

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

Бекжанова Айжан

Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

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

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех.ғыл.данд-ы

 Е.Таштай

« 06 » 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:


Бекжанова Айжан

Рецензия беруші

ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.

доктор PhD.,

қауымдастырылған профессор


 Әлібек Н.Б.

« 06 » 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф техн.ғыл.докт.,

профессор

 Н.Т. Исембергенов

« 02 » 05 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 ғарыш технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех.ғыл.канд, профессор

 Е.Таштай

«09» 02 2019 ж.

### Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Бекжанова Айжан

Тақырыбы Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау

Университет ректорының “ 16 ” 10 № 1162-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ ” 2019ж

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Жұмыс үшін статикалық деректер, маркетингтік зерттеулер, телекоммуникациялық жабдықтарды шығаратын фирманың жарнамалық проспектілері, нормативті жобалық құжаттама.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықтау;

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) 3GPP LTE технологиясын талдау;

б) Талдықорған аймағында байланыс желісінің сұлбасын құру;

б) Желінің өткізу жолағын есептеу;

г) Талдықорған қаласына LTE технологиясында 4G байланыс желісін жобалаудың экономикалық маңыздылығы

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 16

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Кеңжалақты сымсыз байланыс технологиялары	8.02.2019	жесу
Операторлар мен абоненттер үшін LTE артықшылықтары, Негізгі станция eNode Band LTE жабдықтың таңдауы	22.03.2019	жесу
Техникалық есептеулер	21.04.2019	жесу

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	Тайсариева Қ.Н. PhD., докторы, сениор лектор	2.05.19	

Ғылыми жетекшісі  Н.Т. Исембергенов  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А.Бекжанова

Күні “ 8 ” 02 2019 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жобаның мақсаты Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау. Қазақстан мен әлем нарығында ұялық байланыстың даму жолдарымен тенденциялары қаралған. Осы жұмыстың жобасын жасау мүмкіндіктері және берілген аймақтың ұялы баланыс нарығының анализі өткізілген. Бұл жұмыста келтірілген жобаның жасалу жолдары, 4G стандарты және LTE технологияларының негіздері қарастырылған. Ұялы байланыс технологияларының салыстыруы және олардың тиімді жүзеге асырылу жолдары келтірілген.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью дипломного проекта является разработка 4G на основе технологии LTE в городе Талдыкоргане. Рассмотрены тенденции развития сотовой связи на рынке Казахстана и мира. Были подведены итоги создания этого проекта и анализа мобильного рынка данного региона. Работа, описанная в этой статье, основана на стандарте 4G и технологии LTE. Сравнение технологий сотовой связи и способов их использования.

## **ANNOTATION**

The aim of the graduation project is the development of 4G based on LTE technology in the city of Taldykorgan. The trends of cellular communication development in the market of Kazakhstan and the world are considered. The results of the creation of this project and analysis of the mobile market in the region were summed up. The work described in this article is based on 4G standard and LTE technology. Comparison of cellular technologies and methods of their use.

## МАЗМҰНЫ

<b>Кіріспе</b>	9
1 Негізгі жұмыс жасап тұрған желіні талдау	11
1.1 «АЛТЕЛ» 4G технологияларына шолу	11
1.2 Желілердегі қолданылатын технологияға шолу	15
1.3 IEEE 802.16 кең жолақты қатынау стандарты	19
1.4 Кең жолақтағы IEEE 802.16 стандартының түрлері	25
1.5 Тапсырманың қойылуы	25
2 «АЛТЕЛ» АҚ желі инфрақұрылымдаоын қатынасу аймағында дамытады	26
2.1 «АЛТЕЛ» АҚ ақпарттарды жіберу қызметтерінің артықшылықтары	29
2.2 «ALTEL 4G» - ең алдымен байланыстардың жаңа мүмкіндіктері	30
2.3 Желінің базалы үлгісі	31
2.4 «Unlim LTE» тарифті жоспары	35
2.5 BreezeMAX 4 Motion платформаларының негізінде WiMAX жабдықтары	37
2.6 Талдықорған қаласында ALTEL 4G технологиясын ұйымдастырылатын желілерге сипаттама	47
2.7 Жабдықтың техникалық сипаттамалары	50
3 Есептеу бөлімі	51
3.1 Желінің өткізу қабілеттілігін және потенциалды абоненттер санын есептеу	51
3.2 Бөлімшедегі жалпы өшулікті есептеу	59
3.3 Электр қуаттандыру жабдығының параметрлерін есептеу	60
3.4 Жерге тұйықтау контурін есептеу	63
3.5 LTE желісі үшін радиоқамту аймақтарын есептеу	67
3.6 Жиілік-аумақтық бөлу және eNB-нің ситуациялық орналасуы	71
3.7 Талдықорған қаласына LTE байланыс желісі	73
Қорытынды	76
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	77



## КІРІСПЕ

Бүгінгі күні телекоммуникациялар әлеміндегі инновацияның шыңы жаңа онлайн-бизнес-жоспарды құратын компаниялар сияқты жоғары және нарықта өз клиенттеріне көмектесу үшін бәсекеге қабілетті болады. Телекоммуникациялық компаниялар клиенттің орталығында қалуы мүмкін және жеңімпаз тек клиенттің қажеттіліктеріне сәйкес қызмет көрсете алатын адам болуы мүмкін. Қазақстандағы телекоммуникациялық қызметтер нарығы: әлеуметтік-экономикалық және демографиялық факторлар, жергілікті ақыл-ой мен әлеуметтік негіздермен сипатталады. Ұялы байланыс нарығы өз ұстанымын дамытады және дамытады. Тахiм бейнесі, төмен тығыздығы тығыздығы бірнеше еуропалық елдерге сәйкес келеді. Бұл жасушалық дамудың артықшылықтарына және кеңжолақты байланыс қызметтерін жеткізушілерге қосымша қызмет көрсетуге және жоғары деңгейдегі қызметтерді қамтамасыз етуге байланысты фактор болып табылады. Техникалық тұрғыдан алғанда, нарықтың маңызды ерекшеліктерінің бірі CDMA және GSM секілді екі стандартта тұр [1].

Қазақстандық ұялы байланыстар нарығы қарқынды дамып келеді. Бұл мемлекеттің жалпы экономикалы дамуына және тұрақты халықтың табыстарының өсуіне байланысты. Бұдан басқа, ұялы байланыстарға деген қызығушылық болады. Ұялы байланыстың өсуі және тарифтердің төмендеуі арқасында абоненттердің деректерді беру және жоғары жылдамдықты Интернет сияқты қосымша қызметтерді күтіп отырғаны қызықтырақ. CDMA жиі осы талаптарға жауап береді. Потенциалды нарықтық клиенттердің кейбірі ұялы байланыс қызметтері әлі жоқ. Бұл абоненттер жақын арада операторларға таратылады. Нарықтың ең маңызды сегменті әлеуетті тұтынушылардың өсіп келе жатқан ұрпағы болып табылады. Мүмкін, олар оператор ұсынатын барлық қызметтерді пайдаланғысы келеді. Бұдан басқа, нарық жаңа қызметті, мысалы, ұялы телефондағы «Қаланың» жаңа нөмірін қолдануға дайын.

Қазақстандық телекоммуникациялық нарықтың негізгі даму тенденциялары алдыңғы қатарлы әлемдік телекоммуникациялық технологиялардың дамуымен байланысты: деректерді жоғары жылдамдықты беру, клиенттерге қызмет көрсету сапасы, сервисті кеңейту. Кез келген телекоммуникациялық жүйенің одан әрі дамуы мен бәсекеге қабілеттілігі операторлардың қатынау желісін таңдау шешіміне байланысты болады.

Қазіргі уақытта жұмыс істейтін және өзінің жоғары құны мен төмен сенімділігімен танымал қатынау желілерінің көпшілігі ақпарат беру қызметтерінің жаңа түрін ұсына алмайды.

Біздің әлем ұялы желіні ғана емес, басқа да бар сымдар да қысқартады. Бұл өте тиімді және ыңғайлы, өйткені сіз терминалдың ыңғайлы утилитасы арқылы кез келген уақытта және кез келген жерде сізге қажетті іскерлік немесе жеке ақпаратқа қол жеткізе аласыз. Бұл әлі тез қозғалатын машина емес, мәселе шешілді. Дегенмен, бұл әлі де аз. Атап айтқанда, Intel шешіміне

сәйкес, ТМД елдері үшін сымсыз технологиялар, яғни қолданыстағы WLAN (сымсыз жергілікті желілер), Wi-Fi желілері бір мезгілде жаңа экономиканың бастамасы болуы мүмкін. Барлық талдамалық және консалтингтік агенттіктердің жалпы шешімі бойынша мобильді сымсыз құрылғылар нарығы жақын арада тез дамиды болады. Және бұл Даму қазіргі уақытта дамып келеді. Операторлар, жабдықтарды жеткізушілер және қаржылық қызметтерді жеткізушілер үшін желі құрылысының болашақ перспективалары туралы мәселе өте маңызды болып табылады.

Wi-MAX (IEEE 802.16 стандарты) - бұл ұзындығы 75 Мбит / с жылдамдықта Интернет желісіне екі жақты қатынауды қамтамасыз ететін және QoS талаптарын қанағаттандыратын желі. Технологиямен қамтамасыз етілген, бұл стандарт таратқыштардың диапазонын 30 мильге дейін кеңейтеді және қазіргі заманғы DSL және кабельдік модемдердің мүмкіндіктерінен асып, байланыс желісінің өткізу қабілетін кеңейтеді. Баламалы экономикалық тиімді желінің құны жоғары. Сондықтан бұл желі тиімді болып табылады. WiMax үшін жеткілікті бос орын жоқ сияқты теріс факторлар бар. WiMax 2.5 жоспарлары бір елге; 3,5 және 5 ГГц лицензияланған және лицензияланбаған жолақтарын пайдаланып әртүрлі жиіліктерде жұмыс істейді.

Бүгінгі және келешек операторлар үшін WiMAX үш бизнес үлгісін ұсынады: кіріктірілген кабель және DSL, үлкен кіру нүктелері, жылжымалы құрылғы сияқты қалалық жерлерді қоса алғанда портативті қол жеткізу (толығымен IEEE 802.16j стандарты). WiMAX құрамында дауыстық мүмкіндіктер бар болса да, бұл стандарттың басты мақсаты емес. Бұл жобаның мақсаты халықтың тығыздығын ауыстыру және сымдық кабельдік қосылыстарды ауыстыру сияқты жоғары сапалы және арзан қызметтерге ие адамдардың көп болуын қамтамасыз ету болып табылады, бұл жоба ALTEL 4G технологиясын Талдықорғанда ұйымдастыруды көздейді [1].

# 1 Негізгі жұмыс жасап тұрған желіні талдау

## 1.1 «АЛТЕЛ» 4G технологияларына шолу

«Алтел» АҚ - Қазақстандағы алғашқы ұялы байланыс операторы. 1994 жылдан бастап, Altel компаниясы Қазақстанның ірі қалалары АМАР / NAMPS-ке өзінің телекоммуникациялық қызметтерін ұсынады. 2003 жылдың желтоқсан айынан бастап CDMA 2000-1X технологиясы интернетке мобильді Интернетке қол жеткізуді қамтамасыз ететін үшінші буын технологиясында қолданылған.

CDMA Солтүстік Америка мен Оңтүстік-Шығыс Азияға сымсыз қатынауды қайта бағыттады. Соңғы бес жылда Қазақстанда үш кұрлықта ұялы байланыс қызметтері кеңейтілді.

Бүгінгі таңда Altel Қазақстанда CDMA стандартындағы ұялы байланыс операторының алғашқы және жалғыз операторы болып табылады. «... Біз қазір кету үшін күте алмаймыз. АЛТЕЛ қазақстандық ұялы байланысты жаңа деңгейге шығаруға ұмтылады», - деді Altel компаниясының президенті Мақсұт Сауранбеков.

Алты айлық кезеңде нарықта төрт бренд бар.

Dalacom (2003 жылғы 10 желтоқсанда шығарылған) сапа мен ыңғайлылықты бағалаушыларға арналған хабарлама болып табылады. Далаком пайдалану пошта бөлімшесіне арналған. Мысалы, абонент кредиттік қызметтерді пайдалана алады және есеп беру кезеңіне төлей алады. Ұялы байланыс операторы үнемі қолданылатын тарифтерге сәйкес шоттарға жазылуға тиіс.

PATHWORD (2004 жылғы 13 ақпанда жарыққа шыққан) - бұл серпінді және толыққанды адамдар қоғамдастығының. Қызмет алдын-ала төлем жасайды. Бұл жағдайда Абонент ұялы байланыс қызметтерін операциядан кейін ғана пайдалана алады, өйткені Оператор осы хабарламаны бірнеше жеке контактiлерге жібереді.

Қала 2006 жылдың желтоқсанында басталған жаңа абонент болып табылады, ол өз абоненттеріне қалааралық нөмірлерге ұялы байланыс қызметтерін ұсынады. Қалалық абоненттер Dalacom / PATHWORD нөмірлеріне, басқа ұялы операторлардың нөмірлеріне, сондай-ақ қала нөмірлеріне қоңырау шала алады. Бұдан басқа қаланың қала нөмірлерінен және қала нөмірлерінен қала нөмірлеріне қоңырау шалу тегін! Қызметтің артықшылығы - желінің қамту аймағында қаладағы қоңырауларды сақтау мүмкіндігі. Қала ақылы негізде ұсынылады. Осылайша, Абонент байланыс қызметтері үшін қарызды пайдалана алады және есепті кезеңде оларды төлей алады. Ұялы байланыс операторы ай сайын Абонентті ағымдағы тарифтерге сәйкес шотқа аударады.

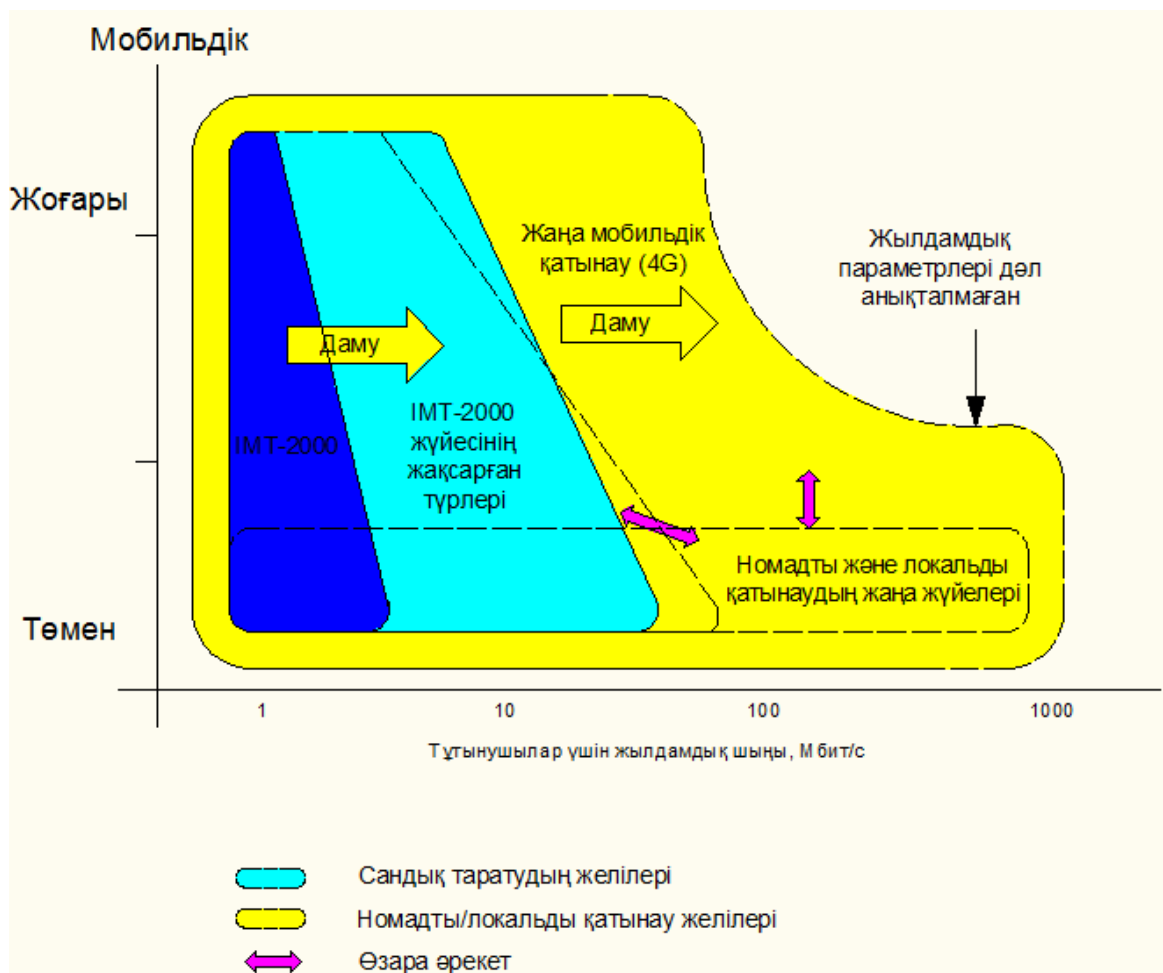
JET - Интернет желісіне жоғары жылдамдықты Интернетке қосылуға мүмкіндік беретін қызметтердің жиынтығы, ол кез-келген уақытта оператордың қамту желісіне қосылуды қамтамасыз етеді [3].

«АЛТЕЛ» желілік инфрақұрылымды дамыту саласында дамып келеді, аутсорсингке жаңа мүмкіндіктер ұсынады, бизнес-шешімдерді ұсынады, демалыс және демалыс үшін мобильді шешімдер, 1.1-сурет.



**Сурет 1.1 - ALTEL 4G қамтылатын картасы**

Біздің ойымызша, төртінші буынның құрылғылары папкадағы бағалы мультимедиялық офис. Бұл көшпелі жылдамдықпен 1 Мбит / сек жылдамдықпен жылдамдықта IMT-Advanced бағдарланған көшпелі және мақұлданған абоненттер (1.2 сурет). Олар ITU-R M1645 бастапқы ұсынысымен сипатталады, ал қазір бұл тұрақты түзету кезеңі. Бұл әртүрлі ақпараттық қызметтерге - Интернет желісіне қолжетімділікті, деректерді айырбастаудың үлкен көлемі мен IPTV хабарларын тарату мүмкіндігін беру кезінде дауыс беру мүмкіндігі. Қазіргі уақытта барлық пайдаланушының үйі (кеңсесі) бар.

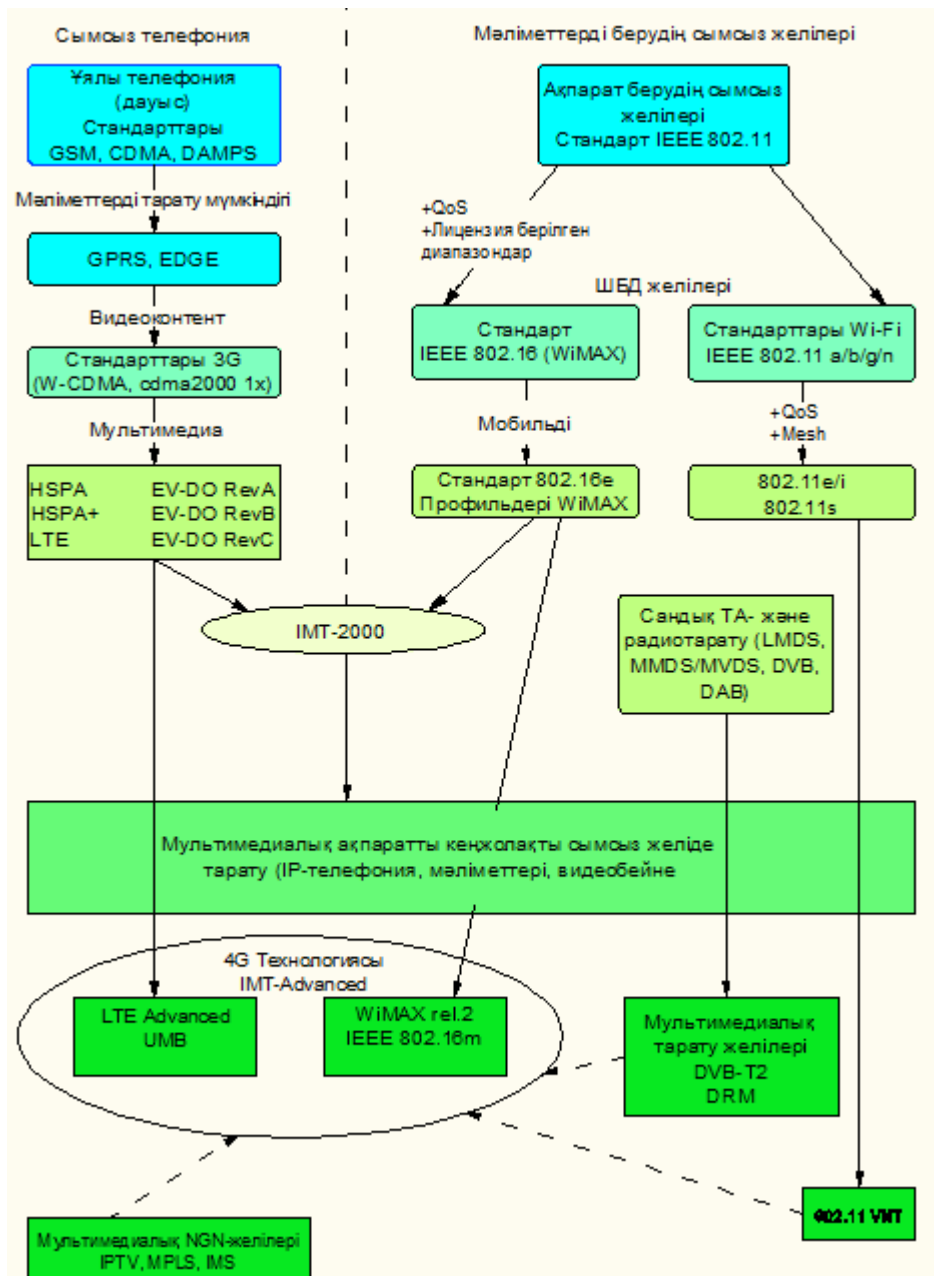


Сурет 1.2 - IMT-Advanced жүйелерінің параметрлері

Барлық технологиял IMT-Advanced Adaptive Antenna жүйелерін, соның ішінде антенналық диаграммаларды әзірлеуге қолдау көрсетуі керек. Графиканы динамикада және болашақта қолдау. Қажетті қолдау деңгейі егжей-тегжейлі болады және интерфейс интерфейсінен өзгеше болады. Біз WiMAX және LTE-Advanced-ді қолдамаймыз, сондай-ақ барлық перспективалы стандарттарды қолдаймыз. Нәтижесінде, 4G жүйесі IMT-Advanced стандартты бассейні ретінде анықталуы мүмкін (1.3 суретті қараңыз). Өтініште:

- ең жылдам жылдамдық (ұялы / номиналды абоненттер үшін 100/1000 Мбит / с). Бірнеше мультимедиалық мазмұнды QoS-ге қосымша ретінде онжылдықтың төрттен астамымен біріктіреді;

- Ынтымақтастық және белсенді ынтымақтастық. Пайдаланушы басқа пайдаланушылармен өзара әрекеттесуі керек, сондай-ақ онлайн-деректер орталықтарын қамтамасыз етуі керек.



Сурет 1.3 - 4G технологиясының құрастырылуы

4G технологиялық деңгейде көрсетіледі:

- OFDM модуляциясына толық көшу (қайта көрсету жағдайында жұмыс);
- физикалық радиостанциялар ынтымақтастық деңгейінде;
- жоғары икемділігі бар жиілік диапазоңдары, жиілік ауқымын таңдау әдістерін модуляциялау, адаптивті бейімдеу;
- жоғары тиімді арна кодтау әдістерін қолдану (біріктірілген кодтар, LDPC коды, озық деңгейдегі интерфейс);
- Әртүрлі NGN стандарттарының жүйелерін (IPv6 протоколдарына көшу арқылы) интеграциялауға болады - IP желісін толық қолдау (мысалы, желіге негізделген MPLS технологиясы), IMS платформасын қолдау. Барлық осы технологиялық ерекшеліктер тұрғысынан, микроэлектрон элементінің соңғы жылдарындағы революциялық жетістікке сүйенеді. Бұл оларды алу және құрылымдарды алудың функционалдығы ғана

емес. Оларды өңдеуге арналған құралдар қажет. Екінші жағынан, соңғы пайдаланушы теледидар мен бейнені көреді, жаңалықтарға ауысады және оған үлкен файлдарды бекітеді, музыка тыңдайды, сөйлеседі. 4G желісі компьютерлерге, смартфондарға, ноутбуктарға және нетбукаларға, тор құрылымдарын және ұқсас құрылымдарды қажетті интеграциялау үшін жайсыз.

## **1.2 Желілердегі қолданылатын технологияға шолу**

### **1.2.1 LTE мен WiMAX технологиясын салыстыру**

WiMAX және LTE стандарттары өзара байланысты. Айтпақшы, екі антенналар (MIMO) ортогоналды мультиплекстеу және кешіктіру (OFDM) үшін пайдаланылады. Деректерді беруді жеделдету - бұл фокус. Кез келген уақытта WiMAX жүйесі (1.0 нұсқасы) уақытша дуплекстелген (TDD). Үйлену трамвайында немесе тротуарда 10 МГц жолағының төменгісіне ұқсас HSPA 2-3 есе (WiMAX сымдары мен сымдарын жіктеуге болмайды).

Келесі қадам 3GPP жүйесін дамыту болып табылады. Стратегиялық кезең LTE (Long Term Evolution) болып табылады. Төменгі ерігіштігі үшін OFDMA технологиясы, іргелес арнадағы SC-FDMA. Модуляция - 20 МГц дейін 64 QAM дейін. TDD және FDD дуплексті адаптивті антенна жүйелері сорғышты жең жеңімен пайдаланады. Қажетті архитектура - бұл IP желісі. LTE технологиясы мобильді WiMAX құрылғысын пайдаланады, сондықтан 1. 1-кестеде LTE LTE жүйесінің параметрлері сияқты.

Бұл LTE жүйелерімен 3G революциялық жетілдіру. LTE CDMA жүйесін OFDMA-ға, сондай-ақ пакеттік коммутация пакеттерін IP-ге ауыстыру мүмкіндігін береді. Қазіргі заманғы телекоммуникация желілері жаңа радио ресурстарының минималды қажеттілігі орталықтандырылмаған субсидия алу болып табылады. Олай болмаған жағдайда, екі жазылу құрылымы үшін кері сатылым қажет. 3G LTE желісі үшін жүйе одан да күрделі.

Ұялы WiMAX-да 2.0 шығару ерекшелігі көрсетіледі. IMT-Advanced стандарты 11 стандартты IEEE 802.16m стандарттарын талап етеді. WiMAX 1.0 нұсқасына сәйкес, спектралды тиімділік қайталады: 1,3 бит / Гц дейін, төмен (2,6 бит / Гц-ге дейін) (1.3-суретте).

Бұл параметр соттың базасының шекарасында екі еселенеді және ол сәйкесінше төмен байланыс және төменгі байланыс үшін 0,09 және 0,05 бит / с / Гц болады.

