

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Тлеулес Ш. Ы.

Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша
жаңғырту

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

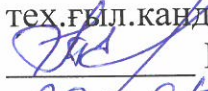
5B071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы

Алматы 2019

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
тех.ғыл.канд, профессор


Е.Таштай
«29» 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G
технологиясы бойынша жаңғырту»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Тлеулес Ш.Ы

Рецензия беруші

 Юсупова Г. М

Туран университеті

РЭТ каф. ассистент проф. PhD

«29» 04 2019 ж.



Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.маг.,
ассистенті

 Мамадияров М.М

«29» 04 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,

техн. ғыл. канд.

 Е.Таштай

«19» / 04 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Тлеулес Шерхан Ыдырысұлы

Тақырыбы: “Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту”

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Негізгі жұмыс істеп тұрған желілерді талдау;

2) WiMAX сымсыз кең жолақты қатынау желісін жобалау;

3) Желі параметрлерін есептеу;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) 4G технологиясына шолу;

ә) WiMAX желісі архитектурасының негізгі принциптері;

б) Базалық станцияның қамту аймағын есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс).

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1) Вишневский В., Портной С., Шахнович И. Энциклопедия WiMAX путь к 4G – М.: Техносфера, 2009.

2) Вишневский В. М., Беспроводные сети широкополосного доступа к ресурсам интернета. - Электросвязь, 2010, с. 943.

3) Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера, 2004.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Негізгі жұмыс істеп тұрған желілерді талдау	20.01.2019 - 01.03.2019	<i>моу</i>
WiMAX сымсыз кең жолақты қатынау желісін жобалау	02.03.2019-02.04.2019	<i>моу</i>
Желі параметрлерін есептеу	01.04.2019–15.04.2019	<i>моу</i>

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы Тайсариева К.Н.	<i>29.04.19</i>	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекшісі _____

(қолы)

М. М. Мамадияров

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____

Ш. Ы. Тлеулес

Күні "*29*" *04* 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту болып табылады. Сонымен қатар сымсыз қолжетімділіктің кең жолақты желісін байланыстың заманауи қызметтерін ұсыну үшін ұйымдастыру: интернет желісіне жоғары жылдамдықты қолжетімділікті, Алматы қаласының абоненттеріне цифрлық телефонияны қамтамасыз ету.

WiMAX негізіндегі заманауи мультисервистік қызметтерді және мәліметтер мен дыбысты тараптың негізінде жоғары жылдамдықты таратуды кең жолақты сымсыз қолжетімділік схемасында жобалау мүмкіндіктерін Алматы қаласының абоненттеріне ұсынуды ұйымдастыру үшін келесі мәселелерді қарастырылған. Таратушы және абоненттік бөлімдерге Alvarion компаниясының сымсыз кеңжолақты қол жеткізу жабдығығына таңдау жасау, WiMAX кеңжолақты сымсыз қатынауды ұйымдастырудың сұлбасын жасау, желінің энергетикасы, радиосызығы базалық станцияның қамту аймағы, сыртқы құрылғынсының сапасының интегралды көрсеткіштерін есептеу.

АННОТАЦИЯ

Основной целью данной работы является модернизация оптического волокна по городу Алматы по технологии 3G/4G. Кроме того, организация широкополосной сети беспроводного доступа для предоставления современных услуг связи: обеспечение высокоскоростного доступа к сети интернет, цифровой телефонии абонентам г. Алматы.

Для организации предоставления современных мультисервисных услуг на основе WiMAX и возможности проектирования высокоскоростного беспроводного доступа на базе данных и звуковой стороны в схеме широкополосного беспроводного доступа предусмотрены следующие задачи: Выбор абонентского беспроводного широкополосного доступа Alvarion и распределительных жабдығығына отделама компания, разработка схемы организации беспроводного широкополосного доступа WiMAX, сети, энергетика, радиосызығы зона охвата базовой станции, внешнего құрылғынсының расчета интегрального показателя качества.

ANNOTATION

The main purpose of this work is the modernization of optical fiber in Almaty on 3G/4G technology. In addition, the organization of broadband wireless access to provide modern communication services: providing high-speed access to the Internet, digital telephony to subscribers of Almaty.

To organize the provision of modern multi-service services based on WiMAX and the possibility of designing high-speed wireless access on the database and the sound side in the scheme of broadband wireless access, the following tasks are provided: the Choice of subscriber wireless broadband access Alvarion and distribution zhabdygygn departments of the company, the development of the scheme of wireless broadband access WiMAX, network, energy, radio coverage area of the base station, external kurylgynsyn calculation of the integral quality indicator.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі жұмыс істеп тұрған желілерді талдау	10
1.1 4G технологиясына шолу	10
1.2 Желідегі қолданылатын технологияларға шолуы	12
1.3 IEEE 802.16 кең жолақты қатынау стандарттары	16
1.4 Тапсырманың қойылымы	24
2 WiMAX сымсыз кең жолақты қатынау желісін жобалау	25
2.1 WiMAX желісі архитектурасының негізгі принциптері	25
2.2 Желінің базалық үлгісі	25
2.3 WiMAX-желісінің базалық үлгісі	28
2.4 Қызмет көрсету сапасы	29
2.5 BreezeMAX 4Motion платформасының негізіндегі WiMAX жабдығы	31
2.6 Алматы қаласында 4G технологиясы негізінде ұйымдастырылатын желіге сипаттама	40
2.7 Жабдықтың техникалық сипаттамалары	43
3 Желі параметрлерін есептеу	44
3.1 Базалық станцияның қамту аймағын есептеу	44
3.2 Базалық станцияның санын есептеу (Node B)	49
3.3 Мобильді WiMAX желінің сыйымдылығын есептеуі	50
3.4 Байланыс тиімділігінің бағасы	52
3.5 Пакеттің оптимизация есебі	53
3.6 Жалпы кідіріс есебі	55
3.7 Пайдалы сигналдың қуатын есептеу	57
Қорытынды	59
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	60

КІРІСПЕ

Кез келген бағыттағы телекоммуникациялық жүйенің одан әрі дамуы мен бәсекеге төзімділігі қатынау желілерін таңдау бойынша операторлардың қабылдаған шешіміне тәуелді анықталады. Қазіргі кездегі қолданысқа енетін және аса жоғары құнымен, төмен сенімділігімен белгілі болған рұқсат желілерінің көбісі ақпараттық коммуникациялық қызметтердің жаңа түрін қамтамасыз ете алмайды.

Біздің әлем тек қана ұялы байланыс желісі үшін ғана емес, басқа да қолданыста сымдарды азайтуда. Бұл өте тиімді және ыңғайлы, себебі ыңғайлы терминал – коммуникатордың көмегімен кез-келген уақытта, кез-келген жерде қажетті іскери немесе жеке ақпаратқа қол жеткізуге болады. Бұл әлі де тез қозғалатын автокөлікте орындалмағанымен, бұл мәселе шешімін табуда. Алайда бұл әлі де аз. Атап айтқанда Intel корпорациясының шешімі бойынша ТМД елдері үшін сымсыз технологиялар, яғни қазіргі кезде қолданылатын WLAN (сымсыз локальді желі), Wi-Fi желілері жаңа экономикаға бір уақытта жол ашады және жол бастаушы болуы мүмкін. Барлық аналитикалық және консалтингтік агенттіктердің жалпы шешімі бойынша, мобильді сымсыз құрылғылардың нарығы жақын арадағы уақытта күрт дамиды. Және бұл даму қазіргі уақытта дамуда.

Операторлар, қондырғыларды жеткізушілер мен қаржылаушылар үшін желіні дәл құрудың болашақтағы мүмкіндіктері жайлы мәселе маңызды болып отыр.

Wi-MAX (IEEE 802.16 стандарттарының жиыны) - бұл 75 Мбит/с жылдамдықпен алыс қашықтықтарға Интернетке екі жақты рұқсатты қамтамасыз ететін және QoS шартын қанағаттандыратын желі болып табылады. Технологияны қолдайтындар бұл стандарт 30 миль қашықтыққа ретронсляторлар арасында мәліметтерді таратуға және қазіргі заманғы DSL құрылғылардың және кабельді модемдердің мүмкіндіктерінен арта отырып, жоғары өткізу жолағының арқасында аймақты қамту радиусы кең болады. Альтернативті экономикалық тиімді рұқсат желісінің құны жоғары болады. Сондықтан экономикалық тұрғыдан да бұл желі өте тиімді.

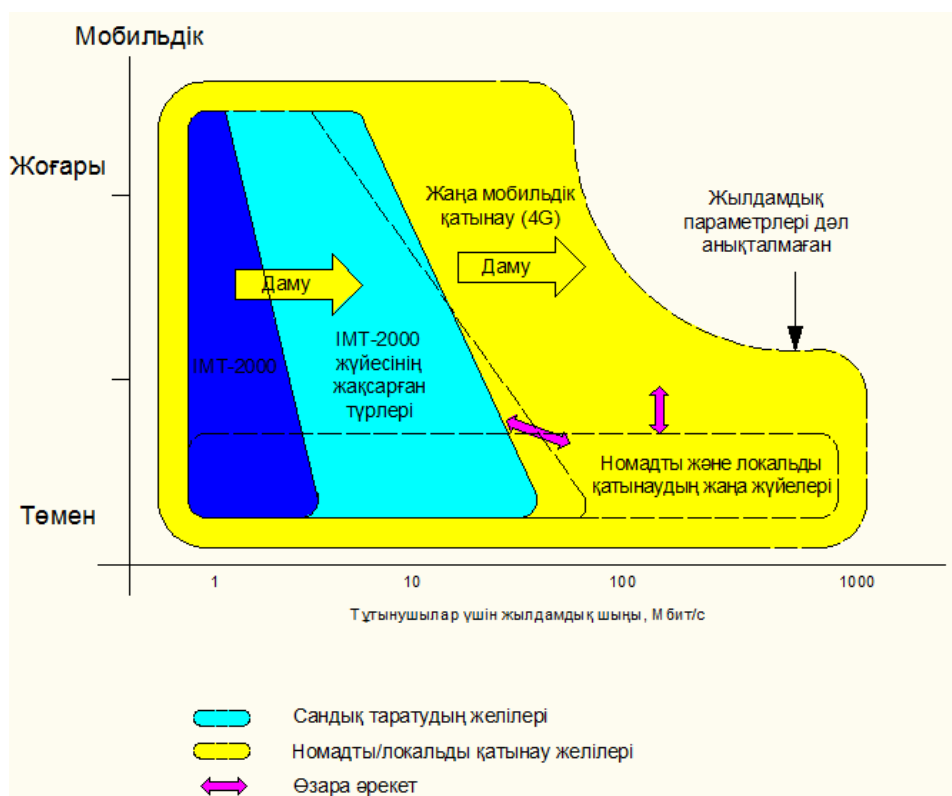
Бүгінгі және болашақтағы операторлардың назарына WiMAX үш бизнес-модельдері ұсынылады: кабель мен DSL құрылғыларын ауыстыратын орнатылған рұқсат, ірі хот-споттар секілді қалалық аудандарды қамтитын портативті рұқсат, ұялы құрылымды толық мобильді жүйе (болашақтағы IEEE 802.16j стандарты). WiMAX дауыстық байланыстың мүмкіндіктерін қамтитынына қарамастан, бұл берілген стандарттың негізгі мақсаты емес.

Берілген жобаның мақсаты тұрғындардың тығыздығы мен жер рельефіне тәуелсіз кабельдік қосылыстарды алмастыру ретінде көптеген тұрғындарды сапалы және арзан қызметпен қамтамасыз ету үшін Алматы қаласында WiMAX технологиясы негізінде сымсыз қатынау желісін жобалау болып табылады.

1 Негізгі жұмыс істеп тұрған желілерді талдау

1.1 4G технологиясына шолу

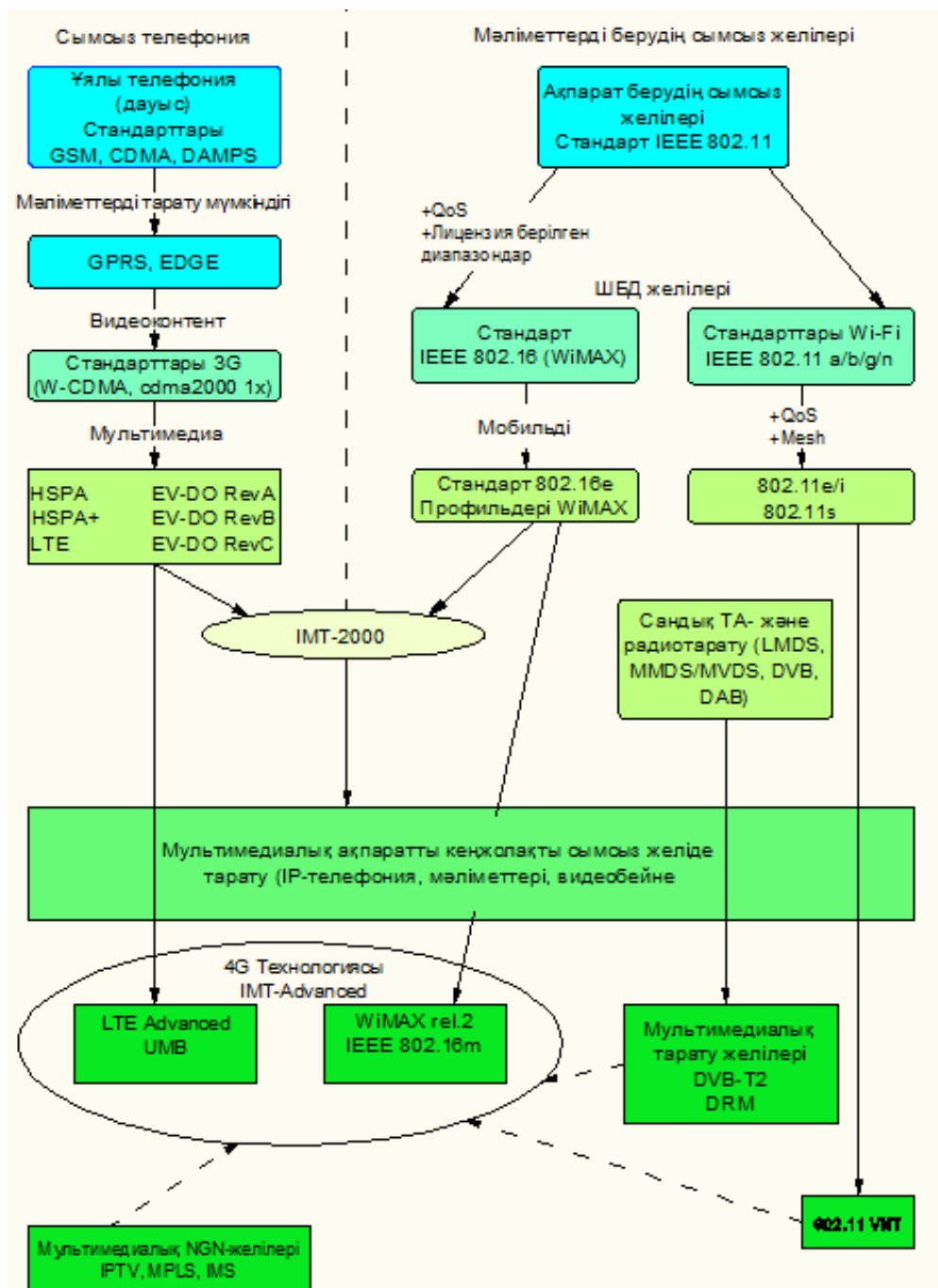
Құрылымдардың төртінші ұрпағы біздің пікір бойынша - бұл қалтадағы бағалы мультимедиа кеңсесі. Дәл бұл номадикалық және бекітілген абоненттер 1 Гбит/с үшін жылжымалы үшін 100 Мбит/ске дейін мұндай төмен түсетін арнадағы жылдамдықтың жүйелерімен қамтамасыз ету бойынша талап ІМТ-Advanced бағытталған (1.1-сурет). Олар бастапқы ІТУ-Р М1645 ұсыныста сипатталған, қазір тұрақты түзету кезеңі болып жатыр. Бұл - дауыс қосулар орнату мүмкіндігі, бір уақытта әр түрлі ақпараттық сервистер үшін мүмкіндік - интернетте жұмыс істеу, үлкен көлемді деректерді айырбастау, (IPTV) хабарды жүргізу. Қазіргі таңда барлық қолданушының үйінде (кеңсесінде) бар.



Сурет 1.1 - ІМТ-Advanced жүйесінің параметрлері

Барлық технологиялар ІМТ-Advanced адаптивті антенна жүйелері бар жұмысты, антенна жүйелерінің бағытталған диаграммаларын құрастыру функциясын қоса қолдауы керек. Перспективада және динамикалық цифрлар диаграмма құрылуын қолдау. Бірігу деңгейде тірек толығырақ болуы керек, әр түрлі интерфейстері бар желілерді арасындағы ағындарға шейін. WiMAX те, LTE-Advanced шеңберінде де мына барлық талап жасалатын перспективалы стандарттарды қолдайтынын атап өтеміз.

Сайып келгенде, 4G жүйелер IMT-Advanced стандарттардың пуліне кіру технология сияқты анықтауға болады (1.2-сурет). Оларды қолданбалы деңгейде бөледі:



Сурет 1.2 - 4G технологиялардың құрастырылуы

- (жылжымалы/номадтикалық абоненттердің үшін 100/1000 Мбит/с) жоғары жылдамдық. Бұл бірнеше мультимедиа ағындарымен жұмысты бір уақытта білдіреді, табиғатқа және QoSқа талаптар бойынша әр түрлі;

- өзара үйлесімдік және белсенді өзара әрекеттесу. Қолданушы басқа желілерден бөгеуіл сезінбеу керек және тораралық деректерді беруі мәселелер де.

4G технологиялық жүйе деңгейінде бейнеленеді:

- OFDM модуляцияларына толық өтуімен (қайта шағылыстыру шарттарда жұмыс істеу) ;

- физикалық радиохаттамалары бірлескен жұмыстың келісушілігімен деңгейде;

- биік иілгіштікпен жиілік жолақтары, жиілік ауқымдарының таңдауында әдістердің модуляциялары адаптивті қайта құрумен;

- арналық түзететін кодтаудың өте мүлтіксіз әдістерінің қолдануымен (каскадты кодтар, LDPC-тың коды, көп деңгейлі интерливинганың дамыған жүйесімен тағы сол сияқтылар);

- (IPv6 хаттамаларға өтумен), біртұтас NGN-шы әр түрлі стандарттардың жүйелерінің кірігуін мүмкіндік пайда болады - (мысалы MPLS-тың технологиясының негізінде желі) толық IP-ші желінің тіректік/базалық, IMS-ші платформаның қолдауы.

Барлық аталған технологиялық ерекшеліктер төңірегінде микроэлектрон элементтік базасының соңғы жылдарының ақиқатында революциялық табыстарына арқа сүйейді. Бұл өздерінің қабылдау-жіберу құрылымдарының функционалдығына ғана емес. Оған олардың өңдеуін құралдар керек болады. Керісінше, түпкі тұтынушы ТВ және видео қарағысы , жаңалықтармен ауысып және оған үлкен файлдарды бекіте кеткісі, өлең тыңдағысы, сөйлескісі келеді. Компьютерлер, смартфон, ноутбуктар және нетбуктар, қолда ұстайтын компьютерлер торлық құрылымдарының қажетті кірігуі үшін және сол сияқты құрылымдарсыз 4G желі жай ғана пайдасыз.

1.2 Желідегі қолданылатын технологияларға шолуы

1.2.1 LTE мен WiMAX технологияларын салыстыру

WiMAX және LTE стандарттар аса көп ортақ болады. Осылай, екі жағдайларға (MIMO) көптік антенналар, (OFDM) ортогоналді мультиплекстеу және жақын жиіліктерді қолданылады. Сонымен бірге деректерді беру жылдамдығы бірдей.

Сонымен бірге WiMAX (1.0 релиз) жүйелері сол уақытта (TDD) уақытша дуплекстеу болды. Олар 10 МГц жолақтар жанында ұқсас ені төмен түсетін арнадағы жылдамдық 2-3 есе HSPAға қарағанда биігірек қамтамасыз етті (төмен түсетін және жоғары өрлейтін арналардың арасындағы ортақ динамикалық өткізу қабілеті TDD-тың жанында WiMAXке жіктелу дәл мән келтіруге мүмкін емес).

Жүйелердің эволюцияларында келесі адымы 3GPP. Стратегиялық адым LTE (Long Term Evolution) жүйелері болып табылады. Оларды ажырату технологиясы төмен түсетін OFDMA, жоғары өрлейтін арнадағы SC-FDMA . Модуляция - 64-QAM-ге дейін, каналдың ені - 20 МГцке дейін. TDD және FDD дуплекстеу. Адаптивті антенна жүйелері, қатынастың иілгіш желісі қолданады. Толық желілік архитектура - IP желі. LTE-ның жүйесіндегі технология жылжымалы WiMAX қолданылатын әдістері қолданылады, сондықтан LTE-нің жүйелерінің ұқсас тиімділігі және салыстыру параметрлері 1 кестеде көрсетілген.

