

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

Ерланова Айгерім

WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу  
алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері

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.канд-ы

 Е.Таштай

«06» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға

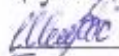
### ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

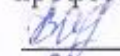
Тақырыбы: WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған: 

Ерланова Айгерім

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭУЖА каф.  
меңгерушісі, доктор PhD.,  
қауымдастырылған профессор  
 Ж.С. Шыныбай  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.маг.,  
профессор  
 Н.Т. Исембергенов  
«06» 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-ы

 Е.Ташғай

« 08 » 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Ерланова Айгерім

Тақырыбы WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері

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

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ 8 ” ақпан 2019ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: WiMAX стандартының негізінде базаны ұйымдастыру, станция мен антенналар арасындағы байланыс жиіліктері, WiMAX желісінің базалық үлгісі

Дипломдық жобада өңделетін сұрақтар, дипломдық жобаның қысқаша мазмұны:

а) Жалпы ережелер WiMAX сымсыз желісін талдау

б) WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері

б) Жұмыстың кең жолақты сымсыз желісін есептеу

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті сызбаларды нақты көрсете отырып):

Материалдар \_\_\_ слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 12

1. Гольдштейн А.Б., Устройства управления мультисервисными сетями: SoftSwitch. Москва, Вестник Связи, 2012. 111бет.


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

**КЕСТЕСІ**


| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі   | Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі | Ескерту |
|---|--|---------|
| Жалпы ережелер WiMAX сымсыз желісін талдау  | 8.02.2019  | Мақ     |
| WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері | 22.03.2019   | Мақ     |
| Техникалық есептеулер   | 21.04.2019   | Мақ     |

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                 | 02.05.19          |  |

Ғылыми жетекшісі  Н.Т.Исембергенов  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А.Ерланова

Күні " 8 " ақпан 2019 ж.

## АҢДАТПА

Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері ұсынылған.

Жобада стандарттың сипаттамалары, оның басқа стандарттардан ерекшелігі, желінің құрылу сұлбасы және таңдалған жабдықтардың техникалық сипаттамалары қарастырылған. Желі қамту аймағының, абоненттік жүктемемен сенімділігінің есептеулері негізінде құрылған.

Провайдерлердің бірнеше қызметі болжамды ақпарат шешімдерін осы уақытқа дейін әлемнің түпкір-түпкіріндегі Wimax жобаларын қолдану үшін пайдаланады.

## АННОТАЦИЯ

Обобщены методы и модели исследования алгоритмов определения коэффициента пропускания для Wimax.

Можно узнать, как получить максимальную отдачу от коробок, твердость коробок, форму ящиков и технические недостатки коробок. Устройство для лучшей производительности, с нагрузками на верхнюю нагрузку.

Одна из услуг промоутеров использовалась для поддержки портов Wimax по всему миру до тех пор, пока она еще актуальна.

## **ABSTRACT**

The methods and models for studying the transmission coefficient determination algorithms for Wimax are summarized.

You can learn how to get the most out of the boxes, the hardness of the boxes, the shape of the boxes and the technical drawbacks of the boxes. Device for better performance, with loads on top load.

One of the promoter services was used to support Wimax ports around the world as long as it is still relevant.

## МАЗМҰНЫ

|   |    |
|---|----|
| Кіріспе   | 9  |
| 1 Жалпы ережелер WiMAX сымсыз желісін талдау  | 10 |
| 1.1 WiMAX технологиясы туралы жалпы мәліметтер  | 10 |
| 1.2 WiMAX анықтама  | 11 |
| 1.2.1 WiMAX технологиясының даму  | 11 |
| 1.3 WiMAX технолгиясының артықшылығы мен мақсаты  | 13 |
| 1.4 WiMAX жұмыс істеу қағидасы  | 17 |
| 2 WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері | 20 |
| 2.1 WiMAX стандартының сипаттамасы  | 20 |
| 2.2 Желілік модель  | 22 |
| 2.3 Alvarion BreezeMAX сымсыз қосылымы  | 26 |
| 2.4 Базалық станция   | 32 |
| 2.5 Абоненттік жабдық   | 38 |
| 2.6 802.16 стандартын сипаттау  | 40 |
| 2.7 Желіні құру мақсаттары мен тағайындалуы   | 41 |
| 2.8 Желі қызметтеріне қойылатын талаптар  | 42 |
| 2.9 Қызмет көрсету сапасы   | 44 |
| 3 Жұмыстың кең жолақты сымсыз желісін есептеу   | 46 |
| 3.1 Радиожелінің өте жоғары жиілікті есептерінің қысқаша әдістері                                   | 46 |
| 3.2 Абоненттік жүктемені есептеу  | 50 |
| 3.3 БС – АБ байланыстарының күтілетін ұзақтықтарын есептеу  | 52 |
| 3.4 Дестелер коммутациясы бар арналардың өткізу қабілеттіліктерін есептеу                           | 57 |
| Қорытынды   | 64 |
| Қолданылған әдебиеттер  | 65 |



## КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы әлемге ауыр тиетін технологиялық құрылғылар жиынтығы, сайып келгенде, телемедицинаның күші. Бүгінгі таңда киберқылмыскерлер технологиясының негізгі брендтерінің бірі АТ көрсеткішінің негізгі компоненттерінің бірі болды.

Радио навигацияның негізгі мақсаттарының бірі таратылған жазғыштардың мүмкіндіктерін барынша арттыру болып табылады. Радиожиілік технологиялары бүгінгі күні Интернет және Интернет пайдаланушыларына ұялы (мобильді, мобильді) байланысын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Төменде курсордың үлкен нұсқасы берілген. Керісінше, пластиналар кәсіптік ырғаққа байланысты үш түрге бөлінеді.

ПАН (қатты) - 10 м мейіз, пісіруге жарамды. Ол сондай-ақ құралдар мен құралдардың кең спектрін ұсынады - КҚК сонымен қатар көптеген компаниялар алдында тұрған міндеттердің кең спектрін және шешімдерін ұсынады. Бұл шағын жасөспірімдер үшін тиімдірек.

WLAN (жергілікті сымсыз кең жолақты байланыс) - 100 м қалың WLAN ноутбук бейнемагнитофондардың аз санымен жабдықталған.

WWAN (сымсыз байланыс) жылжымалы телефондарды пайдаланушыларға желілер мен интернеттерге қосылуға мүмкіндік беретін сымсыз желі.

Басқа радио технологиялардан айырмашылығы, WiMAX базалық станциясы жоқ сияқты, оны ғарышта кері сигналмен үздіксіз қолдануға болады. Қалаларда ғимараттар бар екенін ескере отырып, бұл өте жақсы ерекшелік.

Қазіргі уақытта көп деңгейлі кең жолақты сымсыз қолжетімділік (BWA) протоколдары кең жолақты сымсыз қатынау жүйелерінде кеңінен қолданылады. Атап айтқанда, IEEE 802.16 (WiMAX) стандарты BWA кең жолақты сымсыз қатынау жүйелерінде TDMA протоколдарын пайдаланады.

IEEE 802.16 стандарты кең жолақты ақпаратты үйге және бизнес пайдаланушыларға қосудың жылдам жолын ұсынады. Кең жолақты сымсыз қосылым DSL және кабель қосылымдары арқылы үзіледі. Оны тіпті оңай кеңейтуге болады, және аумақты қамту кеңейтілуі мүмкін.

WiMAX - дауыстық, дауыстық, бейне (бейне) хабарламалар мен басқа да ақпаратты жіберуге мүмкіндік беретін кең жолақты Интернетке қол жеткізу.

Басқаша айтқанда, корпоративтік желілерді ұйымдастыру, жоғары сапалы бейне және IP-телефонияны ұйымдастыру оңайырақ болады.

## **1 Жалпы ережелер WiMAX сымсыз желісін талдау**

### **1.1 WiMAX технологиясы туралы жалпы мәліметтер**

WiMAX - бұл сымсыз технология, кабельдік хабар таратудың тегін, Интернетке қосылу және телефондық қызмет. WiMAX (Микротолқынға қол жеткізу үшін бүкіл дүние жүзі үйлесімділік) стандартты IEEE технологиясын қолданып, кеңейтілген сымсыз байланыс стандарты, қосымша сымды және кабельді DSL технологиясын қосу, сондай-ақ «соңғы мильді» кең ауқымды ескере отырып, стандарт болып табылады. WiMAX технологиясы «соңғы мильге» қосылу және кең жолақты қосқыштарды қосу, сондай-ақ сымсыз жергілікті желілермен жоғары жылдамдықты байланыстарды, ұйымдар мен компаниялар арасындағы байланыстарды және т.б.

WiMAX кеңжолақты жүйесі IEEE 802.16 стандартына негізделген. Басқа технологиялардан айырмашылығы, радио функциялары үлкен аймақ бойынша объектінің тікелей қатысуымен жоғары жиілікті байланыспен қамтамасыз етеді. Қабылдау қашықтығы: 50 шақырымға дейін; Жиілік: 2 ГГц-ден 11 ГГц-ке дейін. Бір базалық станцияда деректерді берудің ең жоғары жылдамдығы - 70 Мбит / с дейін. Әдеттегі базалық станция 6 сектордан тұрады. WiMAX жүйесі екі негізгі бөліктен тұрады:

- WiMAX базалық станциясы жоғары объектіде: мұнараларда немесе ғимараттарда орналасуы керек.

WiMAX қабылдағышы: Антенна қабылдағыш, Форматтық коэффициент бойынша PC Card дамыту.

Негізгі станция мен абоненттік қабылдағыш арасындағы байланыс 2-11 ГГц жиілік ауқымында. Байланыстар станция мен пайдаланушы арасында 20 Мбит / с дейін белгілі бір жылдамдықта тікелей байланыс талап етпейді. WiMAX базалық станциясының жұмыс режимі 802.11 (Wi-Fi) кең жолақты стандартына ұқсас.

Ең жақын базалық станцияларда жоғары жиілікті (10-66 ГГц) жоғары жиілікті (RH) режимі бекітілген қосылыстар үшін пайдаланылады. Бұл қосылыстар 120 Мбит / с дейінгі жылдамдықта нақты әлем жағдайын ұсынады. Кем дегенде, базалық станциялардың біреуі кеңжолақты кеңжолақты қатынау провайдерлерімен (ТЗ немесе басқа жоғары жылдамдықтағы деректер) үздіксіз байланыста болады. Шындығында, көптеген провайдерлер көптеген станцияларда желінің мүмкіндігін пайдаланады, деректерді берудің сенімділігі мен жылдамдығы жоғары. Ұялы топология арқылы нүктелік жүйелерде шағын нүктелік жүктемелерді таратады.

WiMAX технологиясы пайдаланушылардың және провайдерлердің, сондай-ақ аймақтық желілердің мүмкіндіктері: кеңселер, аудандар арасындағы соңғы қоңырауды жеткізу үшін «соңғы мильді» пайдаланады.

WiMAX артықшылықтары

WiMAX базалық станциялары байланыс операторларына қалалық және қала маңындағы аймақтардағы шағын және орта кәсіпорындар абоненттерін желіге оңай және жылдам қосуға мүмкіндік беретін кеңжолақты қатынау нүктесі болып табылады.

WiMAX базалық станциялары динамикалық кең жолақты өткізу қабілеттілігін пайдаланады. Бұл тұтынушыларға дифференцирленген жоғары жылдамдықтағы қызметтердің төмен құны бойынша дауыстық және деректер қызметтерінің кең ауқымын қамтамасыз ету үшін өткізу қабілеттілігін жеңілдетуге және кеңейтуге мүмкіндік береді. Бірнеше өткізу қабілетті қолдау, кеңжолақты базалық станциялар және мультисервистік қолдау WiMAX сымсыз шешімдері жаңа, бәсекеге қабілетті операторлар мен инновацияны іздейтін тұтынушылар үшін таңдау болып табылады.

## **1.2 WiMAX анықтама**

WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access-кеңжолақты сымсыз қосылыстың жалпы әлемдік бірегейлігі), IEEE институтымен стандартталған кеңжолақты сымсыз байланыс технологиясы, DSL толықтыратын және кабельді технологиялар ретінде кең қашықтықта "соңғы миль" проблемаларын шешу. WiMAX технологиясы "соңғы мильге" қосылу және кеңжолақты қосылыстарды орындау үшін пайдаланылуы мүмкін, сондай-ақ сымсыз желі нүктелерінің жоғары жылдамдықты байланыстарын, ұйымдар мен компаниялар бөлімдерінің аралық байланыстарын және басқа да осындай мақсаттарды жетілдірумен ерекшеленеді. WiMAX терминін сөзбе-сөз аудару "микротолқынды пайдалану үшін үйлесімділік" мәні бар. Осылайша, халықаралық салалық консорциум бүкіл жабдықтың үйлесімділігіне қол жеткізу үшін жағдай жасау кеңжолақты сымсыз желі ретінде қолданылады деп аталады. Бұл белгілер Intel, Fujitsu және Nokia, сондай-ақ белгілер Asiros, Airspan, Alvarion, ZyXEL, Aperto, Proxim және Wi-LAN болып табылады. Бүгін WiMAX консорциумы 96 компанияны біріктіреді. WiMAX компанияларының алдында тұрған негізгі мәселелерді шешу интернетті пайдалануға мүмкіндік береді: әлемдік желілерге жылдам қосылуды қамтамасыз етеді, көшелер мен тротуарларда бұзылған оптикалық-талшықты кабельдерді жөндеумен айналысады. Кейбір техникалық мәселелер WiMAX шешімі болашақ шешім деңгейіне әбден сенімді жетеді.

