010. № 3. - С. 25.

Козыбаев К.Т., Иманкул М.Н.

Технология WiMAX

WiMAX – набор стремительно развивающихся технологий, связанных практически со всеми сферами телекоммуникаций. Широкополосные беспроводные сети передачи информации становятся одним из основных направлений развития IT-индустрии.

Kozybaev K.T., Imankul M.N.

WiMAX technology

WiMAX - a set of rapidly evolving technologies, related to virtually all areas of telecommunications. Broadband wireless communication have become a major focus of the IT-industry.