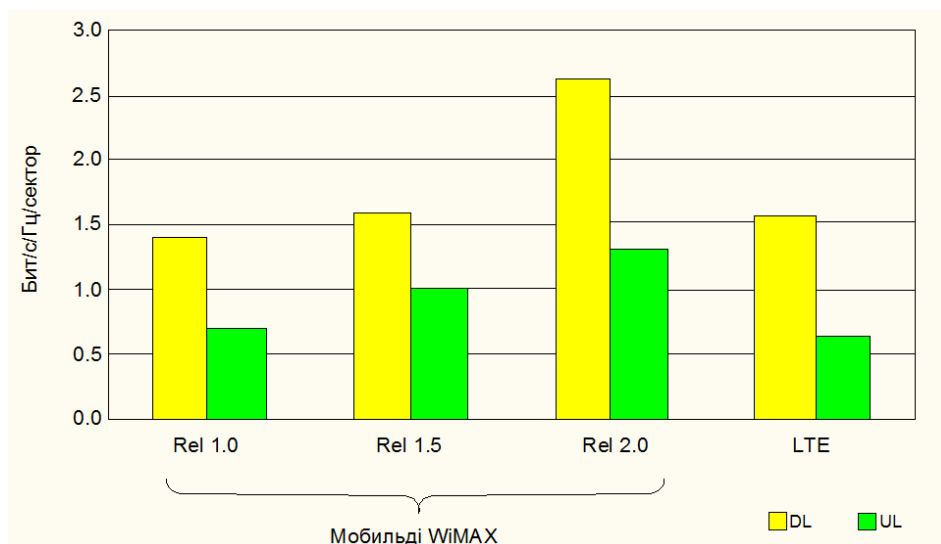
Бұл 3G-ші революциялық жақсартуды LTE-ның жүйе атап өту керек. LTE CDMA жүйелерінен OFDMA жүйелеріне , сонымен бірге толық пакеттер коммутациясымен IP жүйесіне өтуді ұсынады. Ұялы байланыстың қазіргі желілеріне бұл технологияның енгізуі, сондықтан қалай кең каналдан артықшылықтың алуы үшін жаңа радиожилік қорлардың минимум, қажеттілік болғанын білдіреді. Бұдан басқа, кері үйлесімдіктің қамтамасыз етулері үшін екі режимді абоненттік құрылымдар қажетті. 3G LTE-ге жүйелеріне бір қалыпты өту сондықтан тіпті проблемалық.

Кесте 1.1- WiMAX және LTE керекті салыстыру параметрлері

Параметрлер	LTE	WiMAX 1.5 релиз
Дуплекстеу	FDD және TDD	FDD және TDD
Талдау үшін жиілік ауқымы	2000 МГц	2500 МГц
Каналдың ені	20 МГцке дейін	20 МГцке дейін
Базасынан	OFDMA	OFDMA
Базасына	SC-FDMA	OFDMA
Бит/Гц/с спектрлік тиімділік		
Төмен түсетін арна, (2x2) MIMO	1,57	1,59
Жоғары өрлейтін арна, (1x2) SIMO	0,64	0,99
Жылжымалы станцияның максималды жылдамдығы, км/с	350	120
Кадрдың ұзақтығы, мс	1	5
Антенна жүйелері		
Төмен түсетін арна	2x2, 2x4, 4x2, 4x4	2x2, 2x4, 4x2, 4x4
Жоғары өрлейтін арна	1x2, 1x4, 2x2, 2x4	1x2, 1x4, 2x2, 2x4

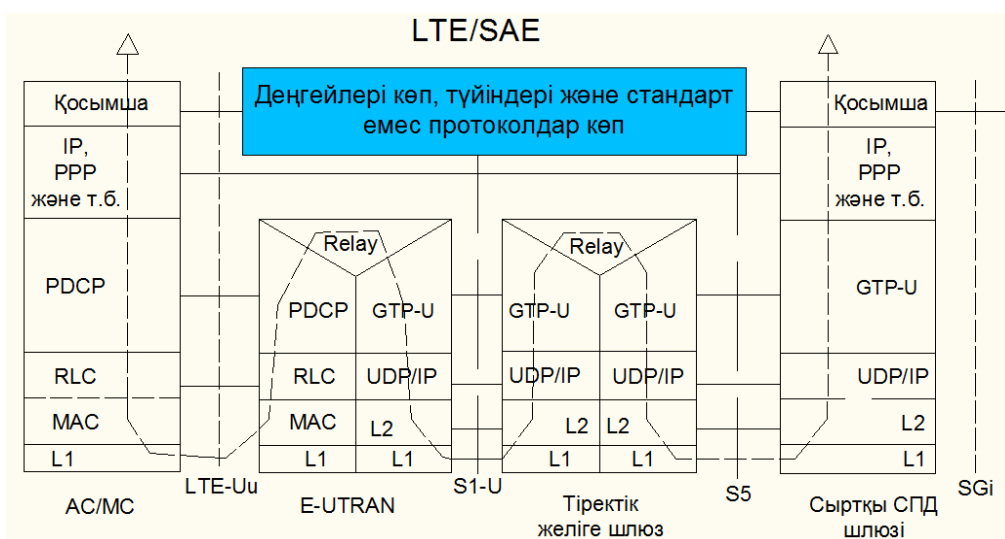
Бұл параметр екі есе өседі және сота базасының шекарасында - төмен түсетін және жоғары өрлейтін каналдар үшін 0,09 және 0,05 бит/с/Гцке дейін, сәйкесінше.

AMR (12.2 кбит/с) сөйлеу кодегі үшін мегагерцке мүмкін болатын 60 бір уақыттағы дауыс сессияларымен болады. Жылжымалы терминалдардың мүмкін орын ауыстыру жылдамдығы 500 км/с дейін өседі. Хендовердің жанында уақыттың орнатуын қосылуы, радио желісінің ортақ тоқтауы және ауыстырып қосуды уақытты қысқарады. Сонымен бірге 1.0 және 1.5-ші релизді WiMAXтің жүйелері бар толық кері үйлесімдікке кепілдік беріледі WiMAX және LTE-нің технологияларына.

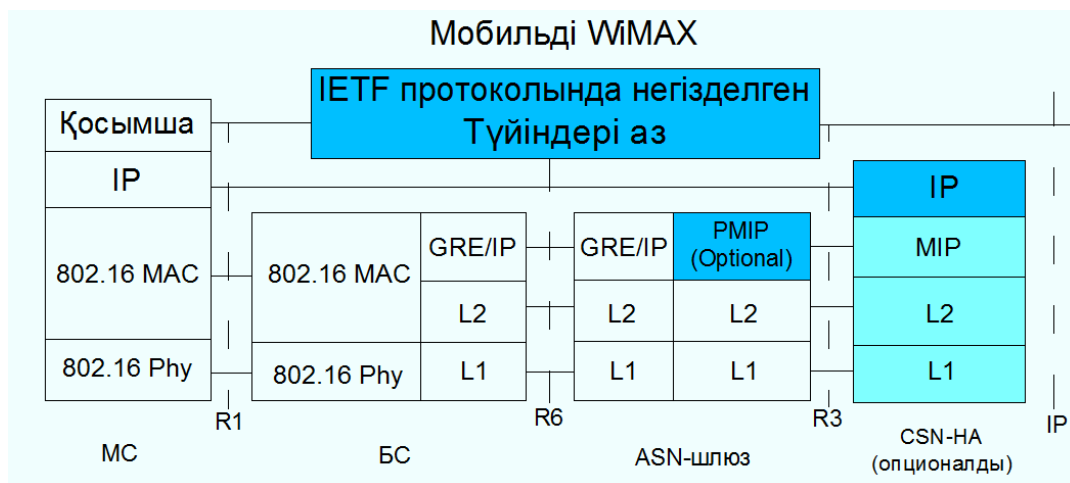


Сурет 1.3 - Орташа спектр тиімділігінің салыстырылуы.

Мобиліді WiMAX тиімді IP-желісін ұсынады, ал LTE желісі айтарлықтай қиындау. Егер WiMAX желілері IETF IP- хаттамаларына толықтай негізделес, онда LTE қиындау, көбірек хаттамалар қосады. Соның ішінде 3G приетарлы хаттамалары бар.



Сурет 1.4 - LTE-ның жүйелік архитектурасы



Сурет 1.5 - WiMAX-тың жүйелік архитектурасы

Мен салыстырмалы талдауды негізде WiMAXтің технологиясын таңдадым, кең жолақты сымсыз рұқсаттың желілерінің технологиясы өйткені үш маңызды есептер шешуге мүмкіндік береді: жылжымалы компьютері бар қарым-қатынасты ықшамдау; өз ноутбугі бар кеңсе келген, іскер әріптестер жұмыс үшін жайлы шарттар, кабелді төсеу мүмкін емес немесе жол тым тар жерге .

Мұндай технологиялардың бірі WiMAX жүйесі болып табылады - 802.16 стандарттарының бұл 75 Мбит/с дейінгі айшылықты алыс жерлерге интернетті екі жақты қатынас жылдамдықпен қамтамасыз ететін радиотехнология сонымен бірге QoS-ты қамтамасыз етеді.

Бүгінгі және келешек операторлардың ықыласына WiMAX-тің рұқсат берілген үш бизнес үлгілері ұсынылады: бекітілген қатынас, кабел немесе DSL алмастыратын; портативті қатынас, құрылымы бар толық жылжымалы жүйе және тіпті қалалық аудан қамтитын - бұл жылжымалы абоненттерге шығынсыз QoS-тардың қызметін алуға мүмкіндік берген 802.16-IEEE 802.16m перспективалы стандарты. WiMAX дауыс байланысының мүмкіндігін қолдайды. Технология артықшылықтардың қатарын алатынын атап өтуі керек.

WiMAX-тің желілері (xDSL, T1) салыстырғанда, сымсыз немесе спутникті жүйелермен операторларға және сервис мүмкіндік беруі керек - провайдерлерге жаңа потенциалдық қолданушыларға емес, енді (тұрақты) бекітілген қатынас болатын қолданушылар үшін ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың спектрін кеңейту қамтуға экономикалық тиімді.

Сымсыз технологиялар иілішті және, салдар бойынша, жазуда оңайырақ болатын өйткені масштаб жасай алауға керегіншеді.

Дамитын елдердегі желілерінің жазуына шығынды кішірейтуді фактор, аз немесе алып тастаған аудандар сияқты қоюды оңайырақ.

Қамтуды алыстық радиобайланыстың жүйесінің маңызды көрсеткіші болып табылады. Кең жолақты деректерді берудің сымсыз технологияларының көпшілігі дәл осы кездегі желі объектілердің арасындағы көрінетіндіктің түзуін

бар болулар талап етеді. OFDMA технологиялар WiMAX қолданудың арқасында негізгі станцияға клиент жабдығының көрінетіндіктің түзудің жоқтығы шарттарындағы жамылғыны аймағын құрады, бұл қашықтықта километрлермен саналады.

WiMAX технология оны интегралдауға оңай және айқын мүмкіндік береді, жергілікті жүйенің IP хаттамасы бастапқы болады.

WiMAX технология бекітілген, басқа орынға ауыстырылатын және біртұтас инфрақұрылымда желілердің жылжымалы объектері үшін жақындайды.

Бүгінгі күнге, байланыстың сандық технологиялары шапшаң екпіндермен дамиды. Осылай, әлі де әлдеқашан, желілердің сервистері 3G қиял ғажап болатын, әлемнің әр түрлі елдеріндегі барлық үлкен және үлкен мәлімділігін 4G-ден бүгін жаулап алып жатыр. 4G технологиялары сымсыз байланысты ондық және жүздік Мбит/с жылдамдықпен жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бүгінде, үшжарым мың адамдарға 4G желінің абоненттері болып табылады. Онда мәліметтердің арнайы пакетті тапсыруы іске асырылған 4-ші ұрпақ желінің өте маңызды және маңызды айырмашылығы ғой. Сол бір мезгілде, 3G дауыс трафигінің берілуі және деректер топтамаларында мұндай мүмкіндігі болмайды. 4G-ші осы желілерді максималды өткізу қабілеті 1 Гбит/с жете алады. Демек, технология сол сияқты тіпті қозғалыста бейне фильмдерді қарап шығып, музыканы тыңдап және машинада интернеттің желісінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді немесе басқа көлік құралдың қолдануында. Сонымен бірге деректерді беру IPv6 хаттама бойынша (IP 6 болжамы).

WiMAX-ті LTE-мен салыстырғанда үлкен артықшылықтарға ие болады: WiMAX (802.16e) қазірде артықшылығы онымен салыстырылатын 2009 жылдың наурызында стандарт ретінде жасалған LTE-ның болжамдарының үш жыл уақыты көп. WiMAXтің келесі итерациясы, 802.16m, тезірек жинағы, 2012-2013 жылдардағы LTE-Advanced-тың пайда болуы, ол алда ұстайтын 2010 жылда енгізіледі. Бұдан басқа, WiMAX спектрі LTE спекрінен арзан болады. LTE қабылданулар тоқтаулармен қақтығысып қалады, ал WiMAX ары қарай тоқтаусыз дами береді.

1.3 IEEE 802.16 кең жолақты қатынау стандарттары

1.3.1 Кең жолақты IEEE 802.16 стандарттарының түрлері

IEEE 802.16 2001-ші стандарттың бірінші болжамы 2001 жылдың желтоқсаны, 10-66 ГГц стандартта жұмыс жолағы бастапқы қабылданды. IEEE 802.16 стандарты “нүкте-көпнүкте” топологиясы бойынша ұйымдастырылған кең жолақты сымсыз байланысқа архитектураны суреттеді және қаланың масштабының тұрақты сымсыз желілерінің жасауына бағдарлады (WirelessMAN). IEEE 802.16 2001 физикалық деңгейде стандартта өйткені

қолдану жинағы бір тасымалдаушы жиілік есептеді, ол WirelessMAN-SC (Single Carrier) аталған болатын.

Сигналдың тез басылуы 10-66 ГГц-тің жиіліктері аралықта таратқышпен және қабылдағыштың аралығында тек қана көрінетіндіктің түзуін аймақта болуы мүмкін. Бірақ радиобайланыстың бас мәселелерінің бірі шешіліп жатыр - сигналдың көп сәуле таратуы. Стандартта модуляцияның мына түрін пайдалануға кеңес QPSK, 16-QAM немесе 64-QAM. Деректерді беру жылдамдығы 20, 25 және 28 МГц радиоканалдардағы енмен берілуді 32-134 Мбит/с және 2,5 шақырым алыстыққа жетеді. Кейін 2002 жылғы 802.16-2001 стандартта қателік айқындалып, 802.16с-2002 қосымшасы пайда болды - профильдерді кеңейтетін және оларды түзететін.

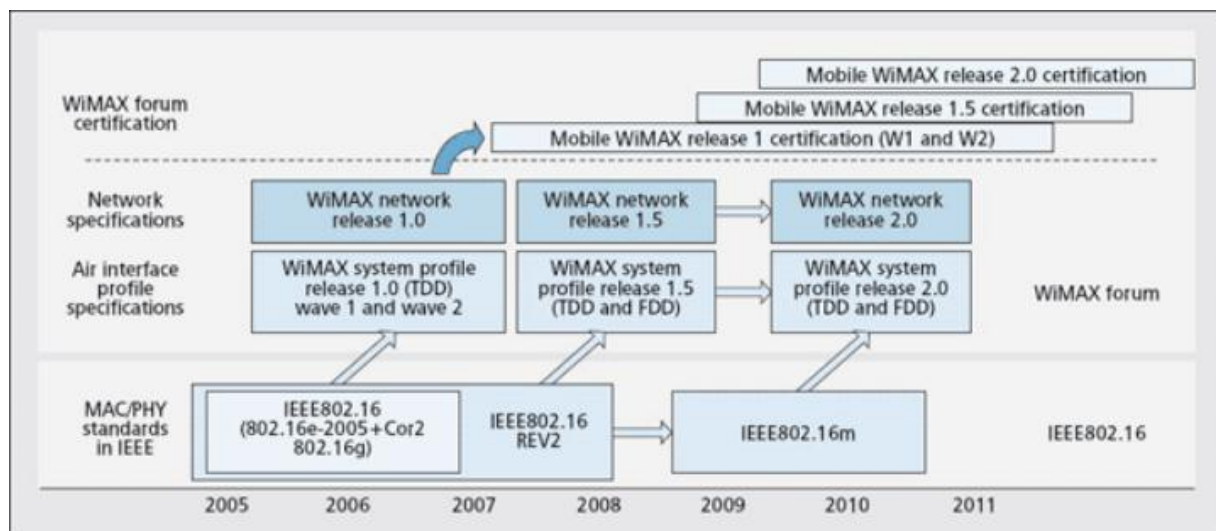
802.16a стандарттың негізгі айырмашылығы 2-11ГГц жиілік ауқымындағы жұмыс, бұл қабылдағышпен және таратқыштың аралығында көрінетін түзуі бар болуы керек емес. Бұл 802 16a сымсыз желілердің аймақ жамылғысы түрінде стандарттың желілерінде 802.16-ға қарағандасы едәуір кеңірек. 2-11ГГц қолдану жиілік ауқымдары физикалық деңгейдегі кодтауды техниканың маңызды қайта қарауы және сигналдың модуляциясы да талап етті. 802.16a жабдығы мына модуляциямен жұмыс істеуі QPSK 16QAM, 64QAM және 256QAM, қабылдайтын өткізу жолағы бар радиоканалдардағы 6-9 км қашықтықтағы, бір базалық станцияның секторына 1-75 Мбит/с мәліметінің тапсыру жылдамдығы 1,5 ден 20 дейін МГц аралығындағы қолдауы керек. Бір үлгідегі негізгі станция секторларда 4 тен 6 ға дейін аралығындағы болады.

802.16a стандартында жұмыс істеу тәртібін сақтауға мүмкіндік берген бір тасымалдаушы, (LOS) сонымен бірге (NLOS) көрінетін түзу шартта да. Сайып келгенде, үйреншікті 256 апаратын сандарында 8 абоненттердің бір уақыттағы жұмыс қамтамасыз етілуде.

2004 жылының шілдесіне қарай IEEE 802.16-2004 стандарты қабылданды, белгілі атымен 802.16d немесе бекітілген WiMAX және мына барлық жаңалықты топтастырған. Бірақ жабдықтың толық үйлесімдігі туралы сол кезде айтылуы мүмкін емес еді. Радиоканалдардың әртүрлі енімен, сонымен бірге әрбір өндірушінің жабдығының FDD және TDDтің дуплекстеуін уақытша және жиілік тәртібі және басқа талаптардың қатары SC, OFDM және OFDMнің мультиплекстеу жасауының әртүрлі тәртіптерінің бар болулары артынан сол сияқты сирек кездесетін қалды, абоненттік құрылымдардың құны қымбат болды. Стандарттың бекітілген қатынсының жабдығының бұл жағдайлары арқасында IEEE 802.16-2004 абоненттік қатынастың желілерінің құрастыруының дәстүрлі әдістері қолдану, қайда арзанда қолданылады және жай ғана мүмкін емес те тиімді емес те еді.

2005 жылдың соңында IEEE 802.16e стандартпен қабылданды, IEEE 802.16-2005 немесе жылжымалы WiMAX сияқты белгілі. Бұл интернетке сымсыз кең жолақты рұқсаттың дамытуын эволюциясындағы жаңа адымдары болды. Негізгі ықыластың жылжымалы абоненттердің қолдауының сұрақтары және хендоверді жеке алғанда және желілер аралығындағы роумингке, әртүрлі құрылыстағы сымсыз стандарттарда бөлінді. Роуминг жылдамдықтағы

абоненттің орын ауыстыруында 120 км/с дейін (тура бұл ұялы байланыс желілеріндегіндей болады) негізгі станциялардың арасындағы жіксіз ауыстырып қосуға мүмкіндік береді. Жылжымалы WiMAX-те Scalable OFDMАны қолданылады – OFDM қатынас масштаб жасалатын және оның жоқтығына осылай көрінетін түзуі шартта болуы мүмкін жұмыс. Mobile WiMAX-тің желілері үшін жиілік ауқымдары бөлінеді: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8ГГц.



Сурет 1.6 - WiMAX технологиясының дамуының сұлбасы

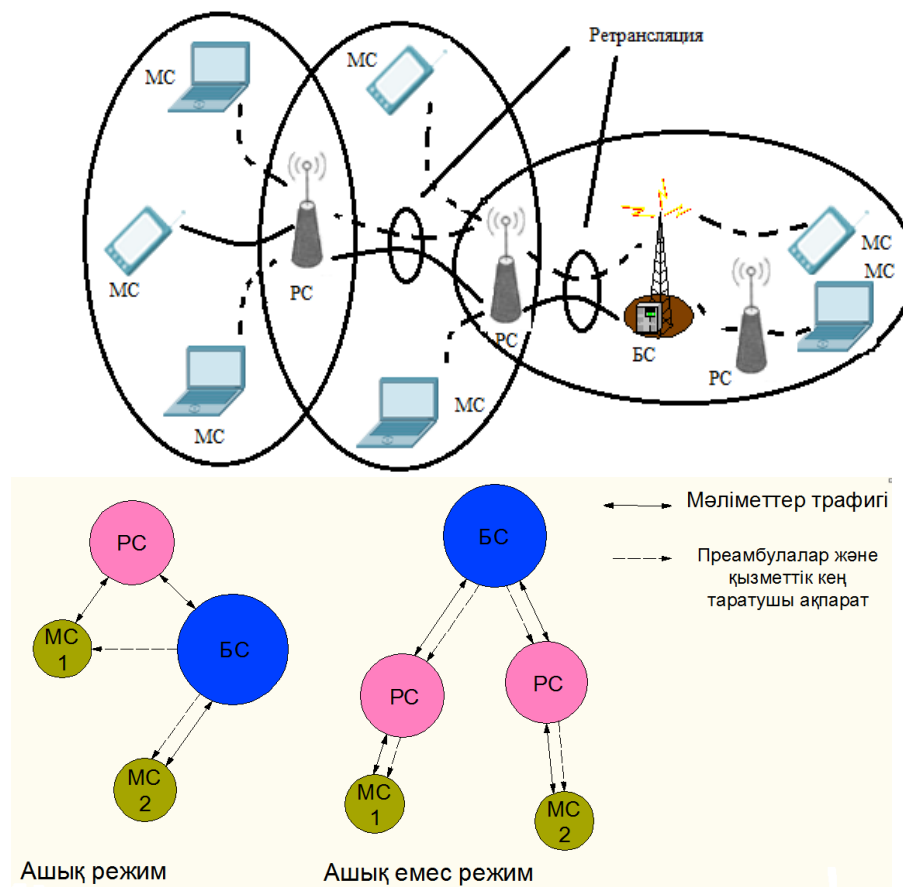
1.3.2 IEEE 802.16j стандартына қысқаша сипаттама

IEEE 802.16j мақсатты тобы 2006 жылдың наурызында, IEEE 802.16 стандарты аясындағы жедел әрекетті көп сатылы ретрансляциялық жүйені жасау үшін құрылған. Шын мәнісінде бұл жұмыс - IEEE 802.16 -2004 суреттелген, mesh-желі бағытының дамуы. Алайда сол құжатта шартты қатынаудың mesh-желісі суреттелген. IEEE 802.16j стандарты көп сатылы таратудағы желінің жұмыс өнімділігін жақсартуы қажет, және ретрансляторлар да, сондай-ақ абоненттік станциялар да жедел әрекетті бола алады. mesh-желіден айырмашылығы, PC тарату режимінде де жұмыс істей береді (нүкте-көп нүкте).