## **1.3 WiMAX технологиясының дамуы**

WiMAX технологиясының даму бағыты бірнеше деңгейді қарастырады. Алдымен-бір жерге бекітілген сымсыз байланыс. Одан кейін-мүмкіндік пен

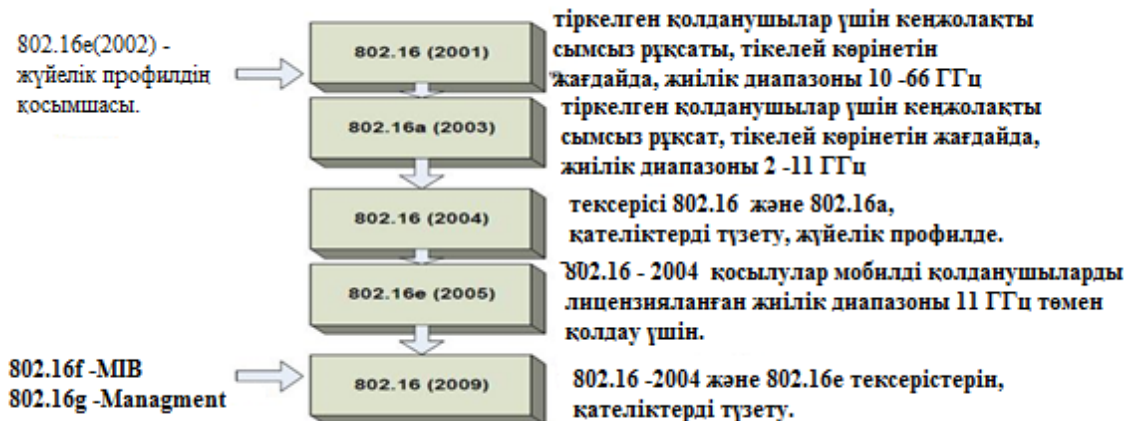
қолжетімділік PDA құрылғысының көмегімен ашылған, Интернетке кіру, көрсетуаймағына кіру, яғни адам далаға шығып, базалық станцияға қызмет көрсету берееаладының ноутбугін ашты. Осылайша, базалық станцияны жабу кезінде кез келген адам толық ұтқырлықты алады. Біз Қазақстан тасымалды шешімді қажет ететінін түсінеміз. Сондай-ақ жұмылдыру мен алыс қызмет көрсетуге қызмет көрсететін жүйе қажет. Сонымен қатар, тұтынушылардың пікірінше, бұл "әмбебап қызметтер", яғни телефон желісіне, Интернетке, сондай-ақ телефон желісіне қолжетімділік.

1.1 Кесте – Негізгі сымсыз желі технологиялары төмендегі кестеде көрсетілген.

| Технология | Стандарт  | Арнаның өткізу жолағы, Мбит/сек дейін | Қамту зонасы     | Жиілік, ГГц   |
|------------|-----------|---------------------------------------|------------------|---|
| Wi – Fi    | 802.11    | 5                                     | 300 метрге дейін | 5   |
| Wi – Fi    | 802.11b   | 11                                    | 300 метрге дейін | 2,4   |
| Wi – Fi    | 802.11g   | 54                                    | 300 метрге дейін | 2,4   |
| WiMAX      | 802.16.d  | 75                                    | 25-80 км         | 1,1-11  |
| WiMAX      | 802.16.e  | 30                                    | 1-5 км           | 2,3-13,6  |
| UWB        | 802.15.3a | 110-480                               | 10 метрге дейін  | 7.5   |
| Zigbee     | 802.15.4  | 20-250                                | 100 метрге дейін | 2,4ГГц(16 канал),915 МГц(10 канал),868 М Гц(1 арна) |

WISM IEEE - 802.16 IEEE 802.16 желісіне кіреді және WAN және логикалық арна бақылауын (IEEE 802.2) тіркейді, бұл бір-бірін білдіреді. Wi-Fi (IEEE 802.11x) шинасында док станциясы пайдаланылғанда, WiMAX әрбір клиенттің нақты орнын анықтай алады. WiMAX ұяшығына қосылады.

2001 жылы ең ерте қолданылатын бағдарлама 2-11 ГГц жиіліктегі 80-216 А қосалқы тозған корпуста (CFC) жабдықталған. Дәрекі, көлемді жабындардың ең айқын түрлерінің бірі - ортогоналды жиілік мультиплексері (OFDM). 802.16a ADSL және кеңжолақты дискілердің жаңа буыны. Төменде координациялық жүйелердің кейбірі ғана бар.

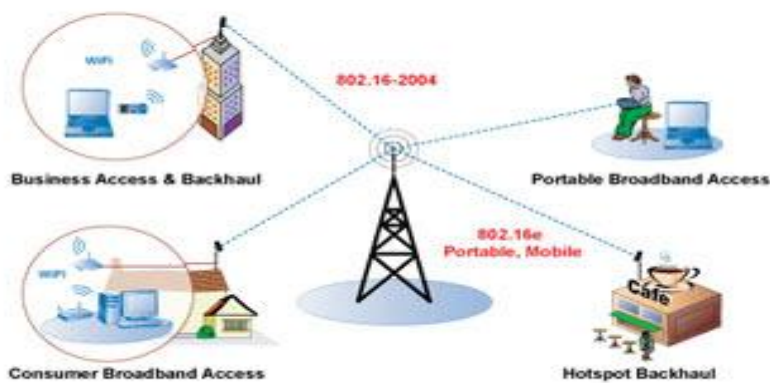


1.1 Сурет – WiMAX эволюциясы

Сымсыз WiMAX маршрутизатор сымсыз LAN WiMAX желісін көзделген қызметтердің барлық спектрін қолдамайды. Промоутер қызметтерінің біреуі бүкіл әлем бойынша WiMAX порттарын қолдау үшін пайдаланылды, әлі де маңызды болып табылады. Бұл жүйелердің сенімділігі WiMAX желісі тарапынан қолдау көрсетілетін WiMAX желісі арқылы жақсартылды және өзара байланысты болды.

Төбеге қосылған сымсыз WiMAX камералары шкафтарда, шкафтарда және мотоциклдерде жыл бойы орау жылдамдығын сақтай алады. Бір қызығы, ол WiMAX «Wi-Fi» жергілікті «Wi-Fi желілерін ыстық нүктесін» өңдеуге қабілетті екенін атап көрсетеді.

Бүгін, WiMAX IEEE 802.16-2004 дейін 30 шақырым бірқатар сандық камералар ауқымын 10 Мбит / с қамтиды. WiMAX технологиясы әртүрлі жұмыс істейді: ішіндегі катушкалар, қолғаптың тығыздығы, деректердің қалыңдығы.



1.2 Сурет – WiMAX стандартының негізінде базаны ұйымдастыру

WiMAX ауқымы диапазонмен 10 МГц жиілік диапазонымен келеді. 2 ГГц-11 ГГц. Өткізу жолағының әртүрлі ыңғайлылығы WiMAX -ты түрлі

параметрлерде жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Дифасорлық инъекциялар көптеген әлеуетті қасиеттерге ие. Ағымдағы WiMAX амератандық WiMAX катушкасы үшін 2,5-тен 5 ГГц-ге дейін, 3,5-тен 3,5 ГГц-ке және 3,5 ГГц-ке дейін, Шығыс, Африка, Таяу Шығыс және Шығыс Азияда - 3,5 және 5 ГГц, Азия-Тынық мұхит аймағында 2, 3, 3,5 және 5 ГГц жиілігі бар.

10 немесе одан көп километрді қосу арқылы WiMAX нүктелері көптеген бағыттарды орнатуға, сондай-ақ «миль-миля» ауқымын іске қосуға арналған.

2-Фаза ішкі Антенналарды енгізуді, WiMAX схемасын қарапайым және икемді іске асыруды көздейді.

3-ші фаза 2006 жылы орнатылуы тиіс IEEE 802.16 е сипаттамаларын кеңінен енгізуге уәде берді, бірінші желі 2007 жылы пайда болды. осылайша, бұл белгілі бір тораптағы WiMAX - Certified қызметін алу мүмкіндігін білдіреді және олардың ішінде шағын құрылғылардың құрамы "нақты қамту" желісіне сәйкес, аналогты ұялы және Wi-Fi желілерінің түріне байланысты қозғалады. Мұндай күрделі стандарттарды әзірлеу кезінде басқа қайтымсыз стандарттарға сәйкес өмір сүруді, оның ішінде ұя желісін, жаңа буынның "ақылды" антенналарын жасауды, OFDMA сияқты модуляцияның жаңа түрлерін пайдалануды, QoS Тейи қызметтерінің жаңа түрлерін, деректерді қорғауды және басқа да көптеген параметрлерді көздейді.

### **1.3 WiMAX технологиясының артықшылығы мен мақсаты**

WiMAX технологиясының мақсаты құрылғылардың кең спектрі үшін (персонал станциялары, "ақылды үй" тұрмыстық техникасы, портативті құрылғылар мен ұялы телефондар) көпфункционалды сымсыз қолжетімділікті қамтамасыз ету және жергілікті желіге заңды қосылу болып табылады.

WiMAX айтарлықтай артықшылықтары бар. Осы қызмет стандартының базалық стансасының мың абоненті Көрсетеалады, ажырамастай 50 Мбит/с жылдам тарату қауіпсіздігі шараларын ұсынады. Ол қалалық шеңберді пайдалану үшін оңтайландырылған-ішінде және барлығы. WiMAX қондырғысының абоненттерін стандарттауға негізделген. WiMAX пайдаланушыларға кепілдік береді, сондай-ақ мағыналық рөл ойнауға мүмкіндік береді. Жауап беруші: рахимжан Гульмира адилбековна бабының 1-тармағына сәйкес Салық кодексінің 276-13-ҚР жұмысы бойынша алыс-беріс шикізатын өңдеу қазақстан республикасының аумағына басқа Кеден одағына мүше мемлекеттің өнімдерін кейіннен басқа мемлекеттің аумағына қайта өңдеу, қосымша құн салығы салынады нөлдік ставка бойынша шарттарды сақтау кезінде тауарларды қайта өңдеу мерзімі алыс-беріс шикізатын өңдеу, т. е. алыс-беріс шикізаты -

WiMAX технологиясы сымды және қолданыстағы ұялы технологиялармен салыстырғанда, нәтижелілік және желі құны көрсеткіштері бойынша бірқатар артықшылықтарға ие. Сонымен қатар, WiMAX

технологиясы желінің өшуі нәтижесінде және желінің өшуі нәтижесінде ең жоғары қашықтағы байланыспен бір уақытта қызмет көрсетілетін абоненттердің ең көп санымен өлшенетін желінің кеңжолақты қосылуында жоғары сыйымдылықты қамтамасыз етеді.

WiMAX технологиясы бірқатар артықшылықтарға ие:

1) сымды (xDSL, T1) сымсыз және жерсеріктік жүйе (xDSL, T1) - бұл жаңа клиенттерге экономикалық тиімді қызмет көрсету және олар үшін мүмкіндіктерді арттыру.;

2) Стандарт байланыс операторлары технологиясының деңгейін біріктіреді (кішілерді біріктіру және оларға интернет-қолжетімділікті құруға мүмкіндік беру үшін), сондай-ақ "соңғы миль" технологиясын біріктіреді ("соңғы миль" технологиясы – провайдер желісіне қол жеткізу нүктесі мен тұтынушының компьютері арасындағы бөлік). Ол интеграцияны және сенімділігін арттырады;

3) сымсыз технологияларды пайдалану, оларды пайдалану және ұтымды пайдалану. Қосымша қаражатты, қосымша жұмыс күшін және пайдаланушыларды қоса алғанда қосымша қаражатты талап етпейді. Себебі: ол қажет болғанда масштабтау қасиетіне ие;

4) дамушы және даулы, қиын аймақтарда ақылсыз технология орнатудың перспективасы;

5) радиобайланыстың негізгі параметрлері қызмет көрсетудің әркелкілігі болып саналады. Қазіргі уақытта кеңжолақты сымсыз технологиялар желі объектілері арасында тікелей көрінуді талап етеді. WiMAX OFDM технологиясының арқасында тікелей көрінбейтін объектілер арасындағы байланысты қамтамасыз ете алады және бұл ретте қашықтық километрмен өлшенеді;

6) WiMAX технологиясы IP протоколы бар Жергілікті желілерді және олармен байланысты технологияларды оңай біріктіруге мүмкіндік береді.;

7) WiMAX технологиясы бір жерде (тіркелген), қозғалатын, тұрақты қозғалатын объектілерге бір инфрақұрылымда жұмыс істеуге мүмкіндік береді

WiMAX технологиясы, сымсыз байланысты Қостанай ауданының түгелдей аймағына орната алады. Сонымен қатар жаңа қосылыстарға шығынды азайтады. Бүгінгі таңда, бір объектінің қосылуына бірнеше айлар кетсе, WiMAX-тың арқасында, бұл процесс бірнеше сағат немесе күнге дейін қысқарады. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрлігінің Медициналық және фармацевтикалық қызметті бақылау комитеті (010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 8, Министрліктер үйі, 6-кіреберіс) Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Медициналық және фармацевтикалық қызметті бақылау комитеті (010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 8, Министрліктер үйі, 6-кіреберіс) Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Медициналық және фармацевтикалық қызметті бақылау комитеті (010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 8,

Масштабталу сияқты қасиеті бар сымсыз желілер қолдасынста өте ыңғайлы болы келеді. WiMAX кез-келген мәліметтерді тарату, интернетке қатынауды, ақырғы құрылғысы бар ұялы желісінің белгілетехнологиясы WiMAX сымсыз байланыс орнатуына мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жаңа қосылыстар шығындарын төмендетеді. Бүгінгі күні, Егер бір объектіні қосу бірнеше болса, WiMAX арқасында бұл процесс бірнеше сағатқа немесе күнге дейін қысқарады.

Масштабталатын қасиеттері бар сымсыз желілер пайдалану кезінде өте ыңғайлы. WiMAX кез келген ақпаратқа, Интернетке қол жеткізуге, соңғы құрылғымен ұялы желі конвергенциясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. WiMAX технологиясы дауыстық таратуды, сондай-ақ қандай да бір ақпаратты, видеоконференцияларды, корпоративтік желі мен базалық деректер базасын таратуды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Бұл стандарт Бір базалық станцияны қолдану арқылы мыңдаған абоненттерге қызмет көрсетеді. Оның құрамына кіретін құралдардың көмегімен конвергенциясын ұсынады. WiMAX технологиясы тек дауысты тарату ғараес, солымен қатар қандай да болмасын мәліметтерді тарату, видеоконференция, корпоративті желі мен база мәліметтерін де ұйымдастыру мүмкіндігі бар.

Берілген стандарт бір базалық станса қолданаотырып мыңдаған абонеттерге қызмет көрсетіледі. Құрамына қосылған құралдар көмегімен қауіпсіздікті қамтамасыз барасыз алады.

