

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және телекоммуникациялық технологиялар институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Какенов Асылан Батырханұлы

Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6В06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Электроника, телекоммуникация  
және ғарыштық технологиялар  
кафедрасының меңгерушісі,  
техн. ғыл. кандидаты

Е.Таштай

« 31 » 05 2023 ж.



**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау»

6B06201 – Телекоммуникациялар мамандығы

Орындаған:

А.Какенов

Рецензент

Ғ.Дәукеев ат. АЭЖБУ доценті,  
PhD докторы

Ә.Ержан

« 30 » 05 2023 ж.

Ғылыми жетекші  
техн. ғыл. канд., аға  
оқытушы

М.М.Ермекбаев

« 30 » 05 2023 ж.

Алматы 2023

Қолтаңбаны растаймын  
Подпись заверяю

Қызметі

2023 ж.

басқару жөніндегі Бөлім

Отдел по управлению персоналом



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 – Телекоммуникациялар



Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы Какенов Асылан Батырханұлы  
Тақырыбы «Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау».

Университет ректорының «23» қараша 2022 ж. № 408П/Ө бұйрығымен  
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

а) Ұялы байланыс түрлері;

б) 3G стандартын пайдаланатын елді мекен аумағы: ені - 2000 м,  
ұзындығы – 3000 м;

в) Wi-Max құрылғысы, өшулігі 2,11 дБ/км. Тарату жылдамдығы 326  
Мбит/с; Сымсыз байланыс негізгі параметрлері, стандарты 802.16.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1) WiMAX стандартының негізгі сипаттамалары;

2) Ауыл үшін WiMAX технологиясы негізінде сымсыз қатынау желісінің  
жобасын әзірлеу; 3) Wi-Max қойылатын орынды есептеу;

3) Көпарналы байланыс жолын ұйымдастыру,  
Базалық станцияның камту аймағын есептеу, Сигнал қуатының орташа  
шығынын есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет 17 атау.



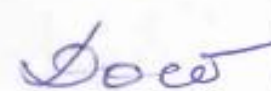


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
**КЕСТЕСІ**


Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	01.12.2022-25.12.2022	Есеп 10 бет
Теориялық ақпарат	20.01.2023 -25.02.2023	Есеп 18 бет
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2023 – 20.05.2023	Есеп 15 бет

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
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	М.М.Ермекбаев, ЭТЖҒТ каф. аға оқытушысы, техн.ғыл.канд.	25.05.23	
Теориялық ақпарат	М.М.Ермекбаев, ЭТЖҒТ каф. аға оқытушысы, техн.ғыл.канд.	25.05.23	
Норма бақылау	Ж.М.Досбаев, ЭТЖҒТ каф. аға оқытушысы, техн.ғыл.магистры	25.05.23	

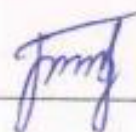
Ғылыми жетекшісі



(қолы)

М.М.Ермекбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.Какенов

Күні

« 25 » 05

2023 ж.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста Қарашоқы ауылын мысалға ала отырып, ауылды жердегі мобильді байланысты жақсарту мәселесі қаралды. Сымсыз байланыс технологиясы ретінде WiMAX технологиясы алынды. WiMAX технологиясы шағын ауылды жерге экономикалық жағынан тиімді және техникалық сипаттамалары жағынан LTE/4G технологияларына жақсы бәсекелес бола алады.

Дипломдық жұмыс барысында ауылды жердегі желіге қатынауға мүмкіндігі бар абоненттер саны, желінің ақпаратты өткізу жылдамдығы, қамту аймағы және т.б. есептеулер жүргізілді.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе рассмотрен вопрос улучшения мобильной связи на селе на примере села Достык. Технология WiMAX была принята в качестве технологии беспроводной связи. Технология WiMAX является экономически эффективной в небольших сельских районах и может быть хорошим конкурентом технологии LTE / 4G с точки зрения технических характеристик.

В данном дипломном проекте были проведены расчеты количества абонентов, имеющих доступ к сети в сельской местности, скорости передачи информации в сети, зоны покрытия и т. д.

## **ABSTRACT**

This thesis examines the issue of improving mobile communications in rural areas on the example of the village of Karabulak. WiMAX technology has been adopted as a wireless communication technology. WiMAX technology is cost-effective in small rural areas and can be a good competitor to LTE / 4G technology in terms of technical characteristics.

In this diploma project, calculations were made of the number of subscribers who have access to the network in rural areas, the speed of information transmission in the network, coverage areas, etc.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 WiMAX стандартының негізгі сипаттамалары	8
1.1 1 IEEE 802.16e стандартының ерекшеліктері	8
1.2 IEEE 802.16 стандартының жиілік диапазондары	8
1.3 Физикалық деңгей	10
1.4 MAC деңгейі	14
1.5 WiMAX желісін құру архитектурасы	18
2 Қарашоқы ауылы үшін WiMAX технологиясы негізінде сымсыз қатынау желісінің жобасын әзірлеу	25
2.1 Мақсаттары мен міндеттері	25
2.2 Құрылыс ауданының сипаттамасы	25
2.3 Абоненттер санын және желінің өткізу қабілетін есептеу	26
3 Желі параметрлерін есептеу	29
3.1 Базалық станцияның қамту аймағын есептеу	29
3.2 Сигнал қуатының орташа шығынын есептеу	32
3.3 Жобаланатын желіні құру сұлбасы	33
3.4 Базалық станциялар мен антенналарды таңдау	34
3.5 Серверлік жабдық	39
3.6 Желілік жабдық және кабель	42
3.7 Үздіксіз қоректендіру көздерін таңдау	45
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

## КІРІСПЕ

Ақпаратты сымсыз тарату жүйелері адамзат өркениетінің алғашқы кезеңдерінен бері белгілі. Хабар тасушы аттылар, ақпаратты садақ оғымен жіберу, белгі беретін түтін, телеграф, ұшқынмен белгі бері, спутниктік байланыс жүйелері – бұлардың барлығы бір тізбектің буындары. Технологиялар өзгерді, бірақ ақпарат тарату жүйелерінің мәні өзгеріссіз қалды – белгілі бір уақыт аралығында ақпараттың сымсыз кеңістік арқылы бір элементтен екінші элементке жетуін қамтамасыз ету. Соңғы 15-20 жыл ішінде сымсыз технологиялар қарқынды дамып, телекоммуникация индустриясының негізгі бағыттарының біріне айналды.

Ақпаратты сымсыз және сымды тарату жүйелері болып бөлінуі ХІХ ғасырдың аяғында басталды. Бұл мезгілде жалпы телекоммуникацияның екі бұтағы пайда болды – дауысты тарату (телефония) және ақпаратты тарату (телеграф). Сымды байланыс жүйесі сол кезеңдерде жеңіл, қорғалған, тиімді болып есептелінді. Сымды телекоммуникация ғасыры басталды. Мыңдаған шақырым кабельдер Жер шарын өрмекшінің торындай шырмап алды. Мыс және кварцты оптикалық сымдар көп қолданылды.

XX ғасыр аяғында байланыс технологиясында ақпаратты цифрлы өңдеу пайда болды. Кейіннен ақпараттың көп бөлігі жіберілмес бұрын дауыс болсын, теледидарлық сурет болсын нөл және бірліктер ағынына түрленетін болды. Цифрлы байланыс ғасыры орнады. Цифрлық өңдеуге байланысты параллель дамып келе жатқан телефония мен телеграфты біріктіруге мүмкіндік туды. Дауыс, аудио/видео, мәліметті бір технологиялық ортада өңдеп, тарататын “Мультимедиа” термині пайда болды.

Жергілікті және аудандық желілер адамзат баласының барлық қызмет салаларына еніп кетті. Ethernet (10 Мбит/с) технологиясын Fast Ethernet/Gigabit Ethernet/10 Gigabit Ethernet (100/1000/10000 Мбит/с) технологиясы ауыстырды. Жаһандық желілер X.25 технологиясынан Frame Relay технологиясына ауысты, АТМ және GigaEthernet технологияларына TCP/IP стек протоколдары қолданыла бастады.

Соңғы он жылдықта телекоммуникациялық технологиялардың дамуы екі бағытта жүруде:

- қозғалмайтын объектілерге ақпарат тарату;
- қозғалыстағы объектілерге тек сымсыз байланыс арқылы ақпарат тарату [1].

Бұл дипломдық жұмыста WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) сымсыз байланыс технологиясы арқылы ауылды жердегі мобильді байланысты дамытуды қарастырамыз. WiMAX құрылғылардың кең спектрі үшін (жұмыс станцияларынан және портативті компьютерлерден ұялы телефондарға дейін) үлкен қашықтықта әмбебап сымсыз байланысты ұсыну мақсатында әзірленген телекоммуникациялық технология. Wireless MAN деп аталатын IEEE 802.16 стандартына негізделген.

## **1 WiMAX стандартының негізгі сипаттамалары**

### **1.1 IEEE 802.16e стандартының ерекшеліктері**

IEEE 802.16e жаңа стандарты не ұсынады? "Мобилділік" ұғымы абоненттердің екі категориясына жатады - номадтық деп аталатын ("көшпелі") және жеке қозғалмалы деп аталады. Қозғалмалы абоненттер желінің әрекет ету шегінде жүре алады, бірақ байланыс сеанстары кезінде олар локализацияланған (базалық станцияның бір сегментінің аймағында орналасқан) - мысалы, ноутбуктер пайдаланушылары, олар үйлерінде, кеңседе, саябақта және т. б. орындарда қосыла алады. Жылжымалы абоненттердің қозғалыс барысында желіге тікелей рұқсаты болуы тиіс (сол қолданушы қозғалмалы көлікте ноутбукпен). Егер номадтық абоненттер үшін желінің кез келген нүктесінде (ең дұрысы - кез келген провайдер желісінде) жылдам тіркелу маңызды болса, онда шынайы қозғалғыштықты қамтамасыз ету әлдеқайда қиын. Ең алдымен, абонентті бір базалық станциядан (БС) екіншісіне (немесе бір БС әртүрлі сегменттерінің арасында) абонент оны сезбейтіндей етіп беру рәсімдері қажет. Бұл эстафеталық (хэндовер) деп аталатын функциялар.

Сонымен қатар, абоненттердің мобильдігі желі ресурстарын басқаруға және оларды жедел қайта бөлу мүмкіндігіне мүлдем басқа талаптарды талап етеді. Желінің жиілік ресурсын екіншілік пайдалануға қойылатын талаптар да күшейтіледі. Сол себепті, стандарттың жаңа редакциясында арнаның жиілік жолағын пропорционалды азайту мүмкіндіктеріне, сондай-ақ көп арналы антенналық жүйелердің (MIMO) технологияларына елеулі көңіл бөлінді. Мобильді құрылғылар үшін энергия тұтынуды төмендету өте маңызды, оған арнайы режимдер мен жаңа стандарттың процедуралары ықпал етеді.

IEEE 802.16 e мобильділікпен қатар ұсынылатын қызметтердің сапасына (QoS) ерекше көңіл бөледі. Өйткені, IEEE 802.16 операторлық кластағы қызмет көрсету стандарты ретінде қарастырылады оның ішінде мобильді абоненттер үшін де. Сондықтан бұл технология үшін QoS мәселесі бірінші дәрежелі рөл атқарады.

Бұл жұмыста WiMAX терминімен IEEE 802.16 e стандартын қарастырамыз.

### **1.2 IEEE 802.16 стандартының жиілік диапазоны**

802.16 стандартында 2...11 ГГц және 10-66 ГГц диапазонында жұмыс қарастырылған. 10-66 ГГц диапазонында радиобайланыс тіркелген нүктелер арасында тікелей көріну жағдайында ғана мүмкін болады. Стандарт сипаттамасы 1.1 кестеде келтірілген.



Кесте 1.1 – 802.16 стандартының сипаттамалары

Стандарт	Қабыл данды ай.жыл	Жиілік жолақтар, ГГц	Моб.	Тарату схемасы	Берілу жылдамдығы	Арнаның ені, МГц
802.16	12.2001	11 - 66	жоқ	Жалғыз тасымалдаушы	32 - 134,4 Мбит/с	20, 25, 28
802.16-2004	06.2004	2 - 11	жоқ	Жалғыз тасымалдаушы немесе 256, немесе 2048 OFDM	1 - 75 Мбит/с	1,75; 3,5; 7; 14; 1,25; 5; 10; 15; 8,75
802.16-е	12.2005	2 - 11 (тіркел.) 2 - 6(моб)	бар	Жалғыз тасымалдаушы немесе 256, немесе 128, 512, 1024, 2048 OFDM	1 - 75 Мбит/с	1,25; 5; 10; 20

WiMAX технологиясы сымсыз технологияларға қатысты болғандықтан, ақпарат желінің құрамдас бөліктері болып табылатын құрылғылардың антенналары арасында құрылған радиоарналар арқылы беріледі. Антенна шығарған радио сигналды тарату кезінде белгілі бір сигнал параметрлері орта әсерінен өзгереді. Нәтижесінде қабылданған сигнал әрқашан берілген сигналдан ерекшеленеді. Электромагниттік толқындарды беру үшін жер атмосферасы ең жақсы орта емес. Радио толқындар толқын ұзындығының өлшемімен сәйкес және одан аз кедергілерді айналып өте алады (дифракция құбылысы).

802.16 стандартында келесі беру технологиялары қолданылады (1.2 кесте):

Кесте 1.2 – 802.16 стандартында қолданылатын беру технологиялары

Беру технологиясы	Диапазондары, ГГц	Қосымша технологиялар	Дуплекс нұсқалары
WirelessMAN-SC	10-66		уақыттық, жиіліктік
WirelessMAN-SCa	11-ден төмен лицензиялау	AAS, ARQ, STC, мобильді	уақыттық, жиіліктік
WirelessMAN-OFDM	11-ден төмен лицензиялау	AAS, ARQ, Mesh, STC, мобильді	уақыттық, жиіліктік
Беру технологиясы	Диапазондары, ГГц	Қосымша технологиялар	Дуплекс нұсқалары
WirelessMAN-OFDMA	11-ден төмен лицензиялау	AAS, ARQ, HARQ, STC, мобильді	уақыттық, жиіліктік
WirelessMAN	11-ден төмен лицензиялау	AAS, ARQ, Mesh, STC	уақыттық

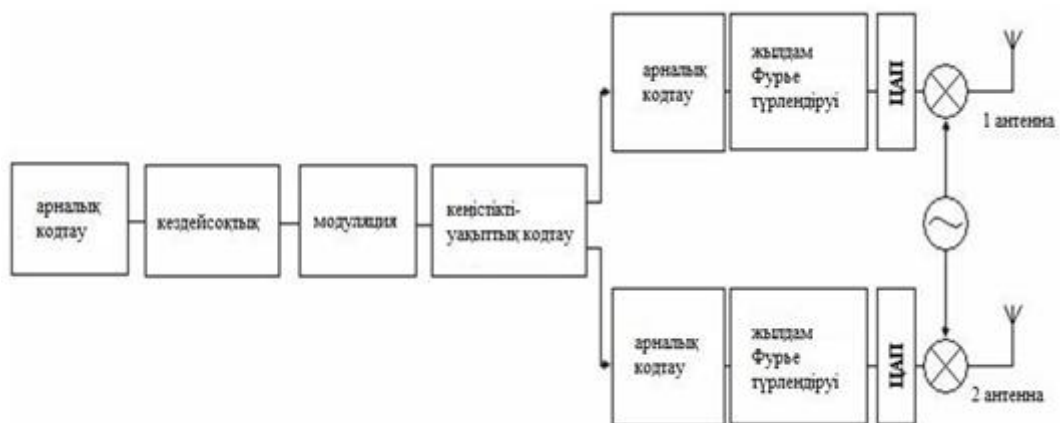
1.2 - кестеде келесі белгілер енгізілді:

- 1) adaptive antenna system - желінің өткізу қабілетін арттыру және қамту қабілетін жақсарту үшін станцияларда бірнеше антеннаны пайдалануға арналған бейімделген антенна жүйесі;
- 2) automatic repeat request - технология және онда қолданылатын, қабылданбаған пакеттерді қайта беруді қамтамасыз ететін ақпараттық пакет;
- 3) HARQ – hybrid automatic repeat request - қабылданбаған пакеттерді қайта берудің гибриді технологиясы;
- 4) space/time coding - кеңістікті-уақыттық кодтау.