Ең алдымен, IEEE 802.16j стандарты жаңа түсінікті енгізді – бұл, релейлік станция (ретранслятор, PC). PC жұмысының ашық және ашық болмайтын жұмыс режимін атап көрсетеді. Ашық режимде PC деректерді ғана таратады және преамбулалар мен DL-MAP6 UL-MAP сияқты басқарушы өрісті таратпайды (1.7-сурет). Бұл ақпаратты AC тікелей BC алады. Және сол кезде AC логикалық тұрғыдан PC өзара әрекетке түспейді (оның бар екендігін білмейді).

Ашық болмайтын режимде РС деректерді және преамбуланы ғана беріп қоймай, сонымен қатар, басқарушы барлық хабарламаларды таратады. АС қатысты ол БС түрінде көрінеді, абоненттік станция физикалық және логикалық тұрғыдан дәл сонымен байланысқан.

Сонымен қатар, РС диспетчерлеуге және берілетін трафикті (таратылған басқаруды) қорғауға болады немесе ондай қасиеттерінің болмауы мүмкін (орталықтандырылған басқару). Бірқатар зерттеушілердің мәліметтеріне сәйкес, РС ашық болмайтын режимде қолдану, ұяшықтың жалпы өткізгіштік қабілетін 40% арттырады (жұмыс деректері бойынша 6,2-ден 8,8 Мбит/с дейін).

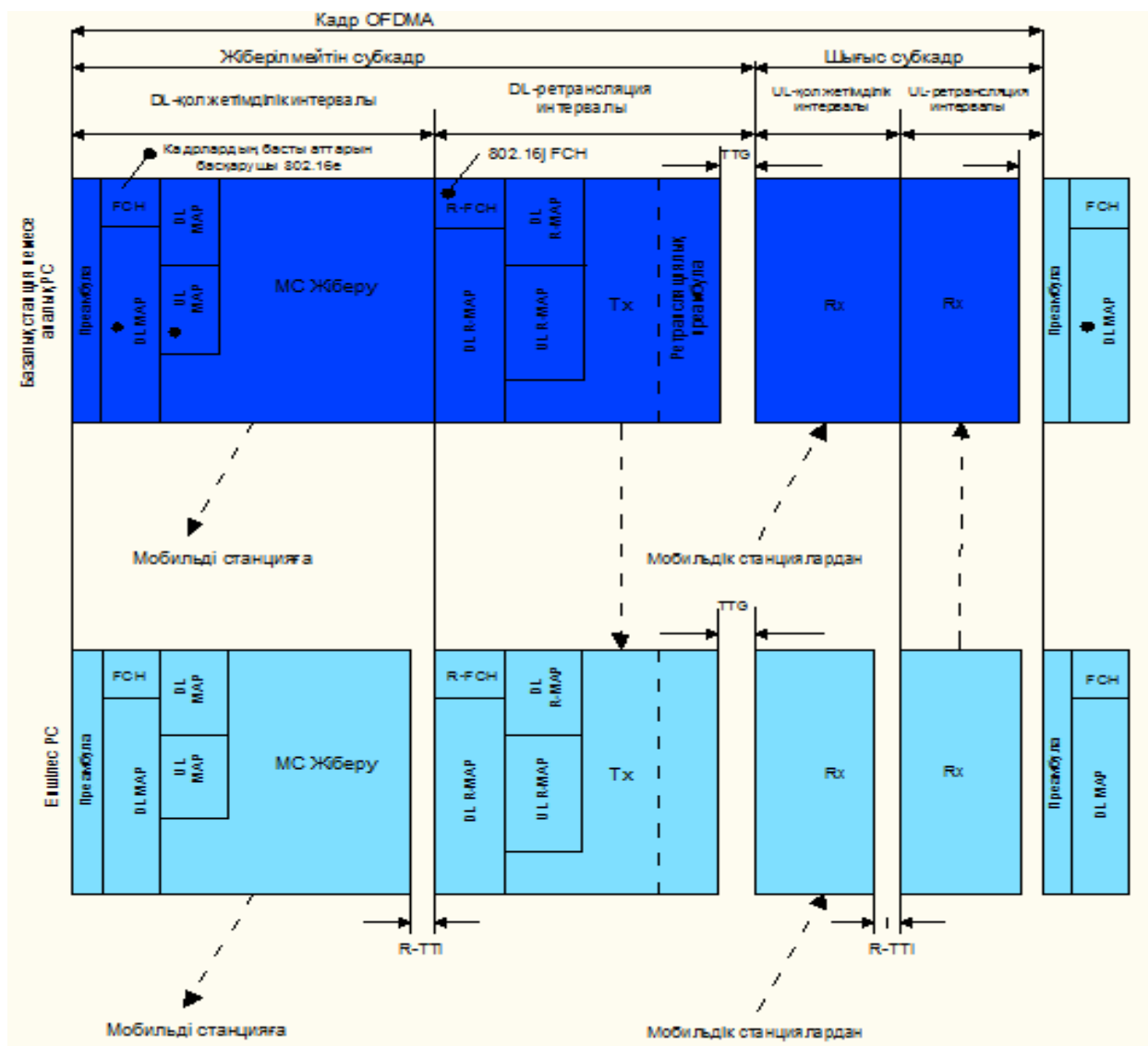


Сурет 1.7 - Ретрансляция желісінің құрылымы

IEEE 802.16j стандарты IEEE 802.16e стандартымен толықтай кері сәйкестігін қамтамасыз етеді (біз қосымша «е» салыстырамыз, өйткені IEEE 802.16j дәл сол жедел әрекетті желілерге бағдарланған). Алайда, оның физикалық деңгейде де, MAC-деңгейінде де, бірқатар айырмашылықтары бар. Атап айтқанда, физикалық деңгейде кадрлардың құрылымы біршама өзгеріске ұшырайды. OFDMA режиміндегі кадрлардың жалпы құрылымы сақталған. Алайда, төмен түсетін және жоғары өрлейтін субкадрлар қатынау интервалына және ретрансляция интервалына бөлінеді (1.8-сурет). Қатынау интервалында MC пен оның қатынау станциялары - базалық немесе ашық болмайтын

режимдегі ретрансляция -арасындағы тарату жүріп жатады. Оның құрылымы OFDMA кадрының режиміне толығымен сәйкес келеді.

Ретрансляция интервалында БС пен РС арасында немесе тек қана РС арасында радиоалмасу жүріп жатады. Яғни, осы сәтте таралатын барша трафик – бұл ретрансляцияланатын трафик. Ретрансляция интервалы R-FCH пакетінен басталады (ретрансляциялық фреймнің басқарушы тақырыбы), оның артынан басқарушы ақпарат жүреді (әрбір қабылдаушы/жіберуші құрылғыға арналған слоттардың бағыты атап көрсетілген, DL/UL-MAP картасының баламасы). РС арасында синхрондау үшін қосымша ретрансляциялайтын преамбула қарастырылған. Ол төмен түсетін ретрансляциялық интервалдың соңында, жіберіледі, және әрбір кадрда емес, 40 мс бір мәртеден кем болмайтындай (ұзақтығы 5мс болатын 8 кадр) етіп, жіберіледі.



Сурет 1.8 - IEEE 802.16j стандарты кадрындағы қатынау және ретрансляция интервалы.

МАС деңгейде IEEE 802.16j стандартына өзгеруі негізінен желідегі бастапқы тіркеу процедурасына, авторлауға, шифрлау кілтін беруге қатысты болды.

Айта кетейік, РС шартты түрде, номадтық (жылжымалы ретранслятор) және жедел әрекетті болады. Жедел әрекетті РС үшін тән сипат- жүрдек поезданы (автобустағы) ретрансляциялық станция. Топология тұрғысынан алғанда РС желілерінде әр алуан нұсқалар болуы мүмкін. Мысалы, бірнеше РС бір ғана МС үшін деректер тарата алады (MIMO көпантенналы жүйенің нұсқалары).

1.3.3 IEEE 802.16m стандартына қысқаша сипаттама

IEEE 802.16m мақсатты тобы да маңызды істермен айналысуда. Ол IEEE 802.16 стандартының мүмкіндіктерін ITU тұжырымдаған, IMT-Advanced байланыс желісінің тараптарына дейін жеткізіп, кеңейтетін спецификациясын - яғни, төртінші ұрпақтағы кең жолақты байланыс желілерін жасайды. Оларға Advanced LTE жасаған стандарттарды ғана жатқызады.

Жаңа стандарт «жақсартылған сымсыз интерфейс» деп аталады, бұдан көретініміз, IEEE 802.16e толығымен кері сәйкестігі кезіндегі өзгерістердің негізінен физикалық деңгейге қатыстылығы.

Жасаушылардың мақсаты - 4G байланыс жүйесінің стандартын жасау болғандықтан, оның басты талаптарының бірі – IMT- Advanced және IMT-2000 басқа технологияларымен толықтай сәйкестігінің болуы. Ол аздай, бұл стандарт анау-бастан WiMax желілерінің сәулеті мен профилінің ерекшеліктерін ескере отырып, жасалған. Ол жиілігі 6 ГГц төмен болмайтын диапазонда, соның ішінде кең жолақты жедел әрекетті және шартты желілерге арналған, диапазонда жұмыс істеуге арналған.

Кесте 1.2 - IEEE 802.16m жүйелеріндегі деректерді берудің қалыптастырылған идеалды жылдамдығы

Арнаның бағыты	MIMO конфигурациясы	Ең үлкен жылдамдық, бит/с/Гц
Төмен түсетін	2x2	8,0
	4x4	15,0
Жоғары өрлейтін	1x2	2,8
	2x4	5,6

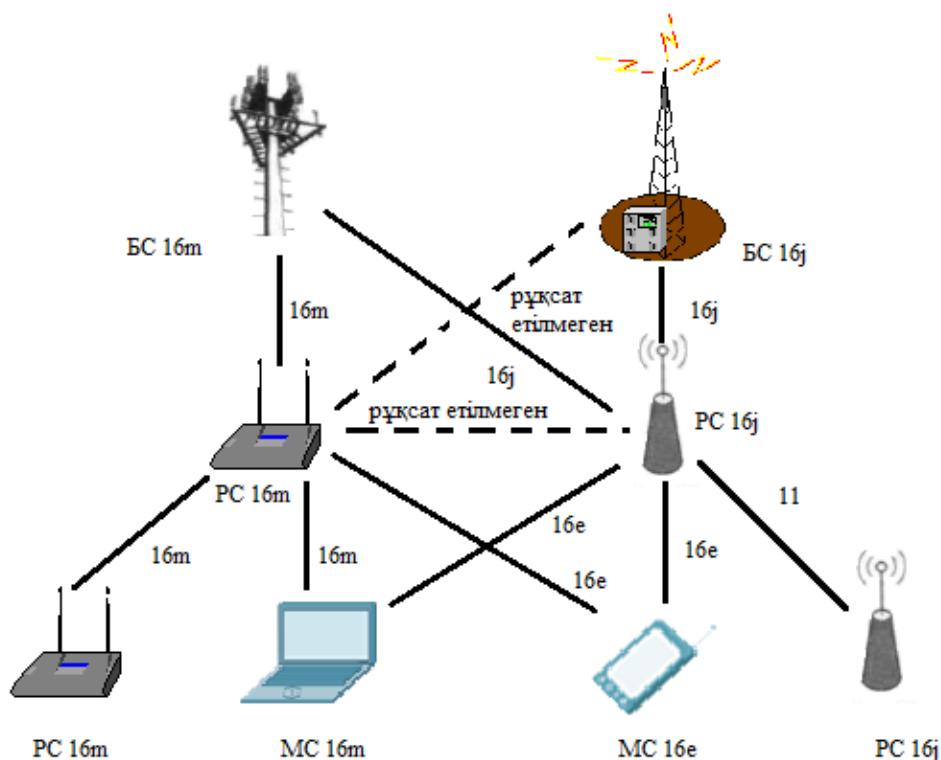
IEEE 802.16e сәйкес келетін жабдықтың, төмен түсетін арнадағы 150Мбит/с жоғары болатын сектордағы өткізгіштік қабілеті жолақта 20 МГц дейін жетеді. Ең үлкен өткізгіштік қабілеті төмен түсетін және жоғары өрлейтін

арналарда сәйкесінше, 8,0 және 2,8 бит/с/Гц кем көрсеткішті құрайды (1.2-кесте). IP-деңгейдегі деректерді берудің тежелуі 10мс артпайды.

IEEE 802.16m жүйесі - IEEE 802.16e жүйесіне қарағанда 3дБ энергетикалық қосымша ұтымдылығын қамтамасыз етеді. Жабын аймағы арта түседі. Радиусы 5 км дейінгі ұяшықтарда жүйе берілген сипаттамалармен жұмыс істеуі керек. Ұяшық радиусын 30 км дейін ұлғайтқанда сапасы біртіндеп төмендей бастайды. Алайда жүйе БС-дан 100 км дейінгі қашықтықта да жұмысқа қабілеттілігін сақтауы керек (шектеулер жылулық шуы тәрізді принципіалды бөгеттерге байланысты болғанда). МС жылдамдығы 350 км/с құрауы мүмкін.

IEEE 802.16m жүйесі МС 50-ден 150 м дейінгі дәлдікте орналасуын анықтауды қамтамасыз ете алады.

m стандарты бастапқы кезден-ақ IEEE 802.16j жобасы аясында жасалатын мүмкіндіктерді қарастырған- яғни, ретрансляциялық режимдегі жұмыс IEEE 802.16m жабдығына тән (1.9-сурет). Және бұл кезде IEEE 802.16m ретрансляциялық станция PC IEEE 802.16j тікелей жұмыс істей алмайды – алайды барлық қажеттілік бұдан көрінбесе керек. Ол аздай, IEEE 802.16j қосымшасы іс жүзінде IEEE 802.16m құрамдас бөлігі болып табылады.



Сурет 1.9 - IEEE 802.16m стандартындағы ретрансляция жолдары

IEEE 802.16m стандартының негізгі дерлік ерекшеліктерінің бірі – кадрлардың құрылымын өзгерту болып табылады. Әрине, стандарт OFDMA ерекше режимін қарастырады. IEEE 802.16m стандартында жаңа элемент

енгізілген – ұзақтығы 20 мс болатын суперкадр (IEEE 802.16e кадрдың максималды рауалы уақыты). Суперкадр ұзақтығы 5с болатын төрт кадрға бөлінеді. Егер арнаның ені 5, 10 немесе 20 МГц құраса, әрбір кадрде сегіз субкадрдың болғаны. Субкадр төмен түсетін немесе жоғары өрлейтін кеткен арнаға берілуі мүмкін. Беріліс бағытын ауыстырғанда (жоғары өрлейтін төмен түсетін қарай ауысқанда немесе керісінше) қарама қарсы бағыттағы субкадрлар арасында ауыстырып қосудың интервалы (нүкте) қосылады. Әрбір кадрде уақытша дуплекстеу уақытында (TDD) ауыстырып-қосудың екі немесе төрт нүктесі болуы мүмкін. Субкадрлар - OFDM алты (1түрі) және жеті (2түрі) символы бар, екі түрлі болады.

Кадрлық құрылымдағы өзгерістер IEEE 802.16 стандарттың алдыңғы нұсқасымен сәйкестігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ IMT-2000 және IMT-Advanced (мысалы. LTE) пулға кіретін кең жолақты берілістің стандарттарымен де сәйкестігін қамтамасыз етуге бағытталған. Осы мүмкіндіктердің бәрін қолдау үшін уақытша аймақ түсінігін енгізу қажет. аймақ – бұл бір немесе бірнеше көршілес субкадрлар. Әрбір осындай аймақта IEEE 802.16e немесе IEEE 802.16m құрылғысына арналған трафик қана беріле алады. Сонымен қатар, әрбір аймақ қосымша ретрансляция режимдерін қолдауға арналған уақыттық интервалға бөліне алады (IEEE 802.16e/j және IEEE 802.16m жекелеген аймақтары, өйткені ондағы ретрансляция протоколдары онда әртүрлі).

IEEE 802.16m стандартының тағы бір мүмкіндігі – ол 20 МГц асатын кең арналармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бұндай арналар бірнеше стандартты арналардың жиынтығы болып табылады. Және сол кезде арналар арасындағы қорғанысты жиілік интервалдарына қажеттілік жойылады, бұл өткізудің қол жетерлік жолағын арттырады. Кадр құрылымын икемді реттеу дәстүрлі IEEE 802.16 құрылғылармен сәйкестігін қамтамасыз етуді мүмкін етеді.

Сонымен қатар, IEEE 802.16m жабдығы IMT-2000 және IMT-Advanced құрылғыларымен сәйкес келуі керек. Сәйкес келу, ең алдымен, түрлі типтегі жабдықтардың сигналдарының интерференциясының жоқтығын білдіреді. Бұған, осы стандарттағы кадрлардың ұқсас құрылысын пайдалану арқылы, қол жеткізуге болады. Түрлі жүйелердің төмен түсетін және жоғары өрлейтін ағындары уақытта сәйкес келуі өте маңызды. Және кадрлық құрылым IEEE 802.16m бұндай жолды бос символдар мен кадрдың сәйкес келетін құрылымын таңдауды қосу арқылы, қамтамасыз етеді. Атап айтқанда, LTE стандартының жабдығымен сәйкестік режимі көрсетілген.

IEEE 802.16m стандартында бірқатар маңызды өзгерістер бар. Сонымен, MIMO жүйесі белсенді түрде қолданылуда. Төмен түсетін арнадағы минималды конфигурация БС (сектордағы) берілістің екі антеннасын және қабылдайтын екі МС антеннасын қарастырған. БС барлығы сегізге дейін беріліс және МС сегіз қабылдайтын антенналар болуы мүмкін (DL-арнадағы рауалы конфигурациялар, беріліс x қабылдайтын антенналар – 2x2, 4x2, 4x4, 8x2, 8x4, 8x8). БС көтерілетін арнада қабылдайтын екі антеннадан аз болмауы

керек, МС-біреу, екеу немесе төрт беріліс антеннасы болуы тиіс. Антенна сандарына қоса, МІМО режимдерінің мүмкіндіктері де ұлғаяды. Multi-user МІМО режимі енгізіледі, соған сәйкес бір мезетте және бір ғана жиілікте ақпаратты түрлі пайдаланушыларға тарату мүмкін болмақ. Және сол кезде БС берілістің екі антеннасы екі абонентке дейін қолдайды, төрт және сегіз беріліс антенналарында – төрт пайдаланушыға дейін қолдайды.

Сонымен, IEEE 802.16m стандарты – бұл LTE- Advanced стандартының іс жүзіндегі баламасы. Ол 2012 жылдың ортасында- LTE стандартының алғашқы жүйесі күтілетін мерзімде пайда болуы тиіс. Сөйтіп, IEEE 802.16m пайда болысымен, оның икемділігі мен басқа технологиялармен сәйкестігі тұрғысынан алғандағы имманенттік мүмкіндіктерін ескере отырып, 4G жедел әрекеттегі байланыс жүйесін жасау туралы нақты айтуға болады.

1.4 Тапсырманың қойылымы

Осы жобаның ең бас мақсаты болып, сымсыз қолжетімділіктің кең жолақты желісін байланыстың заманауи қызметтерін ұсыну үшін ұйымдастыру:интернет желісіне жоғары жылдамдықты қолжетімділікті, Алматы қаласының абоненттеріне цифрлық телефонияны қамтамасыз ету

WiMAX негізіндегі заманауи мультисервистік қызметтерді және мәліметтер мен дыбысты тараптың негізінде жоғары жылдамдықты таратуды кең жолақты сымсыз қолжетімділік схемасында жобалау мүмкіндіктерін Алматы қаласының абоненттеріне ұсынуды ұйымдастыру үшін келесі сұрақтар қарастырылған:

-Таратушы және абоненттік бөлімдерге Alvarion компаниясының сымсыз кеңжолақты қол жеткізу жабдығығына таңдау жасау;

-WiMAX кеңжолақты сымсыз қатынауды ұйымдастырудың сұлбасын жасау;

-желінің энергетикасы,радиосызығы базалық станцияның қамту аймағы, сыртқы құрылғынсының сапасының интегралды көрсеткіштерін есептеу;

- жобаның экономикалық тиімділігін есептеу;

- еңбек қорғау бөлімін қарастыру.

2 WiMAX сымсыз кең жолақты қатынау желісін жобалау

2.1 WiMAX желісі архитектурасының негізгі принциптері

WiMAX желісі сымсыз және базалық сегменттердің жиынтығы болып табылады. біріншісі IEEE 802.16 стандартында айтылған, екіншісі WiMAX-форумның спецификацияларымен анықталады. Базалық сегмент – бұл радиожеліге жатпайтынның бәрі, яғни, базалық станциялардың бір-бірімен байланысы, жергілікті және жаһандық желілермен байланыс. Базалық сегмент IP-протоколдарда және Ethernet стандартына негізделеді. Алайда аутентификация механизмдерін, криптоқорғаныс, роуминг және хэндоверді қосқандағы желінің архитектурасы WiMAX-форумның құжаттарында айтылады.