AMR (12.2 Кбит / с) сөйлеу кодектеріне арналған мегаполис үшін 60 дыбыстық сессиясын бір мезгілде қолдайды. Терминалдардың қозғалыс жылдамдығы 500 км / сағ дейін артады. Телефонда сағатты қосу желіні өшіру және коммутаторды өшіру уақытын азайтады. WiMAX Plus жүйелерінің 1.0

және 1.5 нұсқалары WiMAX және LTE технологиясымен толығымен үйлесімді.

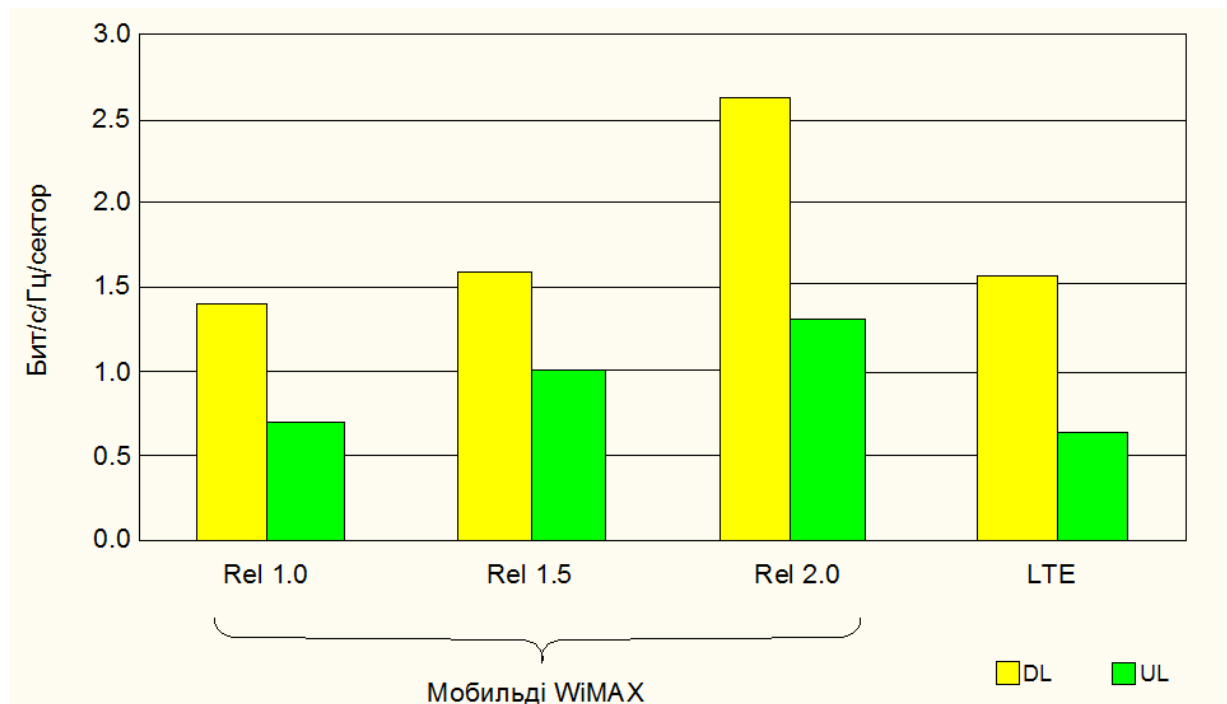
Кесте 1.1 - WiMAX және LTE тиісті салыстыру параметрлері

Параметрлер	WiMAX 1.5 релиз	LTE
Дуплекстеу	FDD және TDD	FDD және TDD
Талдауға жиілік ауқымы	2500 МГц	2000 МГц
Каналдың ені	20 МГцке дейін	20 МГцке дейін
Базасынан	OFDMA	OFDMA
Базасына	OFDMA	SC-FDMA
Бит/Гц/с спектрлік тиімділік		
Төмен түсетін арналар, (2x2) MIMO	1,59	1,57
Жоғары өрлейтін арналар, (1x2) SIMO	0,99	0,64
Жылжымалы станциялардың максималды жылдамдықтары, км/с	120	350
Кадрдың ұзақтықтары, мс	5	1
Антенна жүйелері		
Төмен түсетін арналар	2x2, 4x2, 2x4, 4x4	2x2, 4x2, 2x4, 4x4
Жоғары өрлейтін арналар	1x2, 2x2, 1x4, 2x4	1x2x2, , 1x4, 2x4

Бұл параметр соттың базасының шекарасында екі еселенеді және ол сәйкесінше төмен байланыс және төменгі байланыс үшін 0,09 және 0,05 бит / с / Гц болады.

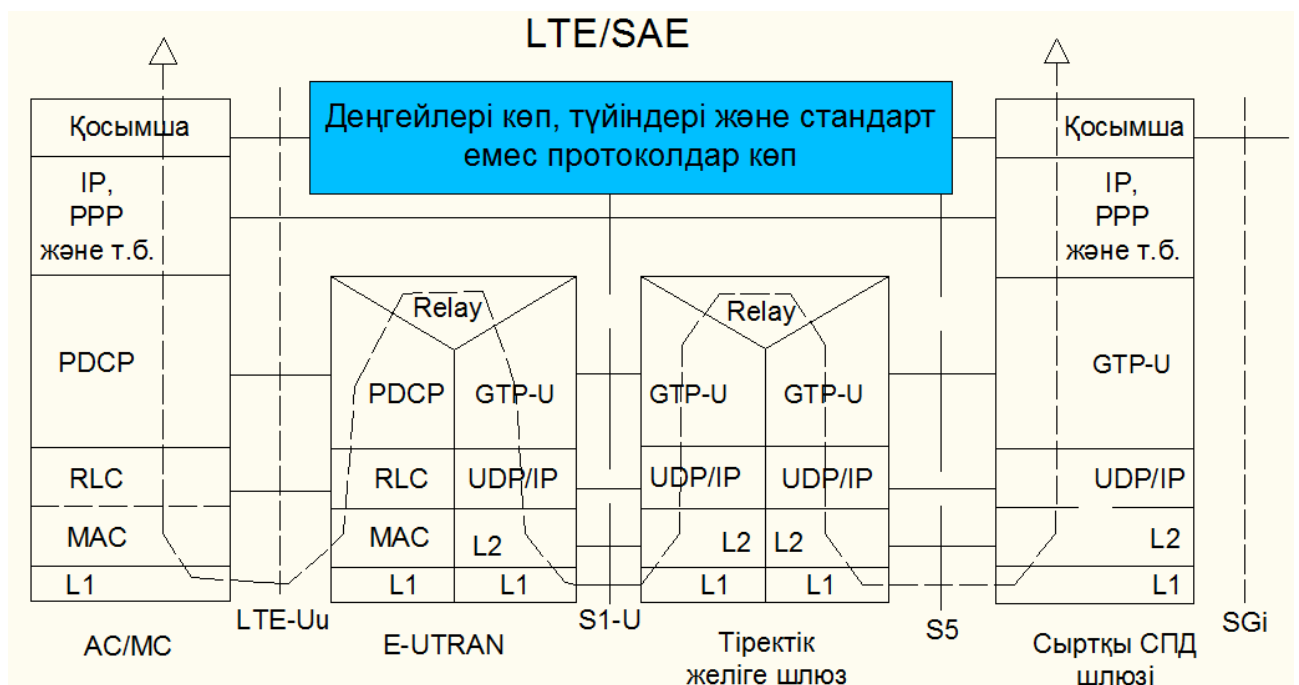
AMR (12.2 Кбит / с) сөйлеу кодектеріне арналған мегаполис үшін 60 дыбыстық сессиясын бір мезгілде қолдайды. Терминалдардың қозғалыс жылдамдығы 500 км / сағ дейін артады. Телефонда сағатты қосу желіні өшіру және коммутаторды өшіру уақытын азайтады. WiMAX Plus жүйелерінің 1.0 және 1.5 нұсқалары WiMAX және LTE технологиясымен толығымен үйлесімді.



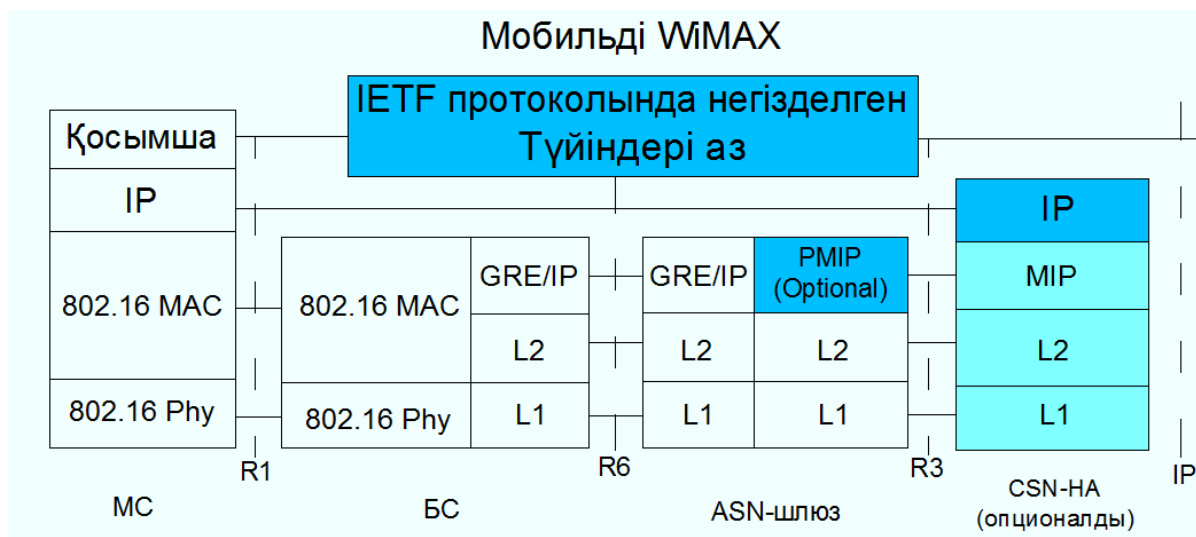


Сурет 1.4 - Орташа спектрлер тиімділігін салыстырылуы

Ұялы WiMAX тиімді IP желісін ұсынады, ал LTE желісі әлдеқайда күрделі. Егер WiMAX желілері IETF IP хаттамаларына толық негізделген болса, LTE одан да күрделі және протоколдық хаттамаларды қосады, сонымен қатар 3G жақсы хаттамалары бар.



Сурет 1.5 - LTE-ның жүйелігінің архитектурасы



Сурет 1.6 - WiMAX-тың жүйелігінің архитектурасы

Салыстырмалы талдау негізінде WiMAX технологиясын таңдадым, себебі кең жолақты сымсыз қолжетімділік технологиясы үш маңызды мәселені шешеді: ұялы байланысты оңайлату; Ноутбукті өз ноутбуктарымен иелену үшін іскер серіктестердің ыңғайлы еңбек жағдайлары жоқ, кабельді бағыттау мүмкін емес немесе жол өте тар.

Осы технологиялардың бірі WiMAX жүйесі болып табылады - бұл радиобайланыс технологиясын, сондай-ақ, 75 Мбит / с дейінгі шалғайда орналасқан екі жақты Интернетке қатынау жылдамдығын қамтамасыз ететін 802.16 стандарттары бар QoS.

Ағымдағы және болашақтағы WiMAX операторларына үш ұялы телефонға қызмет көрсету ұсынылады: бекітілген байланыс, кабельді ауыстыру немесе DSL, портативті байланыс, мобильді абоненттерге QoS үздіксіз QoS қызметтерін алуға мүмкіндік беретін IEEE 802.16m Outlook. WiMAX дауыстық байланысты қолдайды. Айта кету керек, технология бірнеше артықшылыққа ие.

WiMAX желілерімен (xDSL, T1), сымсыз және спутниктік жүйелермен салыстырғанда операторларға және қызметтерді жеткізушілерге жаңа әлеуетті пайдаланушылар ғана емес, тіркелген (тіркелген) пайдаланушыларды ғана емес, пайдаланушылар үшін ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың кең ауқымын ұсынуға мүмкіндік береді.

Сымсыз технология икемді болып табылады, нәтижесінде нәтиже жазудың оңайлығына ие, себебі ол ауқымдылықты қажет етеді.

Дамушы елдерде желілерді жазу оңай немесе үнемді жерлер сияқты шығындарды үнемдеуге қарағанда оңай.

Қамту - алыстағы радиобайланыс жүйесінің маңызды көрсеткіші. Көптеген сымсыз кең жолақты деректерді беру технологиялары бар желілік тораптардың көрнекі бейнесін талап етеді. WiMAX технологиясын пайдалана

отырып, ODMMA технологиясы километрмен есептелген базалық станция үшін пайдаланушы көрінбейтін болмаған кезде қамту аймағын жасайды [4].

WiMAX технологиясы интеграцияны жеңілдетеді, жергілікті жүйенің IP-мекенжайы бастапқы болып табылады.

WiMAX технологиясы тұрақты, әртүрлі орналасу және интеграцияланған инфрақұрылымдағы ұялы желіге жақын.

Бүгінде цифрлық байланыс технологиялары қарқынды дамып келеді. Осы уақытқа дейін желілік қызметтер әлемнің әртүрлі елдерінде кең тәжірибесі бар 4G-мен серпінділікке ие болды. 4G технологиясы ондаған және жүздеген Мбит / с жылдамдықта сымсыз байланысқа мүмкіндік береді. Бүгінгі күні 3G абоненттері 4G абоненттері болып табылады. Деректер пакеті іске қосылған төртінші буын желісі арасында өте маңызды және маңызды айырмашылық бар. Сонымен бірге, 3G дауыстық трафигі және деректер пакеттері мұны жасай алмайды. Ең көп 4G өткізу қабілеті - 1 Гбит / с дейін. Осылайша, технология бейнефильмдерді көруге, музыканы тыңдауға және Интернет-машиналарда жұмыс жасауға немесе басқа көлік құралын пайдалануға мүмкіндік береді. IPv6 протоколын бір мезгілде беру (IP 6 болжамы).

WiMAX LTE-дің артықшылықтары бар: WiMAX (802.16e) қазіргі уақытта LTE-нің үш жылдық болжамынан артық, 2009 жылдың наурыз айынан артық артықшылықтары бар. 2010-2013 жылдары келесі WiMAX итерациялары, 802.16m, жылдам жинау, LTE-Advanced 2012-2013. Сонымен қатар, WiMAX ауқымы LTE-ке қарағанда арзанырақ. LTE кірісі уақыт өте келе төмендейді және WiMAX өседі.

### **1.3 IEEE 802.16 кең жолақты қатынау стандарты**

#### **1.3.1 Кең жолақтағы IEEE 802.16 стандартының түрлері**

IEEE 802.16 2001 стандартының бірінші нұсқасы 2001 жылғы желтоқсанда 10-66 ГГц жолағы бар. IEEE 802.16 стандарты нүктелік-нүктелік шешім топологиясы арқылы ұйымдастырылған және тұрақты қалалық сымсыз желі (WirelessMAN) құруға бағытталған кең жолақты сымсыз байланыс архитектурасын сипаттайды. IEEE 802.16, 2001 жылы, физикалық деңгей стандарттарына сәйкес, бірыңғай тасымалдаушы қосымшасы WirelessMAN-SC (Single Carrier) деп аталады.

10-66 ГГц жиіліктер сигналдарын жылдам басып шығару таратқыш пен қабылдағыш арасындағы қашықтықта ғана болуы мүмкін. Дегенмен, радиобайланыстың негізгі мәселелерінің бірі шешілді - радиацияның үлкен көлемі. Стандарт келесі модуляция түрін QPSK, 16-QAM немесе 64-QAM пайдалануды ұсынады. Деректерді беру жылдамдығы 20-25 МГц және 28 МГц жетеді - 32-134 Мбит / с және ені 2,5 км. 2002 жылы 802.16-2001

стандартты түзіліп, 802.16s-2002 қосымшасы кеңейтілген және кеңейтілген профильдер жасалды.

802.16a стандарты мен стандарт арасындағы негізгі айырмашылық мынада, 2-11 ГГц жиілік диапазоны қабылдағыш пен таратқыш арқылы көрінбеуі керек. Бұл 802.16a стандартты желілерде 802.16 стандартына қарағанда кеңірек сымсыз байланыс аймағы болып табылады. 2-11 ГГц жиілік диапазоны да физикалық қабаттың кодталуы техниканы және сигналды модуляцияны негізгі қайта қарауы болып табылады. 802.16a құрылғысы төмендегі модуляцияны қолдауы керек: QPSK 16QAM, 64QAM және 256QAM өткізу жолағында 6-9 км өткізу жолымен және 1,5-тен 20 МГц базалық станция секторына 1-75 Мбит / сек жылдамдықты беру жылдамдығы. Бір модельдің базалық станциясы секторларда 4-тен 6-ға дейін өзгереді.

Бір тасымалдаушы (LOS), сондай-ақ тікелей желі режимінде (NLOS) стандартты 802.16a стандартына сәйкес келуге мүмкіндік берді. Нәтижесінде стандартты 256 нөмірдегі 8 абонент үшін бір уақытта операция жасалады.

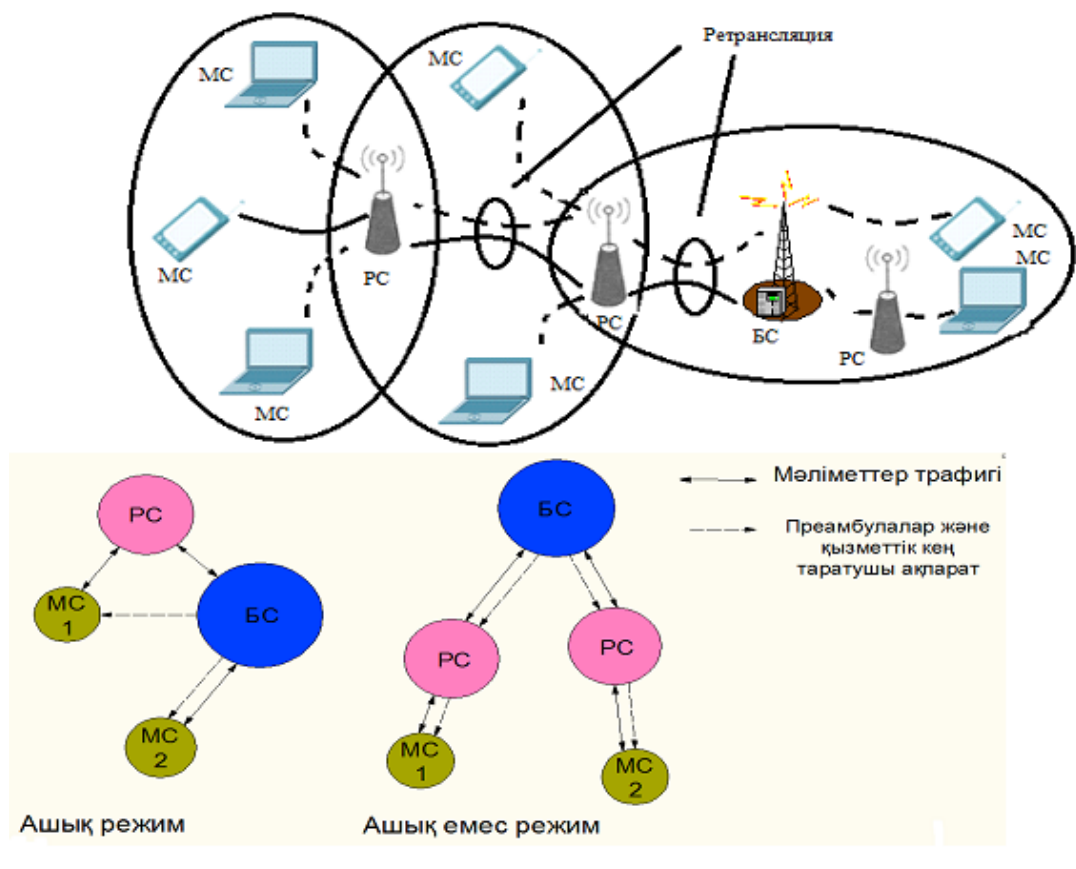
### **1.3.2 IEEE 802.16j стандарттарына қысқаша сипаттамалар**

IASC 802.16j мақсатты тобы IEEE 802.16 стандартына сәйкес көп деңгейлі қайта беру жүйесін құру үшін 2006 жылдың наурызында құрылды. Іс жүзінде бұл жұмыс желінің желісін дамытуға арналған IEEE 802.16-2004-де толығырақ сипатталған. Дегенмен, құжат қол жеткізу желісін сипаттайды. IEEE 802.16j стандартты көп сатылы тарату желісінің жұмысын жақсартуы керек, ал таратқыштар мен абоненттік станциялар да жұмыс істей алады. Меш желісінен айырмашылығы, ол компьютерде (нүкте-нүкте) хабар тарату режимінде жұмыс істей алады.

Ең алдымен IEEE 802.16j жаңа стандарты енгізіледі - релелік станция (таратқыш, RS). Бұл ашық және күнгірт RS режимін анықтайды. Ашық режимде RS тек деректерді таратады және кіріспелер мен DL-MAP6 UL-MAP сияқты контроллерді таратпайды (1.7-сурет). Бұл ақпарат тікелей АС-дан алынады. Содан кейін спикер ДК-мен логикалық түрде өзара әрекеттеседі (ол бар-жоғын білмейді).

Ашық тәртіпте РС деректерді және кіріспені ғана емес, сонымен қатар барлық хабарламаларды таратады. АС-ға келетін болсақ, BS-ге ұқсас, абоненттік станция физикалық және логикалық түрде қосылған.

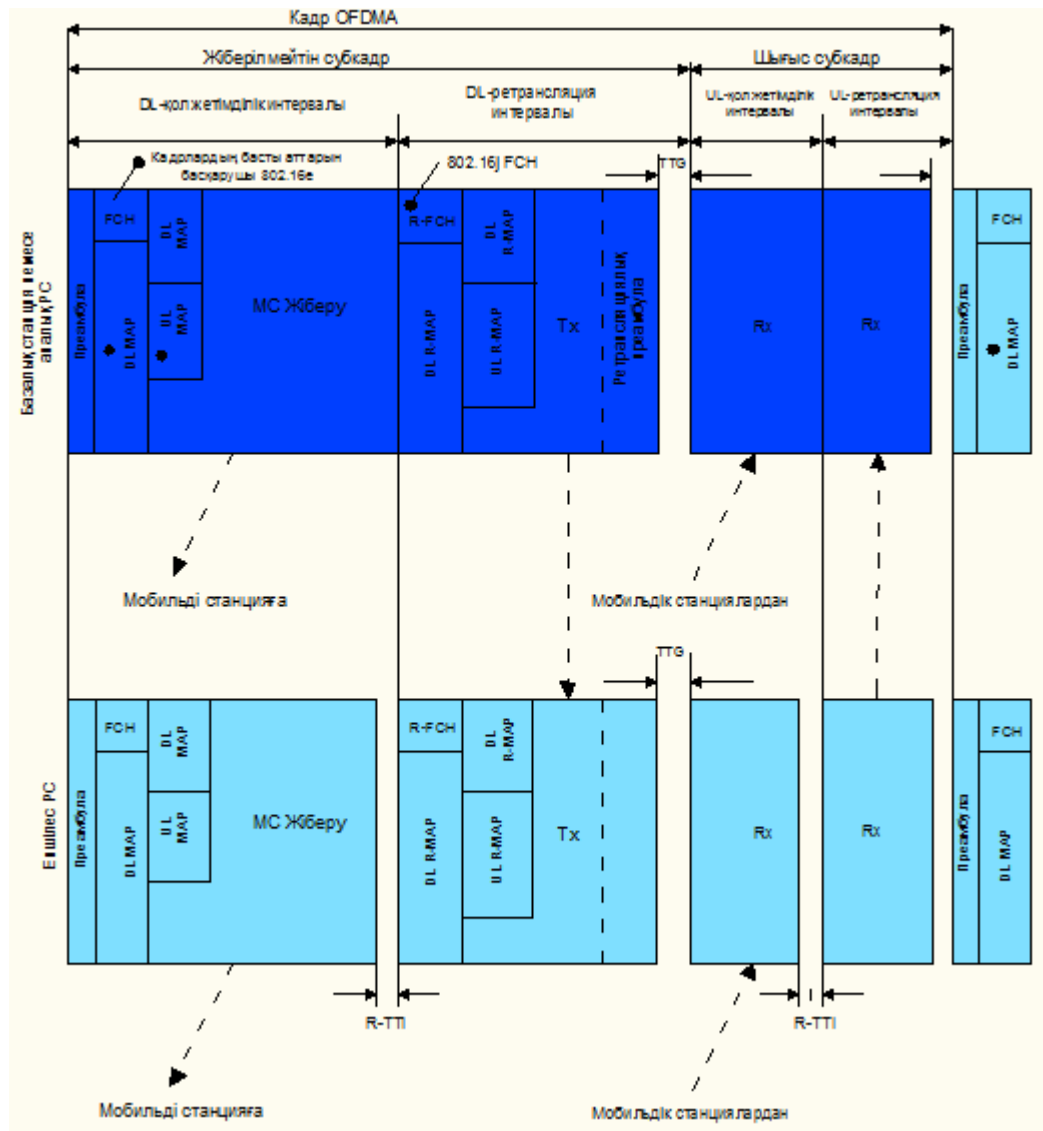
Бұдан басқа, РС жіберілуі және қозғалысы (бөлінген бақылау) болуы мүмкін немесе мұндай қасиеттерге ие болмауы мүмкін (орталықтандырылған басқару). Кейбір зерттеушілердің айтуынша, RS режимінде ашық режимде қолдану ұяшықтың жалпы өткізу қабілеттілігін 40% -ға (операциялық деректерге сәйкес 6,2-ден 8,8 Мбит / с дейін) арттырады.



Сурет 1.7- Ретрансляция желілерінің құрылымы

IEEE 802.16j стандарты IEEE 802.16e стандартына толық сәйкес келеді (біз «е» салыстырамыз, себебі IEEE 802.16j желісінде жұмыс істейтіндермен бірдей). Дегенмен, физикалық жағынан да, оң жағынан да бірқатар айырмашылықтар бар. Атап айтқанда, персоналдың құрылымы физикалық деңгейде елеулі өзгерістерге ұшырайды. OFDMA режимінің жалпы кадрлық құрылымы сақталады. Дегенмен, төменгі және төменгі агрегаттар ауысу аралығына және қайта беру аралығына бөлінеді (1.8-сурет). Қатынасу интервалында MS және оның кіру станциялары негізгі немесе мөлдір режимдегі релелер таратылады. Оның құрылымы OFDMA кадрлар жылдамдығына толық сәйкес келеді.

BS мен RS арасындағы радиобайланыс немесе ретрансляция аралықтары арасында тек RS бар. Яғни, қазіргі уақытта барлық таратылған трафик трафикті ауыстырады. Ретрансляция интервалы R-FCH (Frame Recall Manager) пакетінен басталады, одан кейін контроллер туралы ақпарат (DL / UL-MAP картасына барабар әр қабылдау / жіберу құрылғысы үшін слот маршруты). RS арасындағы үндестіру үшін қосымша релелік кіріспе ұсынылады. Ол кері ретрансляция аралығының соңында жіберіледі және кемінде 40 мс (әрбір 5 мс ұзақтығы бар 8 фрейм) сайын жіберіледі [6].



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

OAS деңгейінде IEEE 802.16j өзгертуі негізінен бастапқы тіркеу, авторизациялау және желіде шифрлау кілтімен байланысты болды.