### 1.3 Физикалық деңгей

WiMAX IEEE 802.16e стандарты OFDM (OFDM Access) технологиясына негізделген, бұл жеке базалық және абоненттік станцияға барлығын емес, тиісті жиіліктер диапазонында арна ресурстарының бір бөлігін бөлуге мүмкіндік береді.

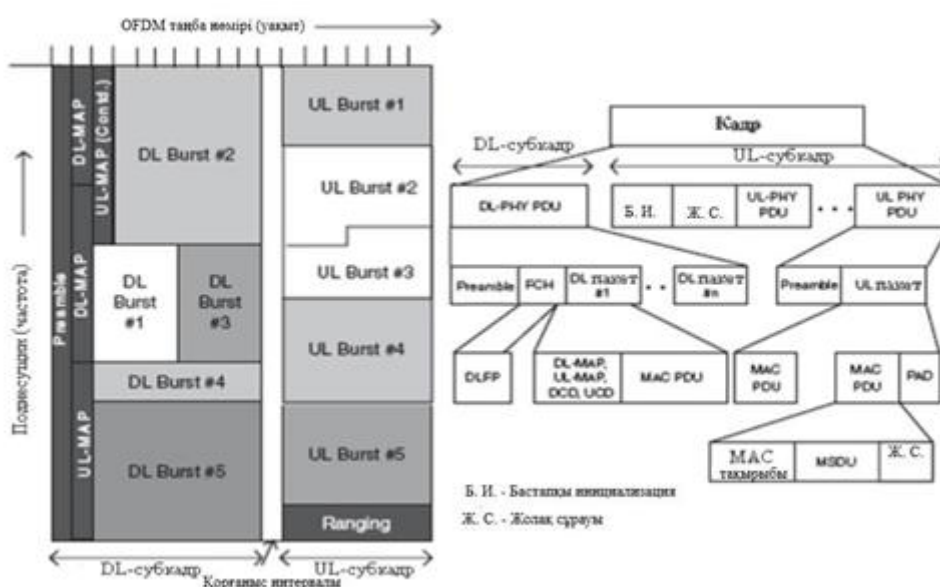
Толық арналық ресурстарды (көп әкелетін жиіліктер) бірнеше көрші базалық станциялардың арасында бөлуге болады, бұл абоненттерді бір базалық станциядан екіншісіне ауыстыру кезінде жұмсақ беруді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Осы себепті 802.16e стандартын көбінесе ұялы WiMAX деп атайды. 1.1 суретте физикалық деңгейде ақпараттық сигналдарды өңдеудің түрлі процестері мен функционалды кезеңдері көрсетілген.



1.1-сурет – Физикалық деңгейде сигналдарды өңдеудің функционалды кезеңдері

Физикалық деңгейдегі мәліметтер кадрлардың үздіксіз бірізділігі түрінде беріледі. Әрбір кадрдың белгіленген ұзындығы болады (2 (2,5) ... 20 мс), сондықтан оның ақпараттық сыйымдылығы символдық жылдамдық пен модуляция әдісіне байланысты. Кадр преамбуладан, басқарушы секциядан және деректер пакеттерінің реттілігінен тұрады. IEEE 802.16 дуплексті желілер. Жоғары жиіліктегі және төменгі ағыс каналдарын FDD жиілігімен де, уақытша TDD-мен де бөлуге болады. Арнаның уақытша дуплексі кезінде кадр төменгі және жоғары ағымдық ішкі жақтауларға бөлінеді (жұмыс кезінде олардың қатынасы икемді түрде жоғары және төмен ағыс арналарына арналған өткізу қабілеттілігіне байланысты өзгеруі мүмкін), оларды арнайы қорғаныс интервалымен бөледі.

Мобильді WiMAX кадр құрылымы 1.2 - суретте көрсетілген.



1.2-сурет – Уақытша дуплекс кезінде арна ресурсын бөлу

802.16е стандартында жұмыс жасайтын диапазонның өзгеруімен қосалқы құралдардың саны өзгереді. Бұл символдың ең көп ұзындығын сақтауға мүмкіндік береді. Ерекшеліктеріне сәйкес 802.16е стандартында 1,25; 5; 10 және 20 МГц жиілік жолақтары анықталған (1.3 кесте). Сондықтан, 802.16е-де қолданылатын OFDMA технологиясын SOFDMA (ScalableOFDMA) - масштабталатын OFDMA деп атайды [2].

Кесте 1.3 – 802.16е стандартында қолданылатын жиілік жолақтары

Параметр	OFDMA сипаттамалары			
Жиілік арнасының жолағы, МГц	1,25	5	10	20
Қосымшалар саны	128	512	1024	2048
Tg/Tb қатынасы	1/32, 1/16, 1/8, 1/4			
Жолақтың кеңеюі	28/25			
Қосымшалардың аралығы, кГц	10,94	10,94	10,94	10,94
Символдың активті ұзындығы, мкс	91,4	91,4	91,4	91,4
Қорғаныс аралығы, мкс, Tg/Tb = 1/8 болғанда	11,4	11,4	11,4	11,4
OFDM таңбасының ұзындығы, мкс	102,9	102,9	102,9	102,9

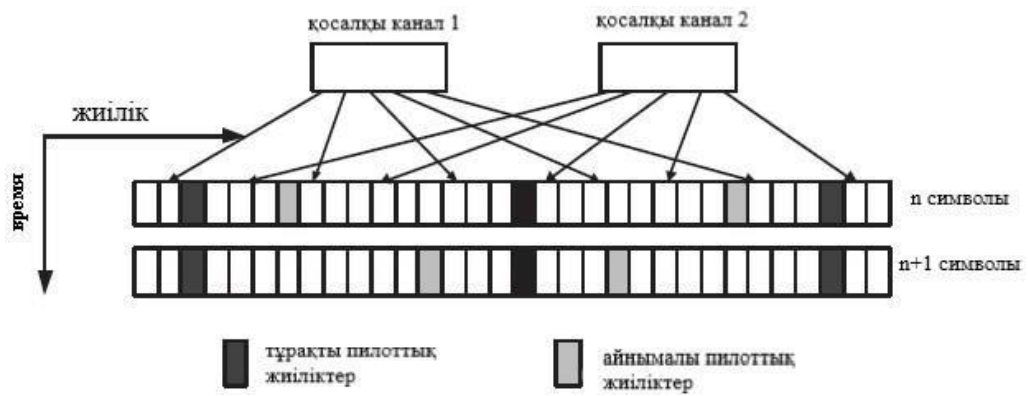
Арналық ресурсты ішінара пайдалану әртүрлі түрде ұйымдастырылуы мүмкін. FUSC (Full Usage of Subcarriers) нұсқасында жеке арналарды жасау үшін бүкіл арналық ресурсты пайдаланады. Бір ішкі каналда деректерді беру үшін пайдаланылатын 48 субаривер, қосымша пилоттық субаривераторлар және жиілік арнасының шеттерінде орналасқан күзетілетін ішкі подкишерлер бар. Деректер мен пилоттық сигналдарды таратуға арналған ішкі кедергілерді таратудың нұсқалары 1.4- кестеде келтірілген және 1.3 суретте көрсетілген.

Деректер мен пилоттық хабарламалар үшін қосалқы таратқыштардың таралуы 1.4-суретте көрсетілген. Бір арнаны құрайтын ішкі қосалқы құралдар мүмкін, бірақ оларға жақын орналасудың қажеті жоқ.

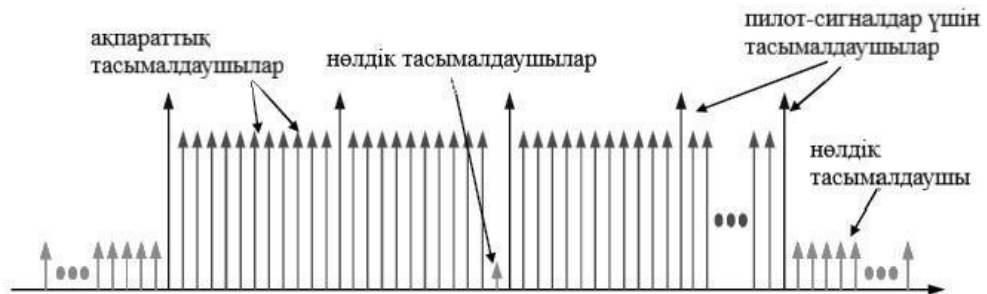
Кесте 1.4 – Деректер мен пилоттық хабарламалар үшін қосалқытаратқыштардың таралуы

Қосымша саны	128	512	1024	2048
Қосымшалардың қосымша каналдағы саны	48	48	48	48
Қосымша каналдар саны	2	8	16	32
Ақпараттарды беру үшін қосымшалардың саны, Nдан	96	384	768	1536
Тұрақты пилоттық қосымшалар	1	6	11	24
Ауыспалы пилоттық қосымшалар	9	36	71	142
Қорғаныштық қосымшалар(солдан/оңнан)	11/10	43/42	87/86	173/172



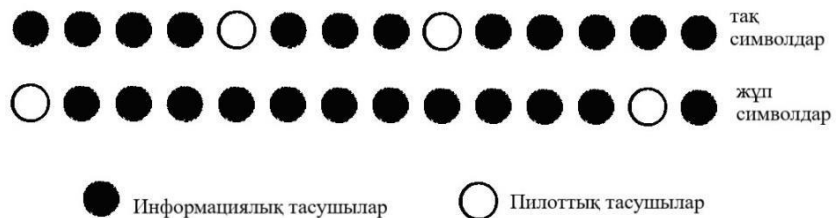


1.3-Сурет – FUSC режимінде қосымшаларды орналастыру схемасы



1.4-Сурет – Таратушы жиіліктерді бөлу

**PUSC** кезінде (Partial Usage of Subcarriers) төмен бағытта ең төменгі арналық бірлік-кластер. Әрбір кластер жанында орналасқан 14 қосымшаны құрайды. Формальды түрде 1 кластер әрқашан 2 кезектескен ОЖР таңбасынан әрқашан құралған, 28 қосымшаның 24-і ақпарат таратады, 4-еуі пилоттық сигналдар (1.5 сурет).



1.5-Сурет – PUSC кезіндегі кластердің құрылымы

Кесте 1.5 – Жиілік арнасының сипаттамалары

Жиілік арнасының жолағы, МГц	1,25	5	10	20
Қосымшалар саны	128	512	1024	2048
Кластердегі қосымшалар саны	14	14	14	14
Кластерлер саны	6	30	60	120
Қосалқы канал саны	3	15	30	60
Ақпаратты тарату үшін қолданылатын қосымшалар саны	72	360	720	1440
Пилоттық қосымшалар	12	60	120	240
Қорғаныштық қосымшалар (солдан/оңнан)	22/21	46/45	92/91	184/183

PUSC кезінде жоғары бағытта арналық ресурстың ең аз бірлігі элемент - тайл (tile) болып табылады. Әрбір тайл ұзақтығы 3 символдан тұрады (1.6 сурет). 8 қосымшада элементтің ішінде деректерді береді, 4 қосымша пилотты сигналдарды беру үшін пайдаланады.

Одан әрі ішкі арнаға бөлу жүргізіледі; жоғары берілгенде 6 тайл бір ішкі арнаны құрайды. Пакеттердің профилі (burst) модуляция түріне және артық кодтау схемасына байланысты.

#### 1.4 MAC деңгейі

IEEE 802.16 стандартының физикалық деңгейі BC мен AC арасындағы деректер ағындарын тікелей жеткізуді қамтамасыз етеді. Осы деректер құрылымын қалыптастырумен, сондай-ақ жүйенің жұмысын басқарумен байланысты барлық міндеттер MAC (Medium Access Control) деңгейінде шешіледі.

IEEE 802.16 стандарт жабдығы әртүрлі қызметтерге (сервистерге) арналған көліктік ортаны қалыптастырады.

IEEE 802.16-те шешілетін бірінші міндет-жоғары деңгейдегі әртүрлі сервистерді қолдау механизмі. Стандартты әзірлеушілер физикалық арнаның ерекшеліктеріне қарамастан барлық қосымшалар үшін бірыңғай MAC-деңгей протоколын құруға ұмтылды (1.7 сурет). Бұл соңғы пайдаланушылардың терминалдарының қалалық деректер беру желісімен байланысын едәуір жеңілдетеді.

WMAN әр түрлі фрагменттердегі физикалық орталар әртүрлі болуы мүмкін, бірақ деректер құрылымы бірдей. Бір арнада көптеген соңғы пайдаланушылардың жүздеген түрлі терминалдары жұмыс істей алады (бір мезгілде емес).

Бұл пайдаланушыларға әртүрлі сервистер (қосымшалар) қажет: дауысты және деректерді уақытша бөлумен беру, IP хаттамасы бойынша қосылу, IP (VoIP) және т. б. арқылы сөйлеуді пакеттік беру. MAC-деңгейдің қол жетімділігінің алгоритмдері мен тетіктері осы міндеттердің бәрін шешуі тиіс.



1.5-Сурет – IEEE 802.16 стандартының MAC-деңгейінің құрылымы IEEE 802.16 құрылымдық MAC-деңгейі үш кіші деңгейге бөлінген (1.7-сурет):

CS сервисінің қосымша түрлендіргіші (Convergence Sublayer); CPS негізгі төменгі деңгейі (Common Part Sublayer); PS қорғау деңгейі (Privacy Sublayer)

Қорғау төменгі деңгейінде деректерді криптоқорғау және аутентификация/рұқсат етілмеген қолжетімділіктің алдын алу тетіктерін қамтамасыз ететін функцияларды жүзеге асырады. Ол үшін криптоқорғау алгоритмдерінің жиынтығы және шифрлау кілтін басқару хаттамасы қарастырылған.

Сервистік трансформацияның төменгі деңгейінде, IEEE 802.16 желілері арқылы тарату үшін жоғарғы деңгей хаттамаларының мәліметтері ағындары өзгертіледі. Жоғары деңгейлерді қолданудың әр түрі үшін стандарт өзінің түрлендіру механизмін ұсынады. IEEE 802.16 стандартты сипаттамаларына банкомат және пакеттік беру механизмдері кіреді. Пакеттік берілу дегеніміз әр түрлі пакеттердің кең ауқымы, мысалы, IP, PPP және IEEE Std 802.3 (Ethernet). CS қосалқы бөлігіндегі жұмыстың мақсаты - жоғары деңгейдегі әр қосымшаның мәліметтерді ағынын олардың ерекшеліктерін ескере отырып оңтайландыру. Кешігу талаптарына сәйкес трафиктің 4 түрі бар:

- Unsolicited Grant Service - сигналдар мен телефония ағындарын нақты уақыт режимінде беру (E1) және VoIP. Рұқсат етілген кідіріс бір бағытта 5 - 10 мс-тен аз, BER =  $10^{-6}$  ...  $10^{-4}$ ;

- rtPS-Real Time Polling Service-айнымалы ұзындық пакеттері бар нақты уақыт ағыны (MPEG бейне);

- Non-Real - Time Polling Service-кең жолақты режимде файлдарды беру кезінде ауыспалы ұзындықтың ағындарын қолдау;

- BE-Best Effort - қалған трафик.

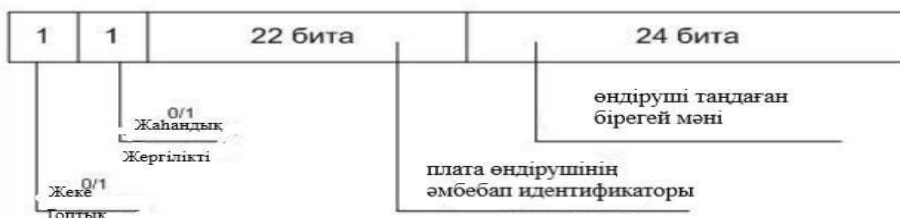
QoS қамтамасыз ету механизмі MAC конвергенция деңгейінде қосылудан

тұрады берілетін ағынның түрі туралы мәліметтердің тақырыбы. Ол үшін SFID (Service Flow Identifier) немесе CID (Connection Identifier) қызметтері ағынының 32 биттік идентификаторын қолданады.