WiMAX технологиясы қоныстанған ауданның барлық аймағында сымсыз байланысты орнатуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жаңа қосылыстар шығындарын төмендетеді. Бүгінгі күні, Егер бір объектіні қосу бірнеше болса, WiMAX арқасында бұл процесс бірнеше сағатқа немесе күнге дейін қысқарады. Масштабталатын қасиеттері бар сымсыз желілер пайдалану кезінде өте ыңғайлы. WiMAX кез келген ақпаратқа, Интернетке қол жеткізуге, соңғы құрылғымен ұялы желі конвергенциясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. WiMAX технологиясы дауыстық таратуды, сондай-ақ қандай да бір ақпаратты, видеоконференцияларды, корпоративтік желі мен базалық деректер базасын таратуды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Бұл стандарт Бір базалық станцияны қолдану арқылы мыңдаған абоненттерге қызмет көрсетеді. Оның құрамына енгізілген құралдардың көмегімен

Стандарттың болуы әртүрлі өндірушілердің желілік құрылғысына қатысуға мүмкіндік береді. WiMAX құрылғысын оңтайландыру нәтижесінде абоненттік құрылғылардың бағасын төмендету мүмкіндігі бар.

Жалпы, бүгінде SDN немесе Ethernet сияқты қызметтерді тұтынушыға кәбілдік қосылыстар арқылы түсетін қызметтердің барлық түрлеріне кедергісіз қол жеткізу талап етіледі. Сондықтан WiMAX технологиясы одан әрі IP және E1 сияқты сервистерді ұсынуға ғана емес, сонымен қатар ADSL–қатынау инфрақұрылымының сымсыз желісіне де бағытталған.

WiMAX технологиясының тағы бір ерекшелігі ұялы байланысты ұйымдастыру болып табылады.



WiMAX 10 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазоны 66 ГГц-ке дейін және 2 11. Арна 1,5-28 МГц дейін. Ал модуляция әрбір Герцте 5 бит тиімділігі бар радиоспекторды пайдалануға мүмкіндік береді. Сондықтан жылдамдық 134 Мбит / с (28 МГц арна) жетеді.

Қазіргі уақытта кеңжолқты сымсыз технологиялардың көпшілігі ақпаратты тарату кезінде тікелей көрінуді талап етеді. Ал WiMAX жүйесі, OFDM технологиясын пайдалану, сыртқы түрі мен базалық станса құрылғысы тікелей тұтынушыны талап етеді. Қашықтық он километрге жетеді.

Қалада халықтың орналасуы жоғары тығыздықпен сипатталады. Оларды ақпаратпен қамтамасыз ету үшін үлкен Өткізу жолағы қажет. Ол үшін осы спектрде үлкен өткізу қабілеті бар желіні құру қажет.

Бұл жағдайда, бұл технологияларды мүмкіндігінше пайдалануға болатынына байланысты, олар қалалық және аймақтық қамтамасыз етудің жоғары жылдамдықты радиожелілері үшін ыңғайлы болуы мүмкін. Қазақстан аумағы үлкен, ал халық саны аз. WiMAX сымсыз желісі WiMAX сымсыз желілерін пайдаланудың тиімді тәсілдерінің бірі болып табылады.

Бүгінгі күні интернетке, мультимедиялық ақпаратқа және VoIP-ге сұраныс күн сайын өсіп келеді. Сондықтан кеңжолқты сымсыз желілерге сұраныс туындайды.

#### **1.4 WiMAX жұмыс істеу қағидасы**

WiMAX технологиясы екі негізгі бөлімнен тұрады:

1) базалық станциядан (WiMax): ғимараттар немесе мұнаралар, биік объектілерде.

2) қабылдаушы антеннадан (Wimax): антеннаны қабылдаумен, PC Card картасы түрінде – факторда, ДК кеңейту картасы немесе сыртқы карта.

Базалық станция жоғары жиіліктердің (2 – 11 ГГц) диапазонында клиенттік аспаптық интервалмен байланысады. Бұл мәліметтерді 20 Мбит / с базалық станциямен жылдамдығымен мінсіз байланыс жағдайында пайдаланушы тікелей және көрікті орындар арасында ала алады. 2.6 сурет– WiMAX желісінің схемасы-802.11 (Wi-Fi) ең кең қолданылатын стандарты болып табылатын WiMAX желісінің схемасы. Сондықтан оның алдында пайдаланушы құрылғысы WiMAX бір-бірімен сәйкес келеді.

Бұл жергілікті жердің кәбілден WiMAX-қа көшкен кезде аудандық және офистік инфрақұрылымды сақтайды. Дербес компьютерлерді қосу үшін таныс технологиямен жаңа желі жасауға болады (сурет.1.2).

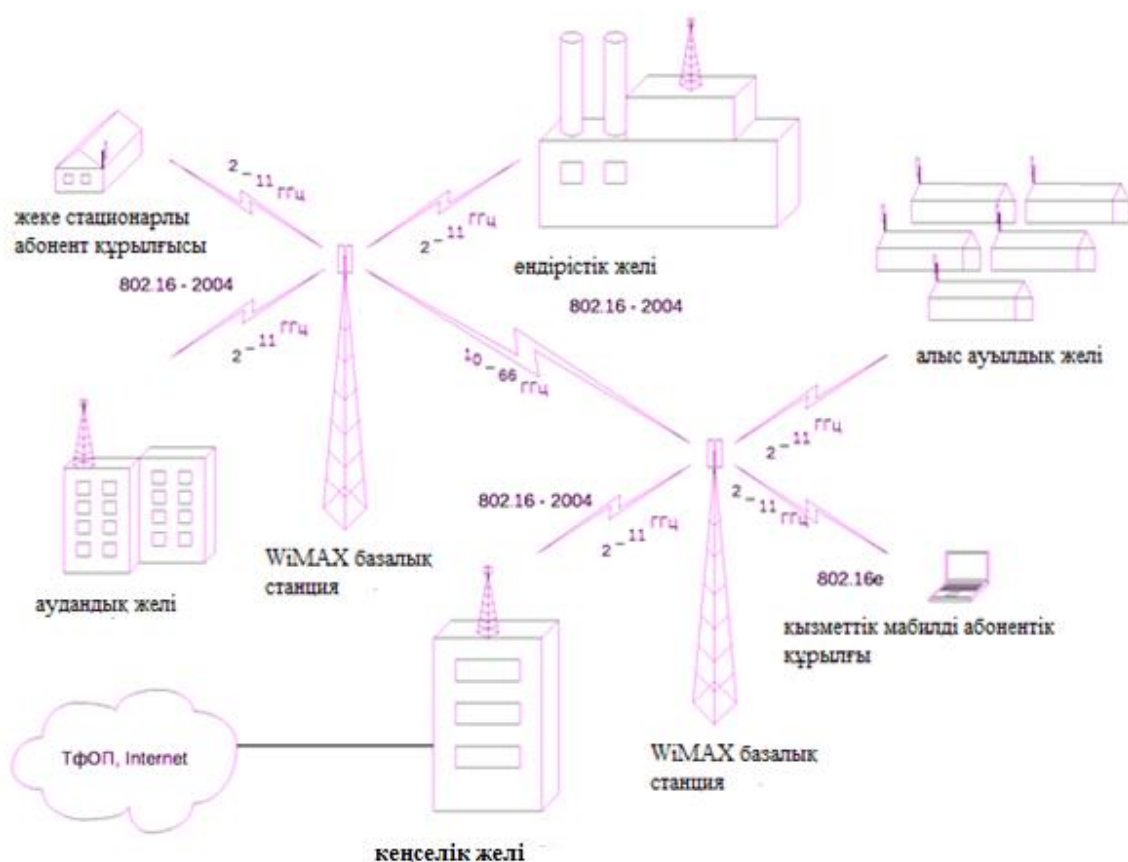
WiMAX технологиясын" соңғы километр " ретінде провайдер тек пайдаланушы Мен пайдаланушы арасындағы бөлімшеде ғана емес, сонымен қатар аймақтарда, офистерде және аймақтық желі аудандарында да ұсынады.

Екі базалық станция арасында жоғары жиілік режимінде (10-66 ГГц) тікелей көру (line – of – sight) тұрақты байланысы орнатылуына байланысты.

Бұл байланыс өте жақсы емес, бірақ бұл тек базалық станцияларға ғана жүктеледі.

Ең аз дегенде бір базалық станция кең жолақты қатынауды жылдам қосумен (ТЗ немесе тұрақты жоғары жылдамдықты кепілдік беру байланысы) провайдер желісіне үнемі қосылады. Атап айтқанда, базалық станция провайдер желісіне қосылған сайын, мәліметтерді беру жылдамдығы мен сенімділігі соғұрлым жоғары болады. Бірақ, ұяшық топологиясына байланысты жүйе жүктемені дұрыс бөле алады, тіпті егер қатынау нүктесі көп болмаса да.

Қорытынды жасау үшін, ірі объектілерді айналып өту үшін ұяшық принципі негізінде оңтайлы желілерді құруға болады деген қорытынды жасауға болады (мысалы, тау массивтері). Ол бірнеше базалық станцияларды эстафеталық принциппен береді.



1.3 Сурет – Станция мен антенналар арасындағы байланыс жиіліктері

Ірі объектілерді (мысалы, тау массивтерін) айналып өту үшін ұяшық принципі оңтайлы желілерді құру жолдарын әзірлеуді бастау. Ол бірнеше базалық станцияларды эстафеталық принциппен береді.

Қазіргі уақытта, қазіргі уақытта пайдаланушыны базалық станцияға қосу үшін арнайы абоненттік жабдық қажет болуына байланысты қазіргі уақытта, себебі байланысты, қазіргі уақытта пайдаланушыны базалық станцияға қосу үшін арнайы абоненттік жабдық қажет болуына байланысты. Мұнда сондай-ақ базалық станциялар бар, 50 км радиуста жұмыс істейді, бірақ оларды

орналастыру қажет емес, жай ғана үйлердің төбесіне орналастырады. Тұтынушы мен базалық станцияны қосу үшін тек тұрғын үйге Орнатылатын абоненттік жабдық қажет. Бұл блоктың сигналы 802.11 стандартты Ethernet кабелі дербес компьютер немесе БЖ қатысу құқығы, Ethernet стандартының жергілікті желісінің өткізу қабілеті немесе.

IEEE 802.16 стандарты базалық станцияға қызмет көрсете алады. Мысалы, бір базалық станцияның бір секторы T1 типті арна бойынша қосылған 60-тан астам кәсіпорын үшін деректерді беру жылдамдығын (деректерді беру жылдамдығы 2 Мбит/с дейін) және DSL типті арналар бойынша қосылған 100 тұрғын үй үшін қамтамасыз ете алады. Типтік базалық станцияда алты секторға дейін болуы мүмкін.

# 1 WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері

## 2.1 WiMAX стандартының сипаттамасы

Төртінші буын жүйелерінің көмегімен Интернет желісіне қосылу, телефония, нақты уақыт ауқымында бейне және телебағдарламаларды тарату, әртүрлі ұйымдастыру жолдарымен жасалатын мультимедиалық ақпаратты беру сияқты кеңжолақты деректерді беру қызметтерін ұсыну жүзеге асырылады. Бірінші кезекте жергілікті аймақтарды жоспар бойынша біріктіру, содан кейін барлық қалаларды кез келген тұтынушының жұмыс істеуіне ыңғайлы бір ірі "жергілікті аймаққа" біріктіру көзделеді. Атап айтқанда, жергілікті аудандарда және офистік аймақтан тыс жерлерде, қала ауқымында WiMAX қызметтеріне еркін қол жеткізу аймағында Wi-Fi немесе HotSpot қызметтеріне еркін қол жеткізу аймағының тұжырымдамасы дамитын болады. Тұтынушы өзінің жергілікті желісінде де, қалалық желісінде де байланыс қызметтерін пайдалана алады.

Ең алдымен, 802.11 а, 802.11 g, 802.16, 802.16 а мүмкіндіктері стандарттармен байланыстырады. Сурет 1.1-6 ГГц диапазонында WiMAX және WiMAX желілеріндегі WiMAX желісінің сұлбасы.1.1) 6 ГГц диапазонында 150 км/сағ жылдамдықпен қозғалыс кезінде байланыс қызметтерін ұсынуды көздейді. Бұл белгіленген Байланыс қызметтеріне сымсыз қол жеткізу көрсеткіштерінен асып, үшінші және одан кейінгі буын ұялы байланыс қызметтеріне қосылады.

Үшінші ұрпақтың радиоқатынау жүйесінің өзінде радиоинтерфейстерді жетілдіру, олардың спектрлік тиімділігі мен өнімділігін арттыру қажеттілігі туындады.

Бұл жетілдіру спектралды-тиімді модуляция және кодтау әдістерін қолдану есебінен орындалды. Мұндай жүйелерде бір тасымалдағышқа 100 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен жетті. Алу үшін Интернет желісіне қол жеткізу, есте ұстау қажет, ол үшін Интернет желісіне қол жеткізу есте ұстау қажет, ол үшін Интернет желісіне қол жеткізу қажет Интернет желісіне қол жеткізу. Сонымен қатар, байланыс арналарында деректерді тарату жылдамдығы 54 Мбит/с және ортогональды жиіліктік модуляциямен 30 Мбит/с жылдамдығымен байланысты, абонент қалалық немесе жергілікті желінің кез келген нүктесінде жұмыс істей алады. Осыған байланысты, бұл арқылы инструменталды-модуляция жүзеге асырылады жоғары тұрақтылығы сигнал істен шығуына, яғни жұмыс істеу мүмкіндігі сигналы жоқ тікелей көру-базалық станция (NOS) қарап шығу және кіру нүктесінің (AP).

Ретінде қол жеткізу технологиялары негізінде жалпы арна жүйелерінде төртінші буын пайдаланылады барлық ықтимал арналарын түрлері: жиілікті бөлу (FDMA) және оның жетілдірілген түрі – ортогональное жиілікті бөлу

(OFDMA), уақыттық бөлу (TDMA), кеңістіктік бөлу (SDMA), кодтық бөлу арналарын (CDMA).