Айта кету керек, ДК - қалыпты, тұрақты (мобильді ретранслятор) және жұмыс істейді. Операциялық қызмет RS - жоғары жылдамдықты рельсті (автобус) релелік станцияға тән. Топология контексінде RS желілерінің әртүрлі нұсқалары болуы мүмкін. Мысалы, бірнеше АЕМ деректерді бір MC (көп арналы СМС жүйесінің нұсқасы) үшін таратуы мүмкін.

### 1.3.3 IEEE 802.16m стандарттарына қысқаша сипаттама

Жаңа стандарт «Жақсартылған сымсыз интерфейс» деп аталады, ол көріп отырғанымыздай, IEEE 802.16e өзгерісі физикалық қабатқа толығымен сәйкес келеді.

Әзірлеушілердің мақсаты - 4G байланыс стандартының стандарттарын құру, оның негізгі талаптарының бірі IMMS-Advanced және IMT-2000 секілді басқа технологиялармен толық сәйкестігі болып табылады. Ол өткізу қабілеті мен шартты желілерін қосқанда кемінде 6 ГГц ауқымында жұмыс істеуге арналған. Атап айтқанда, WARC-92, WRC-2000, IMT және IMT-2000 үшін WRC-07 конференциясы шешіміне сәйкес келесі ауқымдар бөлінді: 450-470, 698-960, 1710-2025, 2110-2200, 2300-2400, 2500-2690 және 3400-3600 МГц. Жиілік, сондай-ақ уақыттық дуплекстік режимдер бірнеше жиіліктер белдеуінің ені мен арнамен жұмыс істеу мүмкіндігімен жасалуы керек.

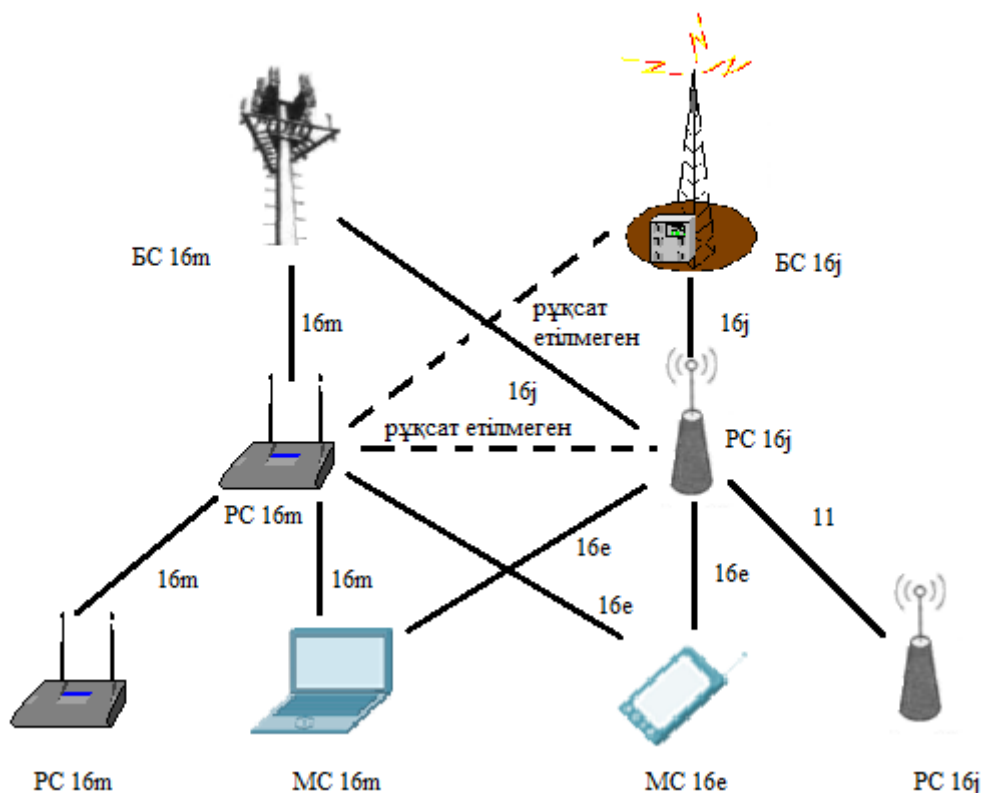
IEEE 802.16 сәйкес төмендегі сілтемеде жабдықтардың сыйымдылығы 150 Мбит / с дейін, диапазонда 20 МГц дейін. Ең жоғары өткізу қабілеті - текше метрге 8,0 және 2,8 бит. См / Гц тиісінше (кесте 1.2). IP деңгейіндегі деректерді тежеу 10 мс-тан аспайды.

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

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

IEEE 802.16m жүйесі IEEE 802.16e жүйесімен салыстырғанда оңтайлы 3 дБ ұтымдылықты қамтамасыз етеді. Қамту аймағы өсті. 5 км радиустағы ұяшықтарда жүйе сипаттамасымен жұмыс істеуі керек. Жасуша радиусы 30 км тереңдікте өсетіндіктен, сапасы біртіндеп төмендейді. Дегенмен, жүйе базалық станциядан 100 км қашықтықта (шектеулер негізгі кедергілерге, мысалы, жылу шуына байланысты) жұмысын қамтамасыз етуі керек. МС жылдамдығы 350 км / сағ болуы мүмкін (1.9-сурет).

IEEE 802.16m жүйесі 50-ден 150 метрге дейінгі нақты дәлдігін қамтамасыз етеді.



Сурет 1.9 - IEEE 802.16m стандарттарындағы ретрансляция жолы

IEEE 802.16m стандартының негізгі ерекшеліктерінің бірі тақырыптардың құрылымында өзгеріс болып табылады. Әрине, OFDMA арнайы режимді ұсынады. Жаңа элемент IEEE 802.16m стандартына кіреді - 20 мс ұзақтығы бар ең жоғары карта (ең көп IEEE 802.16e кадр уақыты). Superpress ұзындығы 5 секунд болатын төрт фреймге бөлінеді. Егер арна ені 5, 10 немесе 20 МГц болса, әр кадрда сегіз подфрам бар. Ішкі санатты төменгі немесе төменгі ағымдарға ауыстыруға болады. Тісті ауыстыру кезінде (жоғары немесе төмен жылжуда) контрастын қосалқы маршрутизаторлар арасындағы интервал (нүкте) қосқышы қосылады. Әрбір кадрдың уақытында екі немесе төрт нүкте болуы мүмкін (TDD). Ішкі санаттарда алты (1) және жеті (2 түрі) OFDM таңбалары бар екі түрлі тип бар.

Қызметкерлер құрамының өзгеруі IEE 802.16 нұсқасының алдыңғы нұсқасына сәйкес келеді, сондай-ақ IMT-2000 пулына және IMT-Advanced (LTE) сияқты кең жолақты беру стандарттарына жауап береді. Барлық осы функцияларды қолдау үшін сағаттық белдеу тұжырымдамасын енгізу керек. Аймақ бір немесе одан да көп шекаралас аймақ болып табылады. Әрбір осындай аймақта IEE 802.16e немесе IEE 802.16m трафигі тек қана берілуі мүмкін. Сонымен қатар, әрбір аймақ қосымша релелік режимдерді қолдау үшін уақыт аралығын бөле алады (бөлек IEEE 802.16e / j және IEEE 802.16m аймақтары, өйткені реллинг протоколдары әртүрлі болады).

Осылайша, IEE 802.16m стандарты LTE-Advanced стандартының практикалық баламасы болып табылады. Бұл 2012 жылдың ортасында орын



алуы керек, біз LTE-ның алғашқы стандартты жүйесін күтуіміз керек. Осылайша, IEEE 802.16m пайда болуымен біз оның икемділігімен және басқа технологиялармен үйлесімділігін ескере отырып, 4G операциялық байланыс жүйесін құру туралы айтуға болады.

#### ***1.4 Тапсырманың қойылуы***

Бұл жобаның негізгі мақсаты заманауи байланыс қызметтерін ұсыну үшін кеңжолақты сымсыз қолжетімділікті қамтамасыз ету болып табылады. Интернетке жоғары жылдамдықпен қосылу. Бұл тезис Талдықорған ALTEL 4G технологиясын ұйымдастыруды қамтамасыз етеді.

Жолдағы бірінші жақындаған кезде, шектеулі қызмет көрсету аймағында күтілетін абоненттік төлемді ескере отырып, базалық станциялардың саны туралы және қызмет көрсету аймағының реттелетін көлемі ескеріледі.

Талдықорған абоненттерінің тұсаукесерін ұйымдастыру үшін келесі сұрақтар қарастырылған:

- дизайн және абоненттік бөлімшелерге арналған Alvarion сымсыз кеңжолақты қатынау жабдығын таңдау;
- ALTEL 4G технологиясын қолдана отырып, сымсыз кеңжолақты схеманы әзірлеу;
- Сыртқы құрылғының сапасын интегралдық параметрлерін есептеу, желінің электрмен жабдықталуы, базалық станцияның қамту аймағы;

## **2 «ALTEL» АҚ желі инфрақұрылымдағын қатынасу аймағында дамытады**

LTE технологиясы Қазақстанда «4G LTE» қазіргі заманғы деректерді беру технологиясына негізделген және іскерлік, ойын-сауық, коммуникация, оқыту және ғаламдық желі мүмкіндіктерінің толық ауқымына арналған жоғары жылдамдықтағы Интернетке қолжетімділікті пайдалануға арналған «ALTEL 4G» брендімен Қазақстанда іске қосылды. ұсыныстарды жасауды жеңіл және тиімді ететін инновациялық өнім.

ALTEL 4G - сымсыз байланыстың жаңа дәуірі және ең жылдам 4G мобильді желісі. LTE технологиясы деректерді бірнеше есе жоғары жылдамдықпен озық технологиялар жылдамдығынан асатын жылдамдықпен тасымалдауға мүмкіндік береді.

Біздің абоненттеріміз үшін «ALTEL 4G» - ең алдымен жаңа байланыс мүмкіндіктері.

LTE - жылдамдықтың инновациялық тұжырымдамалары, байланыс сапасы және ыңғайлы қарым-қатынастарымен ерекшеленетін бірегей технология.

ALTEL 4G мүмкіндіктері біздің абоненттерімізге өздеріне, өз әлеміне, қарым-қатынастарына, достығына, сүйіспеншілікке және басқаларға жаңа нәрселерді табуға мүмкіндік береді. Технология әлемін өзгерту арқылы ALTEL 4G әлемді өзгертіп, жаңа мүмкіндіктер ашып, танылмаған эмоциялар мен эмоцияларды өзгертті.

Теориялық тұрғыдан алғанда, LTE желісінің ең жоғары деңгейі 100 Мбит / с дейін төмен байланыс жылдамдығын және 50 Мбит / с дейінгі байланыс жылдамдығын қамтамасыз етеді.

ALTEL 4G абоненттері үшін нақты жылдамдық базалық станция мен арна жүктемесіне жақындау сияқты факторларға байланысты.

«ALTEL» АҚ желілік инфрақұрылым салаларында дамып келеді, аутсорсингке, бизнес-шешімдерге, ұялы шешімдерге және бос шешімдерге арналған жаңа мүмкіндіктер ұсынады.

Технологиясы:

- CDMA

- VPN.

CDMA (Code Division Multiple Access) - бұл деректерді беру және жаңа буын қызметтерін беретін арналарды бөлетін жаңа сандық радиотелефондық технология. CDMA сигналдары таңдалған жиілікте немесе басқа уақытқа байланысты абоненттік қатынау желісінде қолданылатын сигналдардың қуатына байланысты тұрақты түрде аралықта орналасады. Бұл әдіс жиілікті, уақытты, қуатты басқарады. CDMA, QUALCOMM Inc. коммерциялық пайдалану үшін жасалған, қазіргі уақытта сымсыз ақпарат жіберудің халықаралық стандарты болып табылады.

Халықаралық телекоммуникация институты үшінші буынның мобильді байланыс жүйелерінде CDMA радиосының кеңінен қолданылуын мақұлдады.

Осылайша GSM технологиясымен ең тиімді CDMA технологиясы, DAMPS ұялы байланыс жүйесі TDMA технологиясына қарағанда жақсы.

CDMA эволюциясы:

Арнайы спектрлік әсердің нәтижесінде CDMA арнасының декодтау технологиясы ұялы байланыс жүйесінің тағы бір қатаң шешімі болып табылады.

CDMA2000 cdmaOne желілерін дамытуда (IS-95 негізінде) 3G стандарты болып табылады. IS-95A, CDMA технологиясының негізгі қағидаларын қолдау үнемі дамып, гүлденіп келеді.

CDMA технологиясы CDMA2000 технологиясы бойынша жүзеге асырылады. CDMA2000-1X негізіндегі ұялы байланыс жүйесін құру кезінде, бірінші кезеңде дауыстық байланыс, қысқа хабарламалар, электронды пошта, Интернет, деректер базасымен жұмыс істеу, деректерді беру және нақты уақыт режимінде жеткізу қызметтерін ұсынатын 153 кбит / с деректерді беру жылдамдығы қарастырылған. . , CDMA екінші фазасына ауысу бірдей жылдамдықпен және 1.23 МГц арна арқылы орындалады, оның жылдамдығы 384 Кбит / с, бұл бейне нақты уақыт режимінде ағындық бейне ағыны сияқты ең толық қызметпен қамтамасыз етеді. 3G ұялы байланысына жеткізу және беру жылдамдығын одан әрі дамыту бірнеше технологияларды (CDMA 2000-3X - 2.4 Мбит / с) немесе CDMA 2000 1XTREME (зертханада 5,1 Мбит / с) көмегімен жүзеге асырылуы мүмкін. CDMA 2000-нің кез-келген дамуын таңдау нәтижесінде келесі терминал жабдықтарына сәйкестік өзгеріссіз қалады және қосымша жылдамдық ауқымын таңдаудың қажеті жоқ.

CDMA 2000-нің басты артықшылығы - қызмет көрсетудің кең спектрі, жоғары сапалы қоңырау сапасы (сымды жүйелер сияқты), жаңа қызметтердің қарапайымдылығы мен тиімділігі. Бұл технология абоненттердің барлық санаттары үшін қолайлы, интерференцияға төзімділік, байланыс арналарын сақтау және тыңдау тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

CDMA 2000 артықшылықтары:

- Дауыс сапасы. CDMA ең соңғы кодтау және қарсықа қарсы жүйелердің арқасында басқа ұялы байланыс технологиясымен салыстырғанда жоғары сапалы байланыспен қамтамасыз етеді. CDMA дауысының сапасы сымды арналардың сапасына жақын.

- Қарсылыққа жақсы қарсылық. Тар жылдамдық арналарында қолданылатын технологиядан басқа, CDMA сигналдары кең ауқымда таратылады, бұл сыртқы кедергілерге төзімді етеді.

- Қалалық және таулы аудандарда тығыз қоныстанған ғимараттар мен тоннелдерде тұрақты жұмыс. CDMA технологиясы құрылыста да, тоннельдерде де жұмыс сапасын жоғалтпай жұмыс істеуге мүмкіндік беретін бірнеше сигнал сигналдарынан тұрады.

- Чат уақытын арттыру. Кедергіге жоғары иммунитет болғандықтан, CDMA терминалдары байланыс қамтамасыз ететін ең төменгі жылдамдықта жұмыс істейді. Нәтижесінде, CDMA жүйесіндегі телефондардың қуат тұтынуы әлдеқайда төмен [9].

- Ең аз шығарылым. Басқа технологиялармен салыстырғанда, CDMA жоғары сапаны қамтамасыз ету үшін ең аз әсер етуді талап етеді. CDMA ұялы байланыс жүйелерінің жылжымалы құрылғыларының орташа радиациясы 10 МВт-тан кем, бұл TDMA жүйелеріне қажетті қуаттан айтарлықтай төмен. Осы ерекшеліктерге байланысты CDMA телефондарының экологиялық параметрлері айтарлықтай жақсарады және адам ағзасына әсері айтарлықтай төмендейді.

- Ақпараттық қауіпсіздіктің жоғары деңгейін қамтамасыз ету. Көп деңгейлі кодтау, жоғары сапалы әңгіме арналары және ақ шуды үйлестірудің арқасында берілетін ақпарат бірдей түрде түсірілсе немесе ажыратылмайды.

- CDMA технологиясының маңызды артықшылықтарының бірі - оның 153 кбит / с дейінгі стандартты жылдамдық жиілігін жіберу мүмкіндігі. Сонымен қатар, осы толық ақпарат жинағының жоғары жылдамдықпен берілуі интерактивті онлайн тұтынушыларға бағытталған. Осылайша, мобильді Интернет-клиентке ұсынылатын жылдамдық жіберушінің қаражатына байланысты. 19.2 жоғары жылдамдықпен деректерді беру режимі; 38.4; Қосымша арналар 76,8 немесе 153,6 Кбит / с (максималды) кезінде ұсынылуы мүмкін.

- CDMA деректерді беру жылдамдығы GSM байланысына қарағанда 16 есе жоғары және GPRS-ге қарағанда 3 есе жылдамырақ. Радио сигналдардың кең спектрімен сандық кодтау әдістерін қолдану, CDMA2000 радио хабарларын таратудың жоғары сапалы және үнемді пайдалануын, рұқсатсыз кіруден және естуден жоғары сапалы қорғауды, сондай-ақ басқа сымсыз технологияларға қарағанда, абоненттердің өткізу қабілеттілігінің кеңдігі мен байланыс ұзақтығын кеңінен ұсынады. Бұл технология базалық станцияны GSM салыстыруларынан бірдей қамту аумағын алу үшін CDMA-ға қарағанда үш есе аз талап етеді.

Қосымша ақпаратты [www.cdma.kz](http://www.cdma.kz) сайтынан алуға болады. Бұл сайт CDMA технологиясы үшін арнайы әзірленген және осы тақырыпқа сәйкес келетін қазақстандық ақпараттық ресурс болып табылады.

VPN (Виртуалды жеке желі) - жалпыға ортақ желі (Интернет) немесе интранет арқылы виртуалды арнаға таратылатын жергілікті желіге қосылған технология. VPN дербес компьютерге немесе ноутбукке немесе ұялы телефоны бар қарапайым CDMA сымсыз модеміне қол жеткізу туралы ақпаратпен қамтамасыз етеді.

VPN ақпарат беру үшін қауіпсіздіктің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді.

Екі жолды 153 Кбит / сек жылдамдықпен жіберу жылдамдығы.

## **2.1 «АЛТЕЛ» АҚ ақпараттарды жіберу қызметтерінің артықшылықтары**

ALTEL қызметінің артықшылықтары:

- кіру мүмкіндіктері;
- байланыс тұрақтылығы;
- GSM деректерді беру технологияларына қарағанда, файлдарды тасымалдаудың ең жоғары жылдамдығы;
- Автоматты Интернетке қол жеткізу, оңай орнату.

Қолжетімді баға:

- жоғары дөңгелектеу деңгейі;
- жабу ені;
- жылдам қол жетімділік;
- ағымдағы мекен-жайы.

VPN қолданбаларының нұсқалары.

- Ұялы кеңсе.

Бұл шешім кеңседен тыс жұмыс орындарын құруға көмектеседі. Сіздің мүмкіндіктеріңіз:

- компанияның сыртқы қызметін басқару, бизнестің тиімділігін арттыру;

- көшпелі кадрлардың жұмысын оңтайландыру, негізделген шешімдер қабылдау;

- мобильді Интернетке кіруді пайдалану;

Қашықтағы Компанияңыздың серверіне және қауымдастық поштасына қашықтан мобильді қатынауды пайдаланыңыз.

Желілердің виртуалды желісі.

Бұл бағдарлама жергілікті қашықтағы офистерді бағытталмаған немесе қажетсіз болатын бір қауіпсіз желіге біріктіретін компьютерлік желіні қолдану мүмкіндігін ұсынады. Виртуалды жеке желі ерекшеліктері:

Республиканың барлық өңірлерінде виртуалды желілерге қашықтан кіруді қамтамасыз ету;

- Желіні енгізу және пайдалану құнын төмендету;

Жоғары сапалы CDMA сымсыз технологиясының технологиялары;

Қашықтан қолжетімділікпен басқару желісін басқару;

- бірнеше желілерді бір желіге біріктіру, жаңа пайдаланушыларды қосу;

Желілік параметрлер мен суреттерді оңай өзгертуге болады.

Жеке шешімдер.

Қазақстан Республикасында бизнестің әртүрлі түрлерін бизнес автоматтандыру бойынша арнайы шешімдер.

CDMA бизнес-үдерістері мен ұялы байланыс желілері өз әрекеттеріне негізделген әртүрлі жүйелерге негізделген: қашықтан басқарылатын жүйелерге онлайн режимінде сымсыз деректерді беру мүмкіндігі сияқты қашықтағы объектілерді бақылау және басқару, номинанттарды автоматтандыру және басқару, телеметрия және т.б.

VPN жолдары

Интернет арқылы VPN ұйымдастыру

Артықшылықтары

- «АЛТЕЛ» АҚ жабдықтарын қосу үшін тікелей көлік ортасын құрудың қажеті жоқ. Көлік ортасының орнына Интернет кеңінен қолданылады: клиенттің серверінің орналасқан жері оператордың орналасқан жеріне байланысты емес, қызмет республиканың кез-келген қаласында ұсынылады. Желіге қосылу үшін қажетті жағдайлар - Клиентке Интернетке кіру.

Қызмет көрсетудің қарапайымдылығы мен жылдамдығы

Кемшіліктер: Қоғамдастық желісіне шектеусіз кіру.

VPN ұйымы CDMA жүйесіне тікелей қосылу арқылы артықшылықтары:

- ақпараттық қауіпсіздіктің жоғары деңгейі;

- желіге кіруге шектеулер;

- трафиктің төмен құны.

Кемшіліктері.

- АЛТЕЛ желілеріне қосылу үшін ең қиын жағдайлар: желіге қосылу үшін тікелей көлік желісінің болуы / ұйымдастырылуы.

CDMA пункттері бар байланыс нүктелерінің шектеулі саны: Алматы, Астана, Талдықорған, Ақтөбе және Атырау.

## ***2.2 «ALTEL 4G» - ең алдымен байланыстардың жаңа мүмкіндіктері***

LTE - жылдамдықтың инновациялық тұжырымдамалары, байланыс сапасы және ыңғайлы қарым-қатынастарымен ерекшеленетін бірегей технология.

ALTEL 4G мүмкіндіктері біздің абоненттерімізге өздеріне, өз әлеміне, қарым-қатынастарына, достығына, сүйіспеншілікке және басқаларға жаңа нәрселерді табуға мүмкіндік береді. Технология әлемін өзгерту ALTEL4G әлемді өзгертеді, жаңа мүмкіндіктер ашады, күтпеген эмоциялар мен эмоцияларды ашады. ALTEL 4G жылдамдығы мен сапасы басқа мобильді Интернет-технологияларға қарағанда әлдеқайда жоғары.

Қамту туралы ақпарат веб-сайтында ұсынылады, ол идеалды жағдайда статистикалық деректерге негізделген, бұл барлық операторлар үшін стандартты тәжірибе болып табылады, өйткені әрбір нақты ғимаратта радио сигнал деңгейі көптеген факторларға, соның ішінде нақты ғимаратқа және оның құрылымына байланысты болады. Осы себепті ешқандай оператор жабық аумақта кез-келген жерде тұрақты сигнал бере алмайды, себебі оның құрылымында радио толқындарына қол жеткізуге кедергі келтіретін көптеген металл құрылымдары бар ғимарат болуы мүмкін.

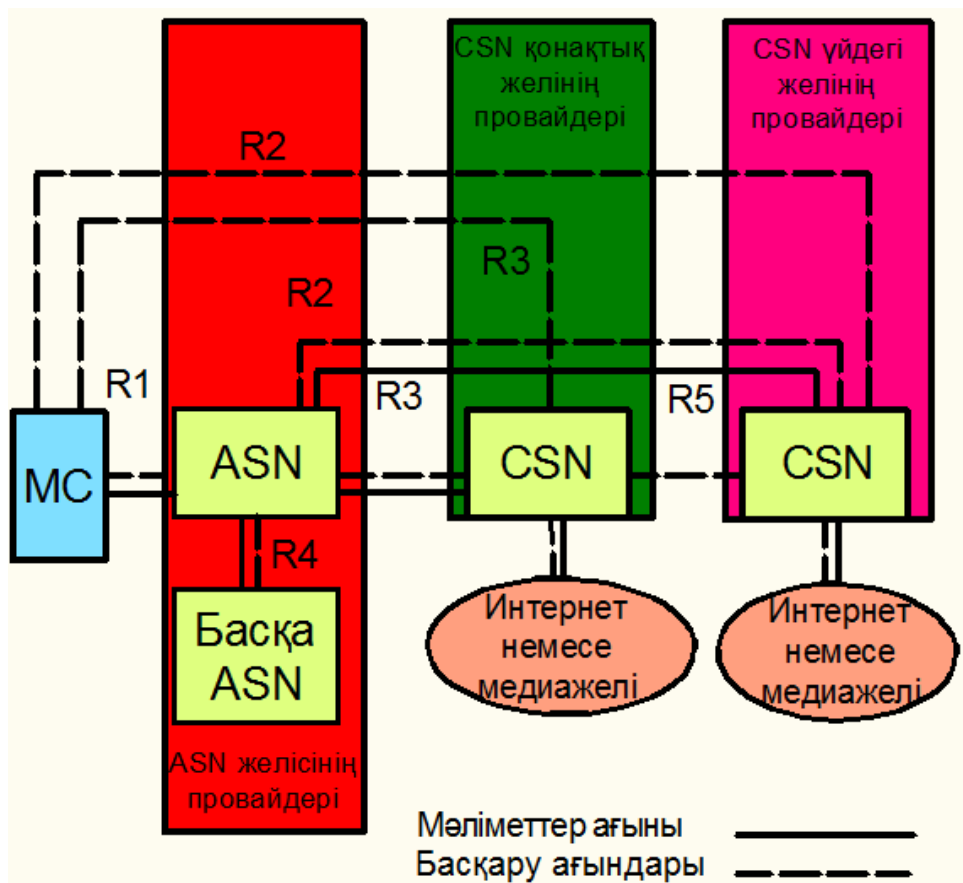
LTE-тің барлық жабдықтары пайдаланушыға ұялы интернетті пайдалануды қалайтын барлық пайдаланушылар үшін қолайлы Интернетке қолайлы және жылдам кіруге мүмкіндік беретін арнайы әзірленген, бірақ бұл әлі де қиын. Жабдық бәрін жасайды, ол автоматты түрде желіге өтеді. Сіз тек тіркелгіңізге ақша салуды және тіркелуіңіз керек.

LTE-тің барлық жабдықтары пайдаланушыға ұялы интернетті пайдалануды қалайтын барлық пайдаланушылар үшін қолайлы Интернетке қолайлы және жылдам кіруге мүмкіндік беретін арнайы әзірленген, бірақ бұл әлі де қиын. Жабдық бәрін жасайды, ол автоматты түрде желіге өтеді. Сіз тек тіркелгіңізге ақша салуды және тіркелуіңіз керек.

### **2.3 Желінің базалы үлгісі**

Негізгі WiMAX желісінің моделі (SM) WiMAX желісінің архитектурасының қисынды көрінісі болып табылады. «Логикалық» термині стандартты логикалық функционалды модульдер мен стандартты интерфейстерді ұсынады. Практикалық тұрғыдан алғанда, бір құрылғы бірнеше функционалды элементтерді қамтуы мүмкін немесе функция түрлі құрылғыларға кеңейтілуі мүмкін[10].