Конвергенцияның төменгі деңгейі-төмен тұрған деңгей үшін PDU қаптамасы-жоғары тұрған деңгей үшін PDU қаптамасы.
MAS жалпы бөлімі-тақырыптарды енгізу жәнебасу - қайта жіберу сұрауының режимі - Фрагментация - байланыс орнату/ажырату - сапаны басқару (QoS) - көп пайдаланушылық қызметтер-Желіге қосылу/ажырату-ұсынылатын жиілік жолағын басқару
Қауіпсіздік деңгейі-шифрлау режимін қолдау (AES-CCM) - шифрлауға көшу туралы деректерді алмасу - авторлау кілтімен алмасу - өзара аутентификация

### 1.6-Сурет – MAC деңгейіндегі негізгі операциялар

Оңтайландыру үшін трансляцияланатын ағындарын қарастырылған, сондай-ақ арнайы тетікті жою қайталанатын фрагменттерін тақырыптарын PHS (Payload Header Suppression) ATM ұяшықтары және пакеттерді, минералдар қабылдау соңында. 1.8-суретте MAC деңгейінің жеке кіші деңгейінде орындалатын операциялар көрсетілген.



### 1.7-Сурет – MAC-деңгей пакеті

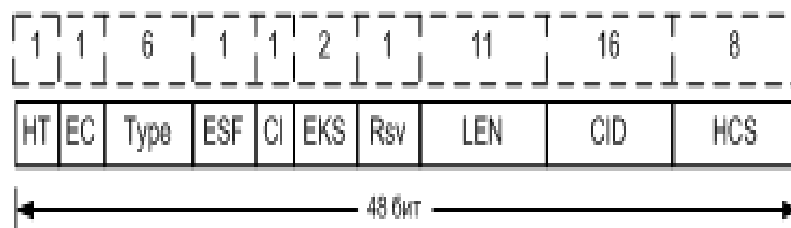
Қалыптастырылған MAC деректер пакеті PDU (MAC Protocol Data Unit, MAC-деңгейінің ақпараттық блогы) одан әрі физикалық деңгейге береді және байланыс арнасы бойынша таратады. MAC PDU пакеті (1.9 сурет) тақырып пен деректер өрісін қамтиды (ол болуы да және болмауы да мүмкін), одан кейін CRC қорытынды суммасы келеді (cyclic redundancy check).

Екі MAC тақырып пішімі анықталған. Біріншісі - MAC PDU қабатының әр протоколдық деректер блогы басталатын және MAC басқару хабарламаларын немесе CS деректерін қамтитын негізгі MAC тақырыбы. Екіншісі - үстеме сұрау тақырыбы. Деректер өрісі бар пакеттерде жалпы тақырып қолданылады. MAC негізгі тақырыбының пішімі 1.10-суретте көрсетілген.

Сұрау тақырыбы АЖ БС-ға жоғары шығатын арнада өткізу жолағын бөлу



немесе ұлғайту туралы сұрау салумен жүгінгенде қолданылады. Бұл ретте, атауында CID және талап етілетін жолақтың өлшемі көрсетіледі. Сұрау жолағының тақырыбынан кейін деректер өрісі жоқ [3].



1.8-Сурет – MAC негізгі тақырыбының форматы

Кесте 1.10 – MAC негізгі тақырып өрістері

Өріс	Ұзындығы,бит	Сипаттамасы
HT	1	Тақырып түрінің көрсеткіші. HT=0-жалпы түрдегі тақырып HT=1-өткізу қабілетін сұраутақырыбы
EC	1	Деректер өрісін шифрлау белгісі. EC=0- деректер өрісінің мазмұны. EC=1 - шифрланбайды - деректер өрісінің мазмұны шифрланады
Type	6	Деректер өрісінің түрі
ESF	1	Кеңейтілген тақырыпшаның болу көрсеткіші.
CI	1	CRC бақылау сомасының болу белгісі. CI=0 - бақылау сомасы жоқ CI=1 - CRC бақылау сомасы пакетте бар
EKS	2	Шифрлау кілтінің индексі
Rsv	1	Rsv=0-қолданылмайды
LEN	11	Егер ол бар болса, CRC тақырыбы мен бақылау сомасын қоса алғанда, MAC PDU пакетінің байттарындағы ұзындығы.
CID	16	Байланыс идентификаторы
HCS	8	Тақырыптың бақылау сомасы

Деректер өрісінде басқару хабарлары және CS-төменгі деңгейінде түрлендірілген жоғарғы деңгейдегі қосымшалардың мәліметтері бар MAC-бағандары болуы мүмкін. Стандартта MAC-бастырғыштардың бес түрі сипатталған:

- қаптамалар - бір PDU деректер өрісі бірнеше жоғарғы деңгейдегі пакеттер болса, қолданылады;
- фрагментация - егер, керісінше, жоғары деңгейдегі бір пакет бірнеше PDU сынған болса, пайдаланылады;
- арна беруді басқару - базалық станцияны өткізу қабілетін басқару

кажеттілігі туралы хабарлау үшін абоненттік станцияны пайдаланады;

- бір мас PDU пакетінің ішінде бірнеше тақырыпша болуы мүмкін кеңейтілген тақырыпша;

- Mesh-Mesh желілерінде қолданылады.

Бастырғыштар MAC негізгі тақырыбынан кейін бірден орналасады. Басқару хабарлары - IEEE 802.16 жүйесін басқарудың негізгі механизмі.

Пакеттердің профильдерін сипаттау, кіруді басқару, криптоқорғау механизмдері, жүйе жұмысының динамикалық өзгеруі және т.б. - барлық басқару, сұрау салу және растау функциялары басқару хабарламалары арқылы іске асырылады. Жолақ сұранысы BS үшін эпизодтық және жоспарланған болуы мүмкін. Бірінші жағдайда, сұраныстар абоненттік станциялар олар үшін арнайы бөлінген аралықта бәсекелестік негізде жіберілген сұрау тақырыбынан тұратын пакеттер арқылы жүзеге асырылады. Көтерілетін арнада жолағында жоспарлы сауалдарды жіберу - сұрау (polling) деп аталады. БС өткізу жолағының ұлғаюындағы олардың қажеттіліктері туралы АЖ сұралады. Бұл базалық станция нақты АС жолағын ұсыну/өзгерту туралы сұрау жіберу үшін интервалды береді, яғни жолақты сұрау кезінде жарыс алгоритмін пайдаланбайды.

Сұрау салу "нақты уақытта" жүзеге асырылуы мүмкін: сұрау салуға арналған интервалдар АЖ-ны қол жеткізу шарттарын өзгерту қажеттілігі туындауы мүмкін (мысалы, әрбір кадрда) сол кезеңмен ұсынады. Сауалнаманың басқа нұсқасы - "нақты уақыттан" тыс. Бұл жағдайда БС сұрау үшін АС интервалын мезгіл-мезгіл береді, бірақ бұл кезең айтарлықтай көп.

## **1.5 WiMAX желісін құру архитектурасы**

### **1.5.1 Желінің базалық моделі**

WiMAX стандартының спецификациялары тек қана радиоинтерфейсте трафик беруді және сигналдық алмасуды анықтайды. Сонымен қатар, байланыс желісінің архитектурасы бойынша шешімді оператор өндірушімен бірге қабылдайды. WiMAX Forum-ді бір ізге келтіру және белгілі бір оңтайландыру мақсатында желінің базалық архитектурасы ұсынылған (1.12 сурет).

1.12-суретте желі архитектурасының логикалық көрінісі болып табылатын NRM (network reference model - базалық желі моделі) WiMAX көрсетілген. NRM жүйені үш логикалық бөлікке бөледі:

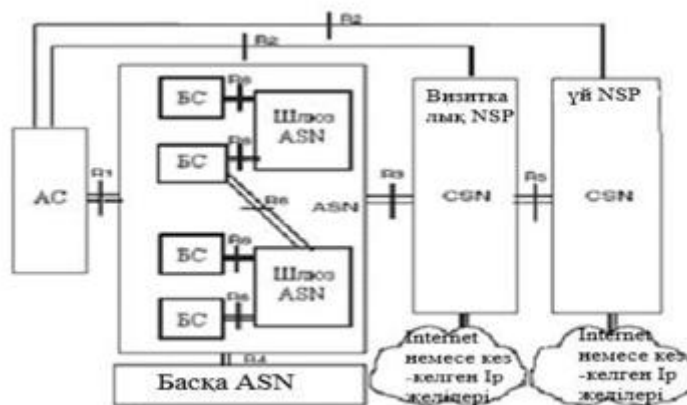
- абоненттер желіге қатынауды алу үшін пайдаланатын мобильді станциялар;

- ASN (access services network) - желіге қатынау операторының меншігі болып табылатын қызметтерге қатынау (NAP - Network Access Provider);

- ASN бір немесе бірнеше ASN (ASN-GW) шлюздерін басқаратын бірнемесе бірнеше базалық станциялардан тұрады.

CSN (connectivity services network) - абоненттік қызметтерді іске асыру үшін IP және басқа да желілерге шығуды қамтамасыз ететін операторды қосу.

Бұл желі қажетті коммутациялық функциялар мен қауіпсіздік функцияларын қамтамасыз етеді. Абонент NSP (Network Services Provider) үй желісінің операторына қызмет көрсете алады. Абонент сондай-ақ роумингте болуы мүмкін. Бұл жағдайда оған визиткалық желі операторы қызмет көрсетеді; бұл ретте визиткалық және үй операторының CSN сигналдық апаратымен алмасу жүреді.



1.10-Сурет – Желінің базалық моделі Келесі функцияларды орындайды

AC деңгейінде L2 мен қосылу;

- CSN / NSP туралы абоненттің қалауы негізінде желіні іздеу және таңдау;
- қауіпсіздікті қамтамасыз ету: құрылғылар, пайдаланушылар және қызметтер, қауіпсіздік сервері туралы деректерді беру, пайдаланушылардың профильдерін уақытша сақтау;
- AC және CSN арасындағы толассыз IP-қосылыстарды ұйымдастыру; радиоресурстарды басқару (RRM) трафик сыныбы мен қажетті QoS сәйкес;
- мобильділікті қамтамасыз ету, яғни хэндовер, оқшаулау және пейджинг процедураларын орындау.

Forum профильдердің атауын алған ASN ұйымдастырудың түрлі тәсілдерін анықтады. А, В, С профильдері бар. В ASN профилі BC мен ASN шлюзін қамтитын қарапайым ұйымды білдіреді. А және С профильдері BC мен ASN шлюзінің арасындағы функцияларды әртүрлі етіп бөледі, атап айтқанда, ұтқыр және радиоресурстарды басқаруда.

ASN шлюзі желінің негізгі элементі болып табылады. Байланыс сеанстары кезінде шлюз абоненттерге хэндовер мен пейджинг AC ұйымдастырады, желіге қатынауды басқарады. Әрбір қосылған абонент үшін шлюзде абонент профилі мен шифрлау кілттері бар деректер базасы ашылды. Шлюзге абоненттер бейініне және QoS сәйкес қызмет ағынын авторизациялау

міндеттері жүктелген. Бағытында БС шлюзі қолдайды туннельное біріктіру; бағытында ядросының (CSN) шлюз ұйымдастырады біріктіру стандартты IP хаттамасы.

1.8 - кестеде WiMAX Forum орнатылған ASN профильдеріне сәйкес ASN-да БС мен ASN шлюзі арасында функцияларды бөлу көрсетілген. В профилі бір элементтегі интеграциямен сипатталады. Профильді көлемі бойынша шағын желілерде қолданған жөн. А және С профильдері шлюзді жеке функционалдық торап түрінде ұйымдастыруды көздейді. А және С профильдерінің арасындағы айырмашылық шамалы. А профилінде хэндовер үшін жауап беруші ASN шлюзі; С профилінде бұл БС, ал ASN шлюзі хэндовер кезінде коммутациялық функцияны орындайды. А профилінде радиоресурстарды басқаруды ASN шлюзі жүзеге асырады, бұл радиоресурстарды әртүрлі БС арасында динамикалық қайта бөлуге мүмкіндік береді. А профилінде радио ресурсын ASS шлюзі басқарады, бұл сізге радио ресурстарын әртүрлі БС арасында динамикалық түрде қайта бөлуге мүмкіндік береді.

Келесі функцияларды қамтамасыз етеді:

- байланыс сеанстары үшін IP AC адресстерін таңдау;
- желідегі қауіпсіздік, ол үшін CSN-да AAA серверін (authentication, authorization and accounting-аутентификациялау, авторландыру және есепке алу);
- абоненттерге қызмет көрсету деңгейіне сәйкес қажетті QoS бар трафикті таратуды ұйымдастыру. Абонент үй операторының CSN роумингінде болған кезде абоненттің қызмет көрсету операторында қызмет көрсету профилін қолдайды;
- абонентке ұсынылған қызметтердің биллингті;
- роумингті қамтамасыз ету мақсатында түрлі операторлардың CSN арасындағы ағындарды туннелдну.

Кесте 1.8 – WiMAX Forum орнатылған ASN профильдеріне сәйкес ASN-да БС мен ASN шлюзі арасында функцияларды бөлу көрсетілген

Рәсім	Функция	ASN объектісінің атауы		
		А профилі	В профилі	С профилі
Қауіпсіздік	Аутентификатор	ASN шлюзі	ASN	ASN шлюзі
	Аутентификация ретрансляторы	БС	ASN	БС
	Кілттерді таратқыш	ASN шлюзі	ASN	ASN шлюзі
	Кілттерді алушы	БС	ASN	БС



Мобильділік	Деректер ағынынбағыттау	ASN шлюзі және БС	ASN	ASN шлюзі және БС
Рәсім	Функция	ASN объектісінің атауы		
		А профилі	В профилі	С профилі
	Хэндоверді басқару	ASN шлюзі	ASN	БС
	Текст сервері(буфер)	SN шлюзі және БС	ASN	ASN шлюзі және БС
	Әді интернеттіБҚЕ	ASN шлюзі	ASN	ASN шлюзі
Радиоресурстарды басқару	Радиоресурстар контроллері	ASN шлюзі	ASN	БС
	Контроллердің БҚЕ	БС	ASN	БС
Пейджинг	Пейджингтің БҚЕ	БС	ASN	БС
	Пейджингті басқару	ASN шлюзі	ASN	ШлюзASN
QoS	Сервис ағынын авторизациялау	ASN шлюзі	ASN	ASN шлюзі
	Сервистік ағынды басқару	БС	ASN	БС

Келесі функцияларды қамтамасыз етеді:

- байланыс сеанстары үшін IP AC адрестерін таңдау;
- желідегі қауіпсіздік, ол үшін CSN-да AAA серверін (authentication, authorization and accounting-аутентификациялау, авторландыру және есепке алу);
- абоненттерге қызмет көрсету деңгейіне сәйкес қажетті QoS бар трафикті таратуды ұйымдастыру. Абонент үй операторының CSN роумингінде болған кезде абоненттің қызмет көрсету операторында қызмет көрсету профилін қолдайды;
- абонентке ұсынылған қызметтердің биллингті;
- роумингті қамтамасыз ету мақсатында түрлі операторлардың CSN арасындағы ағындарды туннелдну;
- мобильді басқару (әртүрлі ASN басқарылатын BS арасындағы хэндовер);
- басқа желілерге, ең алдымен интернетке шығу және абоненттерді оқшаулау, VoIP және мультимедиялық ақпаратты беру сияқты қазіргі заманғы қызметтерді қамтамасыз ету.