Кеңістіктік бөлу пайдалы ақпараттың үлкен көлемін тарату үшін де (белсенді абоненттер санын арттыру мақсатында), сондай - ақ "абоненттік құрылғы - АС-БС" қосылыстарының өткізу қабілетін арттыру үшін де пайдаланылады. Зерттеу тобы МІМО алгоритмі негізінде көптеген шығындар (таратқыштар) және BLAST, METRA ұсынылған және орындалған белгілі алгоритмдердің кірулері (қабылдағыштары) бар сигналдарды өңдеу технологиясын ұсынады. Технология кеңістіктік – уақытша бейімделген өңдеу әдістерін, атап айтқанда кеңістіктік өңдеу әдістерін қолданады. 2.1-кестеде 802.16 стандартының негізгі техникалық деректері және 802.16 а кеңею келтірілген. 2.1-кестеде 802.16 стандартының негізгі техникалық деректері келтірілген.

Кесте 2.1- Техникалық сипаттамалар

| Диапазон         | 802.16                           | 802.16a   |
|------------------|----------------------------------|---|
|                  |                                  | 10 -66 ГГц  |
| Жұмыс шарты      | Тек қана тікелей көру            | Тікелей көрусіз жақын аймақ абоненттерінің жұмыс істеу мүмкіндігі                 |
| Жылдамдығы       | 32,0 -134,4 Мбит/с               | 1,0 -75,0 Мбит/с  |
| Модуляция        | QPSK, 16QAM, 64QAM<br>Бір тасушы | QPSK, 16QAM, 64QAM<br>(256QAM) Бір тасушы OFDM<br>256 тасушы OFDMA 2048<br>тасушы |
| Дуплексті режим  | TDD/FDD                          | TDD/FDD   |
| Жиіліктер жолағы | 20, 25 и 28 МГц                  | От 1,25 до 20 МГц   |
| Ұяшық радиусы    | 2 - 5 км                         | 4- 6 км   |

2.1-кестедегі деректерге қарап, жұмыс ортасы 802.16 стандартынан жоғары екенін көре аласыз. Сондай-ақ бұл стандартта жылдамдықтардың жоғары екенін көрсетеді. Дегенмен, біз клетка радиусы 802.16a стандартынан үлкен екенін көреміз.

Негізгі қондырғылардан базалық станцияларға (uplink, uplink) дейін трафикті бөлу екі мультикастрлық шешім әдістерінің жиынтығына негізделген: DAMA (сұрауды шешу) және ТОМА (уақыт бөлу). Физикалық қабаттың пакеттік құрылымы MAS қабатының пакеттік ұзындығының өзгеруіне ие. QPSK, 16 QAM және 64QAM алгоритмдерін пайдаланып уақытша рандомизация, кодтау және модуляцияны орындайды. Соңғы екі модуляция әдісі опция ретінде қарастырылады.

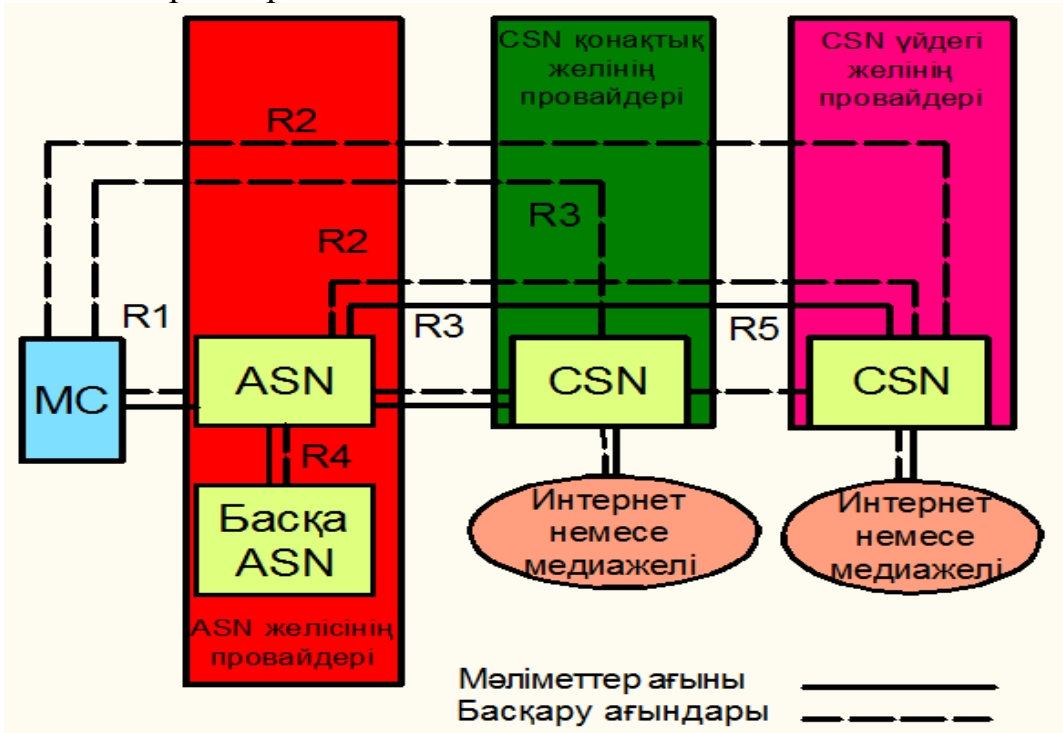
Негізгі станциядан абоненттік бөлімшелерге дейінгі трафикті бөлу (downlink, downlink деп аталады) сол сектордағы әрбір абоненттік құрылғы

үшін бір уақытта дуплексті (TDD) режимде орындалады. QPSK, 16 QAM және 64QAM алгоритмдерін пайдаланып уақытша рандомизация, кодтау және модуляцияны орындайды. Соңғы екі модуляция әдісі опция ретінде қарастырылады.

## 2.2 Желілік модель

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.

БК-дың үш негізгі элементі бар: абоненттік станциялардың үлкен саны (МС), кіру нүктелерінің жиынтығы (ASN қатынау қызметі желісі) және байланыс желілерінің жиынтығы (CNS). 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 CMS, үй және қонақтар өздерінің желісіне айнала алады.



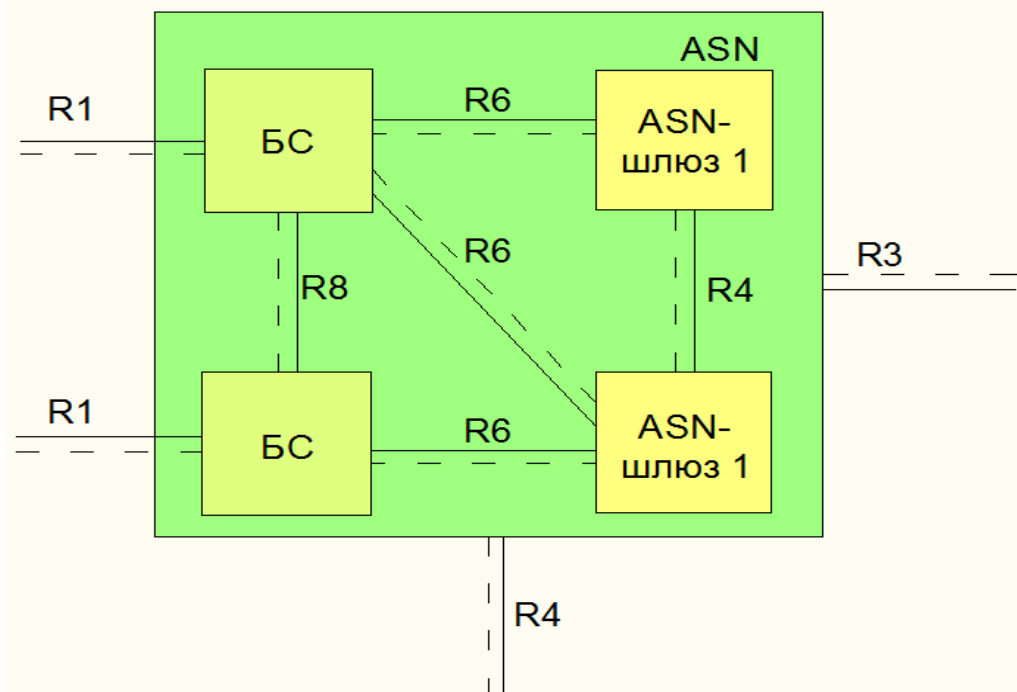
Сурет 2.1- WiMAX желісінің базалық үлгісі

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 БС және бір ASN шлюзі бар. Дегенмен, базалық станциялардың екеуі де, шлюздерде де бірнеше ASN болуы мүмкін, және бір БС 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.

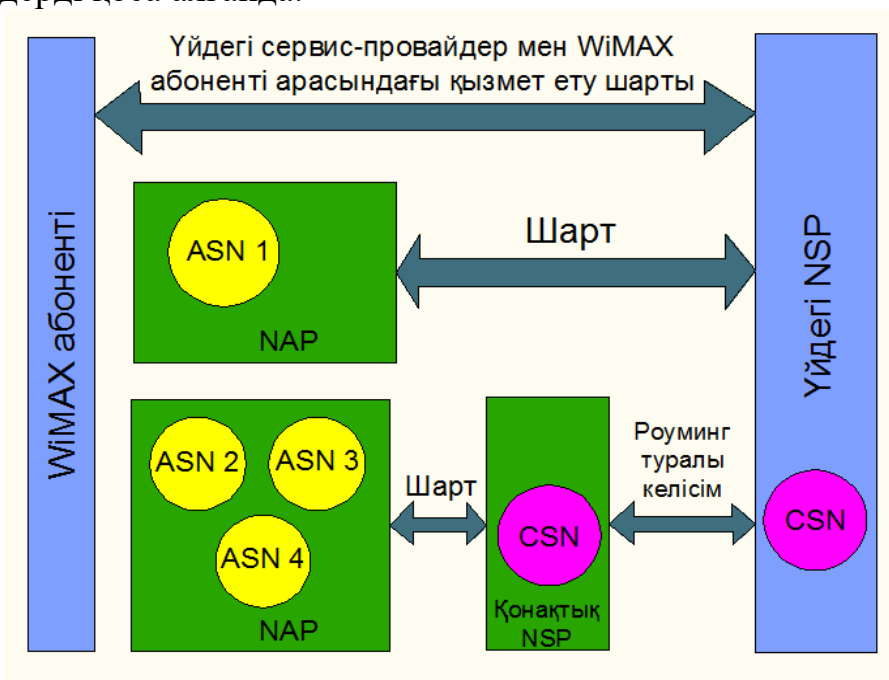


Сурет 2.2- ASN қатынау желісінің логикалық үлгісі

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.



Сурет 2.3- WiMAX абоненттік желісінің қызметкерлеріне қызмет көрсету бойынша жауапты тұлғалар

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.

Guest NSR (V-NSR) - WiMAX абонентінің роуминг қызметі. Ең алдымен, V-NSR бұл абонент үшін толық AAA функционалдығын, сондай-ақ барлық WiMAX желілік қызметтеріне толық немесе ішінара қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Ал осы уақытта әр түрлі маршрутизаторлар - үй желісін қосу арқылы немесе тікелей CsN-line арқылы жүзеге асырылады.

Негізгі WiMAX желісінің үлгісіндегі негізгі нүктелер базалық модульдер арасында байланыс арналары болып табылады. Олар стандартты интерфейстер болып табылады және міндетті түрде физикалық тұрғыдан тәуелді емес, әсіресе, егер негізгі нүкте плагині бір құрылғыға құрылымдық түрде қосылған болса.

R1 ASN қатынау желісі арасындағы жұмыс станциясы мен байланыс арнасы арасындағы негізгі нүкте болып табылады. Бұл IEE 802.16 талаптарына сәйкес келетін сымсыз интерфейс, бірақ қосымша басқару протоколдары болуы мүмкін.

Baseline R2 - бұл MS және CNS арасындағы байланыс. Ол MS түпнұсқаландыру, авторизациялау және IP теңшеліміне қатысты протоколдар мен процедураларды қамтиды. Бұл MS және SSN арасындағы кез-келген физикалық интерфейс үшін конфигурацияланбайтын таза логикалық интерфейс.

ASN мен CSN арасында операциялық менеджмент және R3 базалық нүктесінде AIA рәсімдерін енгізу үшін әр түрлі саясатты жүзеге асыру үшін басқару хаттамалары бар. Сондай-ақ ол ASN және CNS арасында деректер қызметтерін (соның ішінде туннелинг) ұсынады.

R4 базалық нүктесі - әр түрлі ASN желілерінің ASN шлюздері мен ASN шлюздерінің арасындағы байланыс.

R5 базалық нүктесі үйде және қызмет провайдері мен провайдердің арасында қолданылатын байланыс арнасы болып табылады.

R6 базалық нүктесі BS және ASN шлюзі арасындағы интерфейс ретінде қызмет етеді.

R7 базалық нүктесі ASN шлюзіндегі кез-келген виртуалды арна ретінде екі функционалдық топтар арасындағы байланыс үшін (ұқсас және қосымша деректерді беру) анықталады.

R8 базалық нүктесі тікелей базалық станциялар арасындағы байланыс байланысын білдіреді. Ол хабарларды басқаруды қолдауы керек және қажет болған жағдайда тікелей деректерді жіберуі керек.

### **2.3 Alvarion BreezeMAX сымсыз қосылымы**

Сымсыз трансформаторларды өндіруші ретінде басында Альварион жоғары жылдамдықты сымсыз BreezeLINK модемдерін шығара бастады, олар

радио релелік станциялардың ең арзан баламасы ретінде пайдаланылды. Жаңа технологияларды дамыту және сымсыз деректер желілерін құру BreezeNET-ті құруға әкелді. Бастапқыда бұл параметр ішкі бағдарламаларды пайдалануға негізделген. Дегенмен, қолданыстағы сымды қосылыстарды сымсыз желіге ауыстыру және желілік сымсыз желілерге деген сұраныстың артуы сыртқы қолданбаларда қолданылуы мүмкін құралдарды жасауды талап етті. Бастапқыда бұл ішкі қосымшалар үшін қолданылғандай болды, бірақ сыртқы бағдарламаларда қолданылған кезде ол жылу коннекторларына салынған немесе ұзақ радар мен сыртқы антенналарды қолданған. Қазіргі уақытта Интернетке шығу, таратылған мультимедиялық ақпаратқа сұраныс және абоненттеріне әртүрлі қызметтерді ұсыну сұраныстары BreezeMAX™ жаңа құрылғысының құрылуына әкелді.