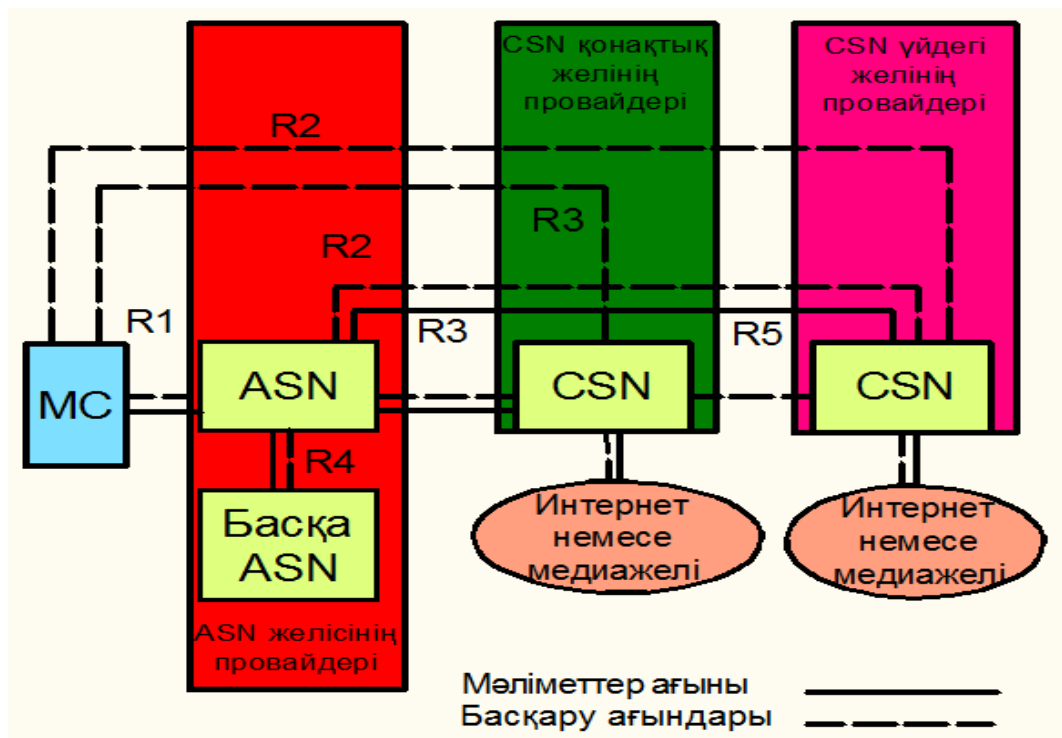
WiMAX желісінің спецификациясы дестелі коммутация технологиясына, IP және Ethernet протоколдарына негізделіп, қажетті кезде оларды толықтырады. WiMAX желінің архитектурасы радиожеліні қосқандағы, көліктік IP-желінің функциясы мен құрылымынан бастап, желі архитектурасының тәуелсіздігін қамтамасыз етеді. WiMAX желісі жеңіл масштабталып, тез өзгертілетіндей, декомпозиция принциптеріне негізделуі тиіс. Масштабтылығы мен икемділігі абоненттердің тығыздығы, жабын аймағының географиялық ұзындығы, жиілік диапазоңдары, желінің топологиясы, абоненттердің мобилділігі сияқты пайдаланушылық параметрлері бойынша мүмкін болмақ.

2.2. Желінің базалық үлгісі

WiMAX желісінің базалық үлгісі (БМ) – бұл WiMAX желілік архитектурасының логикалық көрінісі. «Логикалық» термині бұл жерде үлгінің стандартты логикалық функционалды модулдер мен стандартты интерфейстердің жиынтығын қарастырады. Практикалық тұрғыдан жүзеге асырғанда бір құрылғы бірнеше функционалды элементті қамти алады немесе функция түрлі құрылғылар арасында таралуы мүмкін.

БМ негізгі үш элементті қамтыған- абоненттік станциялардың көптігі (МС), қатынау желісінің жиынтығы (ASN қатынаудың сервистік желісі)және қосылу желілерінің жиынтығы (CSN). Сонымен қатар, БМ базалық нүктелер де кіреді, солар арқылы функционалды модулдердің түйіндесуі жүріп жатады. ASN желісі қатынау (NAP) желісінің провайдеріне - WiMAX бір немесе бірнеше сервис-провайдерлері үшін қытнауды ұсынатын ұйымға тиесілі. Өз кезегінде WiMAX сервис-провайдері- IP-қосылысты және соңғы абоненттерге WiMAX қызметін ұсынатын, ұйым. Бұл үлгі аясында WiMAX сервис-провайдерлері Интернет- провайдерлермен, қатынау желісінің басқа

операторларымен роуминг туралы келісімге келеді. Сервис-провайдерлер абонентке қатысты әркім-өз желісімен CSN, үй жағдайындағы және қонақты бола алады.



Сурет 2.1 - WiMAX-желісінің стандартқа сәйкес базалық үлгісі

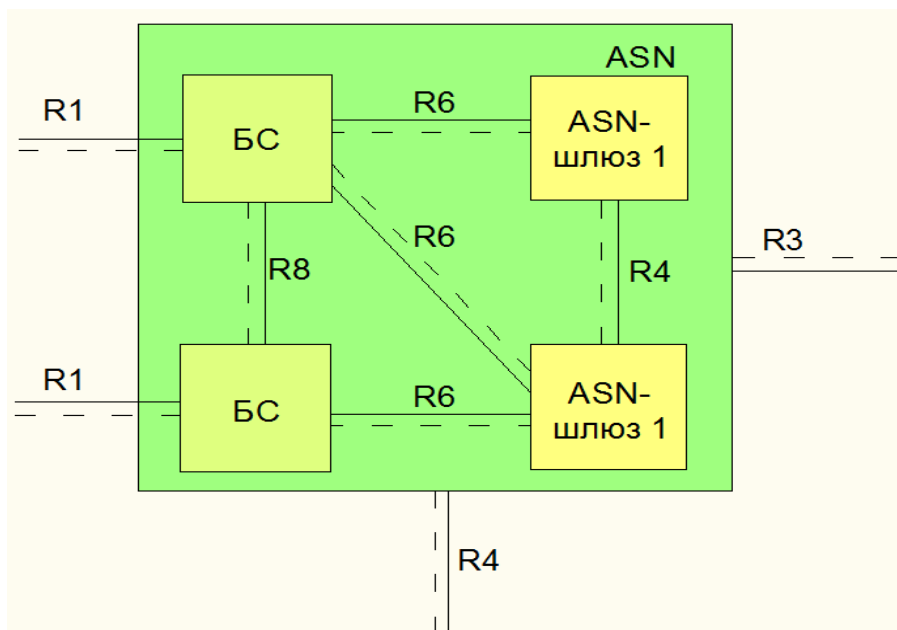
ASN қатынаудың желісі IEEE 802.16 стандарты және көліктік IP-желімен байланыстың шлюзі бойынша сымсыз қатынаудың көптеген базалық станциялары (БС) болып келеді. Іс жүзінде бұл желі IEEE 802.16 радиожелісін IP-желімен байланыстырып тұрады. ASN кем дегенде бір БС және бір ASN-шлюзді қамтиды. Бірақ, базалық станциялар да, шлюздер де бір ASN бірнеше болуы мүмкін, және бір БС бірнеше шлюздермен логикалық байланыста болуы мүмкін.

Бір үлгі аясындағы БС- бұл IEEE 802.16 протоколдарының жиынтығын және сыртқы түйіндесу функцияларын қолдайтын логикалық құрылғы. Логикалық БС- бір секторлы, бір жиіліктегі номиналы бар.

ASN шлюз - бұл да бір ASN базалық станцияларын қатынаудың басқа желілерімен және CSN қосылу желісімен жалғайтын логикалық құрылғылардың бірі. ASN-шлюз деректерді беру деңгейінде де, басқару деңгейінде де жалғауды қамтамасыз етеді. Әрбір MC үшін базалық станция бір шлюзбен логикалық жалғанған. Алайда, әрбір MC үшін ASN-шлюздің нақты функциясы қатынаудың бір немесе бірнеше желілеріне тиесілі бірнеше шлюз арасында таралуы мүмкін.

ASN шлюз опциялық тұрғыдан функционалды элементтердің екі тобының – шешім блогы (DP) мен орындау блогының (EP) жиынтығы түрінде көрінеді. EP деректер ағынын берумен байланысты функцияларды орындайды,

ал DP деректерді беруге тікелей қатысы жоқ функциялар шоғырланған. Осы екі функционалдық модуль R7 базалық нүкте арқылы жалғасқан. Жалпы алғанда, нақты шлюздер мен базалық станциялар арасындағы функциялардың бөлінуі былайша атағандағы ASN профилдерімен анықталады.



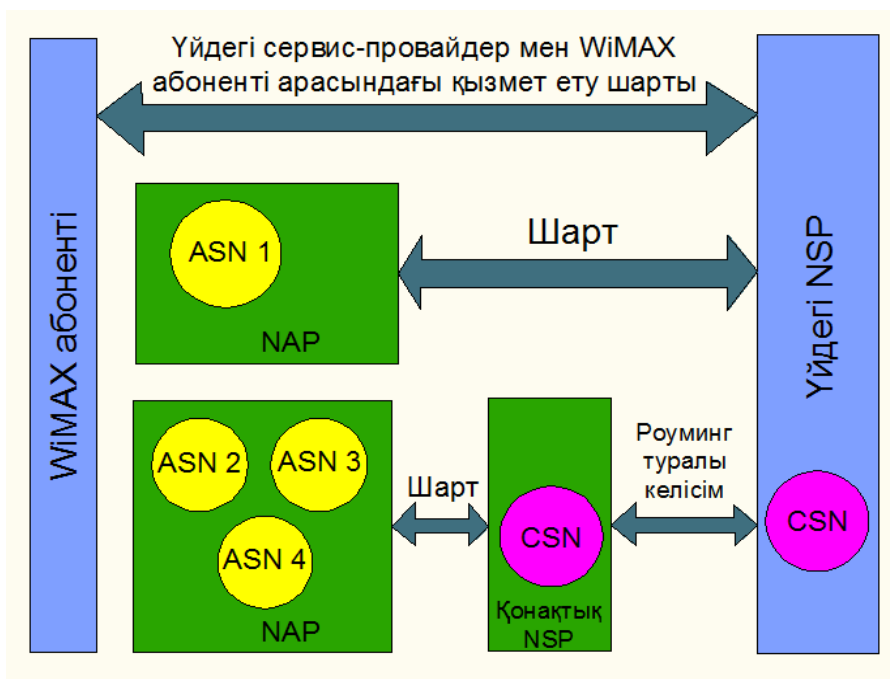
Сурет 2.2 - ASN қатынау желісінің логикалық үлгісі

CSN қосылу желісі- бұл WiMAX операторының желісі, дәл осында авторлау, аутентификациялау және қатынаудың функциясы, WiMAX абоненттерін жаһандық IP желіге қосу, IP-телефония, жалпы пайдаланудың телефон желісіне қатынау, Интернетке және жеке желілерге қатынау сияқты функциялар жүзеге асырылады. WiMAX желісінің базалық үлгісі, ASN қатынаудың бір желісімен WiMAX бірнеше сервис-провайдерлері пайдалануына болады. Және, керісінше, - бір CSN түрлі провайдерлердің қатынау желісіне қосыла алады.

CSN- жедел әрекетті абоненттерге IP-адресстер мен желілік сессия кезінде желілік параметрлерді ұсыну, қатынаудың саяси/бақылау сервері мен абоненттердің профилдерін сақтау, қатынау желілері арасында деректерді беру мен қосу, WiMAX абоненттерінің биллингті мен оператор аралық есептеулер, роумингте түрлі CSN арасындағы деректерді туннелдеу, MC бір ASN аясынан шығардағы жедел әрекеттілігін қамтамасыз ету сияқты функциялар жүзеге асырылған. «Нүкте-нүкте», авторлау және/немесе мультимедиялық IP-сервиске қосылу, трафикті легалды тартып алу функциясы сияқты WiMAX-қызметтер де атқарылады.

CSN- маршрутизаторлар, авторлау / аутентификация / қатынау функциялары үшін серверлер, пайдаланушылардың деректер базасы, шлюздар сияқты элементтерді қамтиды.

Жедел әрекеттілікті қолдауға байланысты WiMAX желісінің базалық үлгісіне үй және қонақты сервис-провайдерлер – H-CSP және V-CSP түсініктері енгізілген. Үйде қолданатын NSP- бұл WiMAX абонентімен қызмет көрсету туралы келісім жасасқан оператор. Авторлау/аутентификация/қатынауды бақылау функцияларын орындайтын (биллингті және абоненттік төлемді өзгертуді қоса алғанда) дәл осы оператор. Роумингті қолдау үшін үйде қолданатын WiMAX сервис-провайдері басқа NSP роумингтік келісім жасасады.



Сурет 2.3 - WiMAX сервистік желілерінің операторлары мен абоненттер желісінің қолжетімділіктерінің өзара әсерлерінің моделі

Қонақтық NSP (V-NSP)- бұл WiMAX абонентке роуминг қызметін ұсынатын оператор. Ең алдымен, V- NSP осындай абонент үшін AAA функциясын, сондай-ақ WiMAX-желінің барлық ұқызметіне толықтай немесе жартылай қатынауды қамтамасыз етеді. Және бұл кезде трафиктің түрлі маршрутизаторлары болуы мүмкін – қосылудың үйдегі желісі арқылы немесе тікелей қонақтық CSN-желісі арқылы.

2.3 WiMAX-желісінің базалық үлгісі

WiMAX-желісінің базалық үлгісі аясындағы базалық нүктелер- бұл базалық модулдер арасындағы байланыс арнасы. Олар стандартты интерфейстер болып табылады, және физикалық болуы міндетті емес, әсіресе

егер базалық нүктемен қосылатын модульдер конструктивті тұрғыдан бір құрылғыда болса.

R1 базалық нүктесі жедел әрекетті станция мен ASN қатынау желісі арасындағы байланыс арнасы. Бұл- IEEE 802.16 стандартына сәйкес келетін, сымсыз интерфейс, алайда басқарудың қосымша протоколдары болуы мүмкін.

R2 базалық нүктесі MC пен CSN арасындағы арна болып табылады. Оған MC аутентификациясымен, авторлаумен және IP-конфигурациялаумен байланысты протоколдар мен процедуралар кіреді. Бұл- таза логикалық интерфейс, оған MC пен CSN арасындағы қандай да бір нақты физикалық интерфейссті қоюға болмайды.

R3 базалық нүктесінде AAA процедураларын жүзеге асыру үшін, жедел әрекеттілікті басқару мен түрлі саясатты орындауға арналған, ASN мен CSN арасындағы бақылау протоколдарының жинағы бар. Ол сондай-ақ ASN мен CSN арасындағы деректерді берудің қызметін де атқарады (соның ішінде туннельдеу де).

R4 базалық нүктесі-бұл түрлі ASN желілердің ASN-шлюздері арасындағы және бір ASN аясындағы ASN-шлюздердің арасындағы байланыс арнасы.

R5 базалық нүктесі үйде қолданатын және қонақты сервис-провайдер желісі арасындағы байланыс арнасы болып табылады.

R6 базалық нүктесі BC пен ASN-шлюз арасындағы интерфейс қызметін атқарады.

R7 базалық нүктесі функцияның екі тобының байланысына арналған ASN-шлюзінің ішіндегі қандай да бір виртуалды арна түрінде (ақпаратты беру арнасымен байланысқан және байланыспаған) анықталған.

R8 базалық нүктесі-бұл тікелей базалық станциялар арасындағы байланыс арнасы болып табылады. Ол басқарушы хабарламаларды беруді және опциялық түрде- деректерді тікелей таратуды қолдауы керек.

2.4 Қызмет көрсету сапасы

WiMAX желісі әу-бастан операторлық кластың желісі ретінде қарастырылғандықтан, онда QoS қамтамасыз ету мәселесі алдыңғы орында тұр. функциясы IEEE 802.16e стандарты QoS қатысты мәселені нақты сервистік ағынмен байланыстырады. Әрбір қосылуға QoS берілген параметрлері бар өзінің сервистік ағыны қызмет етеді. WiMAX абоненті осындай сервистік ағынның берілген жинағына- QoS-профильге қол жеткізе алады. Бұл туралы ақпарат абоненттерді басқару жүйесінде сақталады (мысалы, AAA-сервердің деректер базасында немесе арнайы сервер-саясатта). QoS-басқарудың статикалық үлгісінде, абоненттік станция байланыс сеансы барысында сервистік ағынның параметрлерін өзгерте алмайды немесе жаңа сервистік ағындарды жасай алмайды. Алайда, QoS-басқарудың динамикалық үлгісінде, абоненттік немесе базалық станция сервистік ағынды динамикалық өзгерте алады, жасап

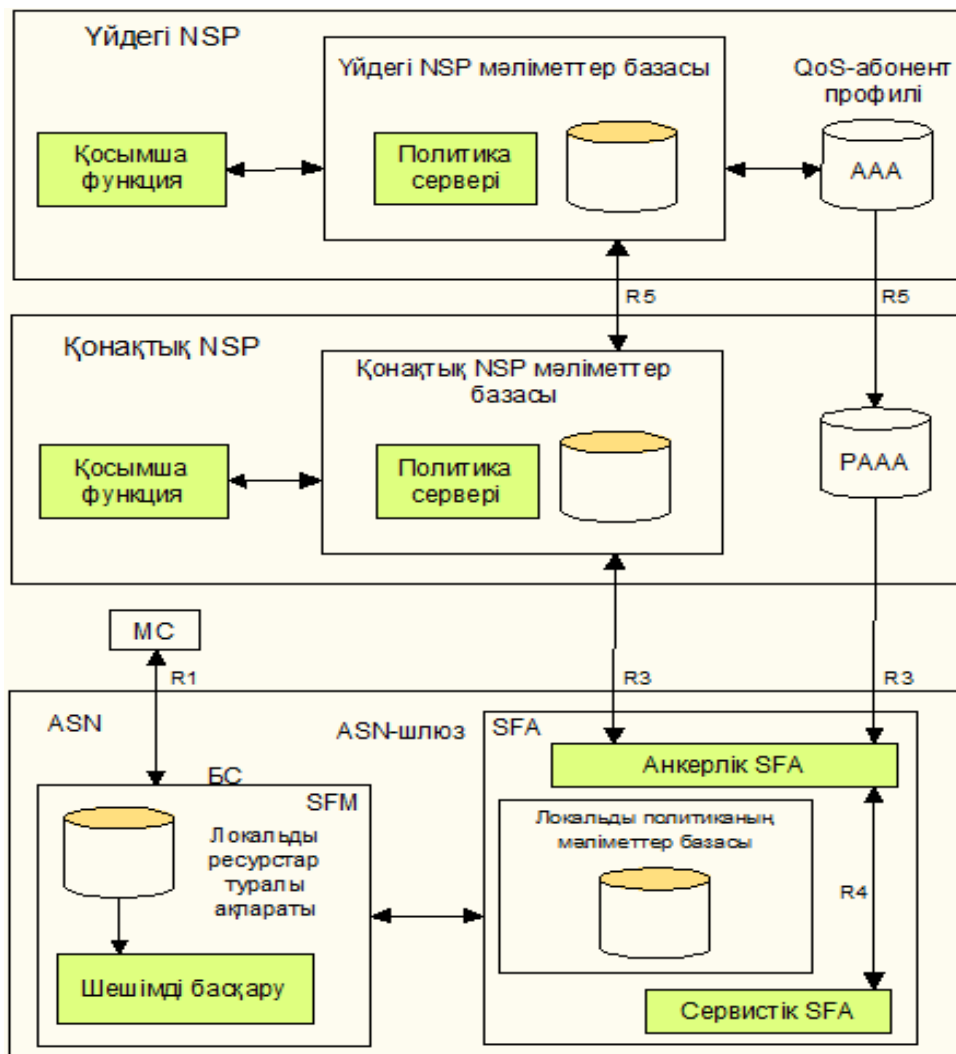
немесе жоя алады. Жаңа сервистік ағындарды қосу/ жасау, МС қосымша деңгейінде CSN қандай да бір функциясына жүгінгенде, мүмкін болмақ. Сөйтіп, WiMAX желісінің жердегі сегментінің негізгі міндеті- әрбір абонентке қатысты, IEEE 802.16e стандартында анықталған сервистік ағындарды басқаруды қамтамасыз ету.

QoS функциясын жүзеге асыратын WiMAX желісінің негізгі элементтері- бұл сервистік ағындарды басқару модулі (SFM) және сервистік ағындарды авторлау модулі(SFA), және абоненттің рұқсат етілген ресурстары туралы деректерді сақтау жүйесі.

SFM модулі қашанда БС орналасады. Ол сервистік ағындарды жасауға, сөндіруге, рұқсат етуге немесе жақсартуға жауап береді. Құрылымдық тұрғыдан SFM рұқсат етуді басқару функциясы және жергілікті ресурстар туралы деректер базасы кіреді. АС функциясы жергілікті радио-және басқа да ресурстар туралы ақпаратты сараптау негізінде, жаңа сервистік ағынды қосуға болатын-болмайтынын анықтайды.

SFA модулі нақты абоненттің QoS-параметрлері туралы БС берген ақпаратпен SFM ұдайы жабдықтап отыру үшін қажет. Яғни, ол БС пен AAA-серверде немесе абоненттің үйде қолданатын CSN-желісіндегі соған ұқсас құрылымыда сақталатын, абоненттің параметрі туралы жаһандық деректер базасы арасындағы көпір іспетті. Бұл құрылымы ASN-шлюзінде орналасқан. Мәселе жедел әрекетті абоненттер туралы болғандықтан, анкерлі және сервисті SFA түсінігі енгізілген.

Анкерлі SFA желіге МС қосқанда анықталып, оны қайталап тіркеуге дейін өзгермейді. Анкерлі SFA желіде тіркелген кезде абоненттің QoS-профилі туралы ақпарат беріледі. Егер МС басқа ASN-шлюздің аймағында болса, ол жаңа SFA әрекеттеседі. Қазіргі сәтте МС байланысты болатын бұндай SFA сервистік деп аталады. Сервистік SFA – R4 арналары арқылы МС пен анкерлі SFM арасында ретранслятор қызметіне тқарады (нақтырақ- базалық станцияның SFM модулі ,солармен қазіргі сәтте жұмыс істейтін МС пен сол МС арналған анкерлі SFA арасында). Анкерлі және/немесе сервистік SFM қызметіне желілік ресурстарды тиеу мен таратумен байланысты болатын ASN—желіге арналған QoS- дербес саясатты жүзеге асыру кіреді.