### 1.5.2 Стектер мен интерфейстер

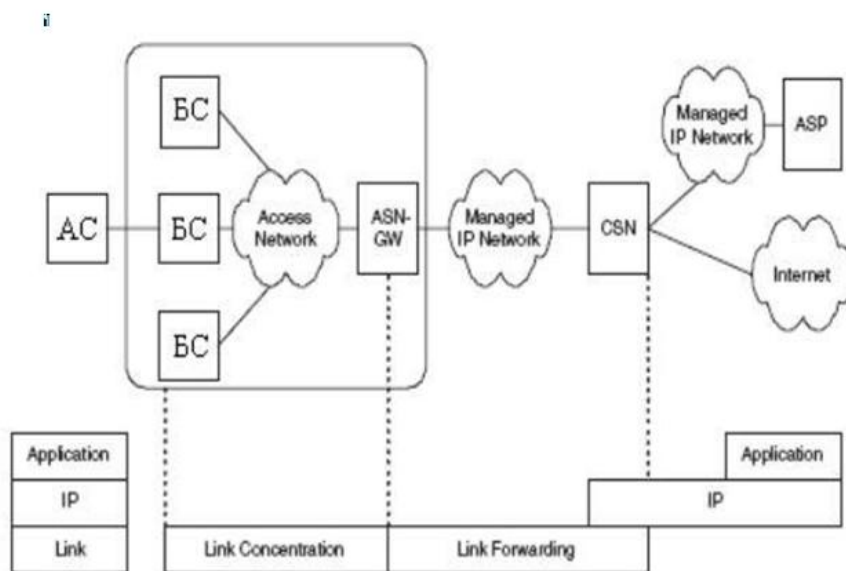
WiMAX NWG (network working group - желіні әзірлеу тобы) RP (reference points - түйістер мен интерфейстер) әзірледі, яғни, әртүрлі функционалдық элементтер арасындағы концептуалды қосылыстар: ASN, CSN, AC, БС.

Түйіспелер әрдайым физикалық қосылыстар болып табылмайды, тек функционалды элементтер әртүрлі жерлерде орналасқан жағдайларда ғана, яғни. әртүрлі физикалық құрылғыларда. Сонымен қатар, WiMAX Forum желінің ең жоғары өткізу қабілетін қамтамасыз ету мақсатында арнайы нормативтік хаттамалар негізінде әзірленген RP үйлесімділігі бойынша жұмысын жалғастыруда. 1.9 кестеде әзірленген RP ұсынылған.

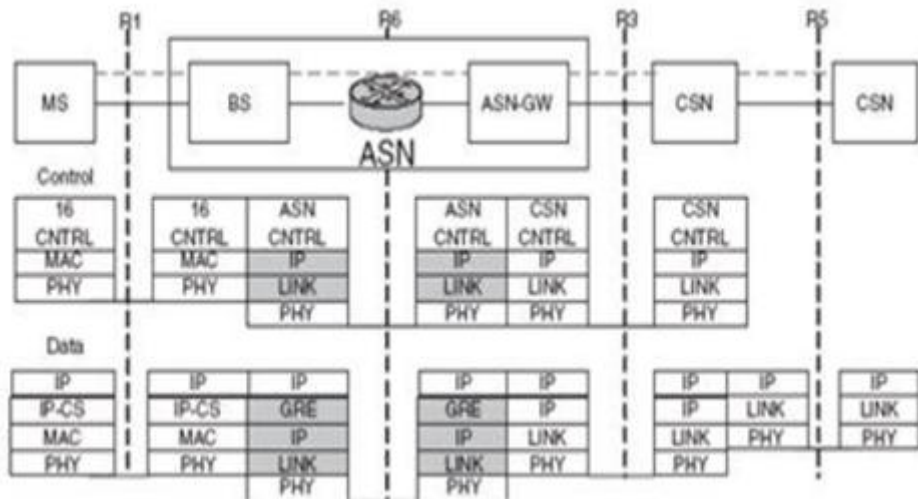
WiMAX архитектурасының логикалық көрінісі 1.12 суретте көрсетілген.

WiMAX желісінің архитектурасы көптеген IP желілерінің архитектурасына ұқсас, мұнда L2 деңгейіндегі Инфрақұрылым (қосылуденгейі) жеке пайдаланушылардың трафигін шоғырландырған кезде пайдаланылады, онда соңғы пайдаланушы құрылғыларын IP мекен-жайлармен қамтамасыз ететін элементтер бар. Бұл жағдайда ASN арналардың шоғырлануын қамтамасыз ететін арналық деңгейдегі инфрақұрылым болып табылады, ал CSN абоненттерге IP адресстерін ұсынады және IP қосымшаларына қатынауды қамтамасыз етеді.

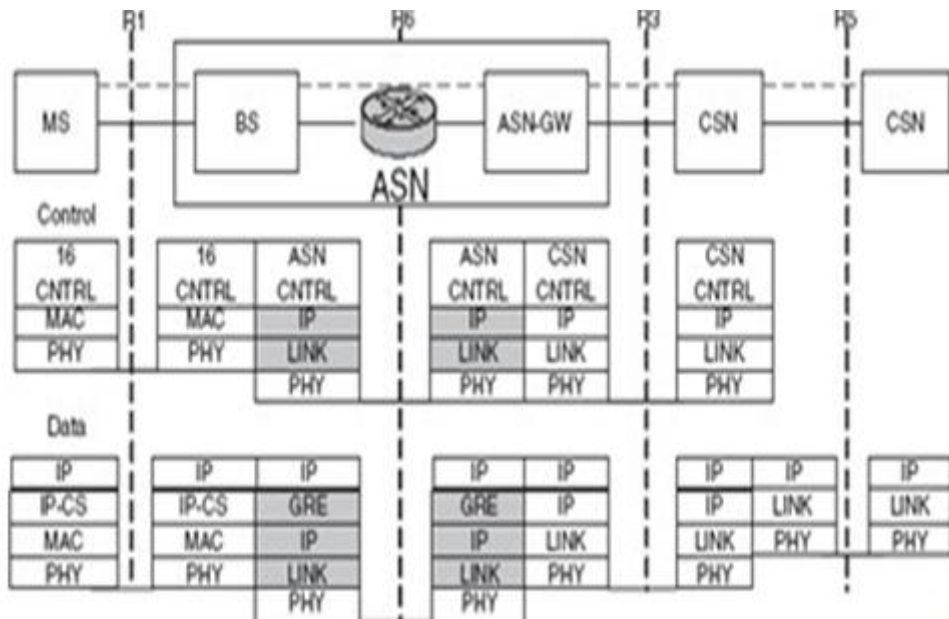
WiMAX Forum көлік желісінде протокол алмасудың екі нұсқасын ұсынады (1.13-сурет, 1.14-сурет). Шешімдер арасындағы айырмашылық R6 интерфейсін пайдаланушы жазықтығында (деректер жазықтығында) ұйымдастыру болып табылады. Қалай болғанда да, BC және ASN шлюзі арасындағы деректер GPE (Generic Routing Encapsulation) туннельдік хаттама негізінде жіберіледі. 1.12-суретте оның үстіне IP-Ethernet хаттамасына сәйкес келеді, 1.14-сурет IP пакеттерін жіберудің кез келген басқа технологиясы мүмкін.



1.11-сурет – WiMAX архитектурасының логикалық көрінісі



1.12-сурет – Көліктік желісінде ақпарат беру хаттамаларының стегі WiMAX, Ethernet арқылы



1.13-сурет – IP хаттамаларын пайдалана отырып, WiMAX көліктік желісінде ақпаратты беру хаттамаларының стегі

## **2 Қарашоқы ауылы үшін WiMAX технологиясы негізінде сымсыз қатынау желісінің жобасын әзірлеу**

### **2.1 Мақсаттары мен міндеттері**

Қарашоқы ауылы үшін Wi-Max желісінің жобасын жасау.

Жобаның мақсаты сымсыз қатынау технологиясы негізінде заманауи желілік инфрақұрылымды құру болып табылады. Ақпараттық желі абоненттерге келесі сервистерді ұсыну үшін қажетті өткізу қабілетін және стандарттарды қолдауды қамтамасыз етуі тиіс:

- Internet желісінің ресурстарына қол жеткізу;
- VoIP телефония қызметтерін ұсыну;
- абоненттердің корпоративтік желілерін кеңейту және деректерді сымсыз байланыс арналары бойынша қауіпсіз беру.

Ақпараттық желі абоненттердің сенімді және бірқалыпты қосылуын қамтамасыз етуі тиіс, жер үсті каналдары үшін телефондық және деректер беру қызметтерін ұсыну экономикалық қажет емес немесе мүмкін емес.

Сымсыз желіні жасау үшін бізге қажет:

- Airspan Air4G-W24 – WiFi 802.11 AC;
- сымсыз желіні басқарудың ұйымдастырылған жүйесі;
- E-Mail UniFi WiFi Base Station XG -тен жалпыға ортақ телекоммуникация желісіне (STOP) ауысуды ұйымдастырады;
- абоненттің биллинг жүйесі анықталды.

### **2.2 Құрылыс ауданының сипаттамасы**

Қарашоқы - Алматы облысы Еңбекшіқазақ ауданы Қарашоқы ауылында орналасқан шағын ауыл. Есік қаласынан солтүстік-шығысқа қарай 53 км-дей жерде, Жібек жолының бойында орналасқан. Ауылда 600 орындық мектеп, балабақша, дәрігерлік пункт, почта, жанармай құю орталығы орналасқан. Желі құрылысы ауданының картасы 2.1 суретте көрсетілген.

Халық саны 2020 жылы жүргізілген санақ бойынша 3091 адамды (1532 ер адам және 1559 әйел адам) құрайды, 2020 жылы 5 мың адамға жуықтады.

Рельеф — тегіс. Топырағы – күңгірт, құмды. Ауданның климаты күрт континенттік. Қысы жұмсақ, жазы ыстық. Қаңтар айының орташа температурасы -6 -10°C; шілде-20-24°с. атмосфералық жауын-шашын мөлшері жылына орташа 200-400 мм



2.1-сурет – Желі құрылысы ауданының картасы (Қарашоқы ауылы)

### 2.3 Абоненттер санын және желінің өткізу қабілетін есептеу

Маркетингтік зерттеу деректері және пәтерлер мен жеке үйлердің саны туралы деректер бойынша кең жолақты қатынау бойынша әлеуетті жеке абоненттердің шамамен санын есептеуге болады:

$$N_{\phi} = N \cdot d, \quad (2.1)$$

мұндағы  $N_{\phi}$  - әлеуетті жеке абоненттер саны;

$N$  - пәтерлер мен жеке үйлер саны;

$d$  - әлеуетті жеке абоненттер үлесі, %.

$$N_{\phi} = 600 \cdot 0,4 = 240 \text{ абонент.}$$

Деректерді берудің қажетті жылдамдығы мен абоненттер саны туралы маркетингтік зерттеулерге сәйкес және статистикалық мәліметтерге сәйкес, 20 мың адамға дейінгі қалалар үшін жұмыс уақыты кезінде (CST) желінің толып кетуі, белсенді пайдаланушылар саны барлық желіні қолданушылардың шамамен 40% құрайды. Бұдан физикалық кеңжолақты абоненттер үшін желінің өткізу қабілеттілігін есептеуге болады.

Әрбір тариф үшін жеке абоненттер саны келесі формула бойынша есептеледі:

$$N_{\phi x} = N_{\phi} \cdot d_x, \quad (2.2)$$

мұндағы  $N_{\text{фх}}$  - X желісіне қосылу жылдамдығы бар тариф үшін мүмкін физикалық абоненттердің саны ( $X = 3; 5; 7$  Мбит/с жылдамдықтары үшін);

$d_x$  - желіге X-жылдамдығы бар тариф үшін потенциалды абоненттердің жалпы санының нақты абоненттерінің үлесі.

ЕҮЖС-дағы әрбір тариф бойынша жеке абоненттер саны келесідей есептеледі:

$$N_{\text{фЕҮЖСх}} = N_{\text{фх}} \cdot 0,4, \quad (2.3)$$

мұндағы  $N_{\text{фЕҮЖСх}}$  – ЕҮЖС-дағы желіге X-жылдамдығы бар тариф үшін потенциалды физикалық абоненттердің саны;

0.4 – барлық желіні белсенді пайдаланушылардың ЕҮЖС-дағы үлесі.

Интернеттегі әрбір тариф бойынша өткізу қабілеттілігі келесідей есептелінеді:

$$V_{\text{Ифх}} = N_{\text{И}} \cdot N_{\text{фЕҮЖСх, Мбит/с}} \quad (2.4)$$

мұндағы  $V_{\text{Ифх}}$  -интернет желісіне әрбір тариф үшін талап етілетін өткізу қабілеті;

ХИ- интернет желісіне деректерді беру жылдамдығы

1. 3 Мбит/с жылдамдықпен абоненттер саны 25%-ке жуық болды:

$$N_{\text{ф1}} = 240 \cdot 0,25 = 60 \text{ абонент.}$$

ЕҮЖС-дағы желінің жүктелуі:

$$N_{\text{фЕҮЖС1}} = 60 \cdot 0,4 = 24 \text{ абонент.}$$

Енді 3 Мбит/с жылдамдығы үшін желінің өткізу қабілетін есептеуге болады:

$$V_{\text{ф1}} = 24 \cdot 3072 = 73,728 \text{ Мбит/с}$$

Қалған екі тариф үшін есептеу дәл осылай жүргізіледі.

Есептеунәтижелері 2.1 кестеде көрсетілген.

Желідегі кеңжақты қатынаудың нақты абоненттері үшін желінің жалпы өткізу қабілеттілігін есептеу келесі формула бойынша есептеледі:

$$V_{\text{сумм}} = V_{\phi 1} + V_{\phi 2} + V_{\phi 3}, \quad (2.5)$$

мұндағы  $V_{\text{сумм}}$  - желі ішіндегі талап етілетін жиынтық өткізу қабілеті.

Кесте 2.1 – Жеке абоненттер үшін қажетті өткізу жолағы

Қызмет	Абоненттер саны	ЕҮЖС-дағы желінің жүктелуі, абоненттер	Желінің қажетті өткізу қабілеттілігі, Мбит / с	
Қатына у Жылдамдығы, Мбит/с	3	60	24	73,728
	5	132	53	268,8
	7	48	19	134,368
Жалпы өткізу қабілеті, Мбит/с			476,9	

Желінің тұрақты жұмысын қамтамасызету үшін 20%-ға артық құрылады, желінің жалпы өткізу қабілеттілігін 20% -ға артық есептеу:

Кесте 2.2 – Желінің қажетті жалпы өткізу қабілеті

Абонент категориялары	Қажетті өткізу қабілеті, Мбит/с	Абоненттер саны
Кең жолақты қол жетімділік		
Жеке тұлғалар	476,9	240
Корпоративтік	170	22
Желінің жалпы өткізу қабілеті, Мбит / с		776,28



### 3 Желі параметрлерін есептеу

#### 3.1 Базалық станцияның қамту аймағын есептеу

WiMAX жабдығының қызмет көрсету диапазоның радиусы 10 км-ге дейін, сондықтан қамту аймағын анықтау қиын емес. Қарашоқы ауылы ауданы 3 км<sup>2</sup>. Ауылдың ұзындығы солтүстіктен оңтүстікке 2,5 шақырым, шығыстан батысқа қарай 1,2 шақырым. Қамту аймағы ерекшеліктеріне байланысты, деректерді беру сапасын жақсарту үшін абоненттердің шоғырлануына және жеке аймақтардағы берудің қажетті жылдамдығына байланысты базалық станцияларды (BS) бөлу қажет, ал BS арасындағы қашықтық неғұрлым аз болса, сигнал соғұрлым жақсы және беру жылдамдығы соғұрлым жоғары болады. Талдау кезінде абоненттердің шоғырлануын анықтау үшін ауыл 2 аймаққа бөлінді. Базалық станциялардың орналасуы 3.1 суретте көрсетілген.