BreezeMAX™ - жетекші WiMAX платформасына негізделген жаңа Alvarion өнімі. OFDM заманауи технология мен адаптивті модуляцияны пайдалана отырып (NLQS-ке дейін) жақын жағдайларда (НЛОС) жұмыс істей алады. BreezeMAX™ жүйесінің жоғары спектралдық тиімділігі енді операторларға WiMAX желісін құруға мүмкіндік береді. 3,5 ГГц диапазонында жұмыс істейтін BreezeMAX™ келесі буынның арзан BWA желісінде тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыра алады, бұл келесі WiMAX стандарты: IEEE 802.16 және HiperMAN.

BreezeMAX жүйесінің ерекшеліктері:

- WiMAX архитектурасы - IEEE 802.16 және ETSI HiperMAN;

Әртүрлі Түрлі нарықтар үшін - тұрғын үй секторы үшін, іскерлік клиенттер үшін, MDU / MTU, үйге қол жеткізу нүктелері, тасымалдау желілері және сымсыз қосымшалар үшін;

- төмен шығындар - оңай орнатуды қолдайды;

Жүйелік көтеру жүйесі - жоғары өнімділік және құпиялылық, компоненттердің көп саны, желіні басқарудың икемді жүйесі (NMS);

Орнату Базалық станцияны шкала бойынша орнату мүмкіндігі, жоғары тығыздықты базалық станция ірі қалалық және қала маңындағы аймақтарды орнату үшін өте қолайлы. Миниатюралық база халықтың тығыздығы төмен ауылдық және елді мекендер үшін ыңғайлы және тиімді шешім болып табылады;

- жоғары өнімділік және өткізу қабілеті - базалық станцияның ішінара дуплекстері мен көпфункционалды мүмкіндіктері бір базалық станцияға көптеген абоненттерді алуға мүмкіндік береді;

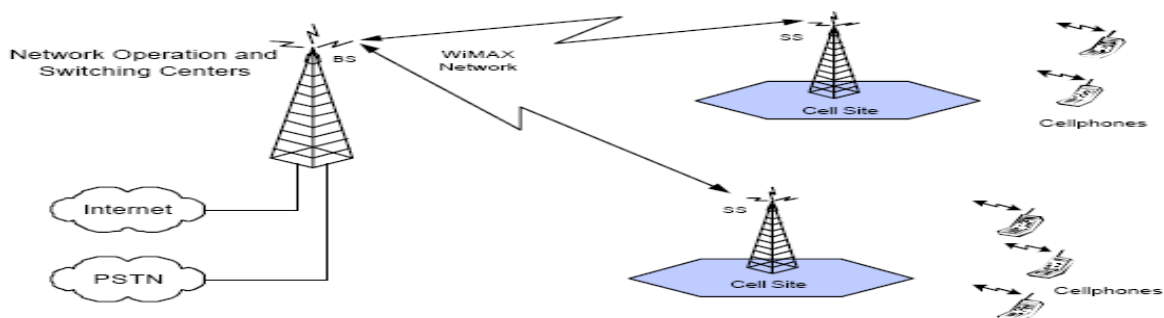
- НЛОС қамту - OFDM модуляциясы өнімділікті тікелей көрінуіне (NLOS) жақындатуға көмектеседі;

- басынан аяғына дейін QoS - озық функциялар QoS 802.16 MAC, 802.1P және DSRSR сыныптамаларында басымдық функциясын орындайды;

Адаптивті модуляция технологиясы;

Control AlvariSTAR Control System - NMS операторының класс платформасы толық FCAPS функционалдығын қолдайды.

Жаңа Alvarion өнімі, BreezeMAX™, кеңейтілген WiMAX платформасын қолдайды. Жетілдірілген OFDM технологиясын және адаптивті модуляцияны (64QAM-қа дейін) пайдалану жүйесі жүйелік көзқарас (NLOS) жағдайында жұмыс істей алады. BreezeMAX™ жүйесінің жоғары спектралдық тиімділігі енді операторларға WiMAX желісін құруға мүмкіндік береді. 3,5 ГГц диапазонында жұмыс істейтін BreezeMAX™ келесі WiMAX стандартымен қамтамасыз ететін жаңа буынды BWA желілерін тұтынуға деген сұранысты қанағаттандыра алады: IEEE 802.16 және HiperMAN (2.4 сурет).



Сурет 2.4 - WiMAX ұйымы

BreezeMAX™ жүйесінің негізгі функциялары төменде сипатталған.

WiMAX архитектурасы IEEE 802.16 және ETSI HiperMAN болып табылады.

Тұрғын үй, бизнес-клиенттер, MDU / MTU, хотспот пайдаланушылары, Backhaul және сымсыз үй қосымшалары.

BreezeMAX™ - жетекші WiMAX платформасына негізделген жаңа Alvarion өнімі. OFDM заманауи технология мен адаптивті модуляцияны пайдалана отырып (NLQS-ке дейін) жақын жағдайларда (НЛОС) жұмыс істей алады. BreezeMAX™ жүйесінің жоғары спектралдық тиімділігі енді операторларға WiMAX желісін құруға мүмкіндік береді. 3,5 ГГц диапазонында жұмыс істейтін BreezeMAX™ келесі буынның арзан BWA желісінде тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыра алады, бұл келесі WiMAX стандарты: IEEE 802.16 және HiperMAN.

2.2-кестеде базалық стансаның құраушылары көрсетілген.

Кесте 2.2 - Базалық стансалардың құраушылары

| Өнім түрі   | Өнімнің атауы       | Өнімнің сипаттамасы                                      |
|---|---------------------|--|
| Ірі масштабтағы қолданулар үшін (қала, қала маңы) | BMAX-BST-SH         | BreezeMAX 3500 base station shelf                        |
|   | BMAX-BST-NPU        | BreezeMAX 3500 base station network processor unit       |
|   | BMAX-BST-AU-IDU-2CH | BreezeMAX 3500 base station access unit interface module |
|   | BMAX-BST-PSU        | BreezeMAX 3500 base station power supply unit            |

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
|   | BMAX-BST-PIU         | BreezeMAX 3500 base station power interface unit        |
| Шағын (ауылдық жерлердегі желілер үшін) | BMAX-MBST-IDU-2CH-AC | BreezeMAX 3500 micro base station indoor unit, AC power |
|   | BMAX-MBST-IDU-2CH-DC | BreezeMAX 3500 micro base station indoor unit, DC power |

2.2-кестеде ауқымды бағдарламалар мен шағын ауылдық желілер үшін базалық станцияның құрамдас бөліктері көрсетілген.

Төмен шығындар - жеңіл орнату.

Тасымалдаушы жүйесі - жоғары өнімділік және құпиялылық, компоненттердің көп саны, желіні басқарудың икемді жүйесі (NMS).

Базалық станцияны, жоғары тығыздықтағы базалық станцияны орнату қабілеті ірі қалалық және қала маңындағы аймақтарды орнату үшін өте қолайлы. Миниатюралық база халықтың тығыздығы төмен ауылдық жерлер мен елді мекендер үшін ыңғайлы және тиімді шешім болып табылады.

Жоғары өнімділік және өткізу қабілеттілігі - базалық станцияның жартылай дуплекстік және көп функциялы мүмкіндіктері абоненттердің бір базалық станцияны алуға мүмкіндік береді.

NLOS Modulation Coverage - OFDM тікелей көрінуіне (НЛОС) жақын өнімділікті арттыра алады.

BreezeMAX платформасы әртүрлі қызметтерді жеткізушілерге олардың үй және бизнес секторларында қамтамасыз етуге арналған көптеген экономикалық тиімді нұсқаларды ұсынады (2.3-кесте).

Кесте 2.3 - Абоненттік стансаның құраушылары

| Өнім түрі            | Өнімнің атауы           | Өнімнің сипаттамасы   |
|----------------------|-------------------------|---|
| CPE Indoor (ішкі)    | BMAX-CPE-IDU-1D         | BreezeMAX 3500 broadband data CPE indoor module with one 10/100 BaseT                                 |
|                      | BMAX-CPE-IDU-VG-1D1V    | BreezeMAX 3500 broadband voice gateway CPE indoor module with one 10/100 BaseT data port + one RJ11   |
|                      | BMAX-CPE-IDU-VG-4D2V    | BreezeMAX 3500 broadband voice gateway CPE indoor module with four 10/100 BaseT data ports + two RJ11 |
|                      | BMAX-CPE-IDU-NG-4D1WLAN | BreezeMAX 3500 networking gateway CPE indoor module with four 10/100 BaseT data ports + one 802.11b/g |
| CPE Outdoor (сыртқы) | BMAX-CPE-ODU-AV-3.5     | BreezeMAX 3500 subscriber outdoor radio unit with integrated vertical antenna, frequency band 3.5a+b  |

|  |                     |  |
|--|---------------------|--|
|  | BMAX-CPE-ODU-AH-3.5 | BreezeMAX 3500 subscriber outdoor radio unit with integrated horizontal antenna, frequency band 3.5a+b |
|  | BMAX-CPE-ODU-E-3.5  | BreezeMAX 3500 subscriber outdoor radio unit with connector for external antenna,                      |

2.3-кестеде ішкі және сыртқы абоненттік станциялардың компоненттері келтірілген. Ішкі компоненттердің сыртқыдан үлкен екенін көреміз.

Басынан бастап аяғына дейін QoS - қосымша функциялар 802.16 QoS MAC басымдықты, 802.1P және DSRSR сыныптамаларын орындайды.

Адаптивті модуляция технологиясы. AlvariSTAR басқару жүйесі - NMS операторлық класс платформасы FCAPS толық функционалдығын қолдайды.

BreezeMAX базалық станциясы екі негізгі құрылымдарда жұмыс істей алады: жоғары тығыздықты базалық станция ірі қалаларда және қала маңындағы аудандарда және шағын тығыздықтағы елді мекендердегі кішігірім желілерде кең ауқымды желі үшін шағын базалық станция.

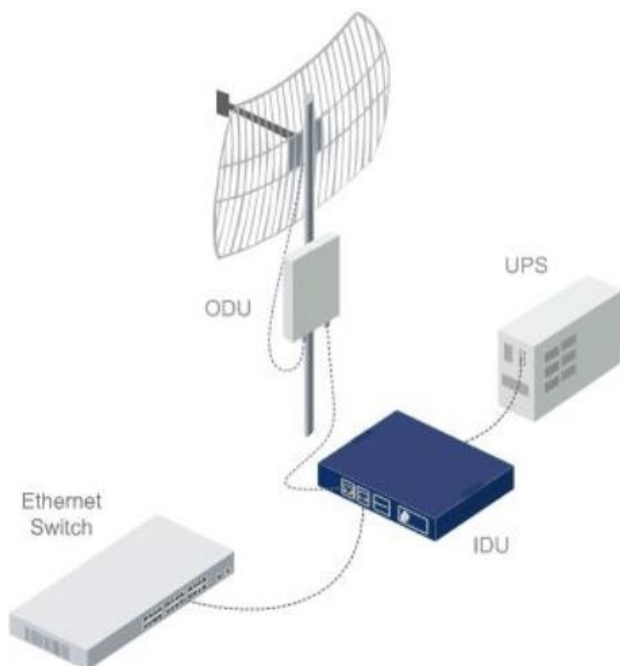
Жаңа Alvarion өнімі, BreezeMAX™, кеңейтілген WiMAX платформасын қолдайды.

Жетілдірілген OFDM технологиясын және адаптер модуляциясын пайдалану (64 ЗМС дейін) жүйе тікелей көру жолымен (NLOS) болмайтын жағдайларда жұмыс істей алады.

3,5 ГГц ауқымында жұмыс істейтін BreezeMAX™ келесі WiMAX стандарттарын қамтамасыз ететін келесі буынды BWA желілеріне тұтынушылық сұранысты қанағаттандыра алады: IEEE 802.16 және HiperMAN.

BreezeMAX™ платформасы соңғы пайдаланушы модулінің (CPE) бірнеше нұсқасын ұсынады. Олар операторларға кәсіби және тұрғын үй секторындағы әртүрлі клиенттерге тиімді қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

BreezeMAX™ абоненттік бөлімі VLSI интеграциясы жоғары деңгейдегі жобаға негізделген, бұл көптеген қызмет түрлеріне арналған тиімді платформа болып табылады және жоғары сенімділікті қамтамасыз етеді (2.5-сурет).



Сурет 2.5- WiMAX абоненттік станциясының сұлбасы

2.5-сурет мынадай символдарды көрсетеді:

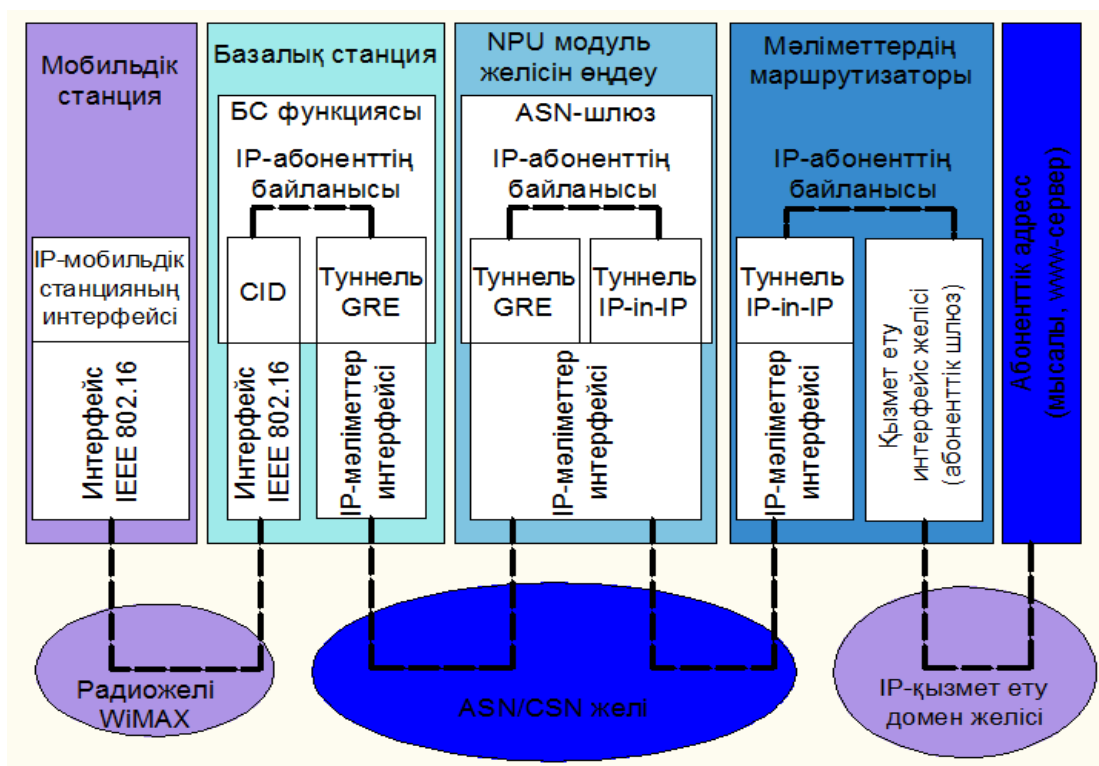
- PIN - ішкі блок;
- ODU - сыртқы бөлме.