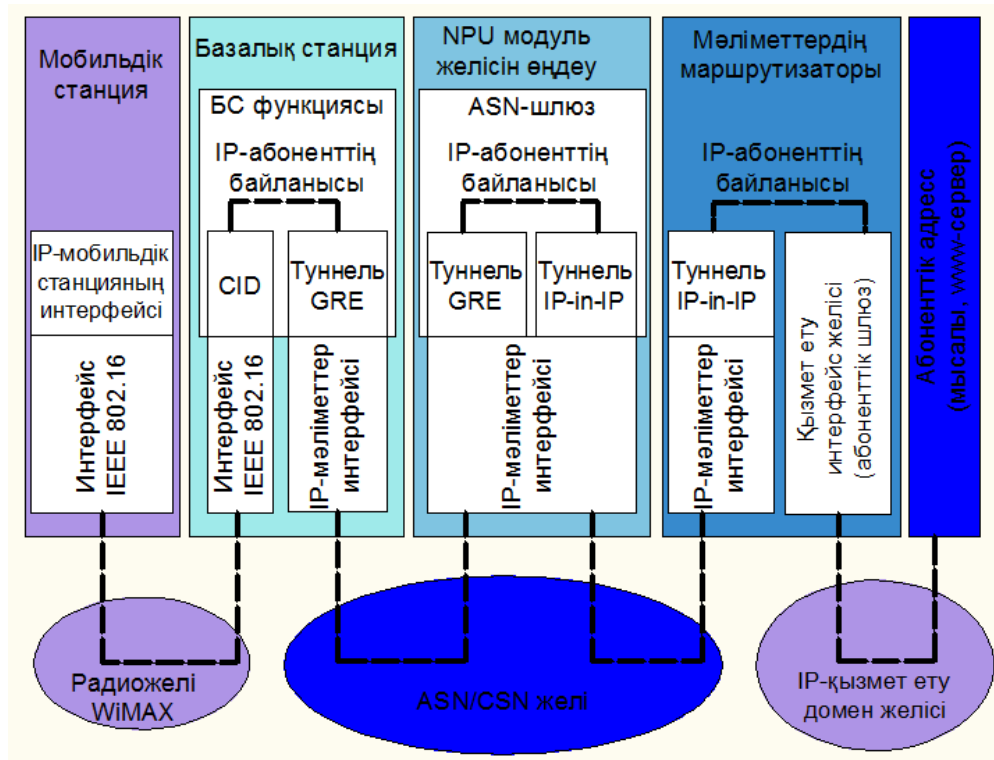


Сурет 2.4 - QoS қамтамасыз ету жүйесі

2.5 BreezeMAX 4Motion платформасының негізіндегі WiMAX жабдығы

BreezeMAX 4Motion жүйесінің базалық және абоненттік станциялары негізіндегі WiMAX жедел әрекетті жабдығын құрудың мысалын қарастырайық. 4Motion жүйесі- операторлық қаластағы жедел әрекетті WiMAX толық функциялық шешімі, архитектурасы ашық, түрлі өндірушілердің жабдықтарын бір желіге түйістіруге болады. Желі элементтерінің өзара әрекеттестігін суреттейтін желілік профілі ретінде ASN-профилі С таңдап алынды.

BreezeMAX 4Motion платформасына негізгі төрт құрамдас кіреді: абоненттік станциялар, базалық станциялар, қатынау желісінің шлюздері және авторлау, аутентификация мен қатынауды басқару жүйесінің серверлері. Соңғылары стандартты желілік сервер болып табылады, олардың барлық функционалдығы бағдарлықпен жүзеге асырылады.



Сурет 2.5 - Alvarion компаниясының 4Motion жабдығы негізіндегі WIMAX желісінде мәліметтерді таратудың сұлбасы

2.5.1 ASN-шлюздер

BreezeMAX 4Motion жүйесі ASN-шлюздердің екі түрімен жүзеге асырылуы мүмкін: таратылған және орталықтандырылған. Таратылған үлгіде ASN-шлюздердің қызметі BC құрамындағы құрылғыны іске қосады (желілік өңдеу құрылғысының модулі NPU). Бұндай шешім ең алдымен шағын көлемдегі желілерге арналған: абоненттердің саны 3 мыңнан аспайды және бір ASN-шлюзге 200Мбит/с келеді. Желідегі абоненттер санын WiMAX-желідегі таратылған ASN GW санын арттыру арқылы, көбейтуге болады. Бұл желіні біртіндеп ұлғайтуға мүмкіндік береді. Орталықтандырылған ASN-шлюз жүздеген базалық станциялары бар және желінің ішіндегі абоненттер саны ондаған мыңға жететін үлкен көлемдегі желілерге арналған. Бұндай шешім 7600 сериялы Cisco компаниясының операторлық класының маршрутизаторларында жүзеге асырылады.

Орталықтандырылған ASN-шлюзді қолдану желінің көлемін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Cisco жабдығы SAMI blade-архитектурасының модулі бойынша құрылады. Бір SAMI-модуль жинақты өткізгіштік қабілеті 5 Гбит/с дейінгі 100 мың. абонентті қосуға мүмкіндік береді. Себеттегі SAMI blade-

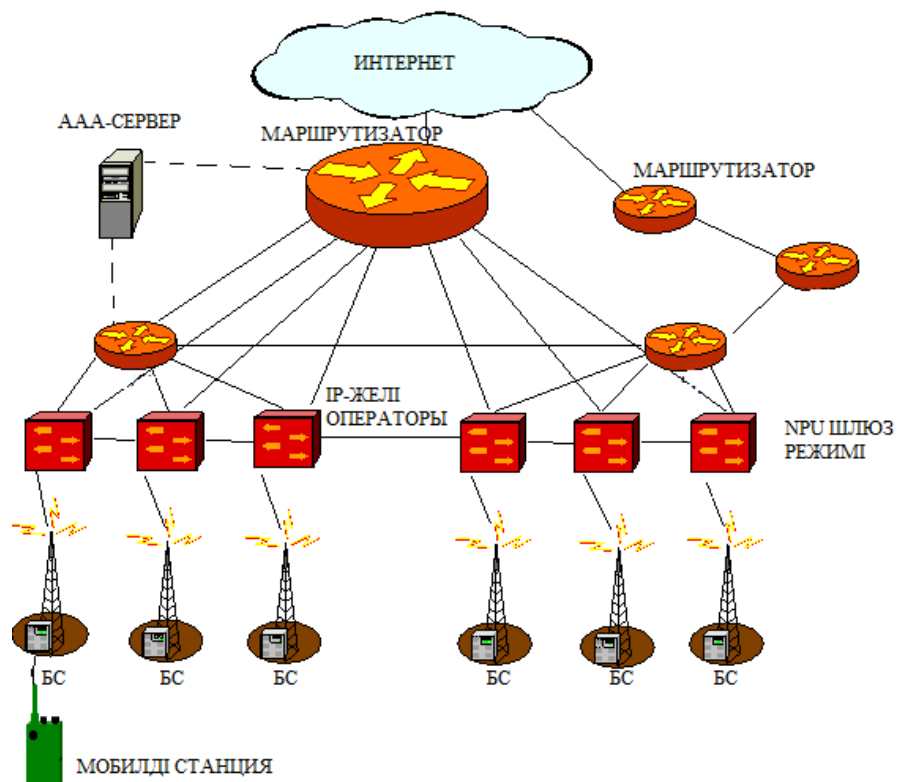
модулдерінің барлығы алтыға дейін жетеді, бұл 600 мың абонент және абоненттерден агрегатталған 30 Гбит/с трафик.

2.5.2 Базалық станция

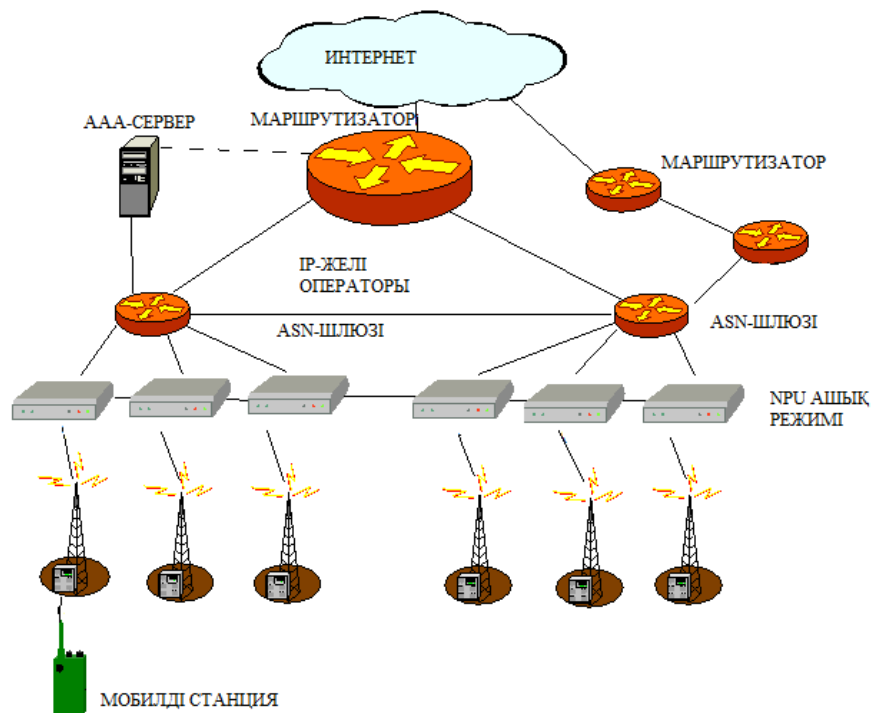
Базалық станция радиоарна бойынша станцияның абоненттік құрылғыларымен және GB Ethernet арнасы арқылы қосылысты ұйымдастыруға арналған қажетті функцияларды атқарады, бұл провайдердің желілік магистралді арнасына қосылу үшін қажет. Ол IEEE 802.16 стандартының талаптарына және WiMAX сертификаттық профиліне толықтай сәйке келеді. Станция масштабталатын OFDMA режимін қолдайды, яғни, ені 20, 10 және 5 МГц арналармен жұмыс істей алады. Төмен кететін арнадағы тасымалдайтын толықтай емес жинақты пайдаланатын режимді қолдайды.

BreezeMAX базалық станциясының модулді архитектурасы бар, бұл жүйені тез масштабтауға және қажетті конфигурацияны жүзеге асыруға мүмкіндік береді (8-сурет). БС жабдығы 19- және 22 дюймдік тағандағы инсталляцияны орнатуға арналған, биіктігі 8U болатын Compact PCI шасси негізінде құрылған. Шассиге қосарлы тоғыз және біреуден алты слот бекітіледі. Кез келген модулді ауыстыруға болады, бұл бүкіл БС жұмысын тоқтатпай-ақ, жекелеген модулдерді ауыстыруға мүмкіндік береді. Әрбір функционалдық құрылғы N + 1 сұлбасы бойынша сақтала алады, яғни, осы типтегі тек бір ғана құрылғы сақтала алады.

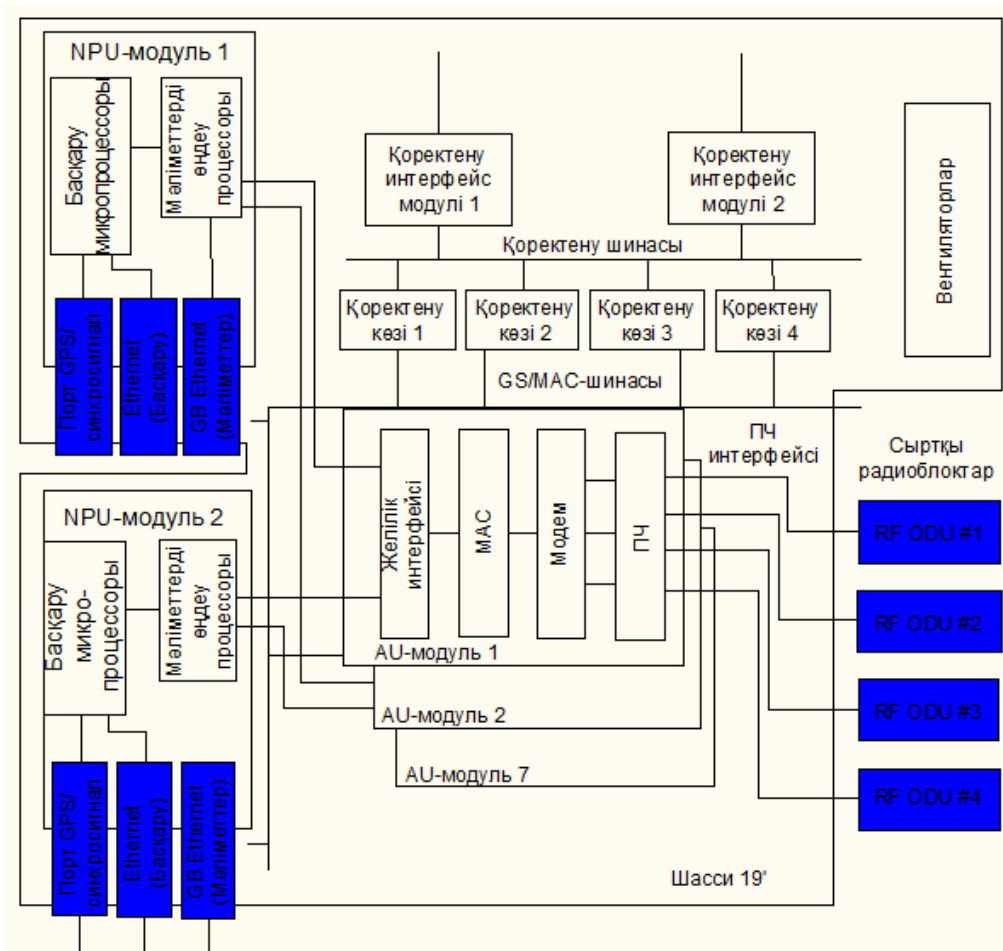
Жалқы алты слот қоректендіру интерфейсінің екі модулін және қоректендіру көздерінің төрт модуліне дейін орнатуға арналған. Қоректендіру көздері- бұл 3U модуль, тұрақты тоқтың 48 В береді. БС себетінде PSU-модулдердің төрт данасы болуы мүмкін. Қатынау құрылғыларының санына қарай қоректендірудің екі немесе үш модулі қажет болады. тағы бір PSU-модуль резервті ретінде қолданылды.



Сурет 2.6 - WIMAX – бөлгіш шлюзы бар желісі



Сурет 2.7 - WIMAX – орталықтандырылған шлюзы бар желісі



Сурет 2.8 - BreezeMAX базалық станциясының ортақ архитектурасы.

Интерфейсті PIU-модулі сүзгілеуді және БС жіберілетін тоқты тұрақтандыруды жүзеге асырады. Ол БС жабдығын электр қуатымен болатын қиындықтардан қорғайды. БС толықтай конфигурациясы үшін бір PIU жеткілікті, алайда БС себетінде резервтік PIU арналған екі слот болады. резервтегенде әрбір PIU-модуль электрмен қоректендірудің жеке қуат көзіне қосылады, ал қуат көздерінің бірін сөндіргенде базалық станция резервтік қуат көзінен жұмысын жалғастыра береді. PIU-модулі 58 А токқа дейін БС бере алады, бұл сыртқы радиоблоктардың 20 дейін электрмен қоректендіре алады. Оларға келетін PIU қуат ВЧ-кабелдер арқылы тікелей беріледі. Базалық станцияның бәрі ауамен желдету модулі арқылы салқындатылады. Оған 10 желдеткіш кіреді, соның 9 толық жинақталған БС салқындату үшін жеткілікті.

Негізгі функционалдық модулдер 6U-слоттарда орнатылады. Олардың екі түрі бар- желілік өңдеудің модулдері және қатынау құрылғысының модулдері. Осы құрылғылар барлық қызметті атқарады. Жердегі желіні жалғастарушы желілік өңдеудің құрылғысы басқарушы функциясын атқарады.

Желілік өңдеудің модулдері(NPU) базалық станция жабдығының барлық компоненттерін және БС қызмет көрсететін абоненттік құрылғыларды басқарады. NPU қатынау құрылғысының модулдерінің трафигін біріктіріп, оны бөлінген Gigabit/Fast Ethernet арқылы IP-магистралге жібереді. Деректердің

және басқарудың Ethernet-ағыны жеке құрылады. NPU- БС модулдерін, АУ басқару мен диагностикасын, қуат көздерінің жағдайына мониторинг, желдеткіштер модулін басқару мен резервтеу үшін артық модульдің болуын қоса алғандағы жалпы басқаруды, жүзеге асырады. Ол қамтамасыз етеді:

-CLI командалық жолдың интерфейсі, программаны тиеуді қоса алғандағы, SMMP протоколы арқылы жергілікті және қашықтан басқаруды;

-өнімділікті басқару және ақауларды анықтау, сыртқы ақаулар мен ішкі құрылғылардың ақауларын қоса алғандағы ақаулар туралы ескертпелерді басқаруды;

- БС, сондай-ақ барлық АУ модулдерді жер серіктік навигациялық жүйелер арқылы немесе ішкі генератордың сағаты арқылы, синхрондауды;

- қауіпсіздік функциясын: өткізгіштік қабілетін шектеу, басқаруға қатынау тізімін және басқалары.

NPU-модулі екі режимде жұмыс істей алады- ашық және ASN-шлюз режимінде. Режиміне қарай, деректер ағыны мен ашық басқару NPU арқылы жіберіледі немесе жекелеген жағдайларда осы құрылғымен инициацияланады/.

Ашық режимде орталықтандырылған ASN-шлюз пайдаланылады, онда барлық трафик Gigabit/Fast Ethernet арқылы жіберіледі. Содан басқа, ашық режимде NPU БС каскадты қосуды, трафикті MAC-деңгейде коммутациялауды, ішкі және сыртқы трафиктер үшін VLAN-инкапсуляциясын, QoS сәйкес дестелерді маркерлеулі қамтамасыз етеді.

NPU ASN-шлюз режимінде, аталған міндеттерден басқа, қатынау желісінің шлюздері қолданылады, атап айтқанда:

- аутентификация;
- AAA RADIUS-сервер клиенті;
- биллингтің AAA клиенті;
- абоненттік станцияларды қосу саясатының профилдерін сақтау;
- QoS сервистік ағындарын авторлау;
- GRE инкапсулдау;
- IP- in- IP инкапсулдау/ декапсулдау;
- берілетін дестелердің тақырыптарын қысу;
- DHCP-сервер;
- хэндовер;
- дестелерді бөлу/ жинақтау;
- R4, R6, R3 интерфейстерін жүзеге асыру.

Себетке NPU екі модуліне дейін орнатылады. Оларды резервтеуге болады- модулдердің бірі жетекші (Master)болып, ал екіншісі жетектегі (Slave)болып тағайындалады.

Master –модуль істен шыққанда Slave оның функциясын өзіне алады.

NU модулдері қатынау құрылғыларының барлық слоттарымен Fast Ethernet арналары арқылы жалғасқан. Бұл жеті арна «жұлдызша» топологиясы бойынша біріккен, оның ортасында – MAC-деңгейлі NPU коммутаторы орналасқан. NPU желілік процессоры де осы коммутаторға GB Ethernet арнасы арқылы қосылған. Егер резервтік NPU қолданылса, біріктіретін шинаның «қос

жұлдызша» топологиясы болады. Бұл әрбір NPU деректерді бір-біріне қатыссыз алуына мүмкіндік береді.

Әрбір NPU синхрондау портымен жабдықталған. Уақытша мультиплекстеуі бар кез келген технологиядағы сияқты, WiMAX желілері үшін желідегі қабылдау-беру жабдықтарының барлығының синхрондалуы қажет. Абоненттік құрылғылар БС кадрлардың преамбулаларындағы синхрондалатын арнайы тізбектер арқылы синхрондалады. Базалық станциялар желінің аясында синхрондаудың сыртқы көзі арқылы ғана синхрондалады. Бұндай платформа ретінде BreezeMAX 4Motion жер серіктік навигациялық GPS жүйесінің сигналдары қолданылады. GPS-қабылдағыштар NPU ұзындығы 100 м. кабелдер бойынша RS-422 интерфейс арқылы қосылады.

Қатынау құрылғысы (AU) ішкі (IDU) және сыртқы (ODU) модулдерден тұрады. Ішкі модуль (IDU) ASN-профилімен С сәйкестікте жүзеге асырылған. Ол радиожелідегі жұмыстың қажетті функцияларын IEEE 802.16e стандартына және WiMAX –спецификасына сәйкес қамтамасыз етеді. IDU қабылдау-берудің кеңістікті-уақыттық таралуын, адаптивті антенналық жүйелермен жұмысты, арнаның енін икемді баптауды (20МГц дейін), қосылыстарды басқаруды (желіге қосылу, сәйкестіктің негізгі келісімі, аутентификация мен тіркеу, басқару), жоспарлауды (жеткізілетін деректердің барлық типі үшін ықтималды жолақтарды бөлуді есептеу), фреймдерді қалыптастыруды, хэндоверді басқаруды, абоненттік және базалық станциялардағы берілістің қуаттылығын басқару және бақылауды жүзеге асырады.

Бұл құрылғы аутентификация мен трафикті шифрлау, аутентификациялық сұратуды жіберу, қауіпсіздік кілттерін алу сияқты қауіпсіздік және қатынауды бақылау функцияларын орындайды. Қатынау құрылғысы R1, R6 және R8 интерфейстерін қолдайды. Бір AR 521 абоненттік станциялармен жұмыс істей алады.

БС бір себетінде қатынаудың алты құрылғысы, - сәйкесінше, БС алты секторына дейін болу мүмкін. Жетінші слот резервтік IDU үшін қолданылады.