3.1-Сурет – Қарашоқы ауылындағы БС қамту аймағы

Базалық станция мен абоненттік құрылғы арасындағы байланыс қашықтығын есептеуді жүргіземіз.

Кесте 3.1 – Есептеу үшін бастапқы деректер

Базалық станция	
Таратқыштың қуаты, дБм	40
Қабылдағыштың кіре берісіндегі деңгейдің ең төменгі шегі, дБм	103
Қабылдау мен берудің орташа жиілігі, ГГц	2,5
Сүзгілерде және антенналық бөлгіштерде өшу, дБ	5
Антеннаның бағытталу диаграммасы, $\theta$	90
Абоненттік құрылғы	
Бағыт диаграммасы, $\theta$	6,1
Антеннаны күшейту коэффициенті	8,5
Таратқыштың қуаты, дБм	23

Бұл қисықтар қуаты 1 кВт таратқышты пайдалану кезінде салынған, ол г қашықтықта қабылдау пункттерінде таратқыш антеннаны беретін биіктік қисығымен тігінен қиылысатын Е өрісінің кернеулігін жасайды. Бірақ таратқыштардың нақты сипаттамалары қабылданған қисықтардан ерекшеленеді, сондықтан түзету коэффициенттері, ал жалпы есептік формуланың түрі бар:

$$E = E_C + V_H + V_\Phi + V_{H2} + V_{\text{рел}} + (\alpha \cdot l) - D_{su} + B_\theta, \quad (3.1)$$

мұндағы  $E_C$  – берілген көрсеткіштерді алу үшін қажетті сигнал өрісінің кернеулігі.  $E_C$  AirSpan Air4G жабдығына техникалық құжаттардан берілген,  $E_C = 40$  дБм;

$V_H$  – таратқыштың номиналды қуатының 1 кВт, 20дБқуаттылығынан айырмашылығын ескеретін түзету;

$V_\Phi$ -резонаторлық, көпірлі сүзгілерде және антенналық бөлгіштерде өшу,  $V_\Phi = 5$  дБ;

$V_{H2}$  - таратушы антеннаның биіктігін ескеретін түзету, дБ;

$V_{\text{рел}}$  - жергілікті жердің рельефін ескеретін түзету, дБ;

$\alpha \cdot l$  - тарату және қабылдау антеннасының фидерде өшуі,  $\alpha \cdot l = 3$  дБ;

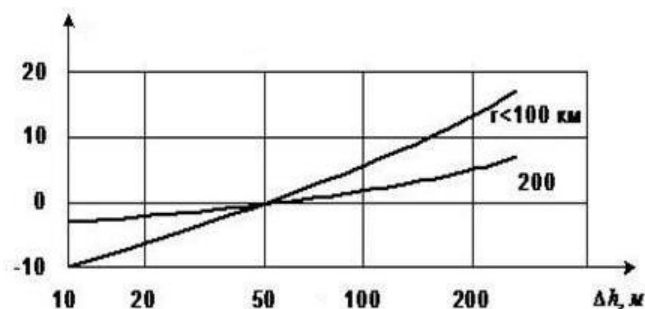
$D_{su}$  - абоненттік құрылғы антеннасын күшейту коэффициенті, 8,5 дБ;

$B_\theta$  - төртінші толқынды істермен салыстырғанда кедергілерге қабылдағыштықты азайтуды ескеретін түзету, дБ.

Берілген антеннаның биіктігін ескере отырып, 1,5 м-ден асатын түзетуді  $V_{H2}$ , дБ формула бойынша анықтаймыз:

$$V_{H2} = 10 \lg \frac{1.5}{40} = 10 \lg \frac{1.5}{40} = -14.26 \text{ дБ} \quad (3.2)$$

Радиоға қол жеткізу аймағындағы нақты рельефті  $V_{\text{рел}}$  ескеретін түзету келесідей анықталған. BS берілетін антенналардың әртүрлі биіктіктеріндегі байланыс диапазонының өріс күші деңгейіне тәуелділік графикасы ортаңғы рельеф жағдайларының өзгеруі туралы статистикалық ақпаратты өңдеуге негізделген. Мұндай рельеф негізгі станциядан 10-15 км қашықтықта көтерілудің орташа өзгерісі 50 м-ден аспайтын болса, орташа кесілген болып саналады. Рельефті анықтау графигі 3.2 суретте көрсетілген. Рельефті  $h$  деңгейінің ауытқуын анықтау үшін рельеф сызылып,  $h$  тербелісі анықталады. Егер  $h$  бір бағытта немесе басқа бағытта 50 м-ден ерекшеленсе,  $r < 100$  км үшін түзетулер жасалуы керек. AirSpan Air4G антеннасының  $90^\circ$  қамту аймағы бар. Байланыс диапазоны рельефтен, ғимараттардың болуы немесе тікелей көзге көрінетін сигналдың өтуіне кедергілер анықталады. 3.2 суретке сәйкес біз әр сектор үшін рельефтер мен ғимараттарды ескере отырып  $V_{\text{рел}}$  түзетуді анықтаймыз.



3.2-Сурет – Жергілікті рельефті ескеретін түзетулерді анықтау

Біздің ауылға биіктігі 20-30 м болатын ағаштар тән. Бұдан  $\Delta h_1 = 15$  м шығады. Рельефке түзету  $V_{\text{рел}} = -4$  дБ.

Кедергілерге сезімталдықтың тоқсандық толқындық пинмен салыстырғанда төмендеуін ескеретін түзетуді  $\Delta V_\theta$  есептейміз, дБ.

$$V_\theta = 10 \lg \frac{\theta_E}{360}$$

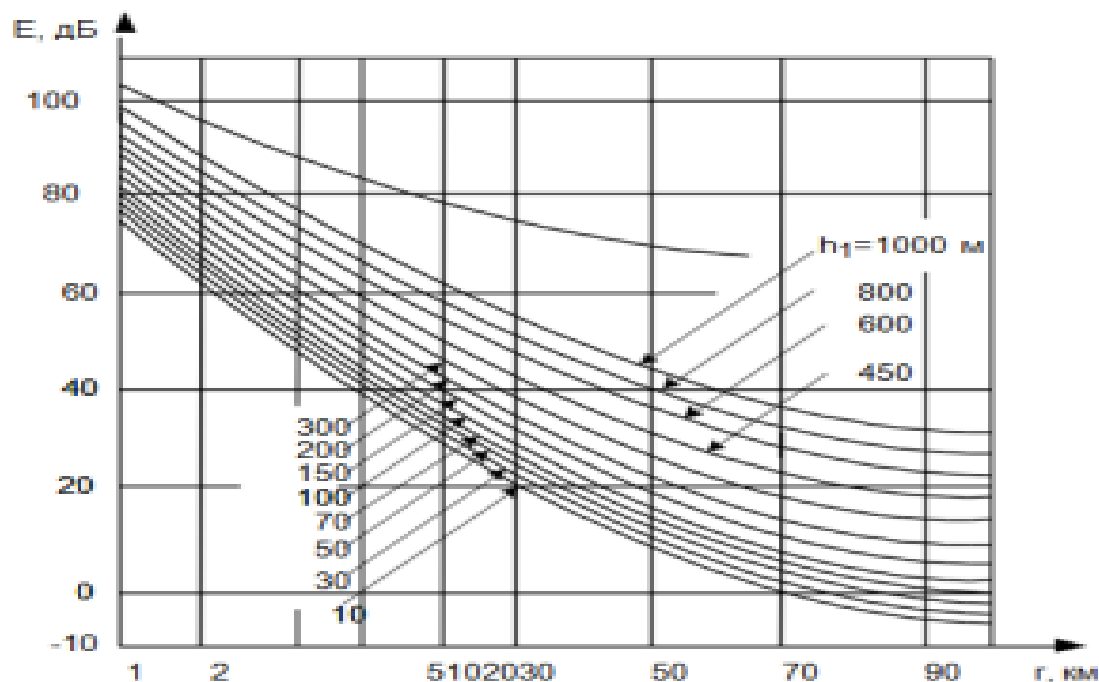
$$V_\theta = 10 \lg \frac{6,1}{360} = -17,7$$

мұндағы  $\theta_E$  - қабылдаушы антеннаның бағытталу диаграммасының бұрышы,  $\theta_E = 6.1$ .

Таратушы базалық станцияның қабылдау пунктінде жасайтын өріс кернеулігін анықтаймыз, дБ:

$$E = 40 + 20 + 5 - 14,26 - 4 + 3 - 8,5 - 17,7 = 23,54 \text{ дБ}$$

Бір БС қамту аймағын анықтаймыз. Есептеудің бұл әдістемесі радиотолқындардың орташа рельефті жерлерде таралуы туралы мәліметтерге негізделген. Есептеулер есептеу әдісінің негізін құрайтын радио толқындардың таралу қисықтарын көрсетеді. Қабылдау нүктесінде BS жасаған өріс күшінің алынған мәндерінен 3.3 суретке сәйкес кесте бойынша әр сала үшін байланыс диапазонын анықтаймыз.  $E = 25,95 \text{ дБ}$  кезінде  $r = 23 \text{ км}$  [4].



3.3-Сурет – Ауылдық жерлерде радио толқындарының жер бетінен таралу қисықтары

### 3.2 Сигнал қуатының орташа шығынын есептеу

Ауылдық жердегі сигналдарды болжаудың ең көп таралған үлгілерінің бірі - Окамура моделі. Окамура базалық станциядан мобильдіге беру кезінде сигналдың төмендеуін өлшеулер көмегімен Жердің біркелкі емес аймағында бос кеңістікте сигналдың таралуы туралы мәліметтерге қатысты орташа құлдырауды беретін бірқатар қисықтарды алды. Осы өлшеулердегі базалық станциялардың биіктігі 30-дан 100 м-ге дейін болды, бұл қазіргі қолданыстағы базалық станциялардың әдеттегі биіктігінен асады. Хата моделі эмпирикалық формулаларды Окамура және оның қосалқы авторлары жасаған графиктерге бейімдеу нәтижесінде пайда болды. Демек, математикалық жазба түріндегі Хата үлгісі Окамураның эксперименталдық деректеріне негізделген.. Хата

сигналдың өшуін бағалау үшін келесі эмпирикалық формулаларды ұсынды. Жоғарыда көрсетілген сигналдарды тарату модельдері базалық және жылжымалы станциялар антенналарының биіктігіне және жергілікті типтегі тасымалдау жиілігіне, жоғалтудың тәуелділігін бағалауға мүмкіндік береді. Олар 1 км-ден асатын қашықтықта сигналдың таралу процестерін жақсы көрсетеді. Хата сигналдың сөнуін бағалау үшін келесі эмпирикалық формулаларды ұсынды.

$$L_u = 69.55 + 26.16 \lg(f) - 13.821 \lg(H_b) + [44.9 - 6.55 \lg(H_b)] \cdot \lg(d) - a(H_m), \quad (3.5)$$

мұндағы  $f$  – жиілік, МГц;

$H_b$  – таратқыш антеннаның биіктігі;

$H_m$  – қабылдағыш антеннаның биіктігі;

$a(H_m)$  – түзету коэффициенті (төменге қараңыз);

$d$  – таратқыштан қабылдағышқа дейінгі ара-қашықтық, км.

Шағын және орта елді мекендер үшін:

$$aH_m = -[0.7 - 1.1 \cdot \lg f]H_m - 1.56 \cdot \lg f + 0.8, \quad (3.6)$$

$$aH_m = -[0.7 - 1.1 \cdot \lg 2500]1.5 - 1.56 \cdot \lg 2500 + 0.8 = 0.05.$$

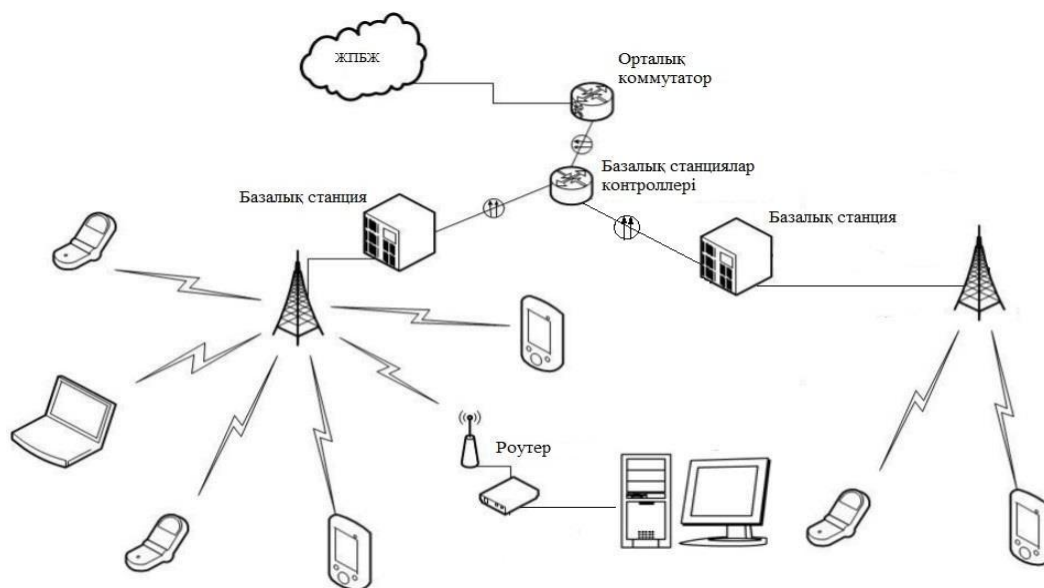
$$L_u = 69.55 + 26.16 \lg(2500) - 13.821 \lg(1.5) + [44.9 - 6.55 \lg(40)] \cdot \lg(1) - 0.05 = 156.1 \text{ дБ.}$$

### 3.3 Жобаланатын желіні құру сұлбасы

Жобаланатын желінің функционалдық сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген.

Кесте 3.2 – Антенналарды орналастыру

Орналастыру мекенжайы:	Координаттары:
Зона 1 Сейфуллин көшесі	Ені: 43.554333, бойлық: 78.028828
Зона 2 Сейфуллин көшесі	Ені: 43.555888, бойлық: 78.041804



3.4-Сурет – WiMAX желісінің функционалды схемасы

Сервер бөлмесі бірінші зона аймағында орналасқан ғимаратта орналасады. Оған келесі жабдықтар орнатылады:

- 1) FTP-сервер;
- 2) веб-сервер;
- 3) AAA-сервер;
- 4) басқару сервері;
- 5) биллинг сервері;
- 6) маршрутизатор
- 7) коммутатор.

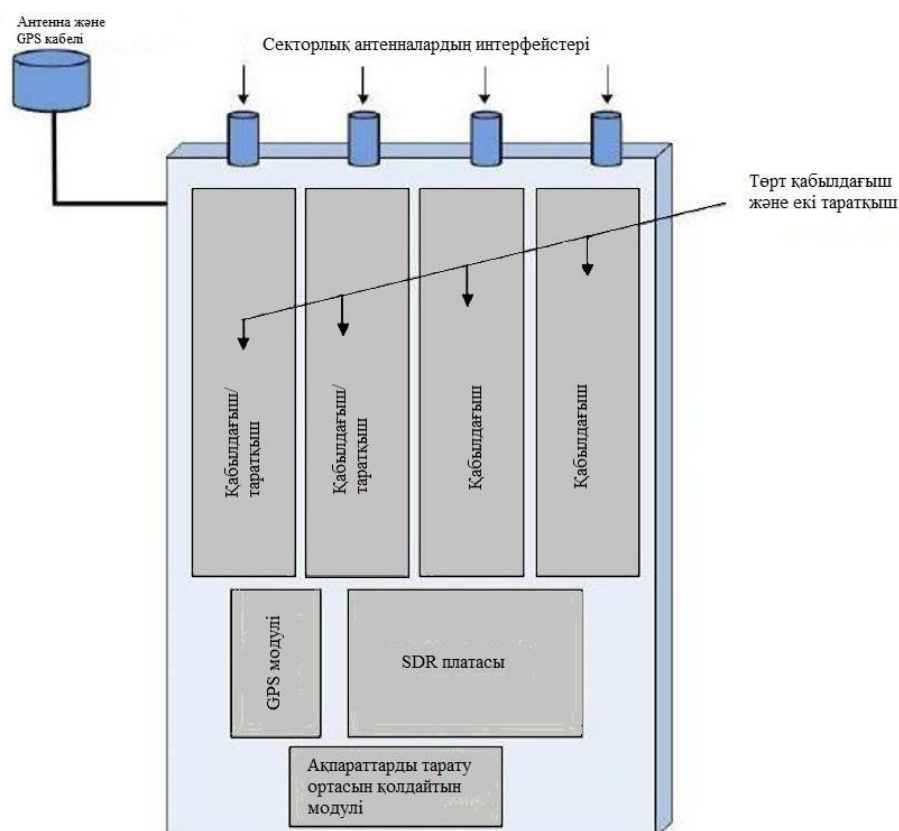
Сонымен қатар, ғимаратта бірнеше базалық станцияларды орнату үшін орнатылған шағын мұнара бар. АО Қазақтелеком компаниясымен Интернетке кең жолақты қатынауды ұсыну үшін арнаны жалға алу шартын жасасу қажет.