Сериялық антенналар қолданылады. Секторлар саны өзгеруі мүмкін. Ethernet 10/100 Base TX интерфейстері әрбір IDU модулінде қолданылады.

Сыртқы (ODU) модулі барлық белсенді компоненттерден тұрады және жоғары интеграцияланған жазық антеннадан тұрады. Ішкі модуль Ethernet 5 санат кабелін пайдаланып сыртқы модульге қосылады. Бұл кабель Ethernet деректерін, күй қадағалау сигналдарын, IDU сигналдарын басқаруды және тоқтатуды және ODU қуатын (54 VDC дейін) пайдаланады.

BreezeMAX™ жүйесі 3,5 МГц арналардан 12,7 Мбит / с дейінгі деректерді жылдамдықпен жоғары жылдамдықпен кең жолақты қатынауды қамтамасыз етеді.

BreezeMAX™ абоненттік бөлімі келесі негізгі қосымшаларды қолдайды: Кең жолақты байланыс, плюс дауыс, үй желісін және кіру нүктесін тіркеу. Ішкі (IDU) және сыртқы (ODU) модульдер BreezeMAX™.



Сурет 2.5 - Alvarion 4Motion жабдығына негізделген WIMAX деректерді беру схемасы

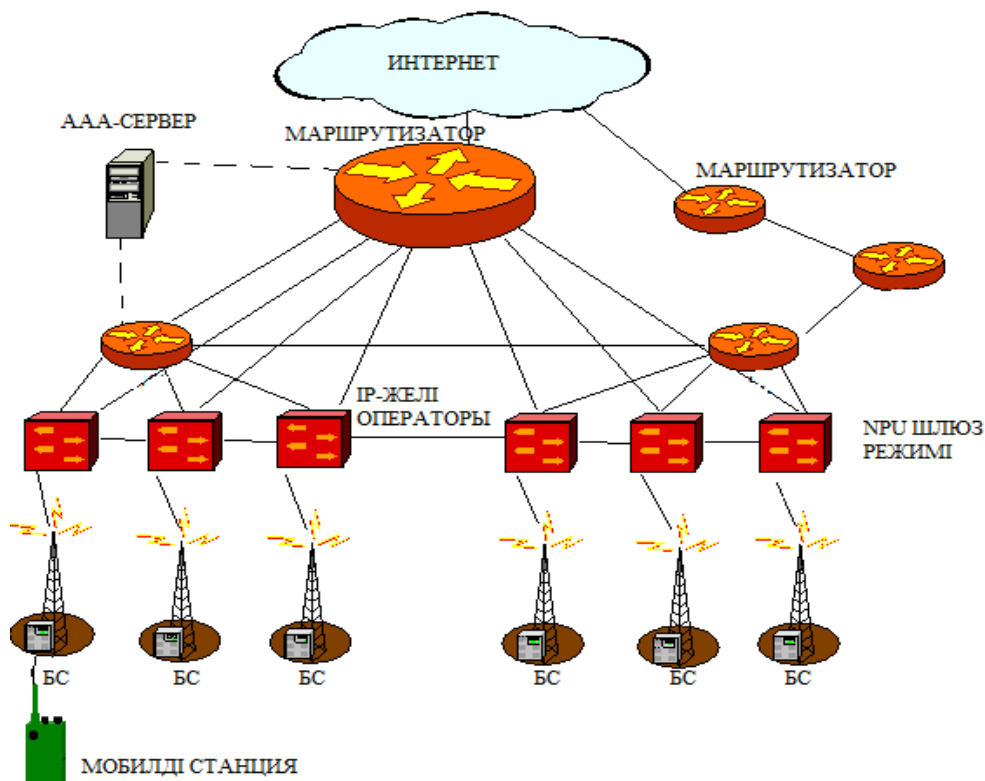
BreezeMAX 4Motion базасына және абоненттік станцияларға негізделген WiMAX операциялық жабдықтарын құрудың мысалын қарастырайық. 4Motion - жылдам, қарапайым, толыққанды WiMAX шешімі, интеграцияланған архитектурасы, ол әртүрлі өндірушілердің жабдықтарын бір желіге қосу үшін пайдаланылуы мүмкін. ASN профилі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

## 2.4 Базалық станция

Базалық станция радиоарнаның 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.

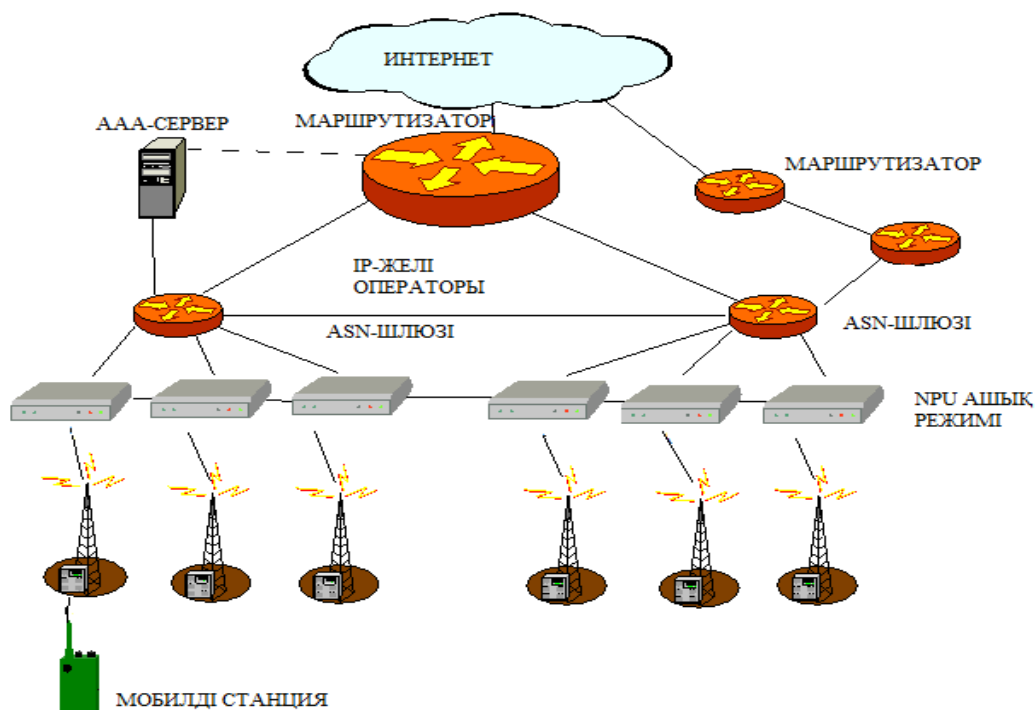


Сурет 2.7- WIMAX – бөлгіш шлюзы бар желісі

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.

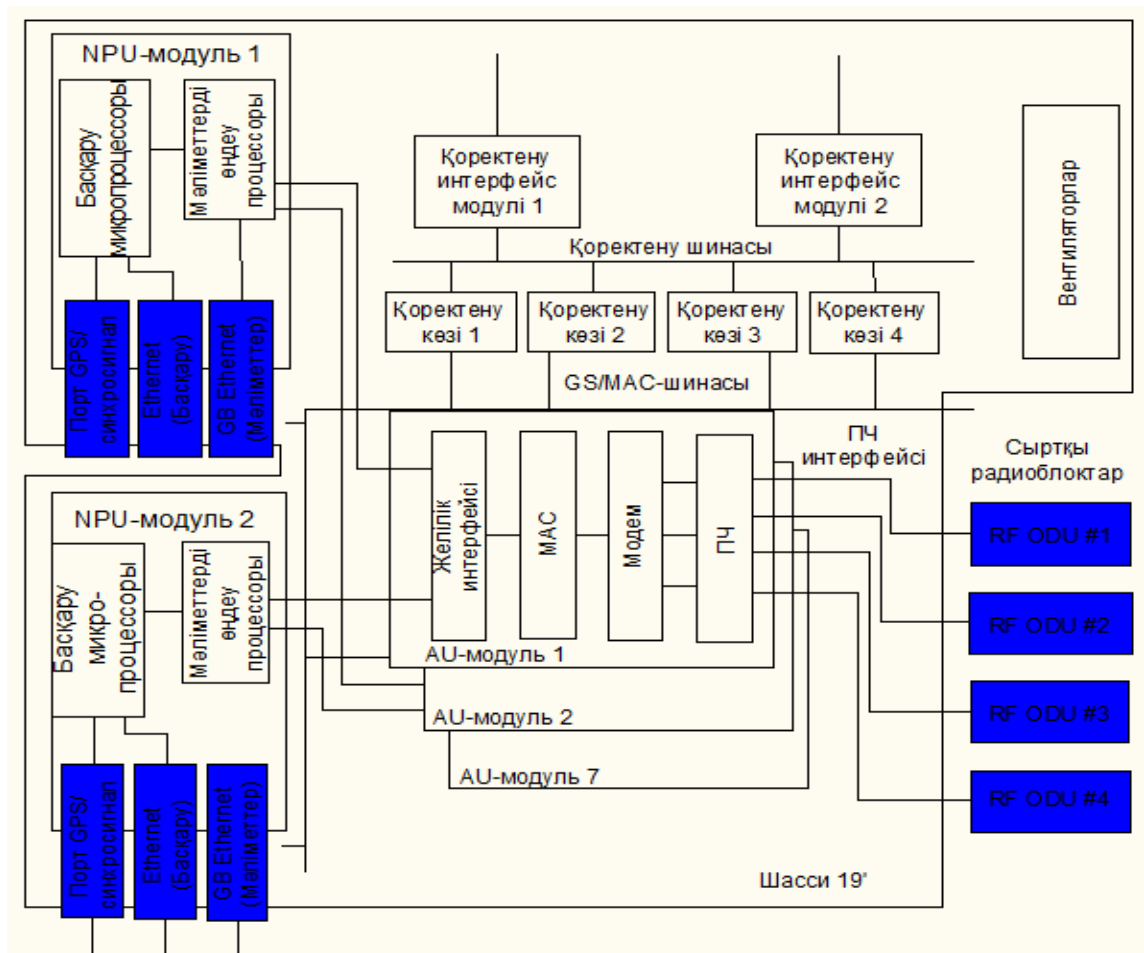
Екі қорек көзі интерфейсі мен төрт қоректендіру модулі үшін тек алты қосқыш бар. Қуат көздері - 3U модуль, 48 В DC. PS қоржыны RSU модульдерінің төрт көшірмесін қамтуы мүмкін. Қосымша құрылғылардың санына байланысты екі немесе үш қуат көзі талап етіледі. резерв ретінде басқа RSU модулі пайдаланылды.





Сурет 2.8- WIMAX – орталықтандырылған шлюзы бар желісі

Интерфейсті P1U-модулі сүзгілеуді және БС жіберілетін тоқты тұрақтандыруды жүзеге асырады. Ол БС жабдығын электр қуатымен болатын қиындықтардан қорғайды. БС толықтай конфигурациясы үшін бір P1U жеткілікті, алайда БС себетінде резервтік P1U арналған екі слот болады. резервтегенде әрбір P1U-модуль электрмен қоректендірудің жеке қуат көзіне қосылады, ал қуат көздерінің бірін сөндіргенде базалық станция резервтік қуат көзінен жұмысын жалғастыра береді. P1U-модулі 58 А токқа дейін БС бере алады, бұл сыртқы радиоблоктардың 20 дейін электрмен қоректендіре алады. Оларға келетін P1U қуат ВЧ-кабелдер арқылы тікелей беріледі. Базалық станцияның бәрі ауамен желдету модулі арқылы салқындалады. Оған 10 желдеткіш кіреді, соның 9 толық жинақталған БС салқындалу үшін жеткілікті.



Сурет 2.9 - BreezeMAX базалық станциясының ортақ архитектурасы

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

Желілік өңдеудің модулдері( NPU) базалық станция жабдығының барлық компоненттерін және БС қызмет көрсететін абоненттік құрылғыларды басқарады. NPU қатынау құрылғысының модулдерінің трафигін біріктіріп, оны бөлінген Gigabit/Fast Ethernet арқылы IP-магистралге жібереді. Деректердің және басқарудың Ethernet-ағыны жеке құрылады. NPU- БС модулдерін, AU басқару мен диагностикасын, қуат көздерінің жағдайына мониторинг, желдеткіштер модулін басқару мен резервтеу үшін артық модулдің болуын қоса алғандағы жалпы басқаруды, жүзеге асырады. Ол қамтамасыз етеді:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Master –модуль істен шыққанда Slave оның функциясын өзіне алады.