БК-дың үш негізгі элементі бар: абоненттік станциялардың үлкен саны (МС), кіру нүктелерінің жиынтығы (ASN қатынау қызметі желісі) және байланыс желілерінің жиынтығы (СNS). Бұдан басқа, ТМ сонымен қатар функционалды модульдер біріктірілген базалық пункттерді қамтиды. АТS Network Access Network Provider (NAR) - WiMAX қызметі провайдерін бір немесе бірнеше қызмет жеткізушілеріне беретін ұйымға тиесілі. Өз кезегінде, WiMAX қызметі провайдері - соңғы пайдаланушыларға Wi-Fi байланысын және қызметтерін қамтамасыз ететін ұйым. Осы модельге сәйкес, WiMAX қызметі провайдерлері Интернет-провайдерлермен және басқа желілік операторлармен роумингтік келісімдерге келіседі. Қызмет жеткізушілер СMS, үй және қонақтар өздерінің желісіне айнала алады.



Сурет 2.1 - WiMAX-желілерінің стандартқа байланысты базалық үлгісі

ASN Access Network - IEEE 802.16 стандарты бойынша сымсыз қатынау үшін және IP шлюзінің тасымалдау шлюзі үшін бірнеше базалық станция (BS). Іс жүзінде бұл желі IEEE 802.16 радиосын IP желісіне қосады. ASN құрамында кем дегенде бір BS және бір ASN шлюзі бар. Дегенмен, базалық станциялардың екеуі де, шлюздерде де бірнеше ASN болуы мүмкін, және бір BS логикалық түрде бірнеше шлюздермен байланыстырылуы мүмкін.

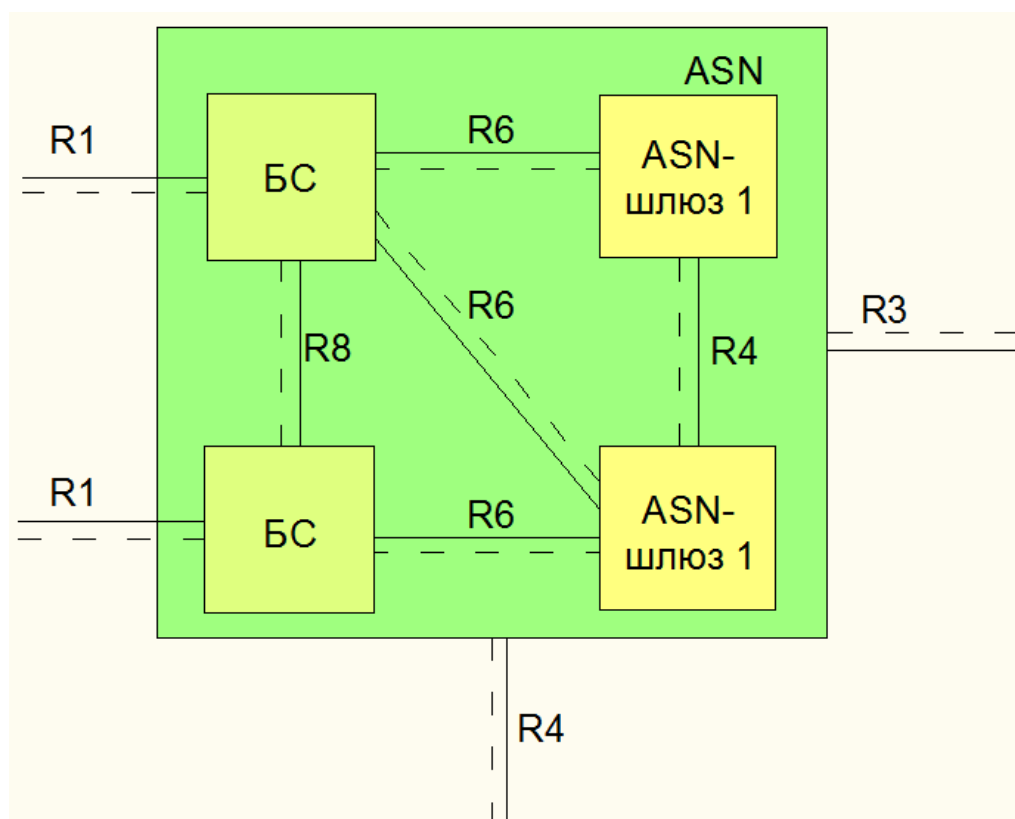
Бір мысалдағы BS IEEE 802.16 протокол жинағын және сыртқы байланыс функцияларын қолдайтын логикалық құрылғы болып табылады. Логикалық BS - бұл бір жақты, бір жиілікті номинал.

ASN шлюзі басқа ASN базалық станцияларының біріне және CsN байланыс желісіне қосылған логикалық құрылғылардың бірі болып табылады. ASN шлюзі деректерді беру және басқару деңгейлерін қамтамасыз етеді. Әр MC үшін базалық станция бір шлюзге логикалық түрде қосылған. Дегенмен, әрбір MC үшін ASN шлюзінің нақты функциясы бір немесе бірнеше қатынау желілеріне жататын бірнеше шлюздер арқылы таратылуы мүмкін.

ASN шлюзі функционалдық элементтердің екі тобы - шешім блогы (DP) және өнімділік блогы (EP) ретінде міндетті емес. EM деректерді беру бойынша функцияларды орындайды, ал DP деректерді беруге тікелей қатысы жоқ функцияларға шоғырланады. R7 функциясының екі модулі базалық



нүктеден қосылады. Жалпы алғанда, нақты шлюздер мен базалық станциялар арасындағы функциялардың бөлінуі ASN профильдері арқылы анықталады.



Сурет 2.2 - ASN қатынаушы желісінің логикалы үлгісі

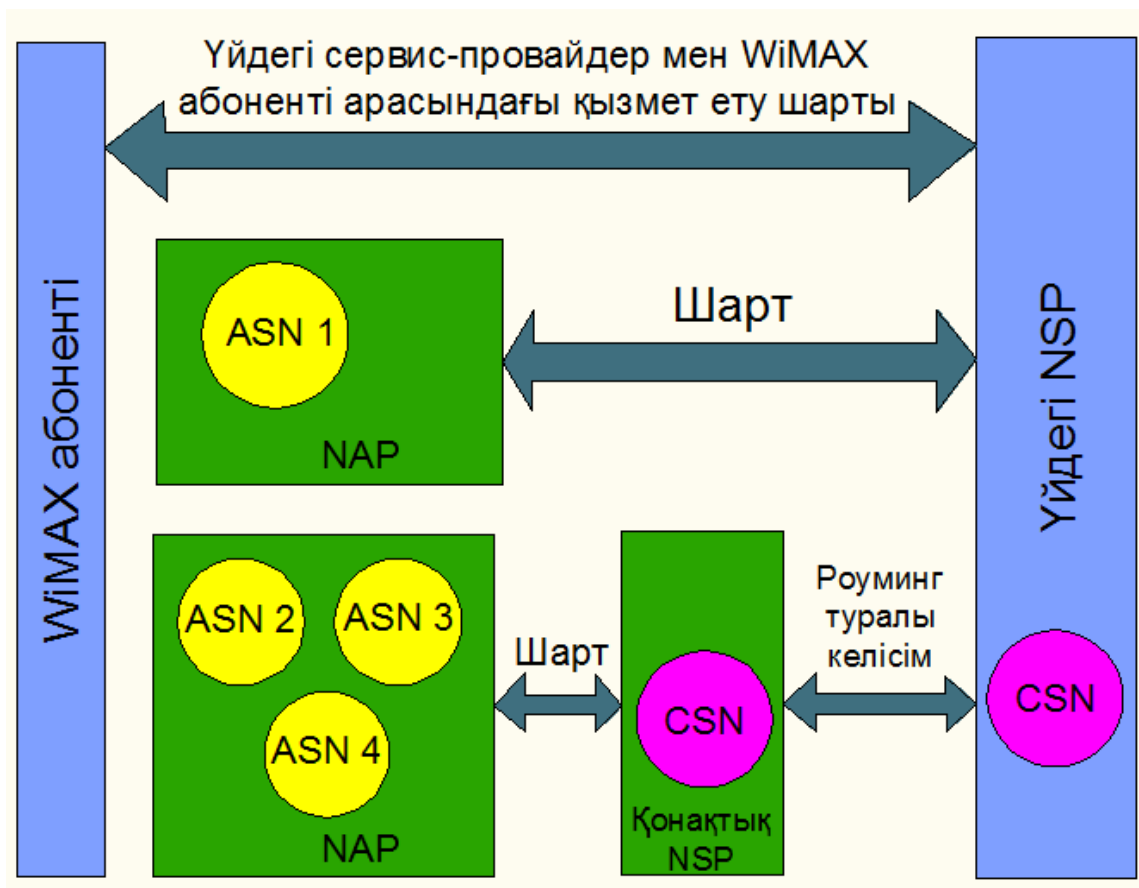
SSN желісі авторизациялау, аутентификация және кіру, ғаламдық IP желісіне WiMAX байланысы, IP телефония, телефон желісіне кіру, Интернетке және жеке желілерге кіру сияқты функцияларды қамтитын WiMAX операторлық желісі болып табылады. Негізгі WiMAX желісінің үлгісін бірнеше WiMAX қызметі провайдерлері бір ASN қатынау желісі бар пайдалануы мүмкін. Керісінше, бір Csn кіру провайдерлерінің әр түрлі желілеріне қосыла алады.

CNS - абоненттерге желілік адресстерге және IP-адресстерге, желіге қатынауды бақылауға және абоненттік профильді сақтауға, деректерді беру және қатынау желілері арасындағы байланысқа, WiMAX-ті және аралық оператор есептеулеріне, роумингте түрлі SSI-тің арасында деректерді туннелеуге мүмкіндік беретін, мысалы, Бір ASN ауқымынан дереу жауап. Сондай-ақ, WiMAX қызметтері нүкте-нүктеге, авторизациялауға және / немесе IP-қызметіне мультимедиялық қатынауға, сондай-ақ заңды трафиктің функциясын атқарады.

SSN маршрутизаторларын, авторизациялау / түпнұсқалықты растау / кіру функцияларына арналған серверлерді, пайдаланушы дерекқорларын, шлюздерді қоса алғанда.

Операциялық қолдаудың негізгі WiMAX желісінің үлгісі үйге және қонақтарға қызмет көрсету провайдерлерін қамтиды - H-SRS және V-SRS.

Home NSR WiMAX абонентімен келісімшартқа ие оператор болып табылады. Бұл авторландыру / аутентификация / кіруді бақылау функциясын орындайтын (абоненттік төлемдерді есептеуді және ауыстыруды қоса) бірдей оператор. Үй роумингін қолдана алатын WiMAX қызмет жеткізушісі басқа NSR роуминг келісім-шартына тіркеледі.



Сурет 2.3 - WiMAX сервисті желісінің операторы мен абоненттер желісінің қолжетімділігінің өзара әсерінің моделі

Guest NSR (V-NSR) - WiMAX абонентінің роуминг қызметі. Жалпы алғанда, V-NSR абонент үшін толық AAA функционалдығын, сондай-ақ барлық WiMAX желілік параметрлеріне толық немесе ішінара қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, маршрутизатордың әртүрлі трафигіне хосттың отбасы немесе CsN сызығы арқылы қол жеткізуге болады.

Негізгі WiMAX үлгісіндегі базалық станциялар базалық модульдері бар арнаға қосылады. Олар стандартты интерфейстер болып табылады және міндетті түрде физикалық тұрғыдан тәуелді емес, әсіресе қосылатын модульдердің негізі негізге немесе құрылғыға сындарлы түрде қосылған болса.

R1 базалық станцияға негізделген және ASN желісі арасындағы арна байланысы. Бұл IEE 802.16-мен үйлесімді сымсыз интерфейс, бірақ кеңейтілген протоколдарды теңшей алады.

Бастапқы R2 MS және CNS арнасына қосылған. Протоколда MS түпнұсқалық растамасына, IP теңшеліміне және конфигурациясына қатысты он хаттамалар мен рәсімдер бар. Бұл MS және SSN арасындағы кез-келген физикалық интерфейс үшін конфигурациялануы мүмкін таза логикалық интерфейс.

ASN және CSN интерфейстерінде R3 дерекқорында AIA процесін жедел басқару және енгізу үшін бірқатар хаттамалар бар. Сондай-ақ ол ASN және CNS арасында деректер қызметтерін (соның ішінде туннелинг) ұсынады.

R4 базалық нүктесі ASN ішіндегі ASN ASN және ASN ASN арасындағы сызықтық байланыс болып табылады.

R5 базалық пункті - үйде, қызмет провайдерінде және провайдерде қолданылатын байланыс арнасы.

Base R6 BS интерфейсiне және ASN шлюзіне қосылады.

R7 базалық нүктесі кез келген виртуалды хостар арнасы үшін ASN шлюзі ретінде анықталады (берілген және байланысты деректер).

R8 базалық станциясы базалық станциялар арасындағы сызықтық байланысқа қосылады. Хабарларды басқаруды толығымен қолдайды және дұрыс емес деректерді жібереді [11].

## 2.4 «Unlim LTE» тарифті жоспары

Unlim LTE -

- қозғалыссыз;
- тіркелген ай сайынғы төлем - айына 4500 теңге;
- Жабдықтарға үлкен жеңілдік.

Қосымша ақпарат:

Абоненттік төлем абонент теңгерімінен активтендіру кезінде толығымен алынып тасталады.

Егер басқа абоненттік төлем алынбаса, Интернет желісіне кіру бұғатталады және жүйе сіз төлей алатын Жеке кабинетке сілтеме жасайды. Теңгерімді толтырған кезде, Unlim LTE қызметін пайдалана отырып, алдағы 30 күнде қол жетімді болатын ай сайынғы төлем алынады.

Кез келген уақытта Unlim LTE үшін нөлдік баға жағдайында тарифтерді өзгертуге немесе Жеке кабинетке басқа пакеттерді қосуға болады. Unlim LTE тарифіне қайта қосылған кезде, абоненттік төлем толықтай алынады, қызмет келесі 30 күнде көрсетіледі.

Кесте 2.1 - «Unlim LTE» тарифтігі

Тарифтің аты	ҚҚС-мен	Бастапқы	Берілетін	Абоненттік
--------------	---------	----------	-----------	------------

	абоненттік төлем	топтаманың құны	трафик көлемі	төлемнің жарамдылық мерзімі
«Unlim LTE»	4500 тенге	4500 тенге	Unlim	Қосылған сәттен бастап 30 күн
* - HUAWEI E5372 MiFi	USB-модем HUAWEI E3272	2250 тг. сатып алғандағы құны	ZTE MF93D MiFi	USB-модем ZTEMF827

Жеке кабинетке кіру кез келген баланста ашылады және төленбейді.  
Тарифтік жоспарлар үшін алғышарт - оң баланс;  
4G жылдамдығы 10 Гб дейінгі трафикті пайдалану кезінде ғана кепілдендіріледі. 10 ГБ-тан асқаннан кейін желінің жоғары жүктемесіне байланысты жылдамдықты азайтуға болады.

#### 2.4.1 ALTEL 4G тарифтері

##### Кесте 2.2 - Тарифтік жоспары

Тарифтік жоспар	Алғашқы айдағы трафик көлемі	Абоненттік төлем/айына	Бастапқы топтаманың құны	2-ші айдан бастап трафик көлемі	қосылған трафик көлемінен тыс, 1 Мб құны,тенге
«3GB»	шексіз	1 190 тг	900	3 Gb	0,6
«5GB»	шексіз	2 290 тг	900	5 Gb	0,6
«7GB»	шексіз	3 290 тг	900	7 Gb	0,6

Ай сайынғы кіріс трафигін 4500 теңгеден (ай сайынғы төлемді қоса) пайдалана отырып, шексіз қолжетімділік автоматты түрде іске қосылады, келесі трафик ақысыз болады.

Пакет - SIM-картамен және «3Gb», «5Gb» және «7Gb» тарифтік жоспарлары бар жабдықтар.

SIM картасын белсендіру үшін SIM картасын деректерді беруді қолдайтын 4G желісіне (USB модемі / MiFi маршрутизаторы) салыңыз.

Науқан мерзімінен кейін <https://cabinet.altel4g.kz/> мекенжайындағы жеке шотқа қолайлы пакетті таңдай аласыз (Жеке кабинетке жеке кіру тегін және кез-келген баланс бойынша ашылады).

Абоненттік төлемді соңғы төлеген күннен бастап 30 күнтізбелік күн өткен соң бұрынғы тариф бойынша пайдаланылмаған трафик қалпына келтіріледі және абоненттік төлем қайтарылмайды.

ALTEL 4G тарифтік жоспарыңызды қолданған кезде Сіздің Интернет-қосылымыңыз айына 4500 теңгеден аспайды.

Altel компаниясының сату және қызмет көрсету орталықтарында сіздің 4G құрылғыңызға арналған SIM картасын сатып алуға болады.

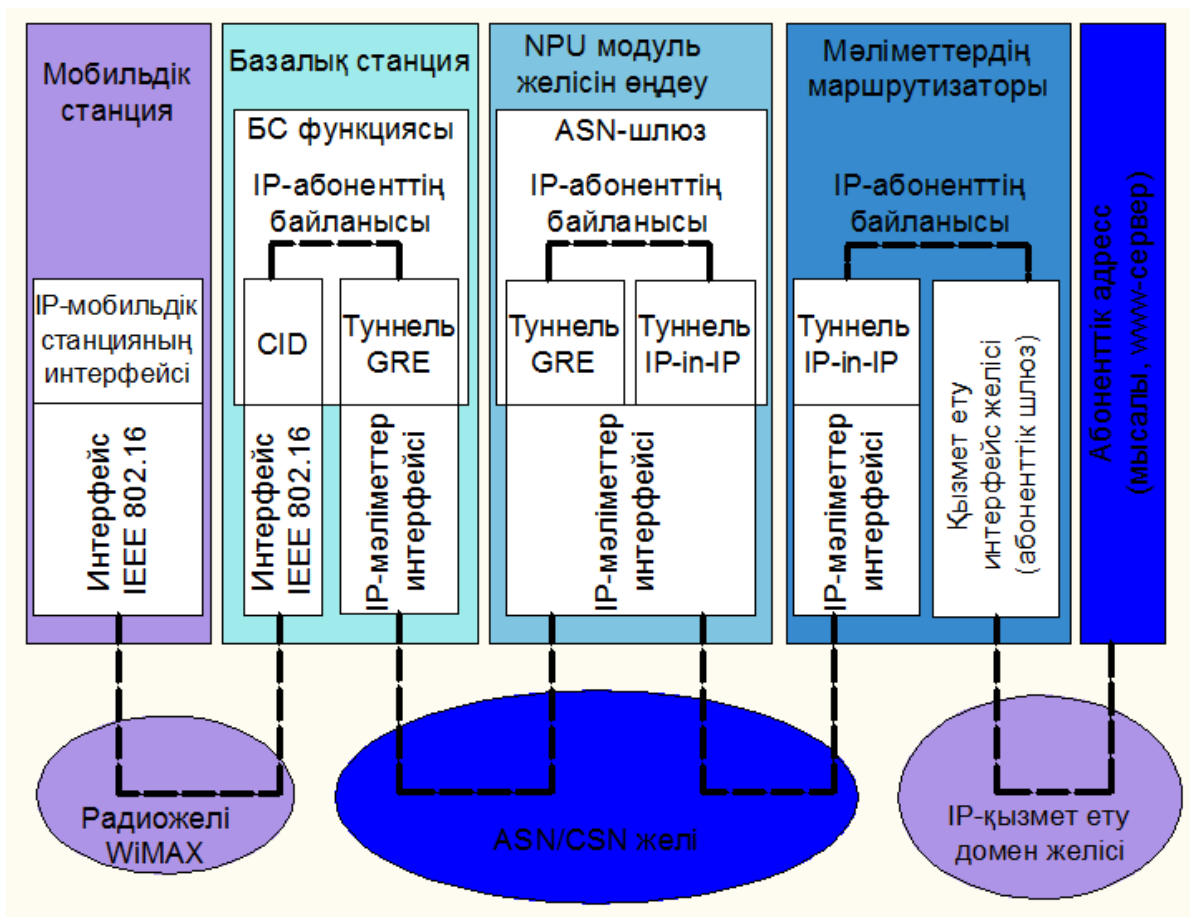
Сіздің барлық қызметтеріңіз сіздің жеке шотыңызда көрсетіледі Сіз өзіңіздің жеке шотыңызды кез-келген уақытта басқара аласыз (қызметті қосу / өзгерту, басқа пакеттерді қосу, тарифтерді өзгерту).

Таңдалған тарифтік жоспары үшін бір төлемге 4500 теңге кіретін ай сайынғы трафикті пайдалану деңгейіне жеткеннен кейін сіз шексіз сервисті пайдалана аласыз және тұтынылатын трафик көлемі шектеусіз болады, бірақ қызмет көрсету параметрлерінің сапасы (ресурстарға қол жеткізу және желінің қатынау жылдамдығы) желінің жүктелуіне байланысты болуы мүмкін.

## **2.5 BreezeMAX 4 Motion платформаларының негізінде WiMAX жабдықтары**

BreezeMAX 4 Motion базасына және абоненттік станцияларға негізделген WiMAX операциялық жабдықтарын құрудың мысалын қарастырайық. 4 Motion - жылдам, қарапайым, толыққанды WiMAX шешімі, интеграцияланған архитектурасы, ол әртүрлі өндірушілердің жабдықтарын бір желіге қосу үшін пайдаланылуы мүмкін. ASN профилі желілік элементтердің өзара әрекеттесуін сипаттайтын желі профилі ретінде таңдалады.

BreezeMAX 4Motion платформасында төрт негізгі құрамдас бөліктер бар: абоненттік станциялар, базалық станциялар, желінің шлюздері, аутентификация және кіруді бақылау серверлері. Соңғы стандартты желілік серверлер болып табылады, олардың барлық функциялары бағытталған.



Сурет 2.5 - Alvarion компанияларының 4 Motion жабдықтары негізіндегі WIMAX желілерінде мәліметтерді таратулардың сұлбасы

### 2.5.1 ASN-шлюздері

BreezeMAX 4 Motion ASS шлюздерінің екі түрінде іске асырылуы мүмкін: таратылған және орталықтандырылған. Бөлінген модельде ASN шлюз қызметі BS құрылғысын (NRU желілік картасын жасау модулі) іске қосады. Бұл шешім негізінен кішігірім желілер үшін: абоненттер саны 3 мыңнан аспайды, ал бір ASN шлюзінде 200 Мбит / с жетеді. WIMAX желісінде таратылған ASN GWs санын ұлғайту арқылы онлайн-абоненттер саны көбейтілуі мүмкін. Бұл желіні біртіндеп арттырады. ASN орталықтандырылған шлюзінде жүздеген базалық станция бар және желінің ондаған мың абоненті бар ірі желілерге арналған. Бұл шешім Cisco 7600 ұялы байланыс операторларының маршрутизаторында орындалады.

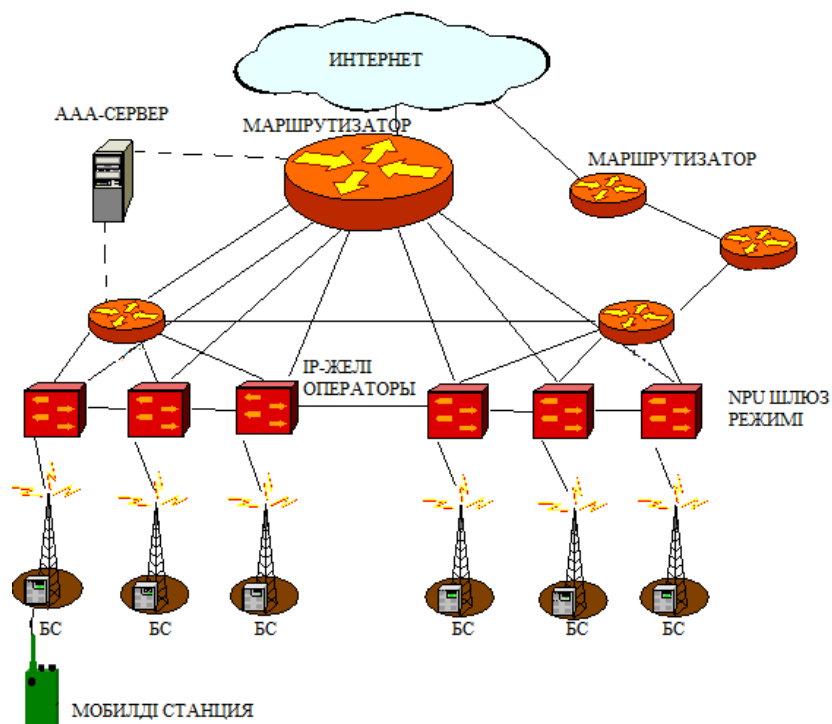
ASN орталықтандырылған шлюзін пайдалану желінің өткізу қабілеттілігін арттыруға мүмкіндік береді. Sisse аппаратурасы SAMI пышак архитектурасының модуліне орнатылды. 5 Гбит / с дейін өткізу қабілеті бар бір SAMI модулі 100 мың тұрады. абонентке қосылуға мүмкіндік береді.

Кәрзеңкедегі барлық SAMI пышақ модульдері он алтыға дейін, ал 600 000 абонент және 30 Гбит / с тұтынушылардан жинақталған.

## 2.5.2 Базалық станция

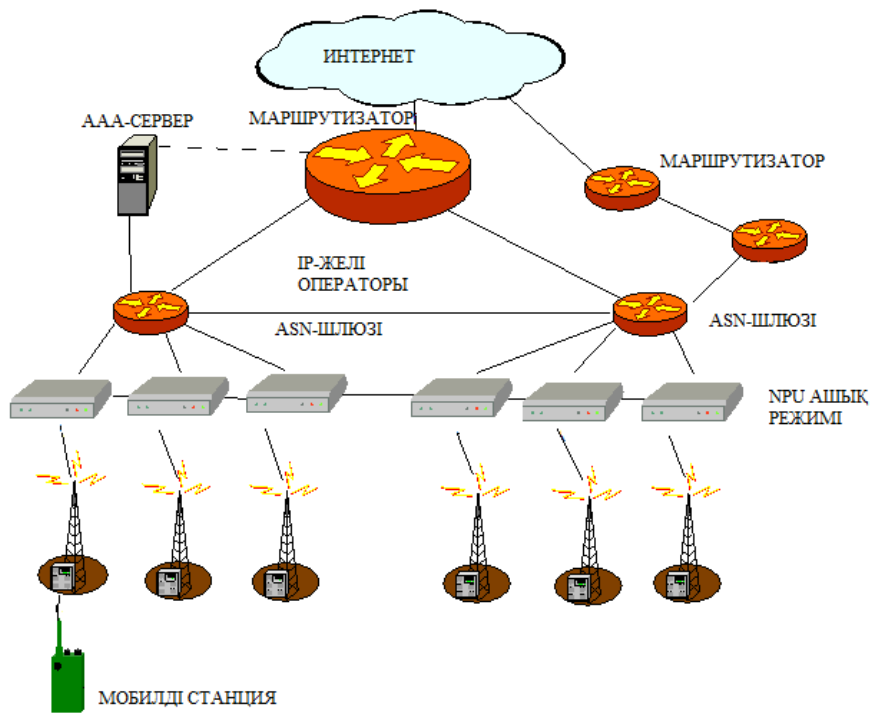
Базалық станция радио арнаның абоненттік құрылғылары мен Ethernet GB арнасы арқылы қосылымды ұйымдастыру үшін қажетті функцияларды орындайды, ол провайдердің желілік магистралына қосылу үшін қажет. ISO 802.16 талаптарына және WiMAX сертификаттау профиліне толығымен сәйкес келеді. Станция ауқымды OFDMA режимін қолдайды, яғни ол 20, 10 және 5 МГц арналарымен жұмыс істей алады. Төменгі ағымды тасымалдайтын скиптік емес жинақ қолданылатын режимді қолдайды.