### 3.4 Базалық станциялар мен антенналарды таңдау

Air4G-W24 - бұл радио жиілік пен базалық компоненттерді біріктіретін макроэлементтердің біріктірілген базалық станциясы. Бұл өнімнің құрамына бірнеше кірістер мен шығулар (MIMO) принципі бойынша төрт арнаның орналасуын қамтамасыз ететін төрт радиожілікті таратқыштар кіреді. Бұл Mobile WiMAX жүйесі бөлмежайлардан тыс монтажға арналған, ол жұмыс алаңын қысқартуға және оператордың эксплуатациялық шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.



### 3.5-Сурет – Air4G-W24 базалық станциясының модулі



### 3.6-Сурет – Air4G-W24 функционалды элементтері

SNMP протоколына негізделген Airspan Netspan желісін басқару жүйесі Air4G-W24 басқару үшін қолданылады.

Air4G-W24 құрамына келесі функционалды элементтер кіреді:

- төрт қабылдағыш және екі таратқыш;
- бағдарламалық-анықталатын радиожүйенің платасы (SDR);
- Ethernet коммутаторы;
- GPS.

Air4G-W24 функционалды элементтері 4.3 суретте көрсетілген. Air4G-W24 негізгі техникалық сипаттамалары 4.1-кестеде келтірілген.

#### Кесте 3.3 – Air4G-W24 негізгі техникалық сипаттамалары

Параметр	Мәні
Әрбір RF порты үшін 700 МГц диапазонында реттелетін таратқыштың максималды қуаты	+ 39 дБм (6,3 Вт)



Әрбір RF порты үшін 2,х ГГц диапазондағы реттелетін таратқыштың максималды қуаты	+ 40 дБм (10 Вт)
Әрбір RF порты үшін 3,х ГГц диапазондағы таратылатын максималды реттелетін қуат:	+ 37 дБм (5 Вт)
Беру қуатын реттеу диапазоны	>20 дБ
Реттеу қадамы	1 дБ
Жиіліктің тұрақтылығы	$\pm 0,2 \cdot 10^{-7}$
Қабылдағыш шуының коэффициенті	4 дБ- дан көп емес
Өлшемдері	40×34×15,6 см
Салмағы	18,5 кг
Қоректендіру кернеуі	48 В (DC)
Қуатты тұтыну	230 Вт
Жұмыс температурасы	-40 тан +55°С дейін
Жұмыс ылғалдылығы	5 тен 100% дейін

Сыртқы антенналарды қолдайды. Төменде қолдау көрсетілетін антенналардың тізімі келтірілген:

- төрт порттық антенналар (2.х және 3.х ГГц диапазондары үшін) және қос қиғаш поляризациясы бар антенналар (700 МГц, 2.х және 3.х ГГц диапазондары үшін).

- барлық төрт қабылдағыш қолданылса, төрт порттық антеннаны немесе қос қиғаш поляризациясы бар екі антеннаны пайдалану қажет, қос қабылдағыш режимінде қос қиғаш поляризацияланған антенна қолданылады;

- антенналар тікелей бағытта 65 немесе 90 градус, сондай-ақ бағыттаушы антенналар;

- антенналардың бағыты 65 және 90 градус, төрт портты немесе қос көлбеу поляризация болуы мүмкін;

- поляризация бұрышын қолмен немесе жартылай автоматтандырумен реттелетін антенналар (MET).

BS санын есептеу:

Желінің өткізу қабілеттілігін белгілі бір жағдайларда ұяшықтың спектрлік тиімділігінің орташа мәндерін қолдана отырып бағалауға болады. 802.16e мобильді нұсқасы үшін 2×4 MIMO режимін пайдалану кезіндегі спектрлік тиімділік келесі мәндерге ие:

$$SDL = 3,51 \text{ бит/сек/Гц}, SUL = 0,94 \text{ бит/сек/Гц}.$$

Есептеуде қолданылатын Air4G BS негізгі сипаттамалары 4.2 кестеде келтірілген.

Кесте 3.4 - Air4G BS негізгі сипаттамалары

Air4G СИПАТТАМАСЫ	WiMAX MODE
Жиілік диапазондары	700 MHz, 800 MHz, 1.8 GHz, 2.3-2.4 GHz, 2.496-2.7 GHz, 3.3-3.8 GHz

Радиоарна жолағының ені	3.5 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz, 2x7 2x10
Дуплекс әдісі	TDD
Шығу қуаты	2 x 40 dBm
Модуляция	QPSK – 64QAM 5/6
FFT саны / SOFDMA қолдауы	512, 1024, 2048 FFT
GPS синхрондау	GPS & IEEE1588

TDD жүйесі үшін DL/UL кадр ұзақтығы 3:1. Базалық станцияның 1 секторының орташа өткізу қабілеті арнаның енін арнаның спектрлік тиімділігіне тікелей көбейту жолымен алынады.

$$R_1 = S \cdot W, \quad (4.1)$$

мұндағы  $S$  - орташа спектрлік тиімділік (бит/с/ Гц);

$W$  - арнаның ені (МГц).

2 x 4 MIMO конфигурациясы және IEEE 802.16e нұсқасы үшін DL және UL сызықтары үшін есептеулер орындалады.

DL желісі және 2 x 10 МГц радиоарнаның өткізу қабілеті үшін:

$$R_{DL} = 3.51 \cdot 20 \cdot 0.74 = 51.2 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}$$

UL сызықтары үшін:

$$R_{UL} = 0.94 \cdot 20 \cdot 0.23 = 4.3 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}$$

R базалық станциясының орташа өткізу қабілеттілігі бір сектордың өткізу қабілеттілігін базалық станцияның секторларының санына көбейту арқылы есептеледі [5].

Таңдалған Air4G базалық станциясы ұялы WiMAX желілерін қолдану үшін оңтайлы деп саналатын, үш секторлы конфигурацияда орналастыруға арналған.

2 x 4 MIMO конфигурациясы кезінде базалық станцияның орташа өткізу қабілеті:

TDDD дуплекс әдісі (базалық станцияның техникалық сипаттамаларына сүйене отырып).

Бір белсенді абоненттің ЕҮЖС (МБит/с) кезіндегі орташа трафигі 2.2-кестеде есептелген.

$$R = 3 \cdot R_1,$$

$$R_{DL} = 3 \cdot R_1 = 3 \cdot 51.2 = 153.6 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

$$R_{UL} = 3 \cdot R_1 = 3 \cdot 4.3 = 12.9 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

TDDD дуплекс әдісі (базалық станцияның техникалық сипаттамаларына сүйене отырып).

Бір белсенді абоненттің ЕҮЖС (МБит/с) кезіндегі орташа трафигі 2.2-кестеде есептелген.

$$V_{\text{ЕҮЖС}} = \frac{776,28}{670} = 1,12 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

Бір БС белсенді абоненттер санын анықтаймыз:

$$N_{\text{АБ}} = \frac{R}{V_{\text{ЕҮЖС}}}$$

$$N_{\text{АБ}} = \frac{153,6}{1,12} = 137,$$

Онда базалық станциялар саны

$$N_{\text{Бс}} = \frac{N}{N_{\text{АБ}}},$$

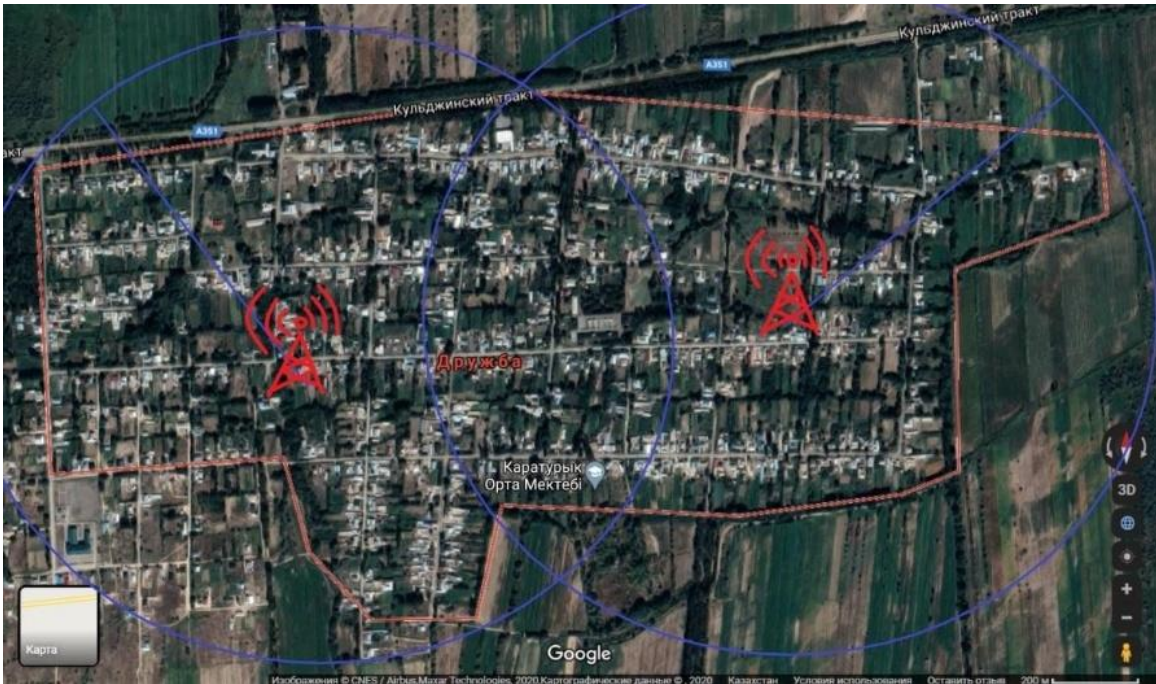
$$N_{\text{Бс}} = \frac{240}{137} = 2,$$

мұндағы  $N = 240$  (4,2 кесте) – абоненттер саны.

Базалық станцияларды монтаждау кезінде ауыл бойынша орнатылған базалық станциялардың саны он бір дананы құрайды. Сонда Орнатылатын антенналар саны:

$$2 \cdot 3 = 6 \text{ (антенна)}$$

AW3008 антенналары биіктігі 40 м болатын метелл қаңқаларда орналастырылады.



3.7-Сурет – БС Қарашоқы ауылында орналасуы

Абоненттердің қажеттіліктерін қанағаттандыру және оларға жоғары сапалы қол жеткізу және телефония қызметтерін ұсыну үшін BS-тің жартысына жуығы кабельмен қосылу жеткілікті, қалған BS-лер Интернетке қол жеткізе алады, WiMAX радио сигналы арқылы оларды BS-ге қосатын интранет ресурстарымен, олар өз кезегінде оптикалық кабельмен қосылады бұл желінің өткізу қабілеттілігінің талаптарын толығымен қанағаттандырады. Картаға сәйкес бір базалық станцияның жеткілікті радиусы шамамен 1 км құрайды (3.1-сурет), есептелген байланыс диапазоны 23 км құрайды, сондықтан қуатты азайту керек.

Ол үшін кесте бойынша  $E = 75$  дБ қабылдаймыз. Жаңа  $E$  мәнін (3.1) формулаға қойып,  $V_H$  қуатының жаңа мәнін аламыз:

$$V_H = 75 - 25,95 - (5 - 11,85 - 4 + 3 - 8,5 - 17,7) = 83,1 \text{ дБ}, \quad (4.6)$$

Сонда берілген радиусты қамтамасыз ету үшін қажетті таратқыштың қуаты:

$$P_H = \frac{1000}{10^{\frac{83}{10}}} = 5 \text{ мВт},$$

Берілген режимдегі БС таратқышының қуаты  $P=5$  мВт немесе 7 дБм салыстырмалы бірліктерінде.

### 3.5 Серверлік жабдық

Транспорттық байланыс желісі (backhaul) - телекоммуникациялық желілерде деректерді тасымалдау функцияларын орындайтын барлық ресурстардың жиынтығы. Ол тек беру жүйесін ғана емес, сондай-ақ оларға қатысты бақылау, жедел ауыстырып қосу, резервтеу және басқару құралдарын да қамтиды. WiMAX жүйесінде транспорттық желі оператор желісі мен базалық станция арасындағы желі учаскесін қамтиды. WiMAX желісін басқару үшін Airspan Networks – Airspan Networks компаниясының басқару жүйесі қолданылады. Airspan Netspan жүйесі AS.MAX өнім тобындағы желі элементтерін басқаруға арналған толық шешім. AS.MAX отбасы құрамына 802.16d және 802.16e технологиясын қолдайтын базалық станциялар және сертификатталған абоненттік жабдықтар кіреді. Жүйе операторға WiMAX желісіндегі жағдай мен апатты жағдайлардың жалпы көрінісін көрсететін, оның ішінде ақауларды дереу жою сияқты маңызды функцияларды қамтитын кешенді құралдар жиынтығын ұсынады.

Netspan жүйесінің негізгі сипаттамалары:

- 802.16 d және 802.16 e стандартын қолдау;
- Microsoft SQL 2005 және SQL 2008 өнімдерінің топтастығын қолдайды, мысалы SQL және MSDE ДББЖ механизмдері;
- абоненттік терминалдарды тікелей емес басқару (MIB моделі);
- шаблондар/кластар негізінде қызметтерді ұсыну;
- қызметтерді ұсыну туралы деректерді асинхронды баптау;
- синхронды/асинхронды жағдай (деректер базасына тек негізгі деректерді сақтау);
- автономды режимде қызметтерді ұсыну мүмкіндігі;
- деректер базасы қызметтерді ұсыну туралы деректерді жинаудың басты тетігі болып табылады;
- жабдықты және желілік басқару жүйесін қайта синхрондау мүмкіндіктері.

Биллинг үшін "ABACS" автоматтандырылған есептеу жүйесі қолданылады. "ABACS" – абоненттерге қызмет көрсетудің технологиялық процесін автоматтандыруға арналған бағдарламалық кешен:

- телефон байланысы операторлары;
- интернет желісінің провайдерлері және IP-телефония операторлары;
- кабельдік теледидар операторлары. Қуатты және икемді функционалдылық:
- "ABACS" АҚЖ абоненттерге қызмет көрсету кезінде орындалатын операциялардың толық циклін қолдайды;
- оператордың қажеттіліктеріне қосымша бейімдеу жүргізіледі. Ашық архитектура және функционалдылықты кеңейту:
- кіріктірілген бағдарламалау тілін белсенді пайдалану жүйені

сүйемелдеуді және жаңа функцияларды қосуды жеңілдетеді;

- HTML-құжат үлгілері редакциялау үшін қол жетімді;
- желілік хаттамалар және/немесе файл алмасу арқылы сыртқы жүйелермен өзара іс-қимыл қамтамасыз етіледі.