IDU үшін сыртқа шығатын сигнал Fast Ethernet арнасы бойынша NPU ерілетін MAC-деңгейдің ағыны болып табылады. Қатынау құрылғысы оны IEEE 802.16 стандартына сәйкес физикалық деңгейдің ағынына түрлендіріп, шығатын сигналды аралық жиілікте 240 МГц (ПЧ) қалыптастырады. Радиожеліден деректерді IDU қабылдағанда сол ВЧ –арнасы бойымен ПЧ 140МГц түседі, оны IDU MAC-деңгейлі ағынға түрлендіреді.

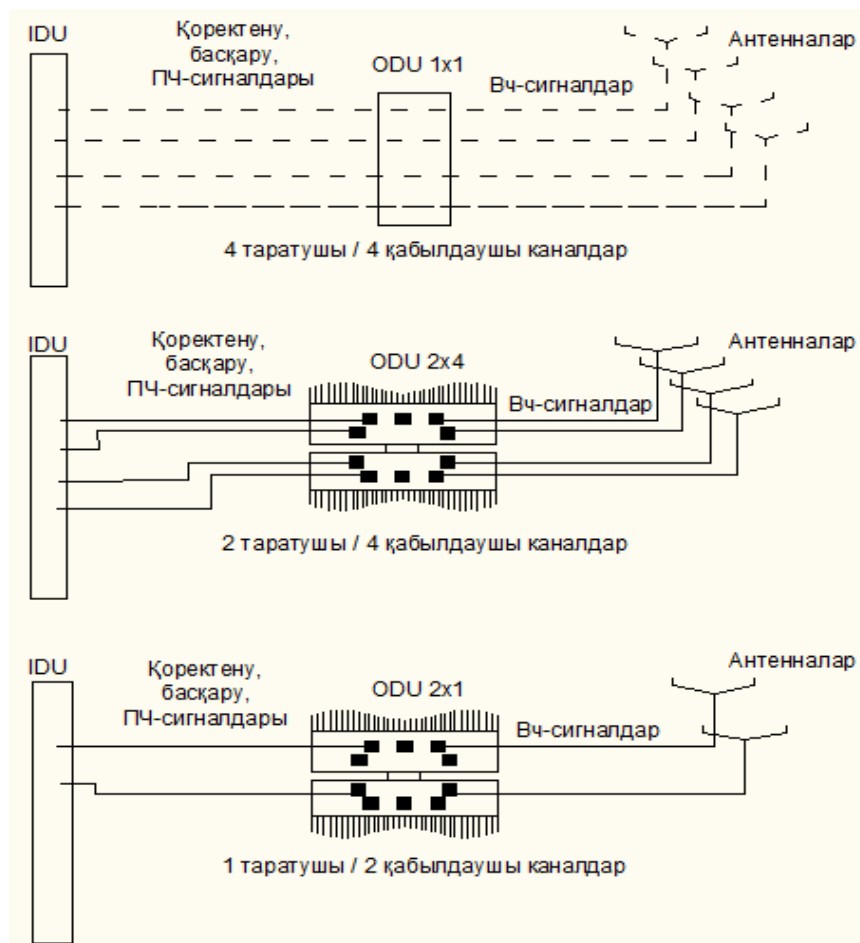
Әрбір IDU сыртқы модулдермен ODU жалғануына арналған қос бағытталған ПЧ төрт арнасы болады. Бұл MIMO технологиясын жүзеге асыруға және антенналық жүйенің бағыттылық диаграммасын құруға мүмкіндік береді. ПЧ сигналдардан басқа бұл кабелде 14МГц жиілікте бақылау мен басқарудың қос бағытты қызметтік арнасы ұйымдастырылған. ВЧ-кабелі бойынша қоректендіру кернеуі (48В) мен 64МГц сағаттарды синхрондау сигналдары беріледі. Сигналдарды коаксиалды кабель бойынша берудің арқасында аралық жиілікте қатынау құрылғысының ішкі және сыртқы

блоктарын 150м таратуға болады. Бұл жабдықты кез келген жағдайда орнатып, іске қосуға мүмкіндік береді.

AU сыртқы блогы-бұл толықтай дуплексті, шығатын қуаты өте жоғары (5Вт дейін) болатын, көп арналы радиомодуль. Ол 2,3; 2,5; 3,5; 3,6 және 3,8 ГГц диапазондарда жұмыс істей алады. Барлық ODU уақытша дуплекстеу қолданылады. Радиоблогтың антеннасымен ұзындығы 1,5 м дейінгі жоғары жиіліктегі кабелмен жалғанады (LMR-400 кабелі үшін, кабелдің ұзындығы төменгі сөнугі бар кабелдерді пайдаланғанда, ұзартыла алады).

ODU үш түрде орындалатын моноблок түрінде шығарылады- бір қабылдағыш/бір таратқыш (1x1) , екі қабылдағыш/бір таратқыш (2x1) және төрт қабылдағыш/екі таратқыш (4x2).

ODU- IDU қосудың түрлі нұсқалары болуы мүмкі. Сонымен, бір IDU төрт ODU 1x1 (4 тарату x 4 қабылдайтын арна жүзеге асырылады) немесе бір ODU 2x4 (2 тарату x 4 қабылдайтын арна) қосыла алады (9.11 сурет).



Сурет 2.9 - Сыртқы қол жеткізу құрылғыларының радиоблоктарын қосу нұсқалары.

2.5.4 Абоненттік жабдық

BreezeMAX 4Motion платформасымен бірге (Cpe) соңғы тұтынушы құрылғыларының бірнеше нұсқалары ұсынылады, олар операторларға іскерлік және тұрғын секторларда болсын, әртүрлі тұтынушыларға тиімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Cpe-ң 4 нұсқасы шығарылады: BreezeMAX PRO CPE құрылғысының сыртқы монтажі үшін (сыртқы және ішкі модульдері бар) мекеменің ішіне орнату үшін- BreezeMAX 4Motion Si өзбетінше инсталлушы құрылғылар, және де PC Card және USB Dangle форматындағы моделдер.

BreezeMAX 4Motion PRO Cpe абоненттік құрылғысы ішкі (IDU) мен сыртқы (ODU) модульдерінен құрылған. Сыртқы модуль барлық белсенді компоненттерден тұрады және күшейтулуі жоғары интегралданған жазық антеннаға ие. Ол 2-нұсқада шығарылады-Intel (RD2) компаниясының чипсеттерінің және Весеет негіздерінде. Ішкі және сыртқы модульдер 5 Ethernet кабелі арқылы байланысады. Осы кабель арқылы-Ethernet ақпараттары күйді бақылау сигналды, -IDU арқылы басқару және де қорек көзі (54В) таратылады. Сыртқы модульдер 2,3 , 2,5 және 3.5 ГГц диапазондарға жеткізіледі. Жиіліктерді автоматты түрде анықтайтын мультидиапазонды модульдер де өндіріледі.

PRO CPE ішкі модулі желілік интерфейстердің әртүрлі кескіндер конфигурацияларымен қол жетімді. Жеке компьютермен және абоненттің мәлімет тарату желілеріне стандартты IEEE 802.3 Ethernet 10/100-BaseT (RJ 45) интерфейсі қосылады және де ШС өзіне 2-дыбыстық портты (RJ-11) VoIP тарату үшін қоса алады. Тағы Wi-Fi модулі қарастырылған (802.11b/gj-шкалалы қол жеткізу нүктесін ұйымдастыру үшін).

BreezeMAX 4Motion Si құрылғысы- бұл шағын портативті құрылғы, ол соңғы тұтынушымен инсталлирленеді. Ол тікелей ПК-ға (plug және play) қосылады және SIM карта немесе арнайы көмегімен іске қосылады. Ол PRO абоненттік құрылғысы секілді. Портативтік абоненттік станция 2-нұсқада Intel RD2 және Весеет компанияларының чипжелілерінде шығарылады. Бірінші жағдайда құрылғы 6-антенналармен қамтылған, олар корпусның астында орналасқан. Весеет чипжелісіндегі құрылғы барлық бағытқа бағытталған 2-аса үлкен емес антенналарымен жабдықталған.

BreezeMAX құрылғыларының бірнеше нұсқалары шығарылды (Motion Si әрбір 2,3; 2,5 және 3,5 ГГц диапазондары үшін); олардың барлығы IEEE 802.3 Ethernet 10/100-BaseT (1-ден 4-ке дейінгі порттар RJ-45) міндетті интерфейсін қосады. Локальді қол жетімділікті ұйымдастыру үшін құрылғы опционалды түрде IEEE 802.11b/g модулімен және VoIP тарату үшін дыбыстық шлюзбен қамтылады.

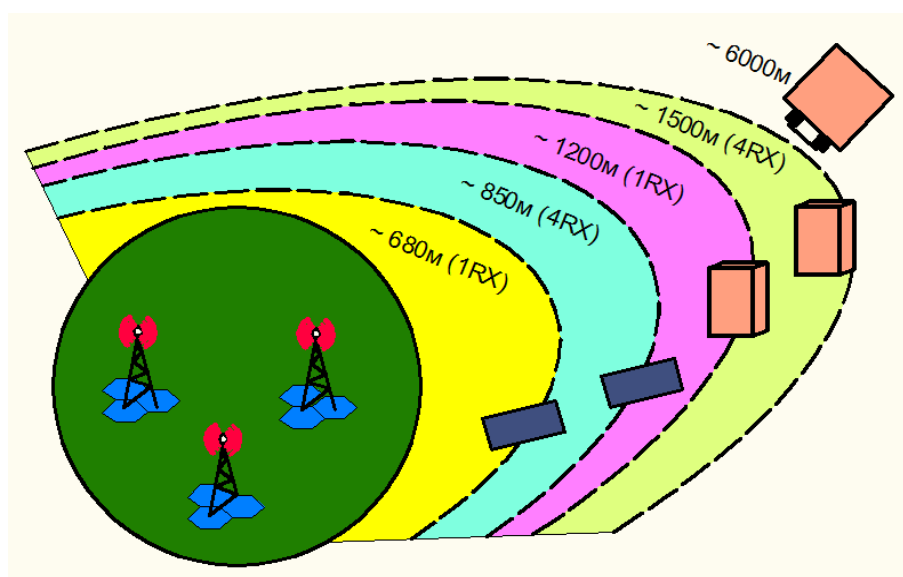
BreezeMAX 4Motion PC Card – бұл Весеет чипжелісіндегі желілік адаптер ол WiMAX мобильді желісіне жылжымалы компьютерді қосуға мүмкіндік береді. Ол 2,3; 2,5 және 3,5 ГГц диапазондардың әрбірі үшін 10 МГц арнаның кендігі кезінде, шықпайтын арнада максималды 20 Мбит/с максималды жылдамдықты, кіретін арнада 7 Мбит/с-қа дейінгі жылдамдықты қамтамасыз

етеді. Арнаның кендігі конфигурация кезінде 5:7; 8,75 10МГц құрайды. Картада екі қозғалмалы антенналар орналасқан, оларды бақылау мен реттеу сигналдың қабылдануын жақсартуға мүмкіндік береді. БС-дан 0 км-ге дейін жою жұмыстары жүргізілуі мүмкін.

2009 жылдың ортасына таман бірнеше USB құрылғы туралы белгілі болған, олар BreezeMAX 4Motion БС-мен үйлесімділік үшін тесттен өткен. Олардың ішінде US210 құрылғысы АWB компаниясының және WU211 құрылғысы Quanta computers компаниясы өндірілген.

US210 құрылғысы - бұл WiMAX USB адаптері ПК үшін. Адаптер IEEE 802.16e стандартына толықтай сай келеді, және толық сәйкес келеді және 130 км/сағ дейінгі жылдамдықта мобильді сымсыз байланысты қолдайды. Құрылғы инсталлирленеді және соңғы қолданушымен жөнделеді, шықпайтын арнадағы пиктік жылдамдық - 33 Мбит/с дейін, шығатында - 7 Мбит/с дейін 2,3; 2,5 және 3,5 ГГц жиілік диапазонында жұмыс істейді. Таратқыштың қуаты 23 дБм, антеннаның күшейтілуі 2 дБ, ол изотропты қуаттылықтан алынған. 1-таратушы және 2-қабылдаушы антенналардың арқасында US210 МГМО-технологиясын қолдайды. Энерготқтынуы - 2,4 В, антеннаның қуаты - 23 дБ кезінде.

WiMAX - адаптері, WU211 Quanta computers компаниясы шығарған, жоғарыда қарастырылған құрылғыға аналогты. Ол 2,496, 2, 69 ГГц диапазонында жұмыс істейді. Антеннадағы максимальды шығыс қуаты: 23 ± 1 дБм, антеннаның күшейтілуі изотропты қуаттан 2 дБ.



Сурет 2.10 - Әр түрлі абоненттік құрылғылар үшін типтік қызмет көрсетудің аймақтары.

БС-ның қамту аймағы тек БС-ның тарату қуаты мен абоненттік құрылғысына ғана тәуелді емес, ол абоненттік құрылғының типі мен жұмыс шарттарына да тәуелді (рельеф және құрылыстың типі) (2.10-сурет). Олар жұмыстың қашықтығы мен көру мүмкіндігіне айтарлықтай әсер етеді. Тікелей көрініс кезінде, қашықтықтың теориялық шектелуі 54 км құрайды, ал

практикалық түрде тұрақты байланысты өткішгіштік қабілетінен 3Мбит/с БС-дан 30км қашықтықта алуға болады.

2.6 Алматы қаласында 4G технологиясы негізінде ұйымдастырылатын желіге сипаттама

Алматы қаласы 1854 жылы қаланған, жалпы жер көлемі 339,36 шаршы км, халқының саны 1 434 755 адам.

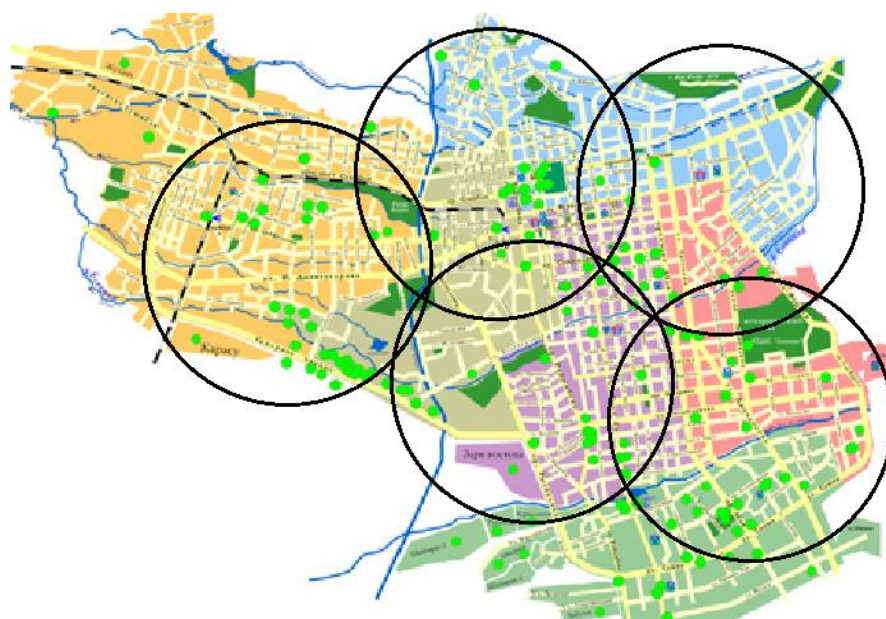
Алматы қаласы үлкен административтік, өндірістік және мәдени орталық, элиталы қалалардың бірі болып есептеледі. Қазіргі таңда Алматы қаласы әлеуметтік-экономикалық бизнес орталығы болып табылады. Қазақстандағы ең үлкен қала болып есептеледі.

Байланыс қызметін көрсету көлемі артуда. 2010 жылы байланыс кәсіпорындары 7844,4 млн. теңгеге қызмет көрсеткен, бұл 2008 жылмен салыстырғанда 21,7% артық. Халыққа көрсетілген қызметтің үлесі 79,2%-ды құрады.

Соңғы уақытта Интернет желісіне шығу мүмкіндігін ұсыну қызметінен түсетін табыс көлемі артуда (9,6%). Алайда, бұрынғысынша жалпы табыс көлемінде басым үлес – халықаралық және қалааралық телефон байланысына (59,1%), жергілікті телефон байланысына (31,2%), пошта қызметіне (8,5%) тиеселі.

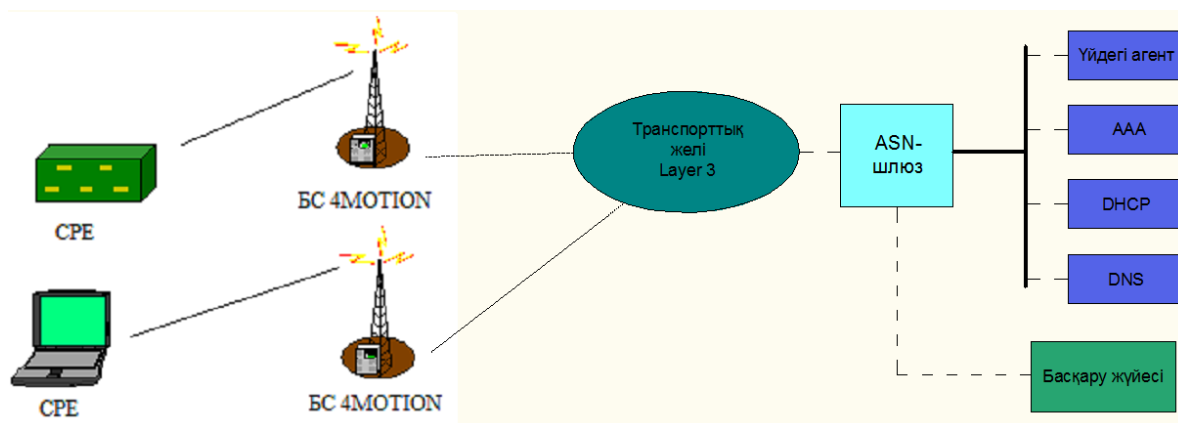
Ресейдің “Комстар-ОТС” компания WiMAX технологиясына конверттік қызмет ретінде деп қойды, WiMAX арқылы желіге кеңжолақты қол жеткізу мүмкіндігімен тұтынушыға тиімділікті ұсынады.

Сымды кеңжолақты қол жеткізудің ірі операторы бола тұрып, компания үйден тыс немесе кеңседе болсын абонентері желіге сымсыз қосыла алуына мүмкіндік алу үшін тырысуда. “Комстар-ОТС” компаниясы Intel корпорациясымен мобильді WiMAX технологиясын дамытудағы стратегиясын бастады. “Комстар-ОТС” компаниясы Алматы қаласында 5 базалық станциясын орнатты.



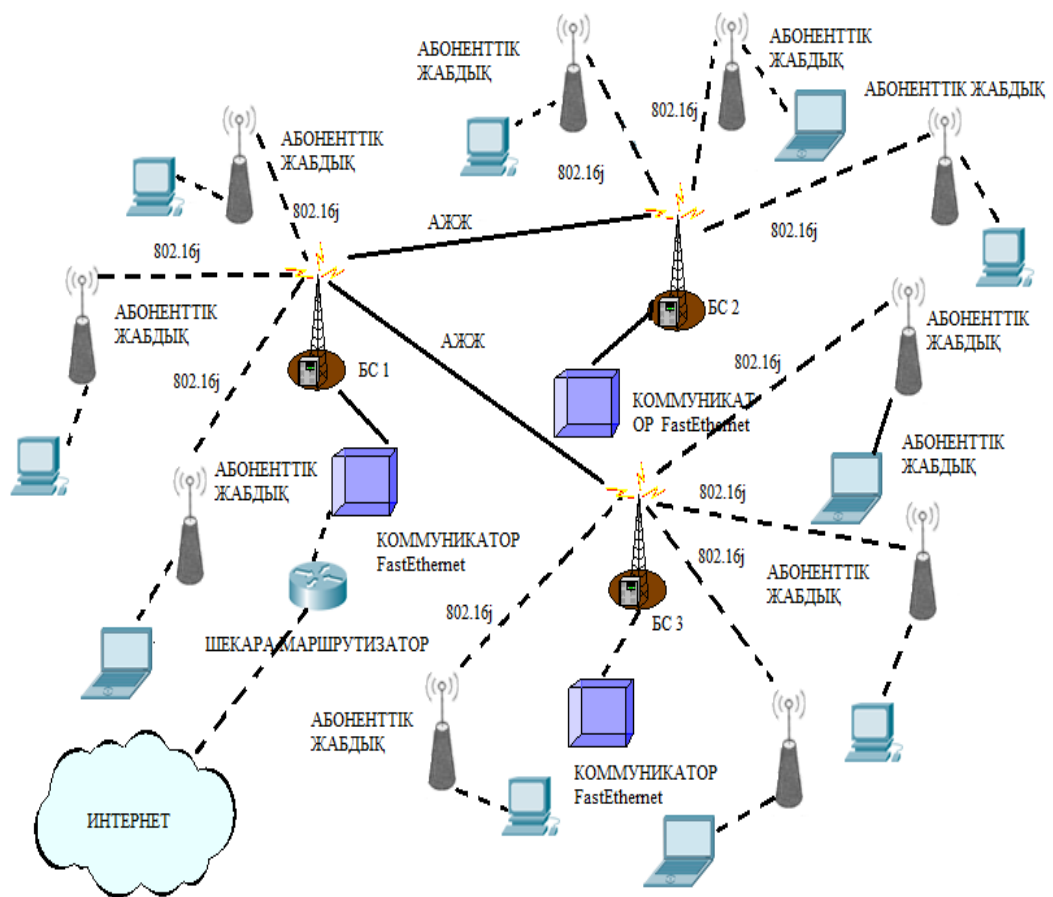
Сурет 2.11 - Алматы қаласындағы базалық станцияның қамту аймағы

«Комстар-ОТС» желісі стандартты WiMAX – архитектурасы түрінде болады. Бірінші кезеңде 5 базалық станция жұмыс істейді, ол толықтай Алматы қаласын қамтамасыз етеді, екінші кезеңде базалық станция санын арттырамыз.