BreezeMAX базалық станциясы модульдік архитектураға ие, ол жүйеге қажетті конфигурацияны тез арада кеңейтіп, конфигурациялауға мүмкіндік береді (8-сурет). ДК аппараттық құралы 19 және 22 дюймдік апартаменттерге арналған, 8U биіктікте жасалған Compact RSI шассиіне негізделген. Шасси алты тоғыз және оншақты слоттары бар. Кез-келген модульді ауыстыруға болады, ол жеке модульдерді бүкіл жүйені тоқтатпай-ақ ауыстыруға мүмкіндік береді. Әрбір функционалды құрылғы N + 1 схемасында сақталуы мүмкін, яғни. бұл түрдегі бір ғана құрылғы сақталуы мүмкін.



Сурет 2.6 - WiMAX – бөлгіш шлюздері бар желі

Екі қорек көзі интерфейсі мен төрт қоректендіру модулі үшін тек алты қосқыш бар. Қуат көздері - 3U, 48 V DC модульдері. PS қоржыны RSU модульдерінің төрт көшірмесін қамтуы мүмкін. Қосымша құрылғылардың санына байланысты екі немесе үш қуат көзі талап етіледі. резерв ретінде басқа RSU модулі пайдаланылды.

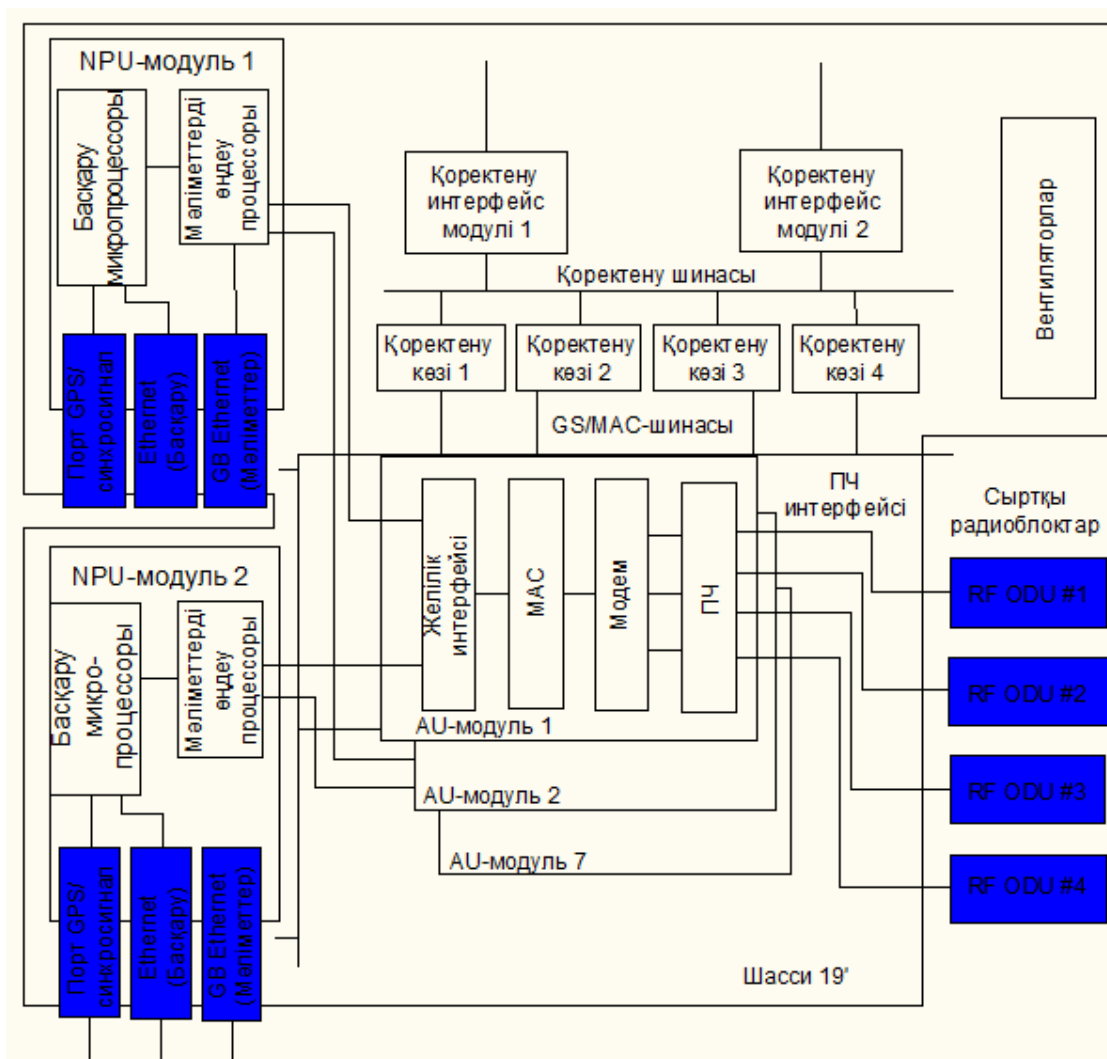


Сурет 2.7 - WIMAX – орталықтандырылатын шлюздері бар желі

RIU модулі қан қысымын сүзу және тұрақтандыруды түсіндіреді. PSU-ді қуат проблемасынан қорғайды. Толық BS теңшелімі үшін бір RIU жеткілікті, бірақ BD сақтық көшірме RIU үшін екі слот бар. әр PUU жеке қуат көзіне қосылған және негізгі станция қуат өшірілгенде жұмысын жалғастырады. PUU модулі сыртқы радиостанциялардан 20 электронға дейін жеткізе алатын 58 A айнымалы ток беруге мүмкіндік береді. Оларға жеткізілетін ПУ үшін қуат VH кабельдері арқылы тікелей жіберіледі. Негізгі станция желдеткіш модульдер арқылы салқындалады. Онда 10 желдеткіш бар, оның ішінде 9 толық жабдықталған ПУ-лар салқындалу үшін жеткілікті.

Негізгі функционалдық модульдер 6U ұяшықтарына орнатылады. Желілік модульдердің екі түрі бар және қосымша модульдер бар. Бұл құрылғылар бүкіл функциясын орындайды. Құрылғы желілік жерлендіруге үздіксіз желі қосылымы жерге қосу функциясын басқарады [14].





Сурет 2.8 - BreezeMAX базалы станцияларының ортақ архитектуралары

Network Processing Modules (NRU) базалық станциялық жабдығының барлық компоненттерін және абоненттік қызмет көрсетушілерді бақылайды. Ол NRU қол жеткізу құрылғысының модульдерінің қозғалысын біріктіреді және арнайы Gigabit / Fast Ethernet арқылы IP-адреске жібереді. Ethernet деректер ағымы мен басқару жеке құралады. NRU-BS модульдері, жалпы басқару, соның ішінде AU мониторинг және диагностика, қуат көзінің күйін бақылау, желдеткіш модульдерді басқару және қолдау үшін артық модульдің болуы. Ол мыналарды қамтамасыз етеді:

- SSMR протоколы арқылы жергілікті бағдарлама және қашықтан басқару;
- Ақаулықтарды қоса алғанда, сыртқы қателер мен ақаулықтарды қоса алғанда, өнімділікті басқару және ақаулықтарды жою;
- BS, сонымен қатар спутниктік навигациялық жүйелер немесе ішкі сағат генераторлары арқылы барлық AS модульдерін синхрондау;
- Қауіпсіздік мүмкіндігі: өткізу қабілеттілігін шектеу, кіруді бақылау тізімі және т.б.

NRU модулі екі режимде де жұмыс істей алады - ашық және ASN шлюзінде. Режимге қарай деректер ағымы мен ашық басқару NRU арқылы немесе кейбір жағдайларда осы құрылғы арқылы басталады.

Ашық тәртіпте барлық трафик Gigabit / Fast Ethernet арқылы бағыттталатын орталықтандырылған ASN шлюзі пайдаланылады. Сонымен қатар, ашық режимде NRU BS каскадты, MAC деңгейіндегі трафикті, ішкі және сыртқы трафик үшін VLAN инкапсуляциясын және QOS-үйлесімді пакеттерді ұсынады.

Негізгі модуль бұзылған кезде, Құл өз функцияларын алады.

NU модульдері барлық Fast Ethernet арналары арқылы барлық қол жеткізу құрылғыларының ұяшықтарына қосылған. Бұл жеті арналар жұлдызды топологияға біріктіріледі және коммутатордың орталығы NRU қосқышы болып табылады. NRU желілік процессоры осы коммутаторға GV Ethernet арқылы қосылған. Егер резервтік NRU пайдаланылса, шинаның екі жұлдызы бар топологиясы бар. Бұл әрбір NRU-ге деректерді бір-бірінен бөлек алуға мүмкіндік береді.

Әр NRU синхрондау порты жабдықталған. Уақытты мультиплекстеуге арналған кез-келген технология сияқты, барлық WiMAX желілері қабылдағыш онлайн-құралмен синхрондалуы керек. Абоненттік құрылғылар BS кіріспе кадрында синхрондалған арнайы схемаға сәйкес синхрондалады. Базалық станциялар желі ішінде тек сыртқы синхрондау көзі арқылы үндестіріледі. Осындай платформалар ретінде BreezeMAX 4Motion спутниктік навигация жүйесінің сигналдары қолданылады. RSR-422 интерфейсі арқылы 100 метрлік NRU ұзындығы бар GRS қабылдағыштары қосылған.

Қосалқы құрал (AU) ішкі (IUU) және сыртқы (ODU) модульден тұрады. Ішкі модуль (ИЕТ) ASN профиліне сәйкес жүзеге асырылады. Ол IEEE 802.16e стандартына және WiMAX спецификациясына сәйкес радионың қажетті функцияларын қамтамасыз етеді. IMS қабылдаудың кеңістіктік-уақыттық бөлінуі, адаптивті антенналық жүйелермен жұмыс істеу, әуенді икемді реттеу (20 МГц-ге дейін), қосылымды басқару (желілік қосылым, негізгі келісім, түпнұсқалық растау және тіркеу, басқару), жоспарлау (барлық деректер түрлерін есептеу үшін мүмкін өткізу қабілеттілігін бөлу) , рамка, трансмиссиялық басқару, абоненттік және базалық станция өткізу қабілеттілігін бақылау.

Бұл құрылғы аутентификация және трафикті шифрлау, түпнұсқалық растама сұраулары, қауіпсіздік кілтін алу сияқты қауіпсіздік және кіруді басқару функцияларын орындайды. Қол жететін құрылғы R1, R6 және R8 интерфейстерін қолдайды. AR 521 абоненттік станцияларымен жұмыс істей алады.

Бір себетте алты қосымша кіру нүктесі бар - тиісінше алты SF дейін. Жетінші слот IMS резервтік көшіру үшін қолданылады.

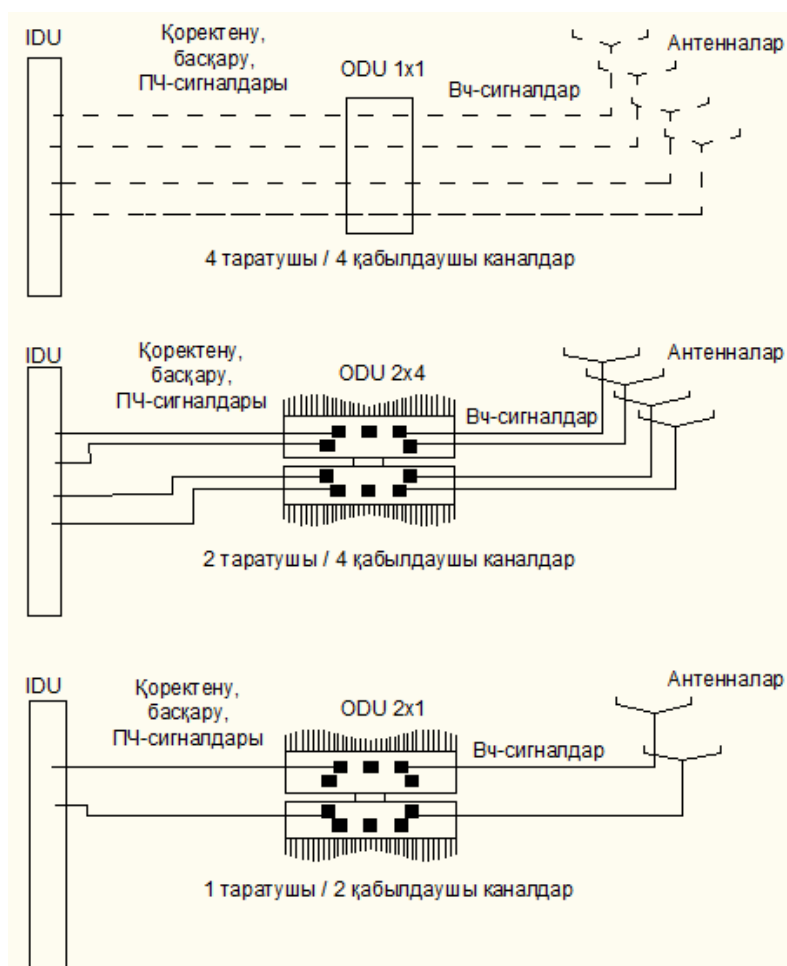
IDU үшін шығыс сигнал - жылдам Ethernet арнасы бойынша NRU MAS қабатының ағыны. Қатынасу құрылғысы IEE 802.16 стандартына сәйкес физикалық қабат ағынына айналады және 240 МГц (MPH) аралық жиілікте

шығыс сигналын шығарады. Радиостанциядан деректерді алған кезде IUU бірдей HF арнасы туралы ақпаратты 140 МГц жиілікте қабылдайды, ол оны IAS қабатының ағынына түрлендіреді.

Сыртқы AU - толығымен дуплексті, жоғары шығу қуаты бар (5 Вт-қа дейін) көп арналы радио модуль. Бұл 2,3; 2,5; 3,5; Олар 3.6 және 3.8 ГГц диапазонында жұмыс істей алады. Барлық DCU уақытша қос бағытты байланыс қолданылады. Радиоблог антеннасы 1,5 м дейінгі (LMR-400 кабелі үшін кабель ұзындығы қысқа кабельдер арқылы ұзартылуы мүмкін) жоғары жиілікті кабельге қосылған.

ODU үш моноблокта - бір қабылдағыш / бір таратқыш (1x1), екі қабылдағыш / бір таратқыш (2x1) және төрт қабылдағыш / екі таратқыш (4x2) арқылы қол жетімді.

ODU-GDI үшін түрлі нұсқалар бар. Осылайша, бір NIS төрт 1x1 ODUs (4 қабылдау каналына 4 тарату арнасы) немесе 2x4 ODU (2 x 4 арналар) арқылы қосылуы мүмкін (2.9-сурет).



Сурет 2.9 - Сыртқы қолжеткізу құрылғысының радио блоктарын қосу нұсқасы

## 2.5.4 Абонентті жабдық

Қазақстандағы телекоммуникация рыногының дамуының негізгі бағыттары жаһандық телекоммуникациялық технологияларды дамытуға байланысты: жоғары жылдамдықпен деректерді беру, клиенттерге қызмет көрсету сапасын арттыру, қызмет көрсету секторын кеңейту.



Сурет 2.10 - Телекоммуникациялық қызметі нарығын дамытуда

MiFi Wi-Fi кіру нүктесі ретінде жұмыс істейтін шағын сымсыз модем. Ол мобильді байланыс операторының ұялы желісіне қосылады, содан кейін Wi-Fi арқылы Интернетке кіруді таратады. Жабдықтың радиусы шамамен 10 метрді құрайды. SIM картасын орнатып, модемді қосқаннан кейін құрылғы жұмысқа дайын. MiFi интернетке автоматты түрде қосылып, WIFI-ды таратуды бастайды. Содан кейін Wi-Fi-ды ноутбук, планшет немесе компьютерде конфигурациялау керек. Wi-Fi желісіне қосылған кезде құпия сөзді енгізу қажет. Батареядағы жапсырмада сақталған пароль әр құрылғы үшін бірегей болып табылады.

Көптеген басқа желілердің үлгілері үшін пайдаланушы өз құрылғымен Интернетке қосылу үшін бағдарламалық жасақтаманы орнату керек. LTE модемі әдеттегідей талап етпейді. Қосылу автоматты түрде жасалады.



Сурет 2.11 - USB модем, MiFi және планшеттік компьютер қол жетімді

#### ZTE MF823 USB-модемi «2Gb» тарифi

USB модемi драйвердi орнатуды және қосымша параметрлердi қажет етпейдi, егер компьютерде / ноутбукте модем орнатылмаған болса, дискiдегi «Менiң компьютерiм» қалтасында пайда болатын бағдарламалық жасақтаманы автоматты түрде орнатыңыз. Қалыпты модем қосылымымен модемдi қосқанда, жабдық интернетке автоматты түрде қосылады.

USB-модем пайдаланушыға бағдарламалық жасақтаманы орнатуды талап етпей ноутбукке және компьютерлерге кез-келген операциялық жүйемен қосылады. USIM картасын модемге қосып, оны USB порты арқылы жалғасаңыз, сiз интернетке автоматты түрде қосыласыз.



Сурет 2.12 - USIM карталары, USB-порт

BreezeMAX 4Motion (Sre) компаниясымен бiрге соңғы тұтынушы құрылғыларының бiрнеше нұсқасы ұсынылады, бұл операторларға бизнес пен тұрғын үй секторындағы әртүрлi тұтынушыларға тиiмдi қызмет көрсетуге мүмкiндiк бередi. Серияның 4-шi шығарылымы қол жетiмдi: BreezeMAX PROMPE CPE сыртқы (сыртқы және iшкi модульдермен),

сондай-ақ PC Card және USB Dangle үлгілерін сыртқы орнату үшін BreezeMAX 4Motion Si қондырғылары.

BreezeMAX 4Motion PRO - кірістірілген абоненттік интерфейс (IDU) және сыртқы (ODU) модульдер. Сыртқы модуль барлық белсенді компоненттерден тұрады және жақсартылған жазық антеннаға ие. 2 нұсқада - Intel Chipset (RD2) және Vaset негіздері шығарылды. Ішкі және сыртқы модульдер деректерді Ethernet кабелі арқылы алмастырады. Ethernet таратқышы осы кабельді күйді бақылауды, -IDU басқару және қуатын (54В) бақылау үшін пайдаланады. Сыртқы модульдер 2, 3, 2.5 және 3.5 ГГц жиілік жолақтарында қол жетімді. Жиіліктерді анықтау үшін бірнеше идентификатор модульдері автоматты түрде жасалады.

PRO CPE модулі түрлі желілік интерфейс кескіні конфигурацияларымен қол жетімді. Стандартты IEEE 802.3 Ethernet 10/100-BaseT (RJ 45) интерфейсі дербес компьютерге және жазылушыларға арналған деректер ағындарына қосылады, сондай-ақ SS 2 дауыстық пошта портын (RJ-11) қамтиды. Сондай-ақ, Wi-Fi модулі де бар (802.11b / g ауқымды кіру нүктесі).

BreezeMAX 4Motion Si - бұл соңғы пайдаланушыға орнатылған, компьютерге тікелей жалғанатын (қосуға және ойнауға) арналған шағын тасымалданатын құрылғы және SIM картасын немесе арнайы құрылғыны пайдалану арқылы іске қосылады. Бұл абоненттік құрылғы PRO. Портативті абоненттік станция Intel RD2 чипі мен Vaset компаниясының 2-нұсқасында шығады. Бірінші жағдайда құрылғы корпусының астында орналасқан 6 антеннасымен жабдықталған. Қабылдау чипі барлық бағыттардан 2 бағыт антеннасымен жабдықталған.

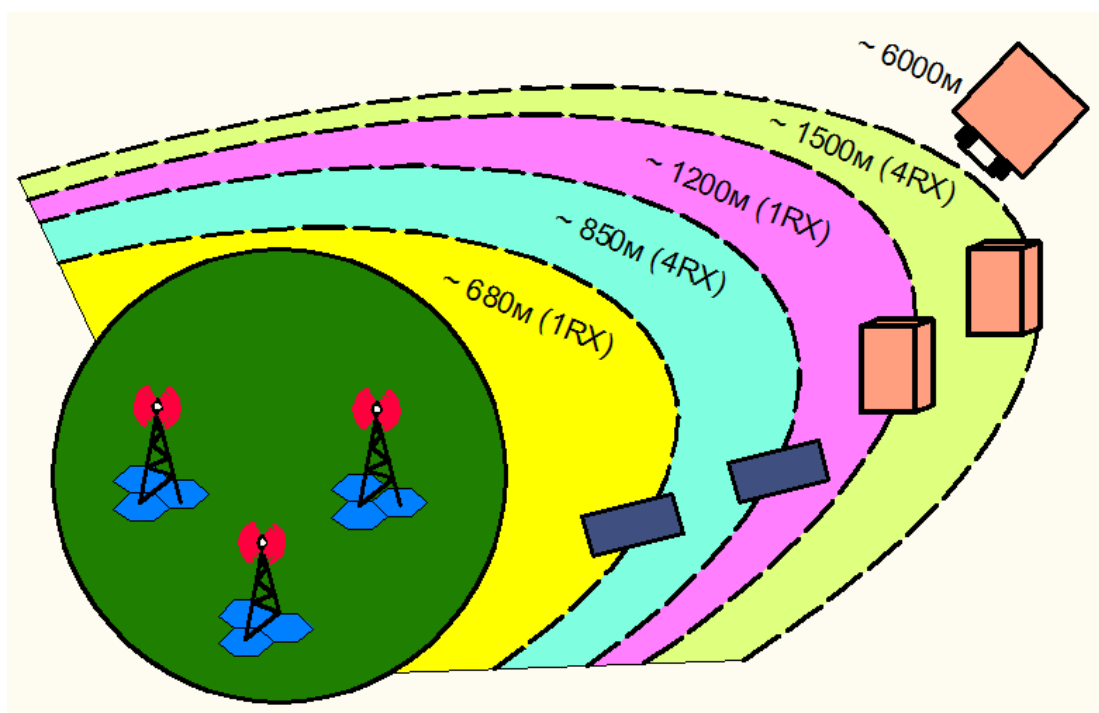
BreezeMAX құрылғыларының бірнеше нұсқасы шығарылды (әрбір 2.3 2.3 Motion Si диапазонында, 2.5 және 3.5 ГГц); олардың барлығы IEEE 802.3 Ethernet 10/100-BaseT (RJ-45 порттары, порттар 1-4). Жергілікті қол жеткізу үшін құрылғы IEEE 802.11b / g модулімен және VoIP таратылымдары үшін дыбыстық шлюзмен міндетті емес.

2009 жылдың ортасында BreezeMAX 4Motion BS-мен үйлесімділікке тестіленген USB құрылғыларының бірнеше маркері болды. US210 Quanta компьютерлерінен AWB және Wu211 шығарған.

US210 - WiMAX USB компьютер адаптері. Адаптер IEEE 802.16e стандартымен толығымен үйлесімді және 130 км / с жылдамдықтағы мобильді сымсыз байланыстарды толығымен қолдайды. Құрылғы соңғы пайдаланушымен орнатылып, жөнделеді, алынбайтын арнадағы номиналды жылдамдығы 33 Мбит / с дейін, ол жиіліктер белдеулерінде 3, 2, 5 және 3,5 ГГц. Жобалық қуаты 23 дБм, ал антеннаның пайдасы 2 дБ, ол изотоптық қуаттан алынған 1 таратқыш және 2 антенналар арқасында MG20 US210 технологиясын қолдайды. Энергияны тұтыну - 2,4 В. Антеннаның заряды - 23 дБ.

WiMAX адаптері WU211 Quanta компьютерлерімен жоғарыда сипатталған құрылғыға ұқсас және 2.496, 2, 69 ГГц жолағында жұмыс

істейді. Максималды антеннаның шығу қуаты:  $23 \pm 1$  дБм, 2 дБ изотоптық қуаты бар антенналық кіріс.



Сурет 2.13 - Әр түрлі абонентті құрылғыларына типтік қызмет көрсетулердің аймақтары

БС қамту аймағы және абоненттік бірліктің өткізу қабілеттілігіне байланысты емес, бірақ абоненттік бөлімнің түрі мен жұмыс жағдайына байланысты (жердің түрі мен типі) (2.10-сурет). Олар жұмыс қашықтыққа және көруге елеулі әсер етеді. Тікелей тұрғыдан теориялық қашықтығы 54 км құрайды, ал практикалық тұрғыдан 30 м өткізу қабілеттілігінен 3 Мбит / с-дан алынады.

## 2.6 Талдықорған қаласында ALTEL 4G технологиясын ұйымдастырылатын желілерге сипаттама

Талдықорған қаласы 1854 жылы құрылды, жалпы ауданы 339,36 шаршы километр, халық саны 850 мың адам.

Талдықорған ірі әкімшілік, өнеркәсіптік және мәдени орталық және элиталық қалалардың бірі. Қазіргі кезде Талдықорған - бұл әлеуметтік-экономикалық бизнес орталығы. Ол Қазақстанның ірі қалаларының бірі болып саналады. Телекоммуникация қызметтерінің көлемі артып келеді. 2013 жылы байланыс компанияларының үлесі 7844,4 млн грн құрады. теңгені құрады, бұл 2012 жылмен салыстырғанда 21,7% артық. Халыққа көрсетілген қызметтердің үлесі 79,2% -ды құрады.



Жақында Интернет желісіне қол жеткізуден түскен кіріс (9,6%) өсті. Дегенмен, жалпы табыстың негізгі үлесі халықаралық және қалааралық телефон байланысы (59,1%), жергілікті телефон байланысы (31,2%) және почта қызметтері (8,5%) құрайды.

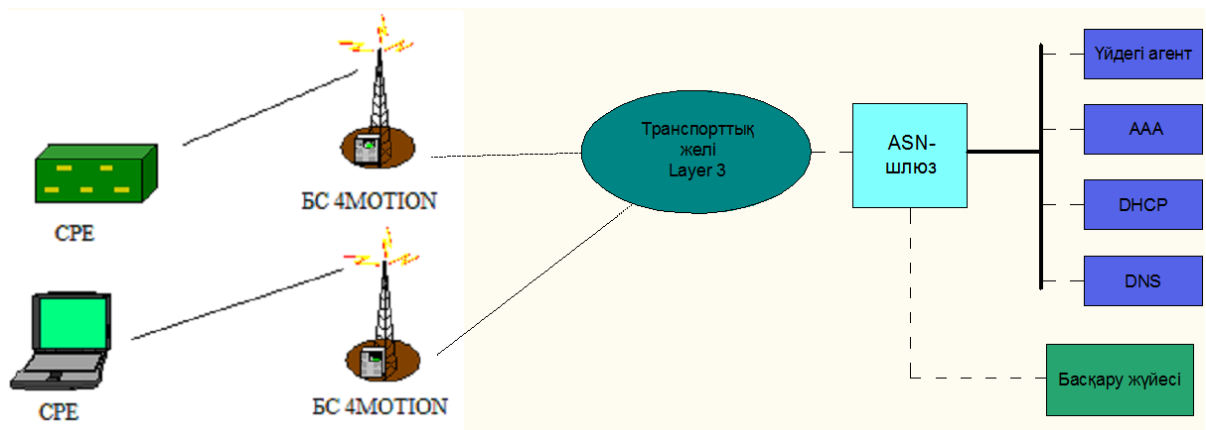
Ресейлік Comstar-UTS компаниясы WiMAX технологиясын тұтынушы үшін кең жолақты WiMAX қатынасын ұсынатын конвергенттік сервис деп атады. Кең жолақты кең жолақты қатынаудың ең ірі жеткізушісі ретінде компания желіге сымсыз немесе көшеде қол жеткізуге тырысады. Comstar-UTS компаниясы Intel корпорациясымен бірлесіп мобильді WiMAX технологиясын дамыту стратегиясын іске қосты. Комарс-УТС Темиртауда 5 базалық станция орнатқан.