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

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

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

Кесте 2.4 - Базалық станция жабдығының сипаттамасы

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

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

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

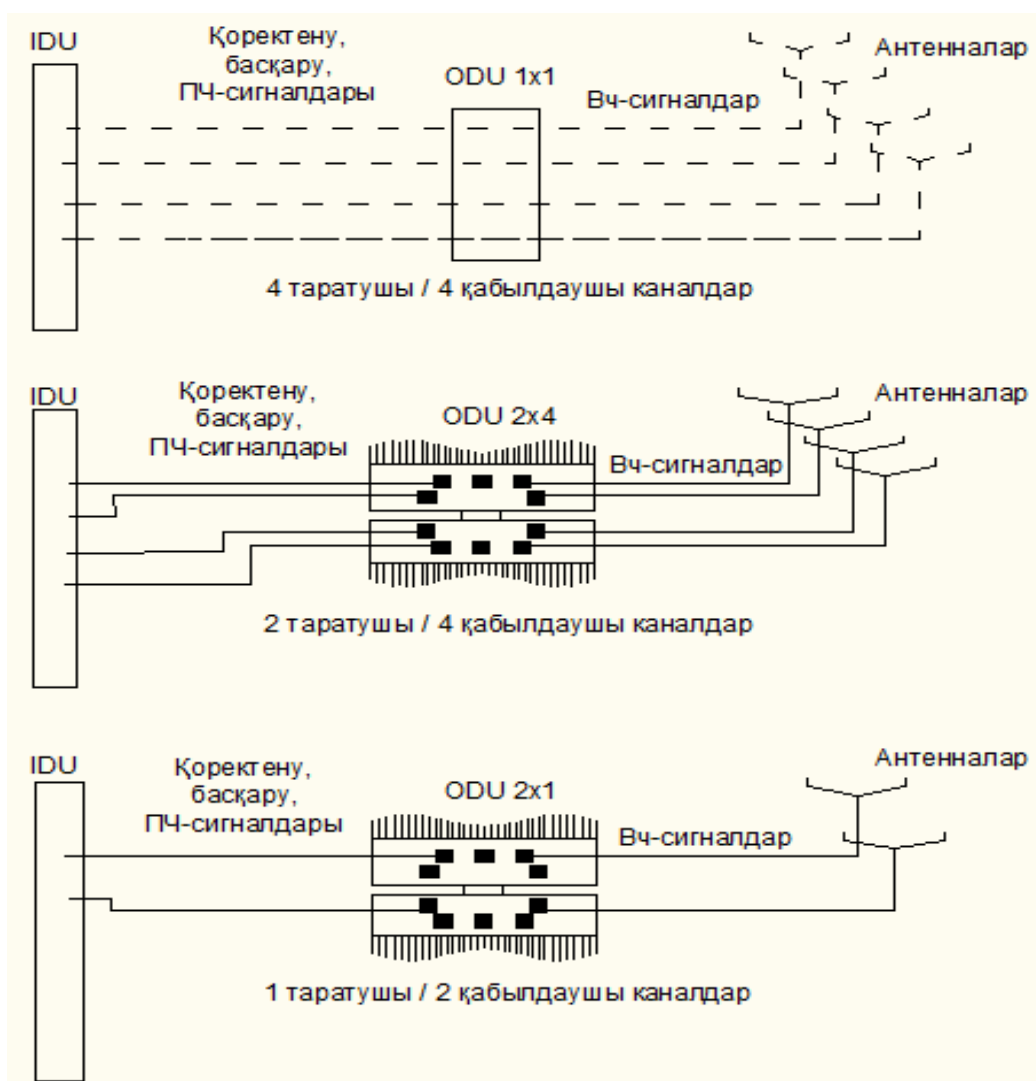
IDU үшін сыртқа шығатын сигнал Fast Ethernet арнасы бойынша NPU ерілетін MAC-деңгейдің ағыны болып табылады. Қатынау құрылғысы оны IEEE 802.16 стандартына сәйкес физикалық деңгейдің ағынына түрлендіріп, шығатын сигналды аралық жиілікте 240 МГц (ПЧ) қалыптастырады. Радиожеліден деректерді IDU қабылдағанлда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

AU сыртқы блогы-бұл толықтай дуплексті, шығатын қуаты өте жоғары (5Вт дейін) болатын, көп арналы радиомодуль. Ол 2,3; 2,5; 3,5; 3,6 және 3,8

ГГц диапазондарда жұмыс істей алады. Барлық ODU уақытша дуплекстеу қолданылады. Радиоблогтың антеннасымен ұзындығы 1,5 м дейінгі жоғары жиіліктегі кабелмен жалғанады (LMR-400 кабелі үшін, кабелдің ұзындығы төменгі сөнуі бар кабелдерді пайдаланғанда, ұзартыла алады).

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

ODU- IDU қосудың түрлі нұсқалары болуы мүмкі. Сонымен, бір IDU төрт ODU 1x1 (4 тарату x 4 қабылдайтын арна жүзеге асырылады) немесе бір ODU 2x4 (2 тарату x 4 қабылдайтын арна) қосыла алады (2.10-сурет).



Сурет 2.10- Сыртқы қол жеткізу құрылғыларының радиоблоктарын қосу нұсқалары.

Әрбір IDU сыртқы модулдермен ODU жалғануына арналған қос бағытталған ПЧ төрт арнасы болады. Бұл MIMO технологиясын жүзеге асыруға және антенналық жүйенің бағыттылық диаграммасын құруға мүмкіндік береді. ПЧ сигналдардан басқа бұл кабелде 14МГц жиілікте бақылау

мен басқарудың қос бағытты қызметтік арнасы ұйымдастырылған. ВЧ-кабелі бойынша қоректендіру кернеуі (48В) мен 64МГц сағаттарды синхрондау сигналдары беріледі. Сигналдарды коаксиалды кабель бойынша берудің арқасында аралық жиілікте қатынау құрылғысының ішкі және сыртқы блоктарын 150м таратуға болады. Бұл жабдықты кез келген жағдайда орнатып, іске қосуға мүмкіндік береді.

## 2.5 Абоненттік жабдық

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

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

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

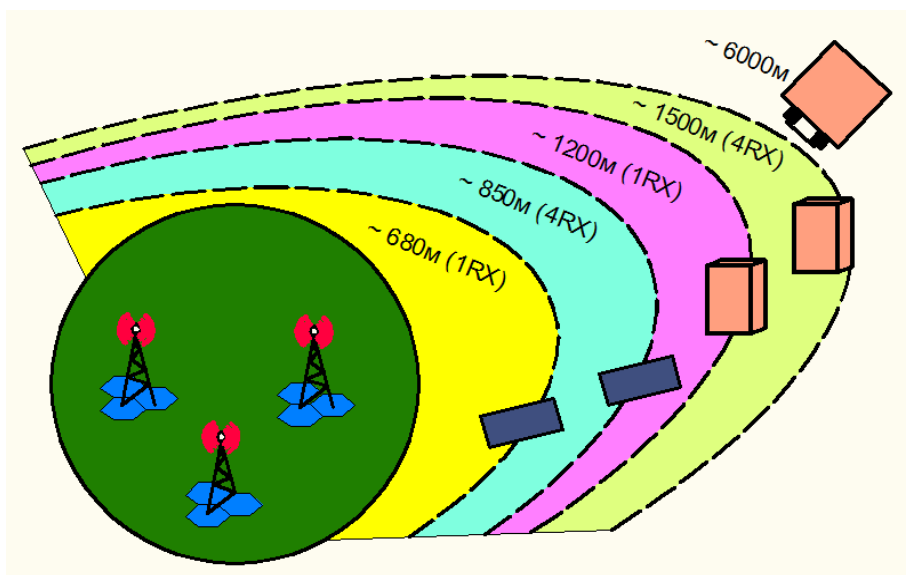
BreezeMAX 4Motion Si құрылғысы- бұл шағын портативті құрылғы, ол соңғы тұтынушымен инсталлирленеді. Ол тікелей ПК-ға (plug және play) қосылады және SIM карта немесе арнайы көмегімен іске қосылады. Ол PRO абоненттік құрылғысы секілді. Портативтік абоненттік станция 2-нұсқада Intel RD2 және Весет компанияларының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

BreezeMAX құрылғыларының бірнеше нұсқалары шығарылды (Motion Si әрбір 2,3; 2,5 және 3,5 ГГц диапазондары үшін); олардың барлығы IEEE 802.3 Ethernet 10/100-BaseT (1-ден 4-ке дейінгі порттар RJ-45) міндетті интерфейсін

қосады. Локальді қол жетімділікті ұйымдастыру үшін құрылғы опционалды түрде IEEE 802.11b/g модулімен және VoIP тарату үшін дыбыстық шлюзбен қамтылады.

BreezeMAX 4Motion PC Card – бұл Wince чипжелісіндегі желілік адаптер ол WiMAX мобильді желісіне жылжымалы компьютерді қосуға мүмкіндік береді. Ол 2,3; 2,5 және 3,5 ГГц диапазондардың әрбірі үшін 10 МГц арнаның кеңдігі кезінде, шықпайтын арнада максималды 20 Мбит/с максималды жылдамдықты, кіретін арнада 7 Мбит/с-қа дейінгі жылдамдықты қамтамасыз етеді. Арнаның кеңдігі конфигурация кезінде 5:7; 8,75 10 МГц құрайды. Картада екі қозғалмалы антенналар орналасқан, оларды бақылау мен реттеу сигналдың қабылдануын жақсартуға мүмкіндік береді. БС-дан 0 км-ге дейін жою жұмыстары жүргізілуі мүмкін.

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



Сурет 2.11- Әр түрлі абоненттік құрылғылар үшін типтік қызмет көрсетудің аймақтары

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

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

БС-ның қамту аймағы тек БС-ның тарату қуаты мен абоненттік құрылғысына ғана тәуелді емес, ол абоненттік құрылғының типі мен жұмыс шарттарына да тәуелді (рельеф және құрылыстың типі) (2.10-сурет). Олар жұмыстың қашықтығы мен көру мүмкіндігіне айтарлықтай әсер етеді. Тікелей көрініс кезінде, қашықтықтың теориялық шектелуі 54 км құрайды, ал практикалық түрде тұрақты байланысты өткішгіштік қабілетінен 3Мбит/с БС-дан 30км қашықтықта алуға болады.

Кесте 2.5- Абоненттік станция жабдығының сипаттамасы

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

## 2.6 802.16 стандартын сипаттау

802.16 стандарты екі деңгейді қолдайды – ортаға қатынас құру деңгейі (Media Access Control, MAC) және физикалық деңгей (PHY) – базалық станцияларда және абоненттік комплекстерде қолданылады.

2.6 - кестеде 802.16 және оның кеңейтілуі 802.16.a технологияларының барлық негізгі мәліметтері берілген.



Кесте 2.6- Стандарттардың негізгі параметрлері

|                      | 802.16                                 | 802.16a   |
|----------------------|--|---|
| Диапазоны            | 10 - 66 ГГц                            | 2 - 11 ГГц  |
| Жұмыс жасау шарттары | Тек тікелей көрінушілік                | Жақын аумақтарда орналасқан абоненттер үшін тікелей көрінушілік қажет емес                    |
| Жылдамдық            | 32,0 - 134,4 Мбит/с                    | 1,0 – 75,0 Мбит/с   |
| Модуляция            | QPSK, 16 QAM, 64 QAM. бір тасымалдаушы | QPSK, 16 QAM, 64 QAM (256 QAM) бір тасымалдаушы OFDM 256 тасымалдаушы OFDMA 2048 тасымалдаушы |
| Дуплексті режим      | TDD/FDD                                | TDD/FDD   |
| Жиілік жолағы        | 20, 25 и 28 МГц                        | 1,25 до 20 МГц  |
| Ұяшық радиусы        | Типтік: 5- 10 км                       | Типтік: 6- 10 км  |

2.6-кестеден жұмыс диапазоны, жылдамдығы, жиілік жолағы бойынша 802.16 стандартының параметрлері, ал жұмыс жасау шарты, ұяшық радиусы параметрлері бойынша жақсырақ екенін көреміз. Бұдан, әр стандарттың өзінің артықшылықтары болатынын байқауға болады.

10 – 66 ГГц диапазонды радиотолқындардың таралу ерекшелігі, олар тікелей көрінушілік шартымен байланыс аумағын шектейді. Типтік қалалық жағдайда базалық станцияның жұмыс жасау аумағының сыртында орналасқан абоненттердің жартысын қамтуға мүмкіндік береді.

## 2.7 Желіні құру мақсаттары мен тағайындалуы

SI3000 WiMAX WiMAX стандартының барлық функционалдылық мүмкіндіктерін иемденетін, ең қолайлы және базалық станциясы тез орнатылатын WiMAX технологиясы шешімі болып табылады. Жүйе негізінде Telsima чипсетінің архитектурасы жатыр (2.12-сурет).



Сурет 2.12- BrezeeMAX 2300/2500 құрылғысы.

SI3000 WiMAX қалалық және ауылдық аймақтарда таралу ауқымы (5-10 км) ауданды қамтитын толыққұнды желіні ұйымдастырады. Бұл жүйенің мүмкіндіктері радиосигналдың күрделі таралу жағдайында да WiMAX технологиясының кез келген типті абоненттік терминалдарының тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

WiMAX технологиясы негізінде сымсыз байланыс желісін құрудың негізгі мақсаты - түрлі байланыс қызметтерін қамтамасыз етуде экономикалық жағынынан тиімді, әрі нәтижелі шешім ұсыну. Берілген жұмыста жалпы қолданыстағы сымсыз қосылу нұсқасы таңдалды.

SI3000 WiMAX шешімі негізінде жобаланған мәліметтерді тарату желісі сымсыз байланыс қызметтерін қамтамасыз ету негізінде құрылады. SI3000 WiMAX архитектурасының конфигурациясы көпсекторлы базалық станцияларды қолдануға мүмкіндік береді. Құрылымы мен орнатуының қарапайым болуына байланысты базалық станцияның әр секторы радиосигнал таралуының қолайлы емес аймақтарына да шығарылады. Бұл WiMAX радио таралым аумағының жер бедерінің күрделі болуына қарамастан біркелкі болуын қамтамасыз етеді. Осылайша, SI3000 WiMAX жүйесі қалалық масштабтағы WiMAX желісін қымбат емес және шапшаң түрде құрылуын жүзеге асырады.