2.12- сурет. «Комстар-ОТС» компаниясы мобильді WiMAX – желісінің архитектурасы

БС-ның бір секторында 512 абоненттік құрылғыларға дейін қолдайды. Әрбір БС үш сектор бар деп есептесек, 5 БС үшін теориялық тұрғыда бірінші кезең үшін, 7680 абонент деп есептейміз. Бірақ, БС саны желінің абоненттік сыйымдылығы үшін жалғыз ғана шектеу емес. Маңызды фактордың бірі ASN – шлюздері мен AAA авторизацияларының серверлерінің өндірістілігі.



Сурет 2.13 - Желілердің архитектурасы

2.7 Жабдықтың техникалық сипаттамалары

Кесте 2.2 - Базалық станция жабдығының сипаттамасы

Жабдықтар	BreezeMax 4Motion
Жиілік диапазоны	3400...3600 МГц
Жиілікті орнатудың қадамы	125 кГц
Дуплексті таратудың әдісі	TDD
Көпреттік қатынау әдісі	TDMA
Модуляция сұлбасы	ODFMA,(2048,1024 и 512): QAM16-3/4, QAM64-5/6
Интерфейс стандартына сәйкестігі	IEEE 802.16 j
Каналдың ені	20 МГц дейін
Жиіліктердің жолағы	3 МГц; 3,5 МГц; 5 МГц; 6 МГц; 7 МГц; 10 МГц; 14 МГц.
Кадрдың ұзындығы	5 мс; 8 мс; 10 мс; 12,5 мс; 20 мс

Тиімді шешім есесінде “Комстар-ОТС” БС-ны АТС-ке МГТС желісінде орнаттық. “Комстар-ОТС” желісі үшін биллинг үшін есептеу жүйесі қолданылады, осы жағдайда да желіге кірудің саны, көрсетілген сервис, алынған ақпарат т.б. ақпаратты дайындаудағы ААА-серверлерінің мүмкіндіктері қолданылады. Бұл ірбір абонентті жеке тарифтеуге мүмкіндік береді. Тесттік эксплуатация процессінде анықталғандай, бір абоненттік арнадағы пиктік өткізу жолағы 15 Мбит/с жетуі мүмкін, ал шығыс трафик үшін 7 Мбит/с дейін. Осы кезде шықпайтын арнада 64-QAM модуляциясы 5/6 кодалау жылдамдығында, шығатын 16-QAM кодалау жылдамдығы $\frac{3}{4}$. Осылайша спектральды болады.

Кесте 2.3 - Абоненттік станция жабдығының сипаттамасы

	Жартылай сыртқы орындалу блогы	Ішкі орындалудың блогы	Сыртқы орындалудың блогы
Жиілік диапазоны	3300...3400 МГц	3410...3600 МГц	2500...2690 МГц
Каналдың өткізу жолағы	3 МГц; 3,5 МГц; 5 МГц; 6 МГц; 7 МГц; 10 МГц		
Дуплексті таратудың әдісі	TDD		
Көпреттік қатынау әдісі	TDMA		
Модуляция	ODFMA, 256 FFT адаптивті модуляциясымен: BPSK-1/2, QPSK-1/2, QPSK-3/4, QAM16-1/2, QAM16-3/4, QAM64-2/3, QAM64-3/4		
Интерфейс стандартына сәйкестігі	IEEE 802.16 j		
Кадрдың ұзындығы	5 мс; 8 мс; 10 мс; 12,5 мс; 20 мс		

3 Желі параметрлерін есептеу

3.1 Базалық станцияның қамту аймағын есептеу

Бұл бөлімде базалық станцияның әрбір сектор үшін қамту аймағын немесе байланыс алыстығын есептейміз. Өйткені қосымшада көрсетілген станциялардың орналасу сұлбаларына қарап, сектор радиусы туралы қорытынды жасау қиын, онда WiMAX мобильді желісі үшін қамту аймағын есептеу керек. Содан кейін нәтижелерді келістіріп секторды қамтудың оңтайлы шешімін жасауға болады, және де қала ішіндегі станцияның орналасу сұлбасымен анықтауға болады.

Базалық станция мен мобильді станция антенна арасындағы байланыс алыстығын есептейік:

Есептеу үшін бастапқы деректер:

Базалық станция:

- таратқыш қуаты – 27 дБм;
- қабылдау мен таратудың орташа жиілігі – 2,3 ГГц;
- сүзгіштерде және бөлгіш антенналарда өшулік – 7 дБ;
- бағытталған антеннаның диаграммасы 120° ;

Мобильді станция:

- бағытталған диаграммасы – 9° ;
- антенна күшейткішінің коэффициенті – 10 дБм;
- V_H – таратқыш қуаты – 27 дБм.

БС-ның қамту аймағын анықтайық. Бұл есептеу әдісі орташа ойлы-қырлы жердің үстінде радиотолқындардың таратылуы туралы деректері негізінде жасалған. Есептеу әдісі негізінде бар, радиотолқындардың таратылу қисықтары есептеуде көрсетілген (3.1-сурет).

Берілген қисықтар таратқыш қуаты 1кВт қолдану кезінде, қабылдау пунктінде r қашықтықта, E өріс кернеулігі таратқыш антеннаның биіктігі вертикальді өтетін қисықпен сәйкес келеді. Бірақ алынған қисықтар нақты таратқыш сипаттамаларынан айырмашылығы бар, сондықтан түзету коэффициенттері, ал жалпы есептеу формуласы мына түрге ие:

$$E = E_c + B_H + B_\phi + B_{h2} + B_{PEL} + (\alpha \cdot l) - D_{SU} + B_\theta$$

мұнда E_c – берілген көрсеткіштерді алу үшін қажетті сигнал өрісінің кернеулігі. E_c техникалық құжаттардан U-RAS Premium Samsung жабдығына берілген, $E_c = 60$ дБм;

B_ϕ – резонаторлық, көпірлік сүзгіштерде және антенна бөлгіштерінде өшулік, $B_\phi = 7$ дБ

$B_{p.h}$ - түзетуін келесі формула бойынша анықтайық (3.2):

$$B_{P.H} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{P_H}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{27}\right) = 15,7, \text{ ДБ} \quad (3.2)$$

мұнда P_H – таратқыштың номиналды қуаты, $P_H=27$ дБм.

B_{h_2} – қабылдағыш антеннаның биіктігін есепке алатын түзету, дБ;

$B_{\text{рел}}$ – жердің рельефін есепке алатын түзету, дБ;

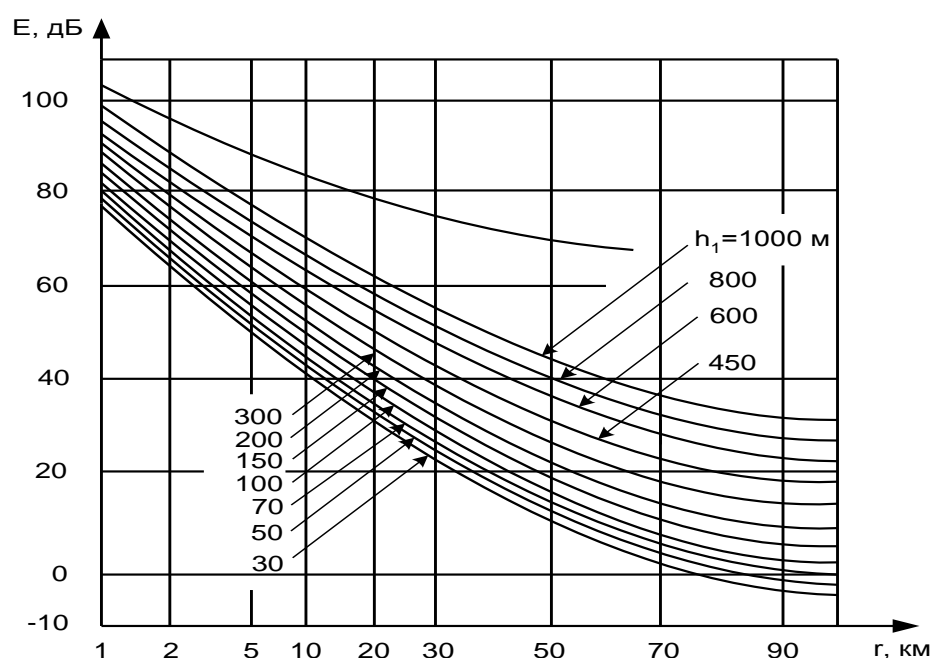
$\alpha \cdot l$ – таратушы және қабылдаушы антеннаның фидеріндегі өшулік,

$\alpha \cdot l = 3$ дБ;

D_{SU} – мобильді станцияның күшейткіш антеннаның коэффициенті,

$D_{SU} = 10$ дБ;

B_0 – ширектолқынды штырьмен салыстырғанда бөгеуілдерге қарсылығын төмендетуін есепке алатын түзету, дБ



Сурет 3.1 - Қала аймағының жер бетінде радиотолқынның таралу сызығы

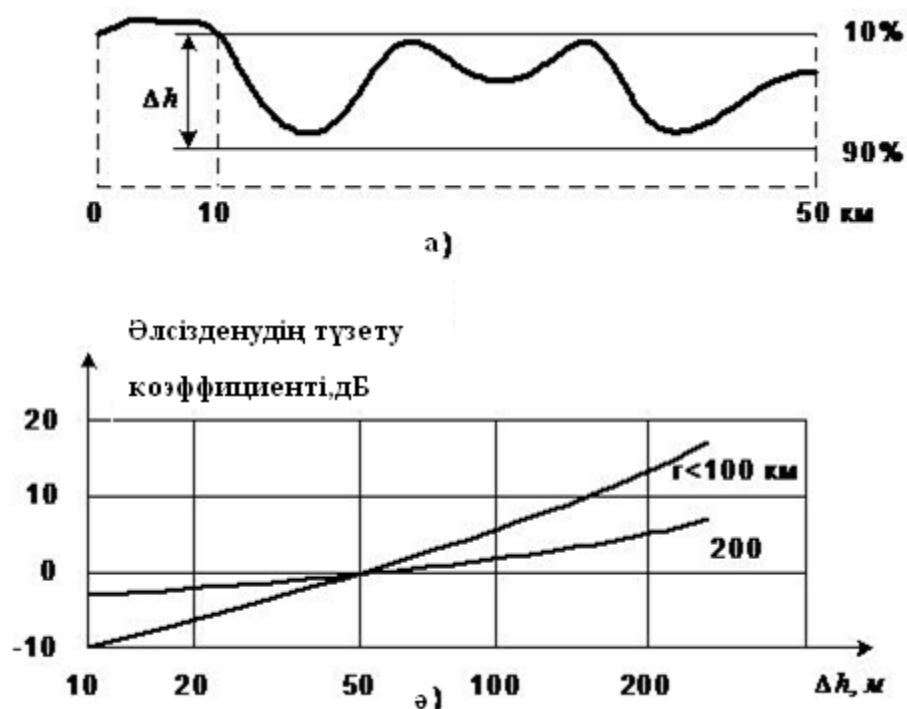
Қабылдағыш антеннаның 1,5 м биіктігімен есепке ала отырып, B_{h_2} түзетуін формула бойынша есептейік:

$$B_{h_2} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1,5}{h_2}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1,5}{10}\right) = -8,2, \text{ дБ}$$

мұнда h_2 – қабылдағыш антеннаның биіктігі, $h_2=10$ м.

Радиоқатынаудың қатынау аймағында $B_{\text{рел}}$ жергілікті жердің нақты рельефін есепке алып, түзетуді келесідей анықтайды. БС әртүрлі биіктіктегі таратушы антенналарда алыс байланыстың өріс кернеулігінің тәуелділік графиктері орташа ойлы-қырлы жергілікті жердің статистикалық

ақпараттардың өзгерулері негізінде құралған. Орташа ойлы-қырлы жергілікті жер деп 10 – 15км қашықтықта биіктіктің орташа тербелуі БС-дан 50м аспауы тиіс. 3.2-суретте жергілікті жердің рельефін анықтау графигі көрсетілген. Δh жергілікті жердің тербелу деңгейін анықтау үшін, жердің рельефін салып, Δh тербелісін анықтайды. Δh 50 м-ден өзгешеленсе $r < 100$ км үшін 3.2(а) және 3.2(б) сурет графиктері бойынша анықталатын түзетулер енгізу керек. U-RAS Premium жүйесінің БС антеннасының секторлық құрылымы бар. Бірінші сектор 120° аймақты қамтиды, яғни 360° аймақты қамту үшін 3 сектор пайдаланады. Байланыс алыстығы әрбір секторде жердің рельефінен, құрылыстың бар болуынан немесе басқа кедергілерден тура көріністі сигналдың өтуі үшін анықталады.



Сурет 3.2 - Есепке алынатын жергілікті рельефтің түзетуін анықтау

3.2-суреттегі графиктер бойынша құрылыстың әрбір сектор үшін және рельеф есебімен $V_{\text{рел}}$ түзетуін анықтайық: - бірінші сектор бес қабатты үйлер мен ағаштардың 15 м биіктігімен сипатталады. Түзетуі $\Delta h_2 = 15$ м. Рельефке түзету $V_{\text{рел}} = -7$ дБ;

- екінші сектор құрылыстың биіктігі 30м дейін бар болуымен сипатталады. Түзетуі $\Delta h_5 = 30$ м. Рельефке түзету $V_{\text{рел}} = -2$ дБ;

- үшінші сектор құрылыс пен ағаштардың биіктігі 10 м дейін бар болуымен сипатталады. Түзетуі $\Delta h_3 = 10$ м. Рельефке түзету $V_{\text{рел}} = -10$ дБ;

Ширектолқынды штырьмен салыстырғанда бөгеуілдерге қабылдағышын төмендеуін есепке ала отырып ΔV_0 түзетуін есептейік.

$$B_{\theta} = 10 \cdot \lg\left(\frac{\theta_E}{360}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{9}{360}\right) = -16,02 \text{ дБ} \quad (3.4)$$

мұнда θ_E – бағытталған қабылдағыш антеннаның бұрыш диаграммасы, $\theta_E = 9^\circ$.

Базалық станцияның қабылдағыш пунктінде таратылып, базалық станциямен құрылатын, өрістің кернеулігін анықтаймыз:

$$E_1 = 60 + 15.7 + 7 - 8.2 - 7 + 3 - 10 - 16.02 = 44.5 \text{ дБ}$$

$$E_2 = 60 + 15.7 + 7 - 8.2 - 2 + 3 - 10 - 16.02 = 49.5 \text{ дБ}$$

$$E_3 = 60 + 15.7 + 7 - 8.2 - 10 + 3 - 10 - 16.02 = 41.5 \text{ дБ}$$

$$1 \text{ сектор үшін: } E = 44.5 \text{ дБ;}$$

$$2 \text{ сектор үшін: } E = 49.5 \text{ дБ;}$$

$$3 \text{ сектор үшін: } E = 41.5 \text{ дБ;}$$

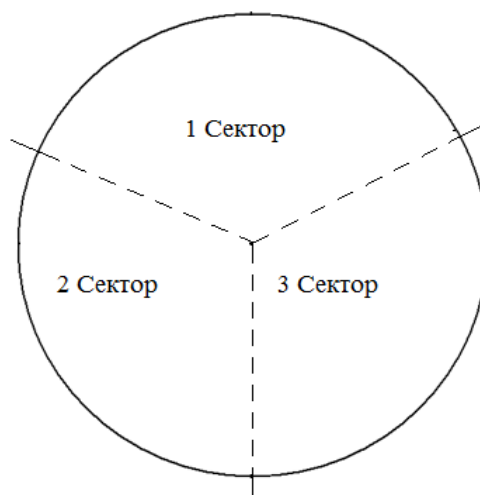
БС-ның құрылатын қабылдағыш пунктінде алынған өрістің кернеулік мәндерін 3.1-суреттегі графиктер бойынша әрбір сектор үшін байланыс қашықтығын анықтайық. Байланыс қашықтығының әрбір сектор үшін:

$$1 \text{ секторде – } E = 44.5 \text{ дБ кезінде } 6 \text{ км;}$$

$$2 \text{ секторде – } E = 49.5 \text{ дБ кезінде } 5 \text{ км;}$$

$$3 \text{ секторде – } E = 41.5 \text{ дБ кезінде } 9 \text{ км;}$$

Алынған нәтижелер нақты мәндерден айырмашылығы бар болуы мүмкін. Байланыс алыстығының алынған мәліметтерін салыстыра отырып, байланыстың орташа алыстығы 6,6км құрып анықтауға болады, ол техникалық құжаттамалар бойынша байланыстың орташа алыстығына сәйкес келеді.



Сурет 3.3 - БС әр секторының байланыс қашықтығы бейнеленген

3.2 Базалық станцияның санын есептеу (Node B)

Ұяшық радиустың мәнін анықтап ($R = 6.6$ м), базалық станцияның қала картасына орналастырамыз. Сонымен бірге, секторлардың орналастыруы тиімді болуын есепке аламыз. Яғни, қала бөлігіндегі кәсіпорындар мен заводтар аймағын есепке алмаймыз.

Нәтижесінде Мобильді WiMAX қажетті станция саны 5 станцияны құрады. Мобильді WiMAX желісімен таратылған аудандар Мобильді WiMAX жоғары жылдамдықты қызметтерімен пайдаланатын абоненттер перспективті ретінде қаралады.

Мобильді WiMAX желісінің қамту аймағын бағалайық. Жамылғы ауданын есептеу үшін келесі формула қолданылады:

$$S = \frac{3}{2} \sqrt{3} \cdot R^2,$$

(3.4) формуласымен NodeB бір секторымен жамылғы аймағының ауданын есептейік:

$$S_{сек} = \frac{3}{2} \sqrt{3} \cdot 6,6^2 = 54,8 \text{ км}^2$$

Онда барлық NodeB жамылғы аймағы ауданын формула бойынша есептесек болады:

$$S = N_{NodeB} \cdot S_{сек} ,$$

мұнда N_{NodeB} - Мобильді WiMAX базалық станцияның саны (Node B).

5 Node B қамту аймағының ауданы:

$$S = 5 \cdot 54,8 = 274 \text{ км}^2$$

Мобильді WiMAX желісінің салыстырмалы қамту аймағын формула бойынша анықтайық:

$$s = \frac{S}{S_{зор}} \cdot 100\% , \quad ($$

мұнда $S_{зор}$ - қала ауданы, км^2 .

Нәтижесінде аламыз:

$$s = \frac{274}{339.36} \cdot 100\% = 81\%$$

Басқаша айтқанда Алматы қаласының 81% ауданын Мобильді WiMAX желі қамтумен қамтамасыз етіледі. Осы мәнді өте жақсы деп бағалауға болады.

3.3 Мобильді WiMAX желінің сыйымдылығын есептеуі

Мобильді WiMAX сектор сыйымдылығы деректер тарату жылдамдығына қарай есептеледі. Мобильді WiMAX желінің әрбір қызметіне өзінің жылдамдығы сәйкес келеді, сектордағы қызметі қолданушылар санның өзі және де не бір сыйымдылықтың қорын анықтайды. Өйткені жоғары жылдамдықты деректер тарату спектрдің үлкен енің талап етеді, демек біруақытта төменгі жылдамдықты сервиске қосылған абоненттерге қарағанда, біруақытта осы қызметпен қолданатын абоненттер саны аз болады. Сол себепті секторде абоненттік трафикке тәуелді айнымалы сыйымдылықты аламыз.

Абоненттік трафиктің санының көрсеткіші ретінде жүктеу коэффициенті пайдалануы мүмкін:

$$\eta_{ul} = (1+i) \cdot \sum_{j=1}^N \frac{1}{\frac{W}{(E_b / N_0) \cdot R_j \cdot v_j} + 1} , \quad (3.8)$$

мұнда N - секторға қолданушылардың саны;

v_j - физикалық деңгейде активті пайдаланудың коэффициенті

($v_j = 0,67$ – сөз үшін, $v_j = 1$ – деректерді тарату үшін);

E_b/N_0 - сигнал-шуыл қатынасы, биттік жылдамдыққа тәуелді, дБ;

W - манипуляция жылдамдығы (чиптардың берілуі), $W = 100$ Мчип/ж;

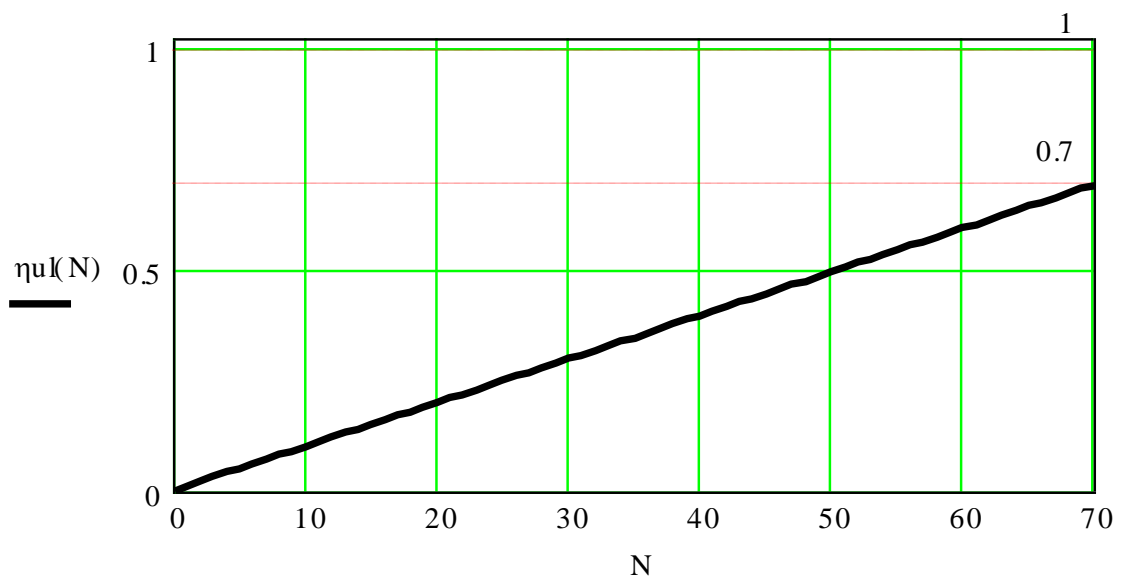
R_j - j - ші пайдаланушының биттік жылдамдығы;

i - көршілес секторлардың интерференция деңгейі, әдетте 55% өлшемінде қабылдайды, яғни $i = 0,55$.