Сурет 2.14 - Талдықорған қаласындағы базалық станцияның қамту аймақтары

Comstar-UTS желісі стандартты WiMAX архитектурасы. Бірінші кезең Талдықорған қаласын толықтай қамтамасыз ететін 5 базалық станциядан тұрады, екінші кезеңде базалық станциялардың санын көбейтеміз.

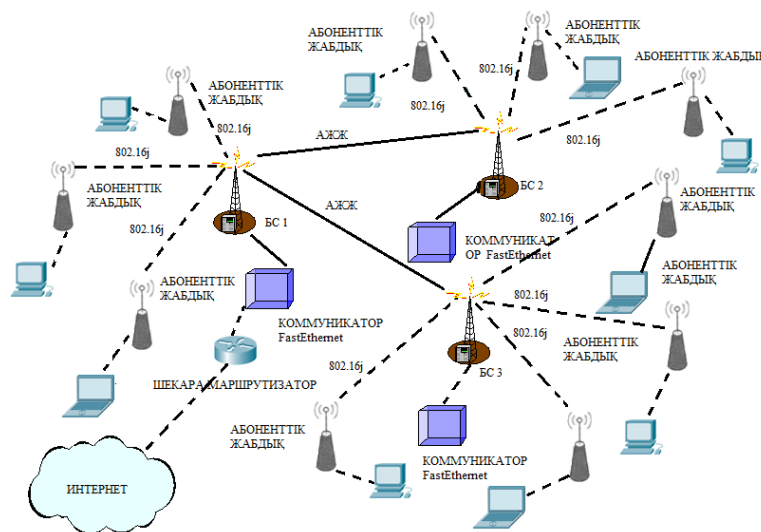




Сурет 2.15 - “Комстар-ОТС” компаниясы ұялы WiMAX – желілерінің архитектурасы

Бір КО секторында 512 абоненттік құрылғыға қолдау көрсетеді. Егер әрбір ПУ үш секторы бар деп санасақ, теориялық тұрғыдан 7680 абонент үшін CF бірінші фазасын қарастырамыз. Дегенмен, BS-тің саны желінің өткізу қабілетін шектеу үшін ғана емес. Маңызды факторлардың бірі ASN шлюздерін және AAA авторизациялау серверлерін өндіру болып табылады.

Тиімді шешуде біз MGTS желісінде АТС-мен РТ Комар-UTS құрды. Comstar-UTS желісі үшін желіге кіру нөмірі, қызмет, алынған ақпарат және т.б. көрсетілетін биллинг жүйесі бар, ААС серверлері ақпарат алу үшін пайдаланылады. Бұл жеке абонентке жеке ақы алуға мүмкіндік береді. Сынақ операциясында көрсетілгендей, бір абоненттік арнаның өткізу қабілеттілігі шығыс трафигі үшін 15 Мбит / с дейін және 7 Мбит / с дейін жетуі мүмкін. QAM модуляциясы 5/6 кодтау жылдамдықтарында, шығыс жылдамдығы 16-QAM кезінде жүзеге асырылады. Осылайша, спектральды [15].



Сурет 2.16- - Желісінің архитектурасы

## 2.7 Жабдықтың техникалық сипаттамалары

Кесте 2.3 - Базалық станциялар жабдығының сипаттамасы

Жабдықтары	<b>BreezeMax 4 Motion</b>
Жиілік диапазондары	3400....3600 МГц
Жиілікті орнатудың кадамдары	125 кГц
Дуплексті таратудың әдістері	TDD
Көпреттік қатынау әдістері	TDMA
Модуляция сұлбалары	ODFMA,(2048,1024 және 512): QAM64-5/6, QAM16-3/4
Интерфейс стандартына сәйкестіктері	IEEE 802.16 j
Каналдың ендері	20 МГц дейін
Жиіліктердің жолақтары	3 МГц; 5 МГц; 3,5 МГц; 6 МГц; 10 МГц; 14 МГц.; 7 МГц;
Кадрдың ұзындықтары	5 мс; 8 мс; 12,5 мс; 20 мс; 10 мс;

Кесте 2.4 - Абонентті станция жабдықтарының сипаттамасы

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

## 3 Есептеу бөлімі

LTE радио желілерін жоспарлау процесінде басқа сымсыз радиоқатынау технологияларын жоспарлау процесінен бірқатар өзгешеліктер бар. Басты өзгешелік – OFDM технологиясы негізінде көп станциялық қатынаудың жаңа түрін қолдану, осыған байланысты жаңа ұғымдар пайда болады және жобалау алгоритмдері өзгереді. Радиожеліні жоспарлау процессі екі кезеңнен тұрады:

- максималды қамту ауданын қалыптастыру;
- талап етілетін сыйымдылықты қамтамасыз ету.

LTE радио желісін жоспарлау ауылдық жерде жүргізіледі, бұл абоненттер тығыздығы жоғары еместігін және базалық станцияларды әр eNB-мен барынша үлкен аумақты қамту мақсатымен бір-бірінен максимал қашықтықта орналастыру керек. Осыған байланысты тиісті жиілік диапазонындау керек. Бұл жағдайда «жиілік төмен болған сайын, радиосигналдың таралу ұзындығы жоғары болады» деген ережені негізге алу керек. 791 – 862 МГц жиілік диапазоны бұл тапсырманы орындау үшін жеткілікті. Дуплекс түрін FDD жиіліктік деп таңдаймыз.

### **3.1 Желінің өткізу қабілеттілігін және потенциалды абоненттер санын есептеу**

Желінің өткізгіштік қабілетін, немесе сыйымдылығын, белгілі бір шарттарда ұяшықтың спектралды тиімділігінің орташа мәндеріне негізделі отырып бағалайды. LTE технологиясының негізінде жобаланып отырған кең жолақты абоненттік қатынау желісінің қызметтерін тұтынатын потенциалды абоненттер санын есептей отырып, болашақта желіге түсетін жүктемені анықтауға болады. Мобильді байланыс жүйелерінің спектралды тиімділігі мәліметтер тарату жылдамдығының қолданылып отырған жиілік жолағының 1 Гц-іне қатынасы болып табылатын көрсеткішке (бит/с/Гц) тең. Спектралды тиімділік жиілік ресурсын пайдаланудың тиімділік көрсеткіші болып табылады, сонымен қатар берілген жиілік жолағында мәлімет тарату жылдамдығы ретінде сипатталады.

Спектралды тиімділік белгілі бір географиялық облыста (ұяшықта, аймақта) желінің барлық абоненттерінің мәліметтер тарату жылдамдығының жиілік жолағының 1 Гц-іне қатынасы (бит/с/Гц/ұяшық) ретінде, сонымен қатар максималды өткізу қабілеттілігінің бір жиіліктік арнаның жолақ еніне қатынасы ретінде де есептелінеді [3].

Әртүрлі MIMO конфигурациялары үшін 3GPP Release\_9 негізінде FDD дуплекстік жиіліктің түрі үшін жиілік жолағының ені 20 МГц-ке тең LTE желісі үшін орташа спектралды тиімділік 3.1 - кестеде көрсетілген.

Кесте 3.1 — LTE желісі үшін орташа спектралды тиімділік

Линия	MIMO сұлбасы	Орташа спектралды тиімділік (бит/с/Гц)
-------	--------------	--

UL	1×2	1,254
	1×4	1,829
DL	2×2	2,93
	4×2	3,43
	4×4	4,48

FDD жүйесі үшін eNB-дің бір секторының орташа өткізу қабілеттілігі арна енінің спектралды тиімділікке көбейту жолымен алынады, Мбит/с,

$$R = S \cdot W, \quad (3.1)$$

мұндағы  $S$  – орташа спектралды тиімділік (бит/с/Гц);  
 $W$  – арна ені (МГц),  $W = 10$  МГц.

DL линиясы үшін,

$$R_{DL} = 3,43 \cdot 10 = 34,3.$$

UL линиясы үшін,

$$R_{UL} = 1,829 \cdot 10 = 18,29.$$

$R_{eNB}$  базалық станциясының орташа өткізу қабілеттілігі бір сектордың өткізу қабілеттілігінің базалық станцияның сектор санына көбейту арқылы есептелінеді; eNB сектор санын 3-ке тең деп қабылдап, келесі формуламен есептейміз, Мбит/с,

$$R_{eNB} = R_{DL/UL} \cdot 3 \quad (3.2)$$

DL линиясы үшін,

$$R_{eNB.DL} = 34,3 \cdot 3 = 102,9.$$

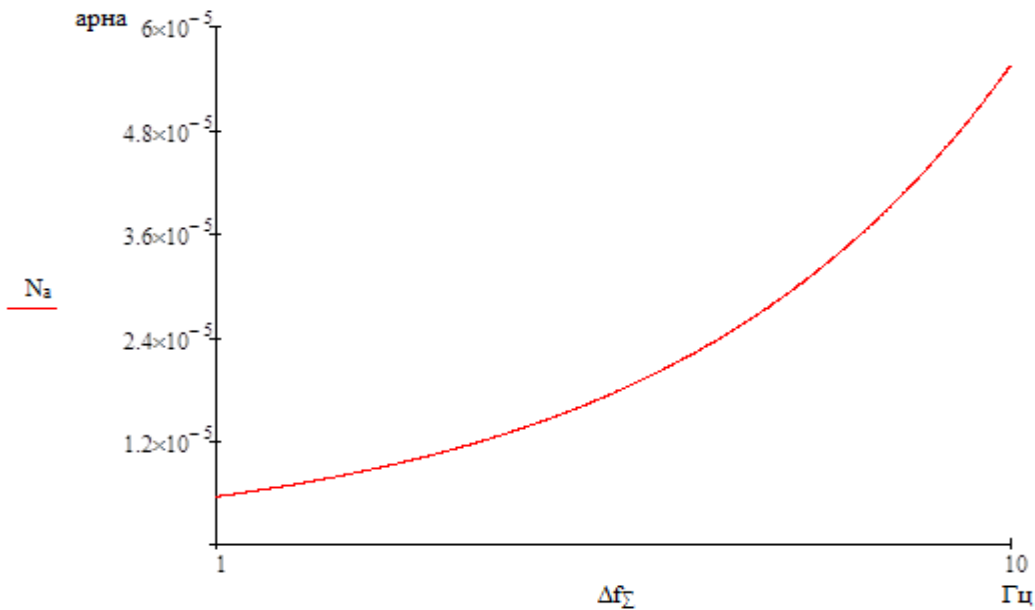
UL линиясы үшін,

$$R_{eNB.UL} = 18,29 \cdot 3 = 54,87.$$

Келесі кезеңде жобаланатын LTE желісінде ұяшық саны анықталады. Желідегі ұяшық санын есептеу үшін жобаланатын LTE желісін өрістету үшін белгіленген арналардың жалпы санын анықтау керек.  $N_a$  арналардың жалпы саны келесі формуламен анықталады:

$$N_a = \left\lceil \frac{\Delta f_s}{\Delta f_a} \right\rceil, \quad (3.3)$$

мұндағы  $\Delta f_{\Sigma}$  - 71 МГц-ке тең желі жұмысына берілген жиілік жолағы;  
 $\Delta f_a$  – бір радиоарнаның жиілік жолағы; LTE желілерінде радиоарна ретінде жиілік ені 180 кГц-ке тең РБ ресурс блок  $\Delta f_a = 180$  кГц түсініледі.



Сурет 3.1 – Арналардың жалпы санының жиілік жолағына тәуелділік графигі

3.1 - суретте арналардың жалпы санының жиілік жолағына тәуелділік графигі көрсетілген. Графикке көз салсақ,  $N_a$  арналардың жалпы саны  $\Delta f_{\Sigma}$  желі жұмысына берілген жиілік жолағына тура пропорционал өседі:

$$N_a = \frac{71000}{180} \approx 395 \text{ арна.}$$

Кейін бір ұяшықтың бір секторында абоненттерге қызмет көрсету үшін керекті  $N_{a.сек}$  арналар санын анықтаймыз, арна.

$$N_{a.сек} = \frac{N_a}{(N_{кл} \cdot M_{сек})}, \quad (3.4)$$

мұндағы,

$N_a$  – арналардың жалпы саны;

$N_{кл}$  – eNB секторлар санын есепке ала отырып таңдалған кластер өлшемділігін 3-ке тең;

$M_{сек}$  – eNB секторлар саны, 3-ке тең.

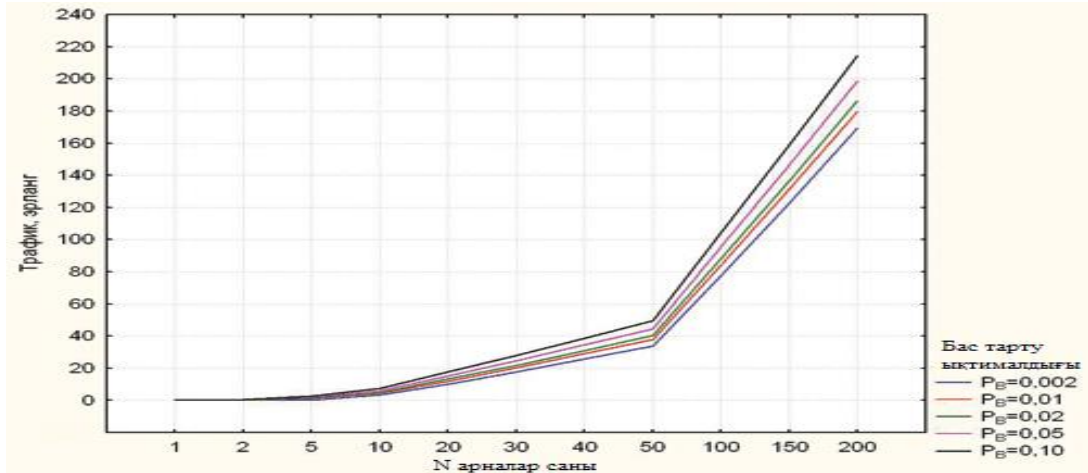
$$N_{a.сек} = \frac{395}{(3 \cdot 3)} \approx 44.$$

Бір ұяшықтың бір секторындағы трафик арналарының санын  $N_{a.т.сек}$  анықтаймыз. Трафик арналарының саны келесі формуламен есептелінеді:

$$N_{a.m.сек} = N_{a.ml} \cdot N_{a.сек}, \quad (3.5)$$

Мұндағы  $N_{a.ml}$  – радиокатынау стандартымен белгіленетін (OFDMA үшін  $N_{a.ml} = 1...3$ ) бір радиоарнадағы трафик арналарының саны; LTE желісі үшін  $N_{a.ml} = 1$  болады.

$$N_{a.m.сек} = 1 \cdot 44 = 44.$$



Сурет 3.2 — Сектордағы рауалы жүктеменің трафик арналарының саны мен тұйықталу ықтималдылығына тәуелдік графигі

3.2 - суретінде график түрінде бейнеленген Эрланг моделіне сәйкес жоғарыда есептелген  $N_{a.t.сек}$  мәні мен 1%-ке тең тұйықталу ықтималдығының рауалы мәні кезінде бір ұяшықтың секторында  $A_{сек}$  рауалы жүктемені анықтаймыз.  $A_{сек} = 50$  Эрл екенін анықтаймыз.

Бір eNB-мен қызмет көрсетілетін абоненттер саны келесі формуламен анықталады, абонент.

$$N_{аб.eNB} = M_{сек} \cdot \frac{A_{сек}}{A_1}, \quad (3.6)$$

мұндағы,

$A_1$  – бір абоненттен келіп түсетін трафиктің барлық түрлері бойынша орташа абоненттік жүктеме;

$A_1(0,04...0,2)$  Эрл мәндерге ие бола алады. Жобаланатын желі жоғары жылдамдықты мәліметтермен алмасу үшін пайдаланылғандықтан,  $A_1$  мәнін 0,2-ге тең деп аламыз [15].

Қорыта келгенде:

$$N_{аб.eNB} = 3 \cdot \frac{50}{0,2} \approx 750.$$

Жобаланатын LTE желісінде eNB базалық станцияларының саны келесі формуламен есептелінеді:

$$N_{eNB} = \frac{N_{аб}}{N_{аб.eNB}} + 1, \quad (3.7)$$

мұндағы  $N_{аб}$  – потенциалды абоненттер саны.

Потенциалды абоненттер саны барлық тұрғындар санының 20%-ын құрайды. Талдықорған қаласына округтің тұрғындарының жалпы саны 20000 адамды құрайды. Осылайша, потенциалды абоненттер саны 4000 адамды құрайды, сол кезде:

$$N_{eNB} = \frac{4000}{750} + 1 \approx 7 \text{ станция.}$$

Жобаланатын желінің  $R_N$  жоспарланатын орташа өткізу қабілеттілігін eNB санын eNB-дің орташа өткізу қабілеттілігіне көбейту жолымен анықтаймыз. Формула келесідей түр қабылдайды, Мбит/с,

$$R_N = (R_{eNB.DL} + R_{eNB.UL}) \cdot N_{eNB}, \quad (3.8)$$

$$R_N = (102,9 + 54,87) \cdot 7 \approx 1104,39.$$

Бір абоненттің ҮЖС-де ортақ шамаланған трафигін анықтаймыз:

$$R_{T.ЧНН} = \frac{T_{ОР} \cdot q}{N_{ЧНН} \cdot N_D}, \quad (3.9)$$

мұндағы  $T_{ОР}$  - бір айда бір абоненттің орташа трафигі,

$$T_{ОР} = 30 \text{ Гбайт/ай};$$

$q$  – ауылдық жерлер үшін коэффициент,  $q = 2$ ;

$N_{ЧНН}$  – бір күн ішіндегі ҮЖС саны,  $N_{ЧНН} = 7$ ;

$N_D$  – бір айдың ішіндегі күн саны,  $N_D = 30$ .

$$R_{T.ЧНН} = \frac{30 \cdot 2}{7 \cdot 30} = 0,286.$$

ҮЖС-де жобаланатын желінің  $R_{ж/ЧНН}$  жалпы трафигін келесі формуламен анықтаймыз, Мбит/с,

$$R_{ж/ЧНН} = R_{т.ЧНН} \cdot N_{бел.аб}, \quad (3.10)$$

мұндағы  $N_{бел.аб}$  – желідегі белсенді абоненттер саны; желідегі белсенді абоненттер саны  $N_{аб}$  потенциалды абоненттердің жалпы санының 80%-ін құрайды деп анықтаймыз, яғни  $N_{бел.аб} = 3200$  абонент.

$$R_{жс/чнн} = 0,286 \cdot 3200 = 914,286.$$

Осылайша,  $R_N > R_{жс/чнн}$ . Бұл шарт жобаланатын желі ҮЖС-де шамадан тыс жүктемеге тап болмайды [4].

LTE желісіндегі базалық станцияның өткізу қабілеттілігін есептеу үшін басында мәліметтерді ұйымдастыру құрылымымен танысу керек. Уақыт облысында мәліметтер он миллисекундалық (Radio frame) радиоұяшықтарда ұйымдастырылған. Әр мұндай ұяшықтар он бір-миллисекундалық (Subframe) ішкі ұяшықтардан тұрады. Ал олар өз кезегінде 0,5 мс ұзақтықты екі слотқа бөлінеді. Жиілік облысында мәліметтер 12 (Sub-carrier) ішкі тасымалдаушылар топтарына топтастырылған, әр қайсысы 15 кГц диапазонына ие, бұл сомада бір топқа 180 кГц-ті береді. Бір слот ұзақтықты он екі ішкі тасымалдаушылардан тұратын топ ресурстық блок (Resource Block) деп аталады. LTE желісінде ең кіші ресурстық бірлік бір слот ұзақтықты бір ішкі тасымалдаушы болып табылады және ресурстық элемент (Resource Element) деп аталады. Қорғаныс интервалының (CyclicPrefix) түріне байланысты – қалыпты немесе ұлғаймалы, бір ресурстық блок сәйкесінше 84 немесе 72 ресурстық элементтерден тұрады. Модуляциялық техникасына байланысты бір ресурстық элемент алдында айтылғандай QPSK үшін 2 биттен, 16QAM үшін 4 биттен және 64QAM үшін 6 биттен тұруы мүмкін [7].

Осылайша, осы мәліметтер негізінде базалық станцияның максимал теориялық өткізу қабілеттілігін есептеу мүмкін. Егер біз базалық станцияға 64QAM модуляциясын және Cyclic Prefix стандартты қорғаныс интервалын қолдануына, 100 ресурстық блокқа сәйкес келетін 20 МГц максимал жиілік диапазоны бөлінді деп болжасақ, мәліметтер тарату жылдамдығын төмендегіше есептеуге болады. Әр 100 ресурстық блок 84 ресурстық элементтерден тұрады, олардың әрқайсысы өз кезегінде өзінде 6 бит ақпарат тасымалдайды. Ресурстық элемент ұзақтығы – 0,5 мс. Осылайша, базалық станцияның мәліметтерді тарату жылдамдығын есептейміз, Мбит/с,

$$R = (N_{PB} \cdot N_{PE} \cdot N_a) / t_{PE}, \quad (3.11)$$

мұндағы  $R$  – мәліметтерді тарату жылдамдығы, Мбит/с;

$N_{PB}$  – ресурстық блоктар саны;

$N_{PE}$  – ресурстық элементтер саны;

$N_a$  – ақпарат мөлшері, бит;

$t_{PE}$  – ресурстық элемент ұзақтығы, мбит/с [6].

$$R = (100 \cdot 84 \cdot 6) / 0,5 = 100,8 \text{ мс}$$

Алайда, бұл есептеуде барлық берілетін биттер, оның ішінде қателерді түзету жүйесінің (FEC) басқару биттері және базалық станциямен берілетін басқару ақпаратының биттері, ескерілгендіктен, есептелген мәліметтер



тарату жылдамдығы пайдалы тарату жылдамдығынан асып түседі [6].

Мәліметтер таратудың лездік тұтынушылық жылдамдығы тұтынушыға бөлінген ресурстық блоктар санына, қолданылып отырған модуляцияға және кодтау дәрежесіне байланысты болады.

Кесте 3.2 – Базалық станцияның өткізу қабілеттілігінің көрсеткіштері

Параметр	Минимал мән	Мәні	Максима л мәнi
Ресурстық блоктар саны	6	15	100
Жиіліктік диапазон, МГц	1,4	3	20
Модуляция		QPSK	
Белгідегі биттер саны		2	
Кодтау дәрежесі		1/3	
Белгідегі ақпараттық биттер саны		0,667	
Қорғаныс интервалы		қалыпты	
Ресурстық блоктағы ресурстық элементтер саны		84	
PHSSH басқару белгілерінің саны	1	1	4
Сипаттамалық белгілер саны	8	8	24
Бір ресурстық блоктағы тұтынушы ақпаратына арналған ресурстық элементтер саны		74	
Өткізу қабілеттілігі, Мбит/с		1,48	

3.2 - кестесінде он бес ресурстық блокқа тең он бес ресурстық блокқа тең 3 МГц жиіліктік диапазонына ие базалық станцияның өткізу қабілеттілігінің көрсеткіштері көрсетілген. 1/3 кодтау дәрежелі QPSK модуляциясы қолданылады деп болжасақ, берілген базалық станцияның өткізу қабілеттілігі 1,48 Мбит/с құрайды. Базалық станция өз қарамағында он бес ресурстық блоктарға сәйкес жиілік жолағына ие бола отырып, бір мезгілде әрқайсысына бір ресурстық блок бөліп берумен максимум он бес абонентке қызмет көрсете алады. Осылайша, әр тұтынушыға шамамен 100 кбит/с мәліметтер тарату жылдамдықты арна беріледі.

Белгілі бір ресурстар саны базалық станциямен басқару ақпаратына беріледі. Осылай, PDCCH (Physical Downlink Control Channel) логикалық арнасына әр ішкі ұяшықтың бірінші слотында бірден үшке дейін (1,4 МГц минимал жиілік диапазоны жағдайында екіден төртке дейін) белгілер бөлініп берілуі мүмкін. Осылайша, басқару ақпараты бір ресурстық блокта барлық ақпараттан 7,14% – 28,5% алуы мүмкін.

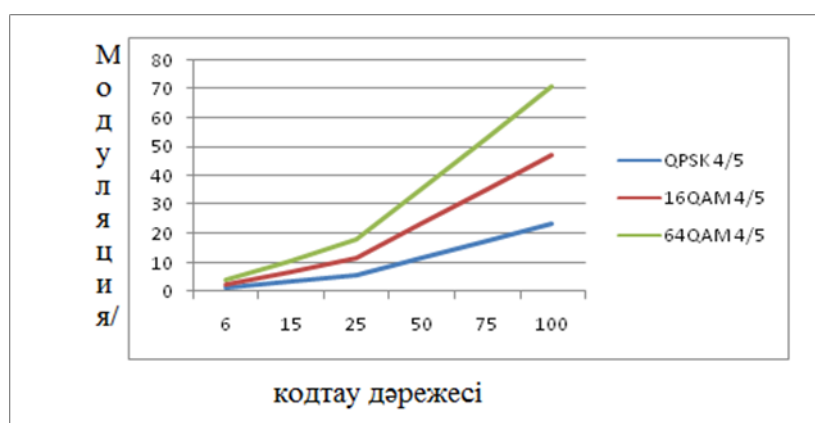
Сондай-ақ ресурстар ресурстық блок бойынша бір қалыпты бөлініп берілген сипаттамалық белгілерге де бөлінеді және өзінде базалық станция жайлы ақпаратты тасымалдайды. Осындай белгілер саны 8, 12 немесе 24 құрауы мүмкін, нәтижесінде бір ресурстық блокта барлық белгілер санынан

4,8% – 14,3% алады [16].

3.3 - кестеде базалық станцияның әртүрлі жиілік диапазонына және фиксирленген кодтау дәрежесімен модуляциялық техникасына байланысты өткізу қабілеттілігі көрсетілген.

Кесте 3.3 – Базалық станцияның қолданылатын модуляцияға және кодтау дәрежесіне байланысты өткізу қабілеттілігі

Модуляция/кодтау дәрежесі	Ресурстық блоктар саны					
	6	15	25	50	75	100
QPSK 4/5	1,31	3,55	5,92	11,84	17,76	23,68
16QAM 4/5	2,61	7,1	11,84	23,68	35,52	47,36
64 QAM 4/5	3,92	10,66	17,76	35,52	53,28	71,04



Сурет 3.3 – Кодтау дәрежесі мен модуляциялық техникасының өткізу қабілеттілігіне әсері

3.3 - суретте кодтау дәрежесі мен модуляциялық техникасының өткізу қабілеттілігіне әсері көрсетілген. Қорыта айтып кетсек, ресурстық блоктар санының өткізу қабілеттілігіне тәуелділік графигі QPSK басқа модуляция түрлерінің арасында ең жақсы мәліметтерді тарату жылдамдықтарының көрсеткіштерін көрсетіп отыр.