Конвергенттілік:

- жүйе пайдаланушының бір интерфейсінде барлық қолдау көрсетілетін қызметтердің биллинг қамтамасыз етеді.
- "Әмбебап құрылғыларды" қолдау қажет болса, қолдау көрсетілетін құрылғылардың тізімін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Сенімділік:

- тәжірибелі әзірлеушілер және клиенттерді сапалы қолдау.
- 1998 жылдан бастап "АВАС" АҚЖ үздіксіз дамуы.

Серверлерді орнату VMware арқылы HP ProLiant DL380p Gen8 серверіне жүргізіледі.

Кесте 3.5 – Басқару және Биллинг серверлерінің техникалық сипаттамалары

Басқару сервері	Биллинг сервері
Монтаждық шкаф	2U
Қуат блогы	460 Вт
Серверді қашықтықтан басқару кірістірілген модулі	бар
Бекіту түрі	тірекке орнатуға арналған жылжымалы рельстер
Процессор	Intel® Xeon® E5-2609 (4-ядерлі, 2,4 ГГц, 10МБ)
Жад модулі	32 ГБ (2 x 16 ГБ) RDIMM

AAA сервері - авторизациялау, аутентификация және пайдаланушыларды есепке алу, яғни, қауіпсіздік үшін қажет.

Аутентификация кезінде қауіпсіздік жүйесінде бар есептік жазбаның тұлғасын (сұрауын) салыстыру жүргізіледі, мысалы, логин мен пароль, сертификат немесе смарт-карта бойынша жүзеге асырылады.

Авторизациялау кезінде өкілеттілікті немесе қол жеткізу деңгейін тексеру, яғни жүйеде есептік жазбаны салыстыру жүргізіледі – аутентификациядан өткен тұлға және белгілі өкілеттіліктерді (немесе қол жеткізуге тыйым салу).

Есепке алу кезінде сервер пайдаланушының ресурстарды (көбінесе желілік) тұтынуын қадағалайды.

FTP сервері-файлдық сервер. Абоненттерді пайдалану үшін әр түрлі файлдарды (бағдарламаларды, ойындарды және т.б.) сақтау үшін қажет.

WEB-сервер-клиенттерден, әдетте веб-шолғыштардан HTTP- сұрауларды қабылдайтын және HTTP-жауаптарды беретін сервер, әдетте HTML Бетте, суретте, файлда, медиа-ағында немесе басқа да деректермен бірге.

Кесте 3.6 – AAA, FTP, WEB HPProLiantDL380pGen 8 серверлерінің техникалық сипаттамалары

Құрылғылар	AAA; FTP; WEB
Монтаждық шкаф	2U
Қуат блогы	750 Вт және қосымша алмалы-салмалы қуат блогы
Серверді қашықтықтан басқару кірістірілген модулі	бар
Бекіту түрі	Стационарлық бекітпелер
Процессор	2 процессор Intel® Xeon® 8CE5-2900 v2 (6 ядерлі 2,9 ГГц 15 МВ80 Вт)
Жад модулі	32 ГБ (2 x 16 ГБ) RDIMM
Қатқыл диск	4 тал. HP 1TB 6G SAS 7.2K rpm SFF (2.5-inch) Hot Plug Midline 1yr Warranty Hard Drive
Қажетті программалық қамтамасыз ету	бар

Қашықтағы сервер желінің әкімшілеріне оның жұмысын серверлік бөлмеде емес, басқа бөлмеде бақылауға мүмкіндік береді, бұл олардың денсаулығына зиянды азайтады.

Кесте 3.7 – HP ProLiant ML150 G9 қашықтағы сервер атауына арналған техникалық сипаттамалар

Сипаттама атауы	Сипаттама
Корпус түрі	Болат
Жүйелік блок типі	Үстел үсті
Процессор	Broadwell-EP 8-Core 1.7GHz (LGA2011-4, QPI, 20MB, 85W, 6.4 GT/s, 14nm) Tray
Жад модулі	8Гб DDR4-1866 МГц
Қатқыл диск	SATA 1Тб 7200 RPM, 16 МБ Serial ATA; SAS 300 Гб 15К.7 15000 RPM 16 МБ 6 Гбит/с SAS

### 3.6 Желілік жабдық және кабель

Коммутаторлар серверлік жабдықты, базалық станцияларды және сыртқы арналарды қосу үшін қажет. Коммутаторларды таңдау үшін пайдаланылатын



порттардың санын білу қажет. Бұл жобада сыртқы интернет арнасына екі сервер және екі базалық станция қосылады. Серверлерді маршрутизаторға қосу үшін Cisco Catalyst WS-C2960 8 порт Ethernet 10/100/1000 Base-T коммутаторын қолданамыз (сурет 4.5).



3.8-сурет – Cisco Catalyst WS-C2960 коммутаторының сыртқы түрі

Catalyst WS-C2960 коммутаторының негізгі сипаттамалары 4.6 кестеде келтірілген.

Кесте 3.8 – Cisco Catalyst WS-C2960 коммутаторының сипаттамалары

Сипаттамалары	Параметрлері
Порттардың стандарттары мен функциялары	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet ANSI/IEEE 802.3 авто келісімі IEEE 802.3 x ағынын басқару
Порттар саны	8 порт 10/100/1000 Мбит/с, 1 комбо-порт 10/100/1000BASE-T/SFP
Қолданылатын қуат	45 Вт
Өлшемдері	445 мм x 236 мм x 44 мм
Толық/жартылай дуплекс	10/100 Мбит/с жылдамдыққа арналған толық / жартылай дуплекс Gigabit жылдамдығы үшін толық дуплекс

Базалық станцияларды қосу үшін - 24 портқа Cisco Catalyst ME-4924 оптикалық коммутаторы (4.6 сурет) қолданылады.



3.9-сурет – Cisco Catalyst ME-4924 коммутаторының сыртқы түрі

Маршрутизаторға екі сыртқы канал және екі ішкі канал қосылады.

Осындай көптеген құрылғылар үшін Cisco 7201 маршрутизаторы (3.10-сурет) төрт портқа жарамды, сегізге дейін кеңейеді және сыртқы арналарды қосуға арналған екі порт бар.



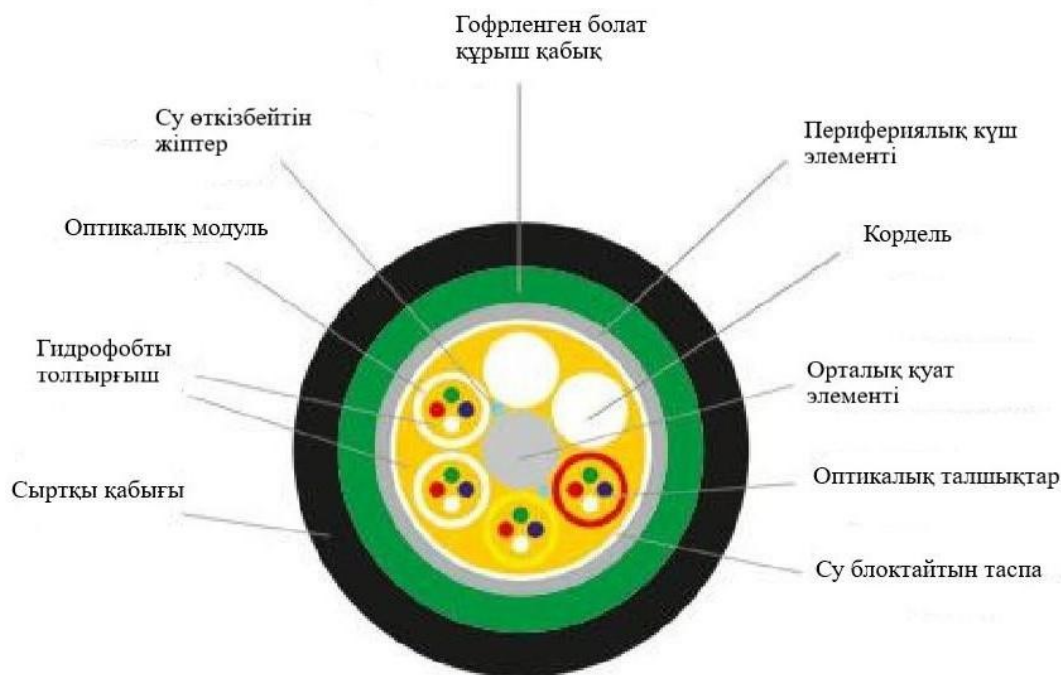
3.10-сурет – Cisco 7201 маршрутизаторының сыртқы түрі

BS-лар Cisco ME 4924-10GE коммутаторына талшықты-оптикалық кабельдер арқылы қосылады.

Осы желінің жобасында біз ОКСТМ-10-0,1-0,22-8 маркалы кабелін таңдаймыз.

ОКСТМ кабелі – шыны пластиктен немесе металл элементтен жасалған орталық күш элементі бар қалалық көп модульді оптикалық кабель. Болат гофрленген лентадан жасалған бронь және полиэтилен қорғаныс қабығы бар. Кабель каналында, тоннельдерде, шахталарда, құбырларда, коллекторларда ОКСТМ кабелін төсейді. Кабель минус 40-тан плюс 60°C дейінгі температурада пайдаланылады.

ОКСТМ қималары ең үлкен сұранысқа ие-10-0,1-0,22-8; ОКСТМ-10-0,1-0,22-16; ОКСТМ-10-0,1-0,22-32 (4.8 сурет).



3.11-Сурет – OKSTM оптикалық кабелі

**Құрылымы:**

- оптикалық талшық (2-ден 144-ке дейін оптикалық талшық);
- орталық күш элементі – шыныпластик немесе трос;
- гидрофобты толтырғыш;
- оптикалық модуль;
- болат гофрленген таспа;
- полиэтиленнен жасалған қорғаныш қабығы (OKSTMН маркалы қабығы жануды таратпайтын материалдан жасалған).

OKSTM кабельдері 1,0 кН / см<sup>2</sup>-ге тең болатын қысымға төтеп береді. Кабель динамикалық иілуге, сынуға, осьтік бұралуға, соққы мен діріл жүктемелеріне, климаттық әсерлерге, су өткізбеуге төзімді.

**OKSTM-10-0,1-0,22-8 кабелін белгілеу:**

- 1) ОК-оптикалық кабель
- 2) СТ –болат гофрленген сауытпенМ-көп модульді
- 3) 10-мода өрісінің диаметрі
- 4) 01 - Орталық күш элементі үшін шыны пластик қолданылады
- 5) 0,22 – өшу коэффициенті
- 6) 5...144 - Кәбілдегі талшықтар саны (бұл жағдайда 8)

**Артықшылықтары:**

- оңтайлы габаритті өлшемдер;
- оңтайлы масса;
- күрделі коллекторларда төсеу үшін майысудың кіші радиусы.



### 3.12-Сурет – Кабелдік канализацияға кабель төсеу

Кесте 3.9 – Базалық станцияларға дейінгі кабельдердің ұзындығы

Базалық станцияның №	Серверден базалық станция орналасқан ғимаратқа дейінгі ара-қашықтық, м	Ғимараттағы кабельдің ұзындығы, м	Кабельдің жалпы ұзындығы, м
1-2	750 м	85	835
Жалпы	750 м	85	835

Желі құру кезінде оптикалық кабельдің саны кабель ұзындығы бойынша кемінде 10% қормен алынады. Сонда қажетті кабель ұзындығы болады:

$$835 \cdot 1,1 = 4427,5 \text{ метр.}$$

### 3.7 Үздіксіз қоректендіру көздерін таңдау

Үздіксіз қоректендіру көзі (ҮҚК) - қосылған жабдыққа ҮҚК аккумуляторларынан біраз уақыт жұмыс істеуге мүмкіндік беретін автоматты құрылғы, электр тогы жоғалғанда немесе оның параметрлері рұқсат етілген нормадан шыққан кезде. Сонымен қатар, ол электр қорегінің параметрлерін

(кернеуі, жиілігі) түзете алады. Әртүрлі жабдықтар мен дербес компьютерлердің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін жиі қолданылады. ҰҚК құрудың үш схемасы бар:

- резервтік;
- интерактивті;
- онлайн.

Сенімділік деңгейі бойынша байланыс пен автоматиканың электрмен қоректендіру қондырғылары I, I ерекше және II санатты электр тұтынушыларына бөлінеді. Жобаланатын байланыс сұлбасы электр қоректендірудің екінші санатына жатады. Екінші санатты электр тұтынушылар-электрмен жабдықтаудың үзілісі өндірістің тоқтауына, өнімнің шығарылмауына, жұмысшылардың, механизмдердің және өнеркәсіптіккөліктің жаппай тоқтап қалуына, қала және ауыл тұрғындарының едәуір санының қалыпты қызметінің бұзылуына әкеп соқтыратын жүктеме.

Қалыпты жұмыс режимдерінде екінші санатты тұтынушылар екі тәуелсіз өзара резервтегі қоректену көздерінен электр энергиясымен қамтамасыз етілуі тиіс. Қазіргі уақытта қолданылатын барлық электр қоректендіру тәсілдерінің ішінен "On-Line" жүйесі бойынша стационарлық байланыс объектілері үшін ЭҚК-ның аса күрделі жұмысы қарастырылады.

Шартты төрт сағаттық разряд режиміне және 20 орта температурасына келтірілген аккумуляторлардың қажетті сыйымдылығын мына формула бойынша есептейміз:

$$C = \frac{I_p \cdot t_p}{\eta_q (1 + 0.008(t_{cp} - 20^\circ C))} \text{ Асағ}$$

мұндағы  $C$  - батареяның номиналды сыйымдылығы;

$I_p$  - разряд тогы;

$t_p$  - разряд уақыты;

$\eta_q$  - сыйымдылықты қайтару коэффициенті;

$20^\circ C$  – электролит температурасы;

0.008-батарея сыйымдылығының температуралық коэффициенті.

Кесте 3.10 - Жабдықтың тұтынатын қуатын есептейміз

Жабдық	Саны, дана	Қолданылатын қуат, Вт	Барлығы
Cisco Catalyst WSC2960	1	45	45
Cisco ME 4924	1	400	400
Cisco 7201	1	150	150
Серверлер	2	1210	1210

Жабдықтың жалпы қуат тұтынуын анықтаңыз:

$$P = 45 + 400 + 150 + 210 + 1210 = 1805 \text{ (Вт)}$$

Ін жүктеме тогының мәні мынадай формула бойынша есептеледі:

$$I_H = \frac{P}{U_{\text{ПИТ}}}$$

$$I_H = \frac{P}{U_{\text{ПИТ}}} = \frac{1805}{220} = 8,2\text{А,}$$

мұндағы  $U_{\text{ПИТ}}$  - қоректендіру кернеуінің мәні,  $U_{\text{ПИТ}} = 220 \text{ V}$ .

Разрядтың тоғын  $I_p$  формуламен анықтаймыз:

$$I_p = I_n = 0,82\text{А}$$

$n_q$  сыйымдылығы бойынша қайтарым коэффициентін 4.9 кестеден анықтаймыз.

Кесте 3.11 - Сыйымдылығы бойынша АБ қайтару коэффициенті

$t_p$ , сағ	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$n_q$	1	0,97	0,94	0,91	0,89	0,83	0,8	0,75	0,61	0,51

Разряд уақыты 4 сағатты құрайды, тиісінше

$$n_q = 0,8.$$

Аккумуляторлардың қажетті сыйымдылығын есептейміз:

Алынған мәліметтер бойынша Eaton Powerware 9130RM 2000 ВА ҰҚК таңдаймыз. 2u тіреуішпен орындалған On-line класты Eaton 9130 (Powerware PW9130i2000RXL2U) 2000 ВА үздіксіз қоректендіру көзі үздіксіз электрмен қоректендіру және жабдықты электр қуатымен кез келген мүмкін болатын проблемалардан қорғауды қамтамасыз етеді:

- импульсті жоғары вольтты лақтырулар,
- кернеудің өсуі, кернеудің ұзақ мерзімді төмендеуі,
- қысқа мерзімді кернеудің жоғарылауы / азаюы,
- пішіннің тұрақсыздығы, кедергі,
- толық қуаттың өшуі.