(3.8) теңдеу негізінде пайдаланушы санынан жүктеу коэффициенті тәуелділік графигін тұрғызайық. Сектордағы барлық абоненттер мүмкін болатын минималды 10 Мбит/с жылдамдықпен трафикті құрайды:

$$\eta_{ul}(N) := \left[(1 + 0.55) \cdot N \cdot \frac{1}{\left[\frac{100 \cdot 10^6}{9.8 \cdot (10 \cdot 10^6) \cdot 1} \right] + 1} \right]$$

3.4-суретте тәуелділік графигі көрсетілген.



Сурет 3.4 - Сектордағы абоненттер санынан жүктеу коэффициентінің тәуелділік графигі

3.4 Байланыс тиімділігінің бағасы

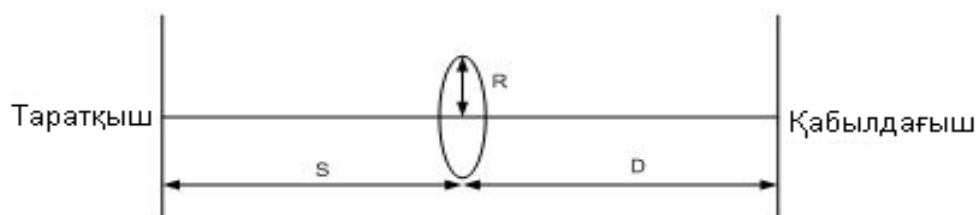
Толқын ұзындығына 13 см сәйкес келетін сымсыз желінің радиожабдық жоба бойынша 2300МГц-ті жиілікте жұмыс істейді. Осындай толқындарту сызық бойымен таралады, антенналарды қосатын және көздеу сызығы деп аталады. Бірақ негізгі толқын энергиясының бөлігі көздеу сызығына емес, Френель эллипсоиды деп аталатын кейбір кеңістік аймағына жұмылдырылған, формула бойынша радиусын анықтаймыз:

$$R_1 = \sqrt{\frac{r_1(r-r_1)\lambda}{r}} \quad (3.9)$$

мұнда λ толқынның ұзындығы метрмен.

Френель аймағының түсінігі Гюйгенс принципіне негізделген, оған сәйкес құбылмалылық жететін ортаның әрбір нүктесіне сәйкес, ол екіншілік толқын көзіне айналады, және шашырау өрісі барлық екіншілік толқын суперпозициясы ретінде қарастырыла алады. Осы ұстанымның негізінде айтуға болады, орталықтанған доға ішінде жатқан объектілер сапаға оң және теріс әсерін тигізе алады. Френель зонасының алғашқы доғасының ішіне түсетін барлық бөгеттер, айтарлықтай зиянды әсерін тигізеді.

Таратқыш пен қабылдағыш арасындағы трактта тура орналасқан нүктені қарастырайық, бұл кезде нүктеден таратқышқа дейінгі аралық S -ке тең, нүктеден қабылдағышқа дейінгі аралық D -ға тең, демек таратқыш пен қабылдағыш арасы $S + D$ тең.



Сурет 3.5 - Френель зоналары

Осы нүктеде Френель зонасының алғашқы радиусын есептейік:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda S D}{S + D}}, \quad (3.10)$$

мұнда R , S және D бірдей бірлікпен өлшенеді, λ -мен тракт бойындағы толқын ұзындығын белгілейді.

Берілген жағдайда, біздің жоба бойынша екі трансивер арасындағы ұзындық 14 км тең, ал тасушы жиілігі— 2,3 ГГц, демек, толқын ұзындығы 0,13 м. Онда Френельдің алғашқы зонасының радиусы, трансиверлер арасында ортада орналасқан, тең болады:

$$R = \sqrt{\frac{0.13 \cdot (7 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 10^3)}{(7 + 7) \cdot 10^3}} = 21,3 \text{ м} .$$

Анықталғандай, радиусы шамамен 0,6 бірінші Френель зонасының құрайтын доға ішінде, екі трансивер арасындағы кез келген нүкте аралығынан өткізілген, ешқандай бөгет жоқ, онда бөгет болған кездегі сигнал сөнуін ескермеуге болады. Мұндай бөгеттердің бірі жер болып табылады. Демек, екі антенна биіктігі тракт бойы орналасқан бірде бір нүкте, одан жерге дейінгі қашықтық Френельдің 0,6 алғашқы зонасынан кем болмауы керек. Жердің дөңгелек екенін ұмытпайық.

Сондықтан Жазық далада, өте түзу бет кезінде, тура көріністі қамтамасыз ету үшін, антенналарды жоғары көтеру қажет.

3.5 Пакеттің оптимизация есебі

Желі анализінің мақсаты соңнан соңға пакет таратылуының кідірісін, жоғалған пакеттер үлесін, сигналдардың қасқа уақыттық үзілістерін бағалау болып табылады.

Пакеттер кезекке дискретті уақыт моменттерінде түседі $r\tau_{\text{пак}} + i\Delta$ с ықтималдығы $P_i^{(r)}$. Мүмкін болған тізбекті пакеттерді тарату уақыт периоды $\tau_{\text{пак}}$, кадр ұзақтылығымен анықталады.

Пакетті тарату трактының техникалық мүмкіндіктерін анықтайтын негізгі параметрлеріне:

m – кіріс маршрутизатормен байланыс орнатқан абоненттер саны;

R_u – терминалдан тарату жылдамдығы, бит/с;

R_k – маршрутизаторлар арасындағы тракттың өткізу қабілеттілігі, бит/с;

L_u – пакеттің ақпараттық бөлігінің ұзындығы, бит;

$h = t_{\text{пер}} = \frac{L_u}{R_u}$ - терминалмен пакеттің ақпараттық бөлігінің таратылу

уақыты, с;

$L_{\text{сл}}$ – пакеттің қызметтік биттері (преамбула және концевик), бит;

N_d – сұхбат моделінің қалып-күй саны;

p_y – терминалдан кадрда пайда болу ықтималдығының қалыптасқан мәні; жалпы жағдайда, N_D -дан және өтпелі ықтималдықтар матрицасы ($p_y = \lim_{r \rightarrow \infty} P_{ii}^{(r)}$) моделін сипаттайды.

Қарапайымдау үшін, N_D , R_u , L_u , L_{cl} және де h мәндері барлық абоненттер үшін бірдей делік.

Ортақ кідірісті маршруттайтын пакеттің оптималды ұзындығы dm теңдеуінің шешімінен табылады:

$$(T)/dL_u = 0.$$

Қажетті түрлендірулерді жасап, пакеттік оптималды ұзындығын табамыз:

$$L_{u.onm} = L_{cl} \frac{k}{1-k} (1+F) \quad (3.11)$$

$$F = \sqrt{1 - \frac{1 - \frac{R_u}{2R_k k} \left(\frac{1}{2} - k \right)}{1 + \frac{R_u}{R_k} \left(0,75 - \frac{k}{2} \right)} \frac{1}{1-k}}$$

Сонда F тең болады:

$$F = \sqrt{1 - \frac{1 - \frac{8000}{256000 * 0,063} \left(\frac{1}{2} - 0,063 \right)}{1 + \frac{8000}{256000} \left(0,75 - \frac{0,063}{2} \right)} \frac{1}{1-0,063}} = 0,361$$

Оңтайлы пакет ұзындығы:

$$L_{u.onm} = 50 \frac{0,063}{1-0,063} (1+0,361) = 51,816 \text{ бит}$$

Таңдаулы бір үлгідегі мәндерде қызметтік пакеттердің ұзындықтары, кодалау жылдамдығы, тарату жылдамдығы кезінде минималды кідіріске сәйкес келетін пакеттің оңтайлы ұзындығын аламыз.

$L_{cl}=50$ бит, $R_u=8$ кбит/с, $R_k=256$ кбит/с үшін оңтайлы пакет ұзындығы мынаған тең:

$$L_{u.опт} = 51,816 \text{ бит.}$$

Жоғарыда айтылғаннан көрініп тұрғандай пакетке қызмет ету барысында тарату уақытысы (қызмет етуі) тұрақты шамасы болып табылады және анологтық шамасымен анықталады:

$$t_{обсл.} = \mu = (L_u + L_{сл}) / R_k \quad (3.13)$$

$$t_{обсл.} = \mu = (51,816 + 50) / 256000 = 0,4 * 10^{-3} \text{ с}$$

Қарастырылып отырған байланыс жүйесіне пайдалану коэффициенті, байланыс арнасының параметрлер функциясы ретінде жазылуы мүмкін:

$$K_{исп} = \frac{m \left(\frac{L_u}{t_{неп}} + \frac{L_{сл}}{t_{неп}} \right)}{2R_k} = \frac{mR_u}{2R_k} \left(1 + \frac{L_{сл}}{L_u} \right) \quad (3.14)$$

Сонда пайдалану коэффициенті:

$$K_{исп} = \frac{4 * 8000}{2 * 256000} \left(1 + \frac{50}{51,816} \right) = 0,12$$

3.6 Жалпы кідіріс есебі

$m(T_{\Sigma})$ қорытынды кідіріс $m(T)$ кезек кірісінен (күту уақыты мен қызмет көрсету уақыты), сөз кодеріндегі δ_3 пакетация кідірісінен және $\delta_{кодер}$ алгоритмді кідірістен қалыптасады.

Өйткені кідіріс дисперсиясы сигналды қалпына келтіргенде ағындағы есептеудің өткізулерді пайда болуын анықтайды.

Жоғарыдағы есеппен пакеттік тарату кезіндегі жалпы кідірісті анықтаық:

$$m(T_{\Sigma}) = \left\{ L_u^2 [(0,75 - k/2) / 2 + R_k (1 - k)] + L_u L_{сл} [R_u (0,75 - k) R_k k] - L_{сл}^2 R_k \right\} x \times \left\{ R_u R_k [L_u (1 - k) - k L_{сл}] \right\}^{-1} + k_{кодер} (R_u). \quad (3.15)$$

Онда пакеттік тарату кезінде жалпы кідірісмынаған тең:

$$m(T_{\Sigma}) = \left\{ 50^2 [(0,75 - 0,063 / 2) / 2 + 256000 * (1 - 0,063)] + \right. \\ \left. + 8000 * 50 [8000 * (0,75 - 0,063) * 256000 * 0,063] - 50^2 * 256000 \right\} \times \\ \times \{ 8000 * 256000 * [8000 * (1 - 0,063) - 0,063 * 50] \}^{-1} + 0,015 = 8,382$$

R_u жылдамдығымен сипатталатын төменгі жылдамдықты кодерде алгоритмді кідірістің сандық мәндері 3.1-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.1- Кодердегі кідірістің сандық мәндері

R_u , кбит/с	5,6	8	16	24	32
$\delta_{кодер}$, мс	35	15	5	2	0

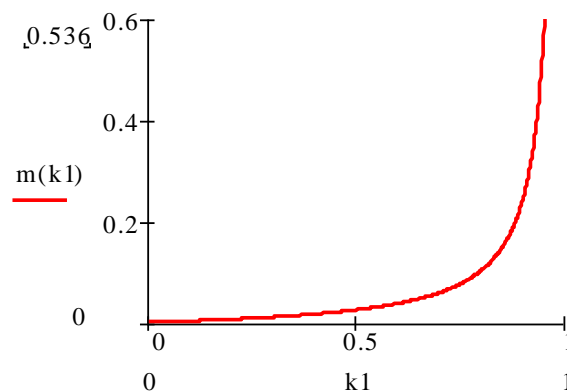
Алынған оңтайлы пакет ұзындығының мәнін 3.16-ға қойып, оңтайлы кешігу уақытын табамыз:

$$m(T_{\Sigma}) = \frac{L_{сг}}{R_u} \left[\frac{k(F+1)^2}{(1-k)F} \left(\frac{R_u}{R_k} \frac{0,75 - 0,5k}{1-k} + 1 \right) + (F+1) \left(\frac{R_u}{R_k} \frac{0,75 - 0,5k}{1-k} - \frac{k}{1-k} \right) - \frac{R_u}{2R_k} \right] \quad (3.16)$$

Онда $L_{сг}=50$ бит, $R_u=8$ кбит/с, $R_k=256$ кбит/с үшін оңтайлы кешігу уақыты мынаған тең:

$$m(T_{\Sigma}) = \frac{50}{8000} \left[\frac{0,063(0,361+1)^2}{(1-0,063)*0,361} \left(\frac{8000}{256000} * \frac{0,75 - 0,5*0,063}{1-0,063} + 1 \right) + \right. \\ \left. + (0,631+1) \left(\frac{8000}{256000} * \frac{0,75 - 0,5*0,063}{1-0,063} - \frac{0,063}{1-0,063} \right) - \frac{8000}{2*256000} \right] = 0,022с$$

(3.15) формула бойынша құрылған гарфик 3.6-суретте көрсетілген



Сурет 3.6 - Оңтайлы кешігу уақытының графиктері

Көрсетілген сандық нәтижелердің талдауы жалпы жағдайда бір соңынан екінші соңына дейін оңтайлы кідіріс осыған тәуелді болады (оңтайлы пакет ұзындығы кезінде):

- R_k байланыс арнасының өткізу қабілеті;
- L_u ақпараттық пакет бөлігінің ұзындығы;
- $L_{СЛ}$ қызметтік пакет бөлігінің ұзындығы;
- R_u ақпараттың терминалдан таратылу жылдамдығы;
- біруақытта байланысты орнатқан m абоненттер саны.

Іс жүзінде $L_{СЛ}$, R_u и R_k параметрлері берілген деп есептесек болады. Желіде рұқсат етілетін өзіне жоспарын және мекен-жайын қоса желілік хаттаманың тақырыбы болып табылады. Жақсы жоспар болып қысқаша тақырыптың – 50 бит шамасында, бірақ 100 және 200 бит тақырыптар да кездеседі. Сандау (оцифровка) жылдамдығы терминалдар мүмкіндіктерімен сипатталады. 32 Кбит/с жылдамдығы салыстырмалы арзан ДИКМ жабдығының сәйкес келеді, ал 5,6 Кбит/с жылдамдығы вокодерде болады. Байланыс арнасының өткізу қабілеттілігі 64; 128; 256 Кбит/с құрайды.

Сөз сигналыны жоғары артықшылықтарынан, егер мұндай жоғалтулар ептеген интервалдарға болса (мысалы, 19 мс), кейбір нашарлануда сөздің жоғалтуы 50%-ке дейін барады. Егер пакеттер ұзын болып жоғалтудың ықтималдылығы үлкеп болса (0,25 с сөздің пакеттегі 1000 бит), онда оның айқындығы нөлге дейін төмендеп кетеді.

3.7 Пайдалы сигналдың қуатын есептеу

Қабылдағыштың кірісінде пайдалы сигналдың қуатын есептеу үшін радиосызықтардың энергетикалық параметрлерін және қабылдағыштың нақты сезгіштігін білу қажет.

Пайдалы сигналдың қуаты қабылдау нүктесінде келесі өрнекпен анықталады:

$$P_{\text{прм}} = \frac{P_{\text{прд}} \cdot G_{\text{прд}} \cdot G_{\text{прм}} \cdot \lambda^2}{(4 \cdot \pi \cdot r)^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot Z}$$

Бұл өрнек децибелде келесі түрге ие:

$$P_{\text{прм}} = P_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} + G_{\text{прм}} + 201g\lambda - 201g(4\pi) - 201g(r) - L_{\text{доп}} - Z \quad (3.18)$$

Осы өрнектерде радиосызықтың келесі параметрлері пайдаланады:

$P_{\text{прд}}$ – таратқыштың шығыс қуаты. Сымсыз желілердің жабдықтарының шығыс қуаты 8-ден 30 дБ болады.

$G_{\text{прд}}$ и $G_{\text{прм}}$ – Антенаның тарату және қабылдау күшейту коэффициенттері

λ - толқын ұзындығы

r - тарату қашықтығы

$L_{\text{доп}}$ - жалғағыш тіркеуіштердегі сигналының әлсіретуін, антенна поляризациясы сәйкес келмеуінен жоғалтуларды қоса және т.б., біртұтас себептер жиынтықтарын қосымша жоғалтулар болып табылады. $L_{\text{доп}} = 10$ дБ

Z - 5-тен 15-ке дейін болатын радиосызықтары «салынатын» ауданда электромагниттік түрде, сыртқы бөгеттерге бөгеуілге тұрақтылық қоры

$$P_{\text{прм}} = 27 + 18 + 16 + 20 \lg(0,13) - 20 \lg(4 * 3,14) - 20 \lg(5,6) - 10 - 5 = -11 \text{ дБ}$$

Берілген көрсеткіштің физикалық мағынасына сәйкес келетін, қабылдағыш кірісінде пайдалы сигналдың қуатын қабылдау үшін минималды қажетті анықтайтын қабылдағыштың нақты сезгіштігі $P_{\text{мин}}$ ретінде көрсетеді.

Радиосызықтар энергетикалық параметрлерін есептеу – пайдалы сигнал қуаты қабылдағыш кірісінде нақты қабылдағыш сезгіштігі мәніне қарағанда аз болатын радиосызықтар параметрлері

$$P_{\text{прм}} \geq P_{\text{мин}}$$

(3.18) формула бойынша қабылдағыш кірісінде пайдалы сигналдың қуатын есептедік. Жоғарыда айтылған шарт орындалып, есептудің нәтижелері бойынша -11дБ тең және қабылдағыштың нақты сезгіштік мәнінен едәуір жоғары.

$$-11 \text{ дБ} \geq -98 \text{ дБ}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

XX ғасырдың аяғы бүгінгі таңда экономика мен қоғамның әлеуметтік ортаның дамуын жеделдету үшін арналған ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың конвергенциясы мен дамуы өте жақсы болды. Соңғы теориялық зерттеулермен сәйкес телефондық сыйымдылық шегі тұрғындардың жалпы санынан 40-60% құрайды. Болжамдар бойынша, Интернет пен жалпы қолданыстағы телефондық желі пайдаланушыларының сомалық саны 2015 жылға дейін 100 миллионнан асады.

Бүгінгі күнде, электрбайланыстағы ғылыми – техникалық прогресстің негізгі бағыттарының бірі, сымсыз радиобайланыс желілерінің дамуы болып табылады. 4G жүйесі бойынша сымсыз қатынаудың қызмет түрлерін көрсету – ұялылық, сапа, ыңғайлылық пен тиімділікті қамтамасыз етеді. Келешекте, кемшіліктерін жойып, артықшылықтарын жақсарту нәтижесінде 4G технологиясына деген сұраныс арта түседі.

Берілген дипломдық жұмыста 4G мобильді байланыс технологиясының сипаттамаларын талдау әдістері қарастырылды. Желідегі алғашқы жақындау кезінде қызмет көрсетудің шектеулі аймағындағы күтулі абоненттік жүктемелерді ескере, базалық станциялардың арналар саны мен қызмет көрсету аймағының бейімделген көлемі туралы мәліметтер қолданылған.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Вишнеvский В., Портной С., Шахнович И. Энциклопедия WiMAX путь к 4G – М.: Техносфера, 2009.
- 2 Вишнеvский В. М., Беспроводные сети широкополосного доступа к ресурсам интернета. - Электросвязь, 2010, с. 943.
- 3 Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. - М.: Техносфера, 2004.
- 4 Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети/ Пер. с англ. - М.: Изд. дом«Вильяме», 2003
- 5 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи: Учебник для вузов - М.: Радио и связь, 2000. - 118с.
- 6 Беспроводный доступ абонентских линий. Том 1. Справочник по подвижной связи. - М., 1997. - 346 с.
- 7 Соколов Н.А. Телекоммуникационные сети. Глава 1. – М.: Альварес Пабблишинг, 2003 г.
- 8 Варакин Л.Е. Распределение доходов, технологий и услуг. – М.: МАС, 2002.

Дипломдық жұмысқа

РЕЦЕНЗИЯ

Тлеулес Шерхан Ыдырысұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім парақ;
б) түсініктеме бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобаның негізгі мақсаты Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту болып табылады. Сонымен қатар сымсыз қолжетімділіктің кең жолақты желісін байланыстың заманауи қызметтерін ұсыну үшін ұйымдастыру, интернет желісіне жоғары жылдамдықты қолжетімділікті, Алматы қаласының абоненттеріне цифрлық телефонияны қамтамасыз ету процестерін техникалық тапсырмалары жасалған.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Тлеулес Шерхан Ыдырысұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Пікір беруші

 Юсупова Г. М.

Туран университеті

РЭТ каф. ассос. проф. PhD

« 30 » 04 2019 ж.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс
(жұмыс түрлерінің атауы)

Тлеулес Шерхан Ыдырысұлы
(оқушының аты жөні)

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту»

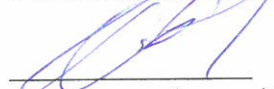
Бұл дипломдық жобада

Бұл дипломдық жобаның негізгі мақсаты Алматы қаласы бойынша оптикалық талшықты 3G/4G технологиясы бойынша жаңғырту болып табылады. Сонымен қатар сымсыз қолжетімділіктің кең жолақты желісін байланыстың заманауи қызметтерін ұсыну үшін ұйымдастыру, интернет желісіне жоғары жылдамдықты қолжетімділікті, Алматы қаласының абоненттеріне цифрлық телефонияны қамтамасыз ету процестерін техникалық тапсырмалары жасалған.

Дипломдық жобада Алматы қаласының абоненттеріне ұсынуды ұйымдастыру үшін келесі мәселелерді қарастырылған. Таратушы және абоненттік бөлімдерге Alvarion компаниясының сымсыз кеңжолақты қол жеткізу жабдығығына таңдау жасау, WiMAX кеңжолақты сымсыз қатынауды ұйымдастырудың сұлбасын жасау, желінің энергетикасы, радиосызығы базалық станцияның қамту аймағы, сыртқы құрылғының сапасының интегралды көрсеткіштерін есептеу.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Тлеулес Шерхан Ыдырысұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші



Мамадияров М.М

(қолы)

« 29 » 04. 2019 ж