Кестеден көретіндей, мәлімет таратудың максимал мүмкін жылдамдығы шамамен 71 Мбит/с құрайды, бұл 100 Мбит/с мәлімделген максимал жылдамдықтан шамамен 30%-ке кем. Бұл шамамен ресурстардың үштен бірі тарату кезіндегі тұтынушы ақпаратын зақымданудан сақтау және жұмыс істеу радиусі ішіндегі барлық тұтынушыларға базалық станциямен берілетін басқару ақпараты үшін қолданылатынын білдіреді.

### 3.2 Бөлімшедегі жалпы өшулікті есептеу

Дипломдық жобалаудың келесі кезеңінде «Cisco ME 3600X 24CX» коммутаторымен «Cisco 7603 OSR» маршрутизаторы арасындағы жобаланатын транспорттық желінің бөлімшелерінің бірінде жалпы өшулікті анықтаймыз. Желі бөлімшесіндегі  $a_{\Sigma}$  жалпы жоғалтулар келесі формуламен есептеледі, дБ,

$$a_{\Sigma} = n_{a.к} \cdot a_{a.к} + n_{a-м.к} \cdot a_{a-м.к} + a_m + a_y, \quad (3.12)$$

мұндағы  $n_{a.к}$  – ажырайтын қосылыстар саны,  $n_{a.к} \approx 3$ ;  
 $a_{a.к}$  – ажырайтын қосылыстардағы жоғалтулар,  $a_{a.к} \approx 0,6$  дБ;  
 $n_{a-м.к}$  – ажырамайтын қосылыстар саны;  
 $a_{a-м.к}$  – ажырамайтын қосылыстардағы жоғалтулар,  $a_{a-м.к} \approx 0,02$  дБ;  
 $a_m$  – оптикалық талшықтың өшулігінің температуралық өзгеруіне рұқсат етілген шек,  $a_m = 1$  дБ;  
 $a_y$  – уақыт бойынша құрауыштар сипаттамаларының өзгеруіне рұқсат етілген шек,  $a_y \approx 5$  дБ [11].

Ажырамайтын қосылыстар саны келесі формуламен есептеледі:

$$n_{a-м.к} = \frac{L_{\sigma}}{L_{к.у}} - 1, \quad (3.13)$$

мұндағы  $L_{\sigma}$  – бөлімше ұзындығы,  $L_{\sigma} \approx 9$  км;  
 $L_{к.у}$  – кабельдің құрылыстық ұзындығы,  $L_{к.у} = 2$  км [12].

$$n_{a-м.к} = \frac{9}{2} - 1 \approx 3,$$

$$a_{\Sigma} = 3 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,02 + 1 + 5 \approx 7,8 \text{ дБ}$$

«Cisco ME 3600X 24CX» коммутаторы мен «Cisco 7603 OSR» маршрутизаторы арасындағы жобаланатын транспорттық желінің бөлімшелердің бірінде жалпы өшулік 7,8 дБ-ге тең болды.

### 3.3 Электр қуаттандыру жабдығының параметрлерін есептеу

Дипломдық жобаның бұл бөлімінде тұтыну қуатын, айнымалы тоқтың үзіліссіз қуаттандыру көзін және автоматты сөндіргіштердің және есепке алу топтарын есептеу жұмыстары жүргізіледі.

3.3.1 Тұтыну қуатын есептеу. Айнымалы тоқтың ( $P_{AC}$ ) қуатын табу үшін ( $P_{DC}$ ) тұрақты тоқтың қуатын түзеткіш қондырғылардың (ПӘК) пайдалы әсер коэффициентіне (0,8 – 0,9) бөлу керек. Тұтыну қуатын есептеу

үшін бастапқы деректер 3.4 - кестеде көрсетілген.

Кесте 3.4 – Қуатты есептеу үшін бастапқы деректер

Жабдық	Саны, дана	Тұтыну қуаты, Вт	$P_{AC}/P_{DC}$
«Flexi Multiradio» (PM) радиомодулі	3	790	$P_{AC}$
«CiscoME 3600 X 24CX» (KOM) коммутаторы	1	228	$P_{DC}$

Айнымалы токтың ( $P_{AC}$ ) қуатын келесі формуламен есептейміз, Вт,

$$P_{AC} = P_{DC}/0,8, \quad (3.14)$$

$$P_{KOM} = 228/0,8 = 285.$$

Жабдықпен тұтынылатын РЖ жалпы қуатын табу үшін келесі формуланы пайдаланымыз:

$$P_{Ж} = P_{PM} + P_{KOM}; \quad (3.15)$$

мұндағы  $P_{PM}$ – радиомодуль тұтынатын қуат, Вт,  
 $P_{KOM}$ – коммутатор тұтынатын, Вт [14].

$$P_{Ж} = 790 + 285 = 1075.$$

$I_{Ж}$  жүктеме тоғының мәні келесі формуламен есептеледі, А,

$$I_{Ж} = P_{Ж}/U_{К}, \quad (3.16)$$

мұндағы  $U_{К}$  – қуаттандыру кернеуінің мәні,  $U_{К} = 220$  В,

$$I_{Ж} = 1075/220 = 4,8.$$

Айнымалы токтың үзіліссіз қуаттандыру көзін есептеу. Байланыстың жобаланатын сұлбасы электр қоректенудің екінші санатына жатады. Екінші санатқа электр энергиямен қамтамасыз етудегі үзіліс тұрғындардың елеулі санының қалыпты қызмет етуінің бұзылуына әкеп соқтыратын байланыс жүйелері жатады.

Электрқуаттандырудың екінші санатты байланыс жүйелері үшін номиналды ауытқудан қуаттандыру кернеуінің рауалы ауытқуы және қоректенудің рауалы қалпына келу уақыты бойынша электр энергиямен қамтамасыз ету сенімділігіне қойылатын талаптар электрқуаттандырудың бірінші санатына сияқты онша қатты емес. Сондықтан оларға қалпына келтіру уақытына үзіліссіз қуаттандыру көздерінен қосымша қуаттандыру

және кернеуді тұрақтандыру шаралары жүргізілмейді.

Үзіліссіз қуаттандыру көзі төрт сағат ішінде жабдықтың автономды жұмысын қамтамасыз ету керек.

Базалық станцияны электр қуаттандырудың осы берілген сұлбасында аккумуляторлардың батареяларын (On Line) тұрақты қосылдырып тұратын қызметі бар айнымалы тоқтың үзіліссіз қуаттандыру көзі қолданылады. Берілген үзіліссіз қуаттандыру көздерінде кіріс кернеу түзетіледі және аккумуляторлық батарея мәніне дейін төмендетіледі. Дәл осы кернеу ендік-импульстік модуляциялау жолымен тұрақтандырылған синусоидалды кернеу қалыптасатын инвертордың кірісіне түседі [14].

Шартты ортаның 25°C температурасы мен қуатсыздандудың төрт сағатты режимі іске келтірілген  $C$  аккумуляторлардың қажетті сыйымдылықты келесі формуламен есептейміз:

$$C = \frac{I_{ж} \cdot t_{к}}{(\eta_{0} + k_t \cdot (t_{0} - t_{э}))}, \quad (3.17)$$

мұндағы  $C$  – аккумулятордың номиналды сыйымдылығы;  
 $I_{ж}$  – жүктеме тоғы;  
 $t_{к}$  – қуатсыздану уақыты;  
 $\eta_{0}$  – сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициенті;  
 $t_{э}$  – электролит температурасы;  
 $k_t$  – аккумулятордың сыйымдылығының температуралық коэффициенті.

Қуатсыздану тоғын  $I_{куам/c}$  келесі формуламен анықтаймыз:

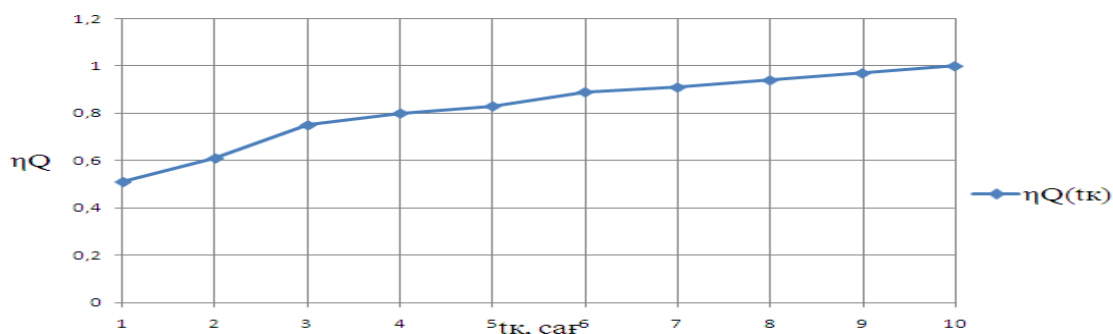
$$I_{куам/c} = I_H = 4,8 \quad (3.18)$$

Сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициентін  $\eta_{0}$  3.5 - кестеден анық-таймыз.

Кесте 3.5 – Сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициент мәні

$t_{к}, \text{сағ}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$\eta_{0}$	1	0,97	0,94	0,91	0,89	0,83	0,8	0,75	0,61	0,51

Сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициент мәнін уақытқа тәуелділік графигін 3.4 - суретте көрсетеміз.



Сурет 3.9 – Сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициентінің уақытқа тәуелділік графигі

3.9 - суретте сыйымдылық бойынша қайтарым коэффициентінің уақытқа тәуелділік графигі көрсетілген. Қорытындыласақ, қайтарым коэффициенті уақытқа тура пропорционал.

Қуатсыздану уақыты төрт сағат болғандықтан,  $\eta_Q = 0,8$ .

Аккумулятордың сыйымдылын  $C$  анықтаймыз:

$$C = \frac{4,8 \cdot 4}{0,8 \cdot (1 + 0,008 \cdot (25 - 20))} = 4,76 \text{ Ач.}$$

Автоматты сөндіргіштердің және есепке алу топтарын есептеу. Жоба бойынша төрт құрылғы топтары қарастырылған. Автоматты сөндіргіштер мен есепке алу топтарын есептеу үшін берілген мәліметтер 3.6 - кестеде көрсетілген.

Кесте 3.6 – Берілген мәліметтер

Топ нөмірі	Құрылғы құрамы	Тұтыну қуаты, Вт	Жүктеме тоғы $I_{Ж}$ , А
1	айнымалы тоқ ҰҚК	1050	4,8
2	жарықтандыру	300	1,4
3	желдеткіш	300	1,4
4	жылыту	400	1,8

Жүктеменің жалпы тоғы  $I_{Ж}$  мына формула бойынша есептеледі, А,

$$I_{Ж} = I_{Ж1} + I_{Ж2} + I_{Ж3} + I_{Ж4}, \quad (3.19)$$

$$I_{Ж} = 4,8 + 1,4 + 1,4 + 1,8 = 9,4$$

Осылайша, максималды қуаты 50А бар есептегіш таңдалып алынады.

Автоматты сөндіргіштің қуат көзі жүктегіш қуат көзіне қарағанда 1,25 есе көп алынады және мына формула бойынша анықталады:

$$I_{ав.сөн.қос} = I_{Ж} \cdot 1,25, \quad (3.20)$$

$$I_{ав.сөн.қос1} = 4,8 \cdot 1,25 = 3,25,$$

$$I_{ав.сөн.қос2} = 1,4 \cdot 1,25 = 1,75,$$

$$I_{ав.сөн.қос3} = 1,4 \cdot 1,25 = 1,75,$$

$$I_{ав.сөн.қос4} = 1,8 \cdot 1,25 = 2,25.$$

Алынған мәндерге байланысты 3.7 - кестеде көрсетілген автоматты сөндіргіштердің түрін таңдаймыз [13].

Кесте 3.7 – Автоматты сөндіргіштердің түрлері

Топ нөмірі	Автоматты сөндіргіштер түрі
1	ВА47 – 29 1Р 8А
2	ВА47 – 29 1Р 2А
3	ВА47 – 29 1Р 2А
4	ВА47 – 29 1Р 3А

### 3.4 Жерге тұйықтау контурін есептеу

Қорғаныстық жерге тұйықтау есептеуінің мақсаты – жерге тұйықтау кедергісінің тиісті нормасын қамтамасыз ету үшін жерге тұйықтау электродтарының санын анықтау.

Меншікті кедергісі 100 Ом ×м-ға тең топырақ үшін ( $\rho_T = 100$  Ом×м, саз үшін) қорғау жерге тұйықтаудың кедергі нормасы 4 Ом-нан аспау керек.

Осы норманы қамтамасыз ету үшін 50x50x5 қималы және 5 м ұзындықты бұрыштық болаттан жеке көп электродты жерге тұйықтау құрылғылары қолданылады.

Егер жеке жерге тұйықтауыш кедергісі нормадан асып түссе, онда көп электродты жерге тұйықтауыш қолданылады.

Жерге тұйықтауыш қондырғысының кедергісін анықтау үшін 3.21 формуласы бойынша  $R_{ж.жст}$  жеке жерге тұйықтауыштың кедергісі есептеледі:

$$R_{ж.жст} = 0,366 \frac{\rho_{есен.м}}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (3.21)$$

мұндағы  $\rho_{есен.м}$  – тік жерге тұйықтауыш үшін топырақтың есептік меншікті кедергі, Ом×м;

$l$  және  $d$  – өзектің сәйкесінше ұзындығы мен диаметрі, м;

$t$  – электродтың тереңдеуі (жер бетінен электрод ортасына дейінгі

қашықтық), м [11].

Тік жерге тұйықтауыш үшін топырақтың есептік меншікті кедергі келесі формуламен анықталады, Ом×м,

$$\rho_{есеп.м} = K_{М.Т} \cdot \rho_m, \quad (3.22)$$

мұндағы  $K_{М.Т}$  - тік электродтардың маусымдық коэффициенті ( $K_{М.Т} = 1,8$ ),

$$\rho_{есеп.м} = 1,8 \cdot 100 = 180.$$

Жерге тұйықтау кедергісіне климаттық шарттардың әсер етуін азайту үшін жерге тұйықтауыштың үстінгі бөлігін топырақта 0,7 м тереңдікте орналастырады. Демек, өзектің тереңдеуін келесі формуламен анықтауға болады, м,

$$T = (l/2) + t, \quad (3.23)$$

$$T = (5/2) + 0,7 = 3,2.$$

3.21 - формуласы бойынша жеке электродтың кедергісін  $R_{ж.жст}$  есептейміз ( $l$  ұзындығын 5 м деп аламыз;  $d = 0,05$  м):

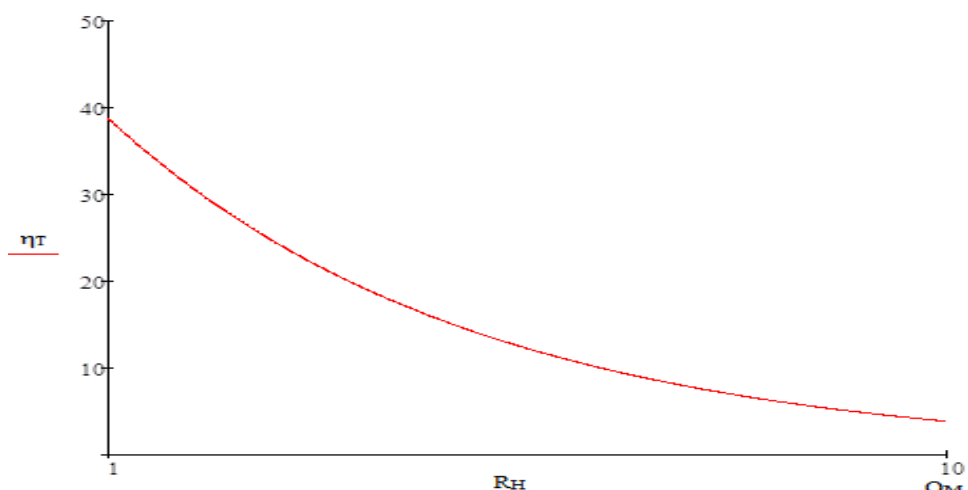
$$R_{ж.жст} = 0,366 \frac{180}{5} \left( \lg \frac{2 \cdot 5}{0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) \approx 32,94 \text{ Ом.}$$

3.24 - формуласы бойынша жалғау жолағының кедергісін есептемей тік электродтардың жуық санын есептейміз:

$$n_T = \frac{R_{ж.жст}}{R_H \cdot \eta_T}, \quad (3.24)$$

мұндағы  $\eta_T$  – тік электродтарды қолдану коэффициенті ( $\eta_T = 0,85$ );  
 $R_H$  – жерге тұйықтау құрылғысының тоғының жайылуына қарсы нормаланатын кедергі ( $R_H = 4$  Ом).





Сурет 3.5 – Тік электродтарды қолдану коэффициентінің нормаланатын кедергіге тәуелділік графигі

3.5 - суретте тік электродтарды қолдану коэффициентінің нормаланатын кедергіге тәуелділік графигі көрсетілген. Қорытындылай кетсек,  $\eta_T$  – тік электродтарды қолдану коэффициенті  $R_H$  жерге тұйықтау құрылғысының тоғының жайылуына қарсы нормаланатын кедергіге кері пропорционал болады.

Тік электродтардың жуық саны келесідей болады:

$$n_T = \frac{32,94}{4 \cdot 0,85} \approx 10,$$

Жалғау жолағының ұзындығын (тік жерге тұйықтауыштар арасындағы  $a$  қашықтығын 5 м деп аламыз) келесі формуламен анықтаймыз, м,

$$l_{Ж} = (n_T - 1) \cdot a, \quad (3.25)$$

$$l_{Ж} = (10 - 1) \cdot 5 = 45.$$

Көлденеңінен төселген тікбұрышты қималық болат жолақты жерге тұйықтауыш кедергісі келесі формуламен анықталады:

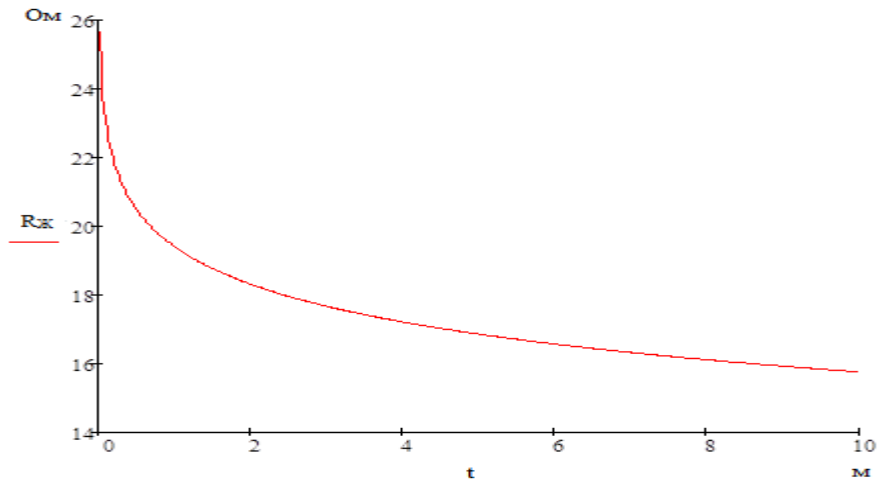
$$R_{Ж} = 0,366 \frac{\rho_{есеп.к}}{l_{Ж}} \lg \frac{2 \cdot l_{Ж}^2}{b \cdot t}, \quad (3.26)$$

мұндағы  $\rho_{есеп.к}$  - көлденең жерге тұйықтауыш үшін есептік меншікті кедергі, Ом, м;

$l_{Ж}$  – жолақ ұзындығы, м;

$b$  – жолақ ені, м ( $b=0,02$  м);

$t$  – жолақ тереңдеуінің тереңдігі, м.



Сурет 3.6 – Болат жолақты жерге тұйықтауыш кедергісінің жолақ тереңдеуінің тереңдігіне тәуелділік графигі

3.6 - суретте болат жолақты жерге тұйықтауыш кедергісінің жолақ тереңдеуінің тереңдігіне тәуелділік графигі көрсетілген. Тұрғызылған графикке қорытынды айтатын болсақ,  $R_{ж}$  көлденеңінен төселген тікбұрышты қималық болат жолақты жерге тұйықтауыш кедергісі  $t$  жолақ тереңдеуінің тереңдігіне кері пропорционал болғандықтан, тереңдік өскен сайын, жерге тұйықтауыш кедергісінің мәні кеми береді.

3.27-формуласымен көлденең жерге тұйықтауыш үшін есептік меншікті кедергіні анықтаймыз, Ом×м,

$$\rho_{есеп.к} = K_{М.К} \cdot \rho_m, \quad (3.27)$$

мұндағы  $\rho_{есеп.к}$  - көлденең электродтардың маусымдық коэффициенті ( $K_{М.К} = 4,5$ ).

$$\rho_{есеп.к} = 4,5 \cdot 100.$$

Сонда көлденең жерге тұйықтауыштың кедергісі келесі мәнге ие болады:

$$R_{ж} = 0,366 \frac{450}{45} \lg \frac{2 \cdot (45)^2}{0,02 \cdot 0,7} = 20,13 \text{ Ом.}$$

Тік электродтардан және жалғау жолақтардан тұратын жерге тұйықтау құрылғылар тізбегінің жалпы кедергісін келесі формуламен анықтаймыз, Ом,

$$R_{ж} = \frac{R_{ж} \cdot R_{ж.эст}}{R_{ж.эст} \cdot \eta_K + n_T \cdot R_{ж} \cdot \eta_T}, \quad (3.28)$$

мұндағы  $R_{ж}$  – көлденең жолақтың (өзектің) кедергісі;  
 $R_{ж.жст}$  – тік электрод (өзектің) кедергісі;  
 $n_T$  – тік электрод (өзектің) саны;  
 $\eta_T$  - тік жерге тұйықтауышты қолдану коэффициенті,  $\eta_T = 0,85$ ;  
 $\eta_K$  - көлденең жерге тұйықтауышты қолдану коэффициенті,  
 $\eta_K = 0,80$ .

Тік электродтардан және жалғау жолақтардан тұратын жерге тұйықтау құрылғылар тізбегінің жалпы кедергісі келесідей болады, Ом:

$$R_{ж} = \frac{20,13 \cdot 32,94}{32,94 \cdot 0,8 + 10 \cdot 20,13 \cdot 0,85} = 3,3 \text{ Ом.}$$

Осы бөлімде жерге тұйықтау контуры есептелінді, атап айтқанда, тік жерге тұйықтауыштардың саны есептелінді, тік электродтардан және жалғау жолақтарды есепке ала отырып контур кедергісін есептеу жүргізілді. Контурдың жалпы кедергісі  $R_{ж}$  нормаланған мәндерден  $R_{ж}$  ( $3,3 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$ ) аспайды, демек, жобаланатын объектілер қызмет көрсететін персоналдың денсаулығына қауіп төндірмейді [12].

### 3.5 LTE желісі үшін радиоқамту аймақтарын есептеу

LTE радио желілерін жоспарлау процесінде басқа сымсыз радио қатынаутехнологияларын жоспарлау процесінен бірқатар өзгешеліктер бар. Басты өзгешелік – OFDM технологиясы негізінде көп станциялық қатынаудың жаңа түрін қолдану, осыған байланысты жаңа ұғымдар пайда болады және жобалау алгоритмдері өзгереді. Радио желіні жоспарлау процессі екі кезеңнен тұрады.

LTE радио желісін жоспарлау ауылдық жерде жүргізіледі, бұл абоненттер тығыздығы жоғары еместігін және базалық станцияларды әр eNB-мен барынша үлкен аумақты қамту мақсатымен бір-бірінен максимал қашықтықта орналастыру керек. Осыған байланысты тиісті жиілік диапазонын таңдау керек. Бұл жағдайда «жиілік төмен болған сайын, радиосигналдың таралу ұзындығы жоғары болады» деген ережені негізге алу керек. 791 – 862 МГц жиілік диапазоны бұл тапсырманы орындау үшін жеткілікті. Дуплекс түрін FDD жиіліктік деп таңдаймыз [1].

Радиоқамтуды талдау. Радиоқамтуды талдауды линиядағы максимал рауалы жоғалтуларды (МРЖ) есептеуден бастаймыз. МРЖ таратқыштың эквивалентті изотропты шағылған қуаты (ЭИШҚ) мен байланыс арнасындағы барлық жоғалтуларды есептей отырып қабылдағышта

сигналдың қалыпты демодуляциясын қамтамасыз ету кезіндегі қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың минимал қажетті қуаты арасындағы айырма ретінде есептелінеді.

МРЖ есептеу принципі 3.7-суретінде көрсетілген.



Сурет 3.7 – МРЖ есептеу принципі

Есептеу кезінде келесі параметрлерді қолданамыз:

- жүйелік жолақ: 20 МГц; FDD үшін = 10/10 (DL/UL);
- eNB – әр секторда бір TRX, TRX шығыс қуаты = 40 Вт (46 дБм); DL линиясында MIMO 2×2 режимінде жұмыс істейді;
- UE – абоненттік терминал – USB-модем, класс 4 – ЭИШҚ 33 дБм;
- кадр ұзақтығының тәуелділігі DL/UL: 100%/100%.

Максимал рауалы жоғалтуларды есептеу келесі формуламен есептелінеді:

$$L_{MRJ} = P_{ЭИШҚ,Т} - S_{Қ,С} + G_{Т,К} - L_{Т,Ф} - M_{ену} - M_{бөг} - M_{көл} + G_X, \quad (3.29)$$

мұндағы  $P_{Т,ЭИШҚ}$  – таратқыштың эквивалентті изотропты шағылған қуаты;

$S_{Қ,С}$  – қабылдағыш сезімталдығы;

$G_{Т,К}$  – таратқыш антеннасының күшейту коэффициенті,  $G_{Т,К}$ :

DL = 18 дБи, UL = 0 дБи;

$L_{Т,Ф}$  – таратқыштың фидерлі трактіндегі жоғалтулар,  $L_{Т,Ф}$ :

DL = 0,3 дБ;

$M_{ену}$  – ауылдық жерлердегі ғимаратқа сигналдың енуі қоры,

$M_{ену} = 12$  дБ;

$M_{бөг}$  – бөгеуіл қоры.  $M_{бөг}$  көршілес ұяшықтан түсетін жүктемеге тәуелділікті жүйелік деңгейді модельдеу нәтижелері бойынша анықталады;  $M_{бөг}$  мәні көршілес ұяшықтағы 70% жүктемеге сәйкес келеді.  $M_{бөг}$ : DL = 6,4 дБ;

UL = 2,8 дБ;

$M_{көл}$  – сигналдың көлеңкелік қоры.  $M_{көл}$ : DL = 8,7 дБ; UL = 8,7 дБ;

$G_X$  – хэндовердан ұтыс. Хэндовердан ұтыс мәні - қызмет

көрсетілетін ұяшықта терең қатып қалулар пайда болу кезінде абоненттік терминал қабылдаудың жақсы сипаттамалары бар ұяшыққа хэндоверді іске асыра алудың нәтижесі.  $G_X = 1,7$  дБ [7].

$$P_{T.ЭИШҚ} \text{ келесі формуламен есептелінеді, дБм,} \\ P_{T.ЭИШҚ} = P_{T.ШЫҒ} + G_{Т.К} - L_{Т.Ф}, \quad (3.30)$$

мұндағы  $P_{T.ШЫҒ}$  – таратқыштың шығыс қуаты. LTE желісінде DL линиясындағы  $P_{T.ШЫҒ}$  сайттың жиілік жолағының 1,4-тен 20 МГц-ге дейінгі аралықта болатын еніне тәуілді болады. 5 МГц-ге дейін 20 Вт (43 дБм) қуатпен TRX таратушыларын таңдаған жөн, 5 МГц-тен жоғары – 40 Вт (46 дБм).  $P_{T.ШЫҒ}$ : DL = 46 дБм, UL = 33 дБм.