## **2.8 Желі қызметтеріне қойылатын талаптар**

Берілген дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты, Шу қаласында, кеңжолақты сымсыз қатынау негізінде IP – телефония, интернетке қатынау мен кеңжолақты мәліметтерді тарату қызметтерін көрсету үшін желі құру. Сымсыз кеңжолақты қатынауды ұйымдастырудың ең тиімді тәсілі WiMAX технологиясы болып табылады. Себебі WiMAX жүйесінің көмегімен жергілікті

желілерді қоса отырып, абонеттерге қызмет түрлерін көрсете алатын үлкен қалалық жүйені құруға болады. Және де бұл технологияның басқаларға қарағанда бірқатар артықшылығы бар.

Сымды желілерге қарағанда (xDSL, T1), сымсыз желі арқылы операторлар мен сервис провайдерлерге жаңа абонеттерді тиімді қосу ғана емес, сонымен қатар, тұтынушыларға ақпараттық және телекоммуникациондық технологиялардың спектрлерін кеңейтуге де мүмкіндік бар.

Стандарт, байланыс оператор деңгейінің технологияларын (көптеген кіші желілерді қосып, Интернет қызметін көрсету үшін), соңғы миля технологиясын (провайдер желісіне кіру нүктесінен тұтынушы компьютеріне дейінгі қашықтық) біріктіреді. Нәтижесінде, жүйенің сенімділігі мен қауіпсіздігі артады.

Сымсыз технологиялар, масштабталу қасиетіне байланысты, құрылған желілерге жаңа абонеттерді қосуға мүмкіндігі бар. Құрылымын орнату өте тез және жеңіл болғандықтан, алыстатылған немесе аз қоныстанған аудандарға қолдану экономикалық жағынан өте тиімді.

Қамту аймағының үлкен болуы, радио байланыстың негізгі артықшылықтарының бірі. Бүгінгі күннің сымсыз желілерінің көпшілігі түзу көргішті талап етеді. Ал WiMAX жүйесінде OFDM технологиясын қолдану арқылы бұл мәселені оңай шешуге болады. Желі түзу көргішті болмаған кезде де ондаған километрге дейін жұмыс істей береді. WiMAX технологиясында IP протоколы қарастырылғандықтан, оны локальді желілерге қосу өте жеңіл.

Шу қаласының абонеттеріне WiMAX технологиясының негізінде ең жаңа мультисервис қызметтерін, сымсыз қатынау мүмкіншілігін пайдалана отырып жоғары жылдамдықты мәліметтерді (10 Мбит/с дейін) және дауыс тарату қызметін жүзеге асыру үшін төмендегідей мәселелер қарастырылған.

WiMAX мәлімет тарату желісі ISKRATEL компаниясының SI3000 WiMAX шешімі негізінде құрылып, көбінесе Интернет қызметтерін қамтамасыз етеді.

Интернетке қосылу – желінің негізгі қызметі. Клиенттердің желіге қосылуы радио-модем арқылы базалық станцияға қосылу негізінде жүзеге асырылады. Интернетке сымсыз қосылу офистары сапалы кабельдік қосылуы тапшы аймақтарда орналасып, ал жаңа сымды байланыс жолдарын құру экономикалы тиімсіз болу себептерінен көп тұтынушыларды қызықтырады. Қарастырылып отырған желі Интернетке қатынаудың сапалы да сенімді қызметтерін ұсыну үшін арналады. Ұсынулы отырған шешім сымсыз арнаның тез ұйымдастырылуы, қызмет көрсетуге қарағанда төмен бағалы болуы мен тиімді тарифтық ұсыныстар сияқты ерекшеліктерімен сипатталады. Желіге рұқсат етілмеген қосылудан қорғану IEEE802.16-2004 стандартына енгізілген қауіпсіздік параметрлерімен қамтамасыз етіледі.

## 2.9 Қызмет көрсету сапасы

WiMAX желісі әу-бастан операторлық кластың желісі ретінде қарастырылғандықтан, онда QoS қамтамасыз ету мәселесі алдыңғы орында тұр. функциясы IEEE 802.16e стандарты QoS қатысты мәселені нақты сервистік ағынмен байланыстырады. Әрбір қосылуға QoS берілген параметрлері бар өзінің сервистік ағыны қызмет етеді. WiMAX абоненті осындай сервистік ағынның берілген жинағына- QoS-профильге қол жеткізе алады. Бұл туралы ақпарат абоненттерді басқару жүйесінде сақталады (мысалы, AAA-сервердің деректер базасында немесе арнайы сервер-саясатта). QoS-басқарудың статикалық үлгісінде, абоненттік станция байланыс сеансы барысында сервистік ағынның параметрлерін өзгерте алмайды немесе жаңа сервистік ағындарды жасай алмайды. Алайда, QoS-басқарудың динамикалық үлгісінде, абоненттік немесе базалық станция сервистік ағынды динамикалық өзгерте алады, жасап немесе жоя алады. Жаңа сервистік ағындарды қосу/ жасау, MC қосымша деңгейінде CSN қандай да бір функциясына жүгінгенде, мүмкін болмақ. Сөйтіп, WiMAX желісінің жердегі сегментінің негізгі міндеті- әрбір абонентке қатысты, IEEE 802.16e стандартында анықталған сервистік ағындарды басқаруды қамтамасыз ету.

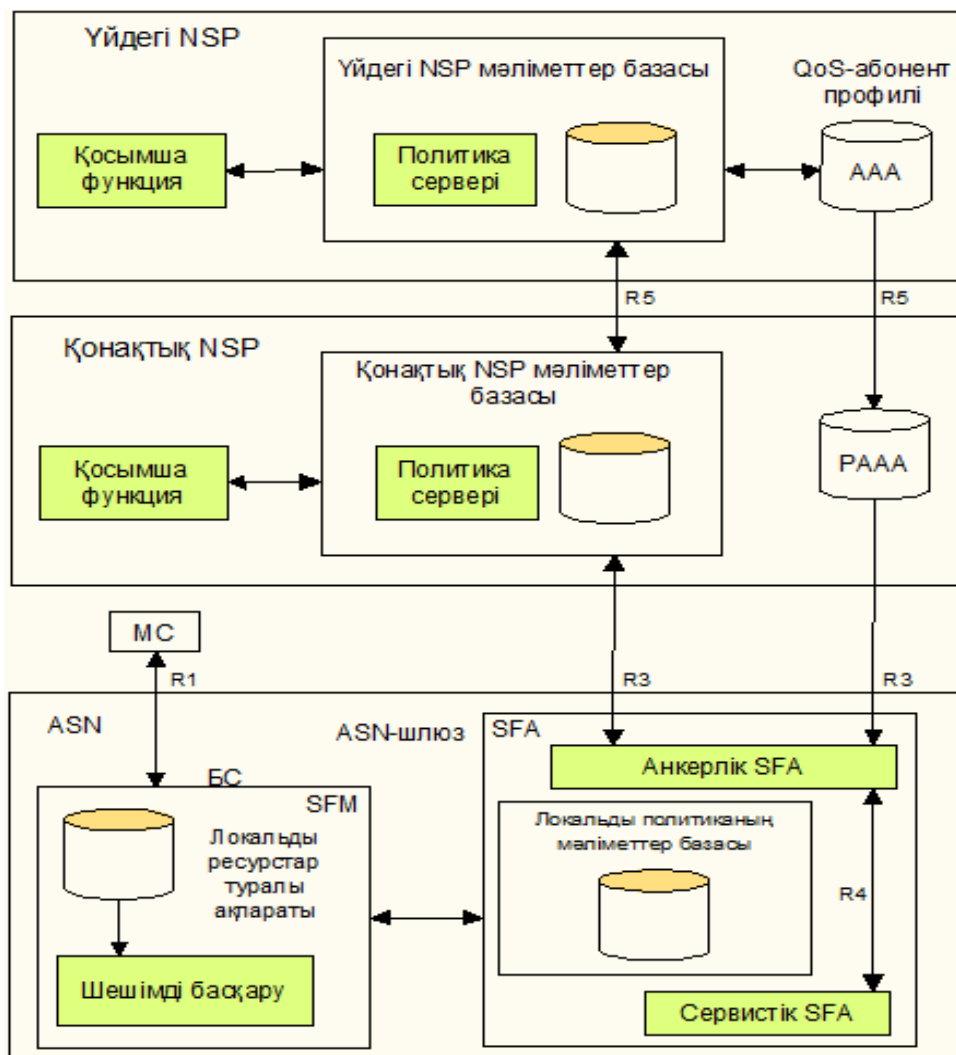
QoS функциясын жүзеге асыратын WiMAX желісінің негізгі элементтері- бұл сервистік ағындарды басқару модулі (SFM) және сервистік ағындарды авторлау модулі(SFA), және абоненттің рұқсат етілген ресурстары туралы деректерді сақтау жүйесі.

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

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

Анкерлі SFA желіге MC қосқанда анықталып, оны қайталап тіркеуге дейін өзгермейді. Анкерлі SFA желіде тіркелген кезде абоненттің QoS-профилі туралы ақпарат беріледі. Егер MC басқа ASN-шлюздің аймағында болса, ол жаңа SFA әрекеттеседі. Қазіргі сәтте MC байланысты болатын бұндай SFA сервистік деп аталады. Сервистік SFA – R4 арналары арқылы MC пен анкерлі SFM арасында ретранслятор қызметіне тқарады (нақтырақ- базалық станцияның SFM модулі ,солармен қазіргі сәтте жұмыс істейтін MC пен сол

MC арналған анкерлі SFA арасында). Анкерлі және/немесе сервистік SFM қызметіне желілік ресурстарды тиеу мен таратумен байланысты болатын ASN—желіге арналған QoS- дербес саясатты жүзеге асыру кіреді.

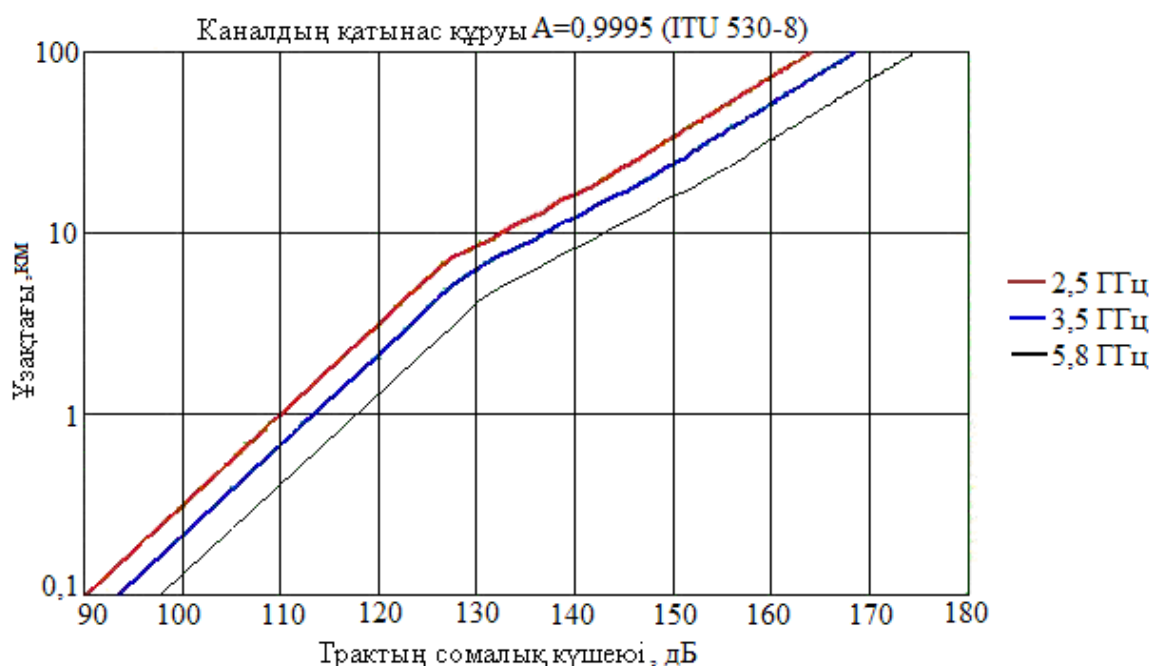


Сурет 2.13- QoS қамтамасыз ету жүйесі

### 3 ЖҰМЫСТЫҢ КЕҢ ЖОЛАҚТЫ СЫМСЫЗ ЖЕЛІСІН ЕСЕПТЕУ

#### 3.1 Радиожелінің өте жоғары жиілікті есептерінің қысқаша әдістері

Сымсыз желілерді ұйымдастыру кезінде және ӨЖЖ диапазонының жүйелерін ұйымдастыру үшін радиожелілерді есептеу керек. Мұндай есептеулер мәліметтер туралы білімді және мамандандырылған білімді талап ететін шешімдер үшін дәстүрлі тапсырма болып келеді. Сонымен қатар құрылғы құрамының жуық бағасымен және жаңа абонентердің базалық стансалары қосулы мүмкіндіктеріне байланысты тапсырмалар толық есептеулерді қажет етпейді. Есептеу реті келесідей болады. Алынған конфигурациялармен құрылғы үшін (3.1) формула бойынша күшейту мәндері есептеледі және график бойынша ұзақтығының мәні анықталады  $Z$  кедергіге тұрушының қосымшасы 5—15 дБ аралығында таңдалады. Ал қалған параметрлердің мәндерін техникалық құжаттамалардан алған жөн. Сымсыз құрылғылардың байланысының ұзындығын анықтау 3.1-сурет бойынша анықталады.



Сурет 3.1- Сымсыз құрылғылардың байланысының ұзақтығын анықтау

$$Y = P_{\text{тар}} + G_{\text{тар}} + G_{\text{кабл}} - P_{\text{кабл}} - Z, \quad (3.1)$$

мұнда:  $Y$  – трактының күшеюі, дБ;

$P_{\text{тар}} = 22$  дБ – таратқыш қуаты;

$G_{\text{тар}} = 21$  дБ – тарататын жақта күшею;

$G_{\text{кабл}} = 18 \text{ дБ}$  – қабылданатын жақта күшею;  
 $P_{\text{кабл}} = -77 \text{ дБ}$  – қабылдағыштың нақты сезімталдығы;  
 $Z = 11 \text{ дБ}$  – кедергіге қарсы тұру қоры;  
 $r = 9 