Eaton Powerware 9130RM 2000 ВА ҰҚК- нің негізгі ерекшеліктері:



- жоғары қуат коэффициенті = 0,9 арқылы үлкен жүктемені қорғау жүзеге асырылады, сонымен бірге басқа жабдықты орнату үшін кеңістік үнемделді;
- жоғары ПӘК 95% есебінен электр энергиясын үнемдеу қамтамасыз етіледі; орыс тілінде дисплейге т/К, View UPS экранына қосымша қайталанатын жылжымалы т / к қосу мүмкіндігі;
- АВМ технологиясы батареялардың қызмет ету мерзімін ұзартуға және оларды зарядтау процесін оңтайландыруға мүмкіндік береді;
- ең қиын жүктеме үшін батарея зарядын сақтауға жүктемені сегменттеу функциясы мүмкіндік береді;
- автономды жұмыс уақытын арттыру үшін 4 қосымша сыртқы батареялық модульге дейін қосу;
- EatonPDU тіректері үшін тарату құрылғыларына қосылу мүмкіндігі.

Кесте 3.12 – EatonPowerware 9130RM 2000 техникалық сипаттамалары

Eaton Powerware 9130RM 2000 ВА негізгі сипаттамалары	
Параметр	Мәні
Номиналды кернеуі	230 В (220В, 240В болуы мүмкін)
100% жүктеме кезінде батареяларға ауыспай кіріс кернеуінің диапазоны	160-276В (PF = 0.7 жүктеме үшін)
Кіріс жиілігі	45-65 Гц
Шығу	
Шығу Power Factor	0.9
Желіден және батареялардан жұмыс істеу кезіндегі Шығыс кернеуінің тұрақтылығы	+ / - 3% номиналды
ПӘК	> 95% ПӘК оңтайландыру режимінде
Интерфейс	
Дисплей	Бар, графикалық, орыс тілінің мүмкіндігімен
Индикация	4 ҮҚК жағдайының индикациясы бар LED
Батареялар	
Ішкі аккумуляторлар	9АН, герметикалық, қорғасын-қышқылды
Сыртқы батареялардағы аккумуляторлар	9АН, герметикалық, қорғасын-қышқылды
Батареяларды ыстық ауыстыру мүмкіндігі	Онда ішкі де, сыртқы да бар
Батареялардан суық бастау	Бар
Eaton Powerware 9130RM 2000 ВА негізгі сипаттамалары	
Параметр	Мәні
Коммуникациялар	
RS-232 порты	Бар
USB порты	Бар (HID)
Қосымша карталар үшін Слот	
Қоршаған орта	
Шу	50Дб
Жұмыс температурасы	0 ± 40 С



Жабдықтың орналасуы.

Негізгі желілік жабдықтар 1 зонадағы ғимаратта орналасады. Жабдықты орнатудың қарапайымдылығы үшін ғимарат Hyperline компаниясы шығарған 42U биік қабаттағы телекоммуникациялық шкафпен жабдықталады. TTC2-4261-DD-RAL9004 гиперлинасы - 19 дюймдік, 2055x600x1000 мм (HxWxD) едендік шкаф, 19 дюймдік телекоммуникациялар мен серверлік жабдықтарды орналастыруға арналған. Кабинетте жиналмалы рамалық құрылым бар. Негізгі конфигурацияға мыналар кіреді: есіктер жиынтығы, бүйірлік панельдер жиынтығы, 19 «монтаж профилі, кабель кіретін люктері бар түбі, жабдықты орнатуға арналған бекітпелер жиынтығы.

Материалдар:

- суықтай илектелген болат;
- қалыңдығы 5,0 мм темірбетон әйнек (әйнектің алдыңғы есігі болған жағдайда).

Болат компоненттерінің қалыңдығы:

- рамкалық жақтау, үстіңгі, астыңғы және бүйірлік панельдер, алдыңғы және артқы есіктер - 1,2 мм;
- көлденең бекіту профилі - 1,5 мм; 19” профильдер - 2,0 мм. Бетті ақтау:
- корпус - қара түсті ұнтақ бояуы;
- ішкі болат монтаж элементтері (монтаж және көлденең профильдер) -

Aluzinc® жоғары сапалы антикоррозиялық жабыны саусақ ізін қалдырмайтын Finger-Rez® шашырандысымен.

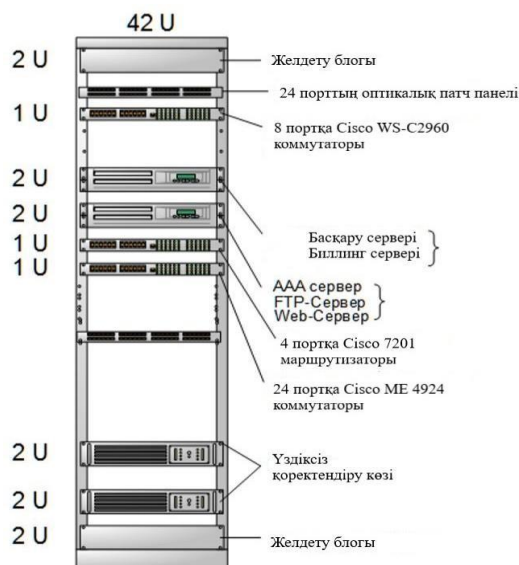
Рұқсат етілген статикалық жүктеме - 800 кг-аяқтар мен роликтерге бір мезгілде орнатқанда. Тегіс картон қаптамада бөлшектелген түрде жеткізіледі.

Бұл шкафта орнатылады:

- коммутатор - 3 дана;
- маршрутизатор - 1 дана;
- сервер HP - 2 дана;
- үздіксіз қоректендіру көзі - 2 дана;
- желдеткіш модуль - 2 дана;
- Патч панель оптикалық-2 дана.

Шкафта жабдықтың орналасуы 4.9 суретте көрсетілген.

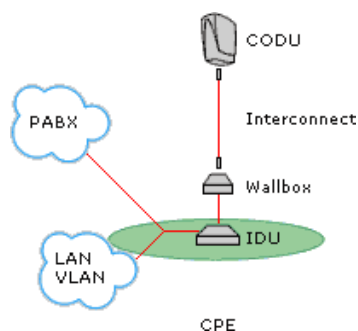
Желілік телекоммуникациялық, кросстық жабдықтарды қорғау үшін базалық станцияларды орнату орындарында қарсы жәшіктер орнату қажет. Антивандалдық жәшіктер орналасады техникалық қабаттарда тұрғын үйлердің төбелеріндегі және өндірістік ғимараттар.



3.13-Сурет – Коммутациялық шкафта жабдықтың орналасуы

#### Абоненттік жинақтардың сипаттамасы

Абоненттік жинаққа басқару блогы және терминалы бар радио модуль кіреді (опция). Радио модуль ұзындығы 50 м-ге дейін бұралған жұп басқару блогына немесе ұзындығы 1,5 км-ге дейінгі мультимодты оптикалық кабельге қосылған.



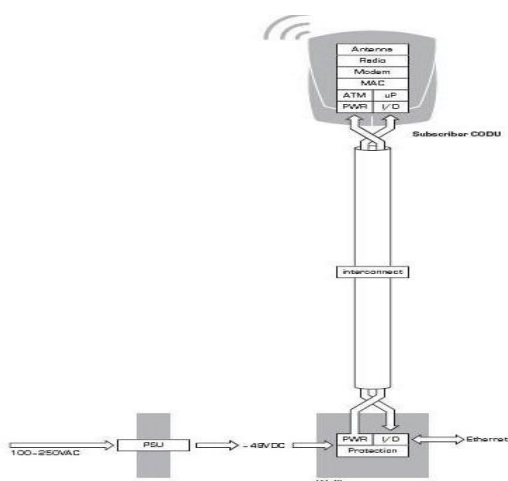
3.14-Сурет – Абоненттік жинақ

Басқару блогы Ethernet 10/100Base T интерфейсі бар, оған қосымша интерфейстері бар терминал қосыла алады (1/2/4 E1 + 4 Ethernet, 2 FXS + 1/4 Ethernet, V.34 + Ethernet және т.б.). Радиомодуль 23<sup>0</sup>x23<sup>0</sup> диаграммасымен 15,5 dBi бағытталған антеннамен жабдықталған.

Абоненттік жинақ (CPE):

- CODU-радиомодуль;
- Interconnect – кабелі;

- Wallbox-басқару блогы;
- IDU-терминал (опция).



3.15-Сурет – Абоненттік жинақтың құрылымдық схемасы



3.16-сурет – Радиомодуль

Абоненттік радиомодуль антеннадан, радиоарнадан, модемнен, кіру құралының контроллерінен және кіріктірілген микропроцессордан тұрады. Абоненттік жинақтың функционалдығы CODU анықталады. Желінің сыртқы құрылғылары IDU терминалына қосылады.

CODU абоненттік радиомодуль 6 түрлі нұсқада қол жетімді, әр нұсқа IP функционалдығы мен интерфейстерінің әр түрлі деңгейін қамтамасыз етеді:

- IPSolo- IP байланысы қажет болғанда пайдаланылады;
- IPBasic, IPPlus, IPMax-Ethernet, IP қажет болғанда пайдаланылады;
  - IP MaxFibre-Ethernet, IP, E1/T1, немесе WAN интерфейстері және CODU мен басқару блогы арасындағы қашықтық 100м артық болғанда пайдаланылады және оптикалық кабель төселеді;
- IP MaxATM-ATM және Ethernet интерфейстері қажет болғанда.

E1 / T1, немесе WAN интерфейстері және CODU мен басқару блогы арасындағы қашықтық 100м кем.

### Кесте 3.13 – Радиомодульдер нұсқалары

Interface	IP variant
Ethernet	IPSolo, IPBasic, IPPlus or IPMax
Ethernet and ATM	IPMaxATM
Ethernet	IPMaxFiber (CODU мен Wallbox арасындағы оптикалық кабель)

Абонентке жіберу жылдамдығы:

- IPSolo - 2 Mb/c дейін толық дуплекс Ethernet трафик;
- IPBasic - 5 Mb/s дейін толық дуплекс Ethernet трафик;
- IPPlus-10 Mb/c дейін толық дуплекс Ethernet трафик;
- IPMax - 30 Mbps толық дуплекс Ethernet трафик. Антенна

параметрлері:

- поляризация – кеңістіктік дөңгелек;
- күшейту - 15 dBi, 23<sup>0</sup>x23 диаграммасымен. Радио арнасы параметрлері:
- жиілігі: 3.4 GHz - 3.8 GHz, duplex operation 100МГц;
- модуляция: QPSK, 16QAM, және 64QAM;
- арна ені: 14 МГц, 7 МГц, 5 МГц, 3.5 МГц, 2.5 МГц, және 1.75 МГц.

Таратқыш:

- шығу қуаты-25, 29, 35,5 дБм;
- сезгіштігі - 10мкВ.

Басқару блогы.



### 3.17 Сурет – Абоненттік құрылғыны басқару блогының сыртқы түрі

### Кесте 3.14 – Басқару блогының параметрлері

UTP коннектор	RJ45
Оптикалық коннектор	SC көп модалы
DC power коннектор	4-pin DC
DC қуат талаптары	[-4BVDC(-405VDCto-57VDC)]
Өлшемдері	27 mm x90mm x 80,5mm
Салмағы	180 гр

Кесте 3.15 – Қорек көзінің параметрлері

Өлшемдері	30mm x 90mm x 30mm
Салмағы	0.5kg
Шығыс керенуі	-4BVDC
Коннектор	4-pin DC
Кіріс кернеуі	110VACto250VAC
Кіріс коннектор	EC

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаны орындау нәтижесінде Қарашоқы ауылының мысалы негізінде WiMAX технологиясының базасында деректерді беру желісін құру ұсынылды және жобаланды. Желілерді құру принциптері мен құру технологиялары қарастырылды. Техникалық тапсырманың талаптары орындалды. Жобалау барысында базалық станциялар мен абоненттік құрылғыларды таңдау ұсынылды және негізделді, желінің негізгі параметрлерін есептеу жүргізілді. Жобаның кірістілігін растайтын негізгі экономикалық есептеулер орындалды. Wi-MAX желісінің басты артықшылығы-базалық станциялардың санын арттыру есебінен жүйені масштабтау мүмкіндігі болып табылады. Болашақта ШБҚ жүйесінің өсуі мен дамуы абоненттердің көп санын қосуға мүмкіндік береді, бұл кәсіпорынның пайдасына және оның сымсыз байланыс технологияларының қазіргі нарығында бәсекеге қабілеттілігіне әсер етеді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Вишневский В.М, Портной С.Л., Шаханович И.В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G.: Техносфера, 2009.-472 с.
- 2 Вишневский В. М., Ляхов А. И., Портной С. Л., Шахнович И. Л. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. М.: Техносфера, 2005
- 3 Winncom Technologies Corp.: Distributing Wireless Networking, Voice Data Solutions. – Астана: Радио и связь, 2005
- 4 Рашич А. В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учеб. пособие / Рашич А.В.— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 179 с.
- 5 Гепко И.А., Олейник В.Ф., Чайка Ю.Д., Бондаренко А.В. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития. Киев: ЭКМО, 2009. 672 с.
- 6 Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Эффективная энергокомпания.- М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002.-544 с
- 7 Под ред. Волкова О.И. Экономика предприятия. Учебник.- М.:ИНФРА-М, 2003
- 8 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш., Соколова И.С. Экономика отрасли. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика, – Алматы: АУЭС; 2013. 56– с.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Какенов Асылан Батырханұлы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау».

Бұл дипломдық жұмыста Қарашоқы ауылын мысалға ала отырып, ауылды жердегі мобильді байланысты жақсарту мәселесі қаралды. Сымсыз байланыс технологиясы ретінде WiMAX технологиясы алынды. WiMAX технологиясы шағын ауылды жерге экономикалық жағынан тиімді және техникалық сипаттамалары жағынан LTE/4G технологияларына жақсы бәсекелес бола алады.


Дипломдық жұмыс барысында ауылды жердегі желіге қатынауға мүмкіндігі бар абоненттер саны, желінің ақпаратты өткізу жылдамдығы, қамту аймағы және т.б. есептеулер жүргізілді.

Дипломдық жобаға 85 (B+ жақсы) деген баға, ал студент Какенов Асылан 6B06201 - Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Ғылыми жетекші**

ЭТжҒТ каф.аға оқытушысы,

техн.ғыл.кандидаты

 Ермекбаев М.М.

(КОЛЫ)

«15» 05 2023 ж.





## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Какенов Асылан Батырханұлы

6B06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау».

Орындалды:

а) графикалық бөлім 56 парақ;

б) түсініктеме 5 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында ұялы байланысты қолдана отырып кең жолақты қатынауды жақсарту мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалды және талдау жасалады.

Бұл дипломдық жұмыста Қарабұлақ ауылын мысалға ала отырып, ауылды жердегі мобильді байланысты жақсарту мәселесі қаралды. Сымсыз байланыс технологиясы ретінде WiMAX технологиясы алынды. WiMAX технологиясы шағын ауылды жерге экономикалық жағынан тиімді және техникалық сипаттамалары жағынан LTE/4G технологияларына жақсы бәсекелес бола алады.

Дипломдық жұмыста оптикалық лазерлердің, базалық құрылымы сызбасында студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

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

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "жақсы" (85%) деген баға, ал студент Какенов Аслан 6B06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

### Рецензент:

Ғ.Дәукеев ат. АЭЖБУ доценті,

PhD докторы

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

 А.Ержан

«30» 05 2023 ж.

Ф ҚазҰТУ 704-24. Рецензия



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Какенов Асылан Батырханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау

Научный руководитель: Айнур Куттыбасва

Коэффициент Подобия 1: 0.8

Коэффициент Подобия 2: 0.2

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

31.05.2023.  
Дата

Марсиза  
проверяющий эксперт



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Какенов Асылан Батырханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қарашоқы ауылында ұялы байланыс жұмысын жасау

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 0.8

Коэффициент Подобия 2: 0.2

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 31.05.2023

Заведующий кафедрой