DL линиясы үшін:

$$P_{T.ЭИШҚ} = 46 + 18 - 0,3 = 63,7.$$

UL линиясы үшін:

$$P_{T.ЭИШҚ} = 33.$$

$S_{Қ.С}$  келесі формуламен есептелінеді, дБм,

$$S_{Қ.С} = P_{Қ.ЖШ} + M_{Қ.СШ} + L_{Қ.Ш}, \quad (3.31)$$

мұндағы  $P_{Қ.ЖШ}$  – қабылдағыштың жылулық шуының қуаты,  $P_{Қ.ЖШ}$ : DL=-174,4 дБм, UL = -104,4 дБм;

$M_{Қ.СШ}$  – қабылдағыштың талап етілетін сигнал/шу қатынасы.

$M_{Қ.СШ}$  мәні «Enhanced Pedestrian A5» арнасының моделі үшін алынған.  $M_{Қ.СШ}$ : DL = -0,24 дБ; UL = 0,61 дБ;

$L_{Қ.Ш}$  - қабылдағыштың шу коэффициенті,  $L_{Қ.Ш}$ : DL = 7 дБ, UL = 2,5 дБ.

DL линиясы үшін,

$$S_{Қ.С} = -174,4 + (-0,24) + 7 = -167,64 \text{ дБм}$$

UL линиясы үшін,

$$S_{Қ.С} = -104,4 + 0,61 + 2,5 = -101,29 \text{ дБм}$$

(3.30) и (3.31) формуласынан шыққан нәтижелер көмегімен МРЖ мәнін есептейміз, дБ,

DL линиясы үшін,

$$L_{MPЖ} = 63,7 - (-167,64) - 12 - 6,4 - 8,7 - 1,7 = 205,94.$$

UL линиясы үшін:

$$L_{MPЖ} = 33 - (-101,29) + 18 - 0,4 - 12 - 6,4 - 8,7 + 1,7 = 126,5.$$

DL және UL линияларына алынған МРЖ-ның екі мәнінен ұяшықтың радиусын және байланыс қашықтығын есептеу үшін минималды мәнін аламыз. Байланыс қашықтығының шектеу линиясы төбеге көтеру линиясы болып табылады.

Байланыс қашықтығын есептеу үшін Okumura – Hata радиотолқынның таралуының эмпирикалық моделін қолданамыз. Okumura – Hata моделінде қалалық жағдайында радиосигналдың орташа өшуін есептеу үшін келесі формуламаны қолданылады .

$$L_{\Gamma} = 69,5 + 26,16 \cdot \lg f_c - 13,82 \cdot \lg h_t - A(h_r) + (44,9 - 6,55 \cdot \lg h_t) \cdot \lg d \quad (3.32)$$

Ауылдық жерлерге формулада түзетулер жасалынады:

$$L_C = L_{\Gamma} - 4,78 \cdot (\lg f_c)^2 - 17,33 \cdot \lg f_c - 40,94, \quad (3.33)$$

мұндағы  $f_c$  – 150-ден 1500 МГц-ке дейінгі жиілік;  
 $h_t$  – таратушы антеннаның биіктігі (eNB аспалы орны) 30-дан 300 метрге дейін;

$h_r$  – қабылдаушы антеннаның биіктігі (мобильді қондырғының антенналары) 1-ден 10 метрге дейін;

$d$  – ұяшық радиусы 1-ден 20 км-ге дейін;

$A(h_r)$  – жер бедеріне байланысты болатын қозғалмалы объектің антеннасының биіктігіне түзету коэффициенті.

Есептеулерге параметрлерді таңдаймыз:

$$f_c = 800 \text{ МГц};$$

$$h_t = 30 \text{ метр};$$

$$h_r = 2 \text{ метр}.$$

Ауылдық жерлерге түзету коэффициенті  $A(h_r)$  келесі формуламен есептеленеді:

$$A(h_r) = (1,1 \cdot \lg f_c - 0,7) \cdot h_r - (1,56 \cdot \lg f_c - 0,8), \quad (3.34)$$

$$A(h_r) = (1,1 \cdot \lg 800 - 0,7) \cdot 2 - (1,56 \cdot \lg 800 - 0,8) = 1,258.$$

Ұяшықтың радиусын (3.32) және (3.33) формулаларынан есептеп,  $d \approx 6$  км-ге тең болды.

Үш секторлы сайттың қамтуының  $S_{eNB}$  ауданын келесі формуламен есептейміз

$$S_{eNB} = 9 \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot d^2, \quad (3.35)$$

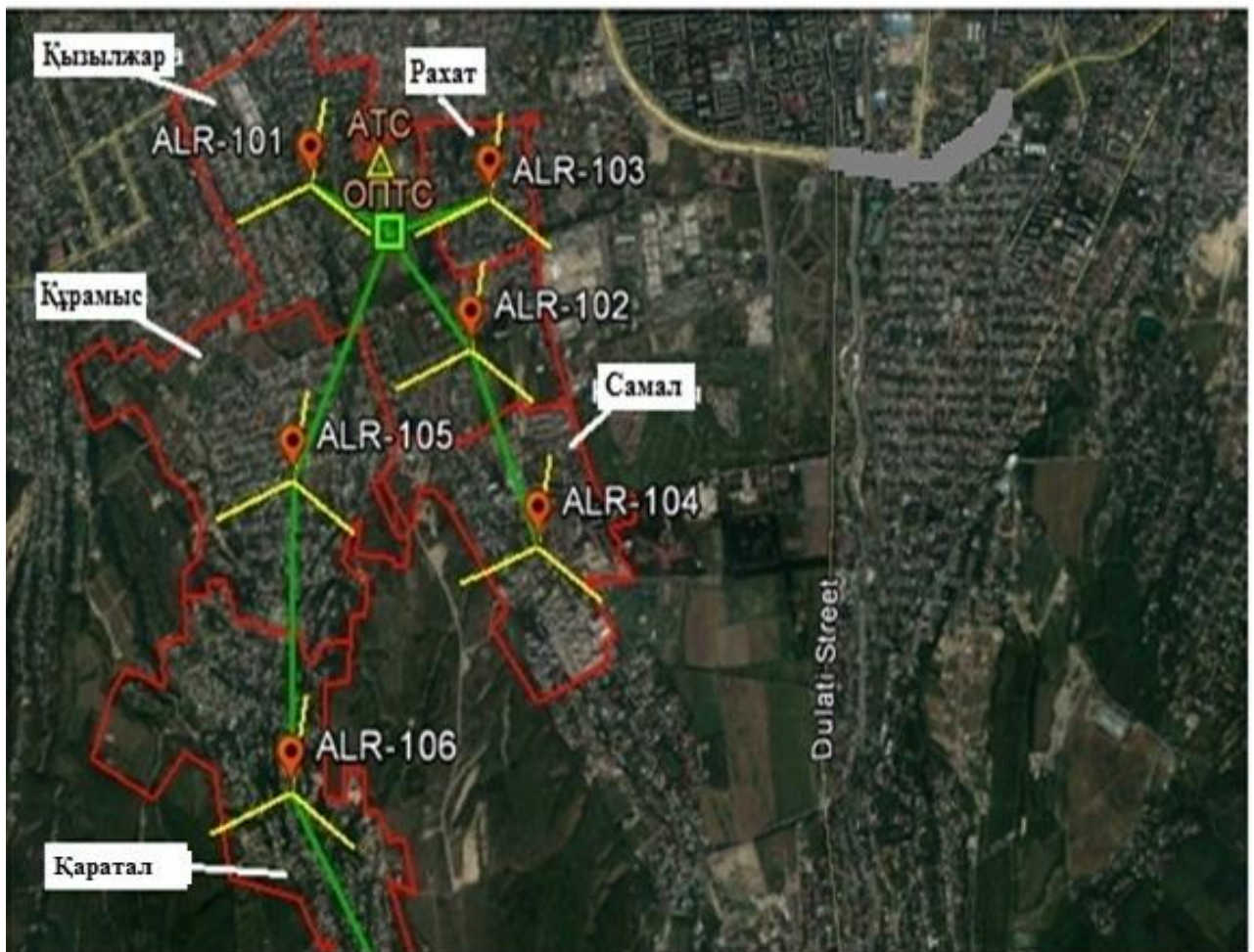
$$S_{eNB} = 9 \cdot \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot 6^2 \approx 70,15 \text{ м}$$

### 3.6 Жиілік-аумақтық бөлу және eNB-нің ситуациялық орналасуы

Абоненттік қатынаудың жылжымалы радиобайланыс желілерін жобалаудың басты кезеңі болып жиілік-аумақтық жобалау кезеңі табылады, оның нәтижесінде желі құрылымы, базалық станцияларды орнату орындары, базалық станциялар үшін радиоарналарды үлестіру жоспары құрылады, қызмет көрсетілетін зонаның жиіліктік мен аумақтық шектеулерілерінің шарттарына жоспарларды бейімдеу жұмыстары жүргізіледі.

Жобаланатын аумақта тұрғындардың тығыз орналасқан аудандарды орнықты радиосигналмен қамтамасыз ету үшін қажетті eNB базалық станцияларының минималды саны 7 дана болып табылады. Осылайша, барлық eNB-лері төмендегі сипаттамаларға ие болатын желі құрылады:

- әрбір таратқыштың қуаты: 40 Вт;
- антеннаның аспалы орнының биіктігі: 30 метр;
- TRX қабылдау-таратқыштарының саны: 3 (әрбір секторға біреуден);
- бір сектор үшін жүйелік жолақ: 20 МГц (10 МГц «жоғары» линиясы үшін және 10 МГц «төмен» линиясы);



Сурет 3.8 – eNB-ді орналастырудың ситуациялық жоспары

Бірінші кезекте, желіні жоспарлауда Талдықорған қаласы аумағындағы eNB базалық станциясының орналасу жоспарын құру қажет. Жобалаудың мақсаты Талдықорған қаласы округінің аумағын жаппай радиоқамту болып табылмайды. Аталған жобадағы басты мақсат – тұрғындардың тығыз орналасқан жерлерді орнықты радиосигналмен қамтамасыз ету болып табылады. Осы шарттарға байланысты сондай-ақ аумақтың жер бедерін ескере отырып базалық станцияларды орналастырамыз. eNB-ді орналастырудың ситуациялық жоспары 3.8 - суретте көрсетілген.

Жиіліктік жоспар құрамыз. Жобаланатын желіге 791-862 МГц жиілік жолағы бөлінген, жиілік спектрінің ені 71 МГц құрады. eNB-дің әрбір секторына 20 МГц бөлу қажет. Осылайша, бар спектр ені 20 МГц-тен үш бөлікке бөлінеді, бұған түрлі секторлардың сигналдарының бөгеуілдерін болдырмау үшін қосымша қорғаныстық жиілік жолақтары қосылады. Спектрдің әрбір үш бөлігіне шартты нөмір береміз және жиіліктік жоспар құрылуының нәтижелерін 3.8 - кестеге енгіземіз.

Кесте 3.8 – Талдықорған қаласының LTE желісінің жиіліктік жоспары

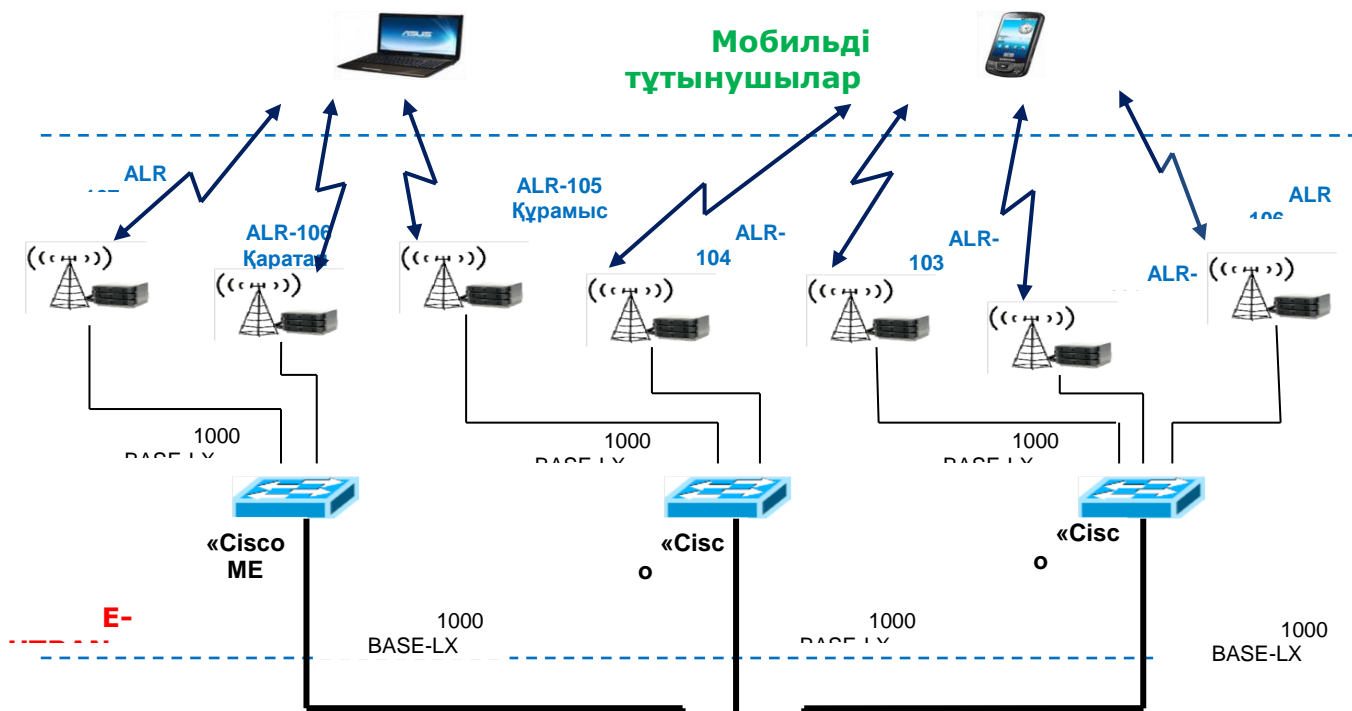


eNB нөмірі	Сектор	Азимут	Қызмет көрсету зонасының радиусы, $10^3$ м	Жиіліктік спектр бөлігінің шартты нөмірі
ALR-101	1.1	0	9	1
	1.2	120	9	2
	1.3	240	9	3
ALR-102	2.1	0	9	1
	2.2	120	9	2
	2.3	240	9	3
ALR-103	3.1	0	9	1
	3.2	120	9	2
	3.3	240	9	3
ALR-104	4.1	0	9	1
	4.2	120	9	2
	4.3	240	9	3
ALR-105	5.1	0	9	1
	5.2	120	9	2
	5.3	240	9	3
ALR-106	6.1	0	9	1
	6.2	120	9	3
	6.3	240	9	2
ALR-107	7.1	0	9	1
	7.2	120	9	3
	7.3	240	9	2

Осы LTE желісі эксплуатацияға берілген соң, желіні оптимизациялау кезеңі жүзеге асырылады. Оның барысында орындалған жобалауды түзетулер, дәл айтқанда: желінің өткізу қабілеттілігін ұлғайту, радиомодульдердің аспалы орнының биіктігін өзгерту, радиомодульдердің шағылысу қуатын азайту немесе көбейту процесстері орын алуы мүмкін.

### 3.7 Талдықорған қаласына LTE байланыс желісі

Желінің есептелінген сыйымдылығына, радиоқамту аумақтарын анықтау бойынша информациялық жүктемеге сәйкес Талдықорған қаласына LTE технологиясы бойынша кеңжолақты қатынауды ұйымдастыру үшін 7 базалық станция керек. Қызмет етудің бастапқы кезеңінде әрбір eNB-дің өткізу қабілеттілігі 158 Мбит/с құрайды, ал Талдықорған қаласына округіндегі барлық LTE желісінің өткізу қабілеттілігі 1,106 Гбит/с болады. Желіні іске қосқаннан кейін желіні оптимизациялау кезеңі басталады. Оның барысында «Nokia Simens



**Интеллектуал  
ды агрегацияның  
желісі**

«Талдықорған қауіпсіздік» компаниясының орнату арқылы базалық станциялардың өткізу қабілеттілігін ұлғайтуға бір базалық станция трафикті

«GigabitEthernet 1000 BASE-LX» оптоалшықты тарату линиясы коммутаторына береді. «Cisco ME 3600 X 24 CX» станцияға дейін қосуға

коммутаторы базалық станция орналастыруға арналған

«Cisco ME 3600 X24 CX»

мекеніндегі «Cisco 7603 OSR» маршрутизаторына

бағытталады. «Cisco ME 3600 X24 CX» және «Cisco 7603 OSR» арасындағы

байланыс «GigabitEthernet 1000 BASE-LX» (IEEE 802.3z) стандарты бойынша

оптоалшықты тарату линиясы көмегімен жүзеге асырылады [9]. Одан әрі

желілік трафик EPC LTE желісіне бағытталады, ол «Cisco ASR 5000 PCS3»

мультисервисті платформа көмегімен жүзеге асырылған және «Алтел» АҚ

Қарғалинка елді мекеніндегі ОПТС ғимаратының ішінде орналасады. «Cisco

7603 OSR» маршрутизаторы мен «Cisco ASR 5000 PCS3» платформасы

арасындағы байланыс «10 GigabitEthernet 10 BASE-ER» (IEEE 802.3ae)

стандарты бойынша оптоалшықты байланыс желісінің көмегімен жүзеге

асады. EPC LTE желісі желіні басқарады, абонентік сессияларды

ұйымдастырады, қызметтерді басқарады, трафикацияны жүзеге асырады

және арнайы интерфейстер мен шлюздар арқылы сыртқы 2G, 3G, 3GPP емес, Internet, ISDN, IMT желілерімен байланысады [8]. Жобаланатын желіде байланысты ұйымдастыруда қоланылатын Ethernet стандарттарының

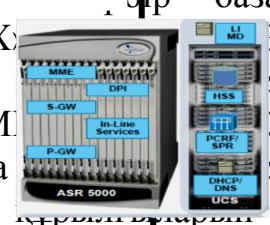
**АТС ішіндегі «Cisco 7603 OSR»**

«Flexi Multiradio»

**ОПТС ішіндегі «Cisco ASR 5000»**

**мультисервистік**

2G, 3G, Internet, 3GPP емес



қысқаша сипаттамасы:

- 1000 BASE-LX –бірмодалы оптикалық талшықты пайдаланатын стандарт; қайталағышсыз сигналдардың өту қашықтығы қолданылатын

- қабылдау-таратқыштардың түріне байланысты және 5-тен 60 км-ге дейін;

- қашықтықты құрайды. Мәліметтер тарату жылдамдығы 1 Гбит/с-ке дейін;

- 10 GBASE-ER –бір модальдық оптикалық талшықты пайдаланатын стандарт; сигналдың өту қашықтығы 50 км-ге дейін. Мәліметтер тарату жылдамдығы 10 Гбит/с-ке дейін. Барлық желілік трафик IP-протокол арқылы беріледі [5].

## ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыстың барысында Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау жобаланды.

Бұл жұмыста сымсыз кеңжолақты технологиялар сипаттамаларын талдалды. 802.16 хаттамасы негізіндегі желілер түгелдей қалалар мен елдерді қамтиды. IEEE-де жасалған спецификацияларда бұл стандарттың әрекет ету нүктелерінің радиусы елу километрге дейін жететіндігі көрсетілген, бұл оларды мобильді байланысқа арналған ұяшықтар секілді орнатуға мүмкіндік береді. 802.16 хаттамасы мегаполистер деңгейіндегі сымсыз байларысты ұйымдастыру үшін жасалған және «соңғы мильдің» провайдерлік мәселесін шешуге арналған, сондай-ақ жаңа қосылуларға кететін қаржылық шығындар мен уақыттық шығындарды қысқартуға арналған.

LTE сымсыз желілердің басқалардан артықшылығы технологиялық сипатында емес – бұл қашықта орналасқан абоненттерді желіге қосу маңызында. Мұндай қызмет кең ауқымды, аз қоныстанған немесе жету қиын аймақтарда шашылған абоненттерге қажет болуы мүмкін. Осындай жағдайларда кабель төсеу технологиясы экономика тұрғыдан ақталмайды десе болады.

Сымсыз желілер технологиясына негізделген желіні қарастыру үшін қолдану себептерін келтірейік. Конфигурация икемділігі, барлық сымсыз желілер инфрақұрылым тәртібінде. Жаңа қолданушыларды қосуға және жаңа

түйіндерді желінің кез-келген жерінде орнатуға болады. Сымсыз желілер инсталлизацияланған кабельдік желі жоқ немесе желілік кабельдерді төсеу қиын болатын аудандарда уақытша қолдану үшін орнатылуы мүмкін. Қатынас құру нүктелері арасында роумингті қолдау нәтижесінде қолданушылар желі ресурстарымен қозғалыс негізінде де жұмыс істей алады. Сымсыз технологияның физикалық ортасында көп жиіліктік арналары бар. OFDM технологиясы негізінде сымсыз тарату жүйелерін құру кезеңдері жан-жақты қарастырылған, қажетті жабдық түрі мен модуляция түрлерін таңдалуы негізделініп көрсетілген. Тапсырма бойынша берілген тіке және кері арнаны есептеп шешу, сота радиусын зерттеу қарастырылған.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Андреев В.А. Многомодовые оптические волокна. Теория и приложения на высокоскоростных линиях связи. – М.: Радио и связь, 2004. – 248 с.
- 2 Скляр О.К. Волоконно-оптические сети. – М.: Лань Год, 2010. – 521 с.
- 3 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.:Эко-Трендз, 2001. – 251 с.
- 4 Семенов Б.А. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС.–М.:ДМК пресс, 2007. – 140 с.
- 5 Виноградов В.В., Котов В.К., Нуприк В.Н. Волоконно-оптические линии связи. – М: Желдориздат, 2002. – 568 с.
- 6 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи.–М.:Лань Год, 2006. – 496 с.
- 7 Гитин В.Я. Волоконно-оптические системы передачи. – М.: Радио и связь, 2003. – 128 с.
- 8 Гин Б. Мовахар М. Разехи және Г. Дж. Броун. Нанотехнология. – М.:Трендз, 2005.– 251 с.
- 9 Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с.

- 10 Портнов Э.Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 486 с.
- 11 Розеншер Э. Оптоэлектроника Э. – М.: Техносфера, 2006. – 595 с.
- 12 Иоргачёв Д.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 282 с.
- 13 Желтиков А.М. Дырчатые волноводы. – М.: УФН, 2000. – 1203 с.
- 14 Стерлинг Д.Д. Техническое руководство по волоконной оптике. – М.: ЛОРИ, 2001. – 288 с.
- 15 Листвин А. В. Листвин В. Н. Швырков Д. В. Оптические волокна для линий связи. — М.: ЛЕСАРпт, 2003. — 288 с.
- 16 Дмитриев С.А., Слепов Н.Н. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы, 2005. – 576 с.

**ПІКІРІ**

**Бекжанова Айжан**

**5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация**

**Тақырыбына: Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау**

Дипломдық жобада Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде «ALTEЛ» 4G технологияларына шолу қарастырылған. LTE мен WiMAX технологиясын салыстырылды.

Екінші бөлімде әр түрлі абонентті құрылғыларына типтік қызмет көрсетулердің аймақтары, Талдықорған қаласында ALTEЛ 4G технологиясын ұйымдастырылатын желілерге сипаттама қарастырылған.


Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Желінің өткізу қабілеттілігін және потенциалды абоненттер санын есептеу жүргізілген. Базалық станцияның өткізу қабілеттілігінің көрсеткіштері көрсетілген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Бұл жұмыста сымсыз кеңжамақты технологиялар сипаттамаларын талдалды. 802.16 хаттамасы негізіндегі желілер түгелдей қалалар мен елдерді қамтиды. IEEE-де жасалған спецификацияларда бұл стандарттың әрекет ету нүктелерінің радиусы елу километрге дейін жететіндігі көрсетілген, бұл оларды мобильді байланысқа арналған ұяшықтар секілді орнатуға мүмкіндік береді. 802.16 хаттамасы мегаполистер деңгейіндегі сымсыз байланысты ұйымдастыру үшін жасалған және «соңғы мильдің» провайдерлік мәселесін шешуге арналған, сондай-ақ жаңа қосылуларға кететін қаржылық шығындар мен уақыттық шығындарды қысқартуға арналған.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Бекжанова Айжан алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы дипломдық жобаны "95/А/өте жақсы", деп бағалап, ал студент Бекжанова Айжан 5B071900 - «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф техн.ғыл.докт., профессор

 Н.Т. Исембергенов

« 05 » 05 2019 ж.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

**Бекжанова Айжан**

**5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация**

**Тақырыбына: Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G  
жобалау**

Дипломдық жобада Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде «ALTEL» 4G технологияларына шолу қарастырылған. LTE мен WiMAX технологиясын салыстырылды.


Екінші бөлімде әр түрлі абонентті құрылғыларына типтік қызмет көрсетулердің аймақтары, Талдықорған қаласында ALTEL 4G технологиясын ұйымдастырылатын желілерге сипаттама қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Желінің өткізу қабілеттілігін және потенциалды абоненттер санын есептеу жүргізілген. Базалық станцияның өткізу қабілеттілігінің көрсеткіштері көрсетілген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Бұл жұмыста сымсыз кеңжақты технологиялар сипаттамаларын талдалды. 802.16 хаттамасы негізіндегі желілер түгелдей қалалар мен елдерді қамтиды. IEEE-де жасалған спецификацияларда бұл стандарттың әрекет ету нүктелерінің радиусы елу километрге дейін жететіндігі көрсетілген, бұл оларды мобильді байланысқа арналған ұяшықтар секілді орнатуға мүмкіндік береді. 802.16 хаттамасы мегаполистер деңгейіндегі сымсыз байланысты ұйымдастыру үшін жасалған және «соңғы мильдің» провайдерлік мәселесін шешуге арналған, сондай-ақ жаңа қосылуларға кететін қаржылық шығындар мен уақыттық шығындарды қысқартуға арналған.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Бекжанова Айжан алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Диплом алдындағы қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒҒ каф техн.ғыл.докт., профессор  
 Н.Т. Исембергенов  
« 02 » 08 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

**СЫН – ПІКІР**

дипломдық жоба

Бекжанова Айжан

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі 24 бет;  
б) түсіндірме жазбасы 77 бет.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ**

Дипломдық жобада Бекжанова Айжан Талдықорған қаласына LTE технологиясы негізінде 4G жобалау қарастырған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде қойылған мәселе бойынша жобаның тақырыбы бойынша мәселелерді аналитикалық зерттеу келтірілген.

Екінші бөлімде берілістері LTE-стандарттарына сәйкес желіні модельдеу тәсілдерін қолдану арқылы тиімді шешімін анықтау. 3GPP LTE технологиясын талдау.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Қалалық орталарда байланыс желісінің сұлбасын құру.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

**Жұмыс бағасы**

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/А/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Бекжанова Айжан 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.  
доктор PhD.,  
қауымдастырылған профессор  
*Әлібек Н.Б.* Әлібек Н.Б.

« 06 » 05 2019 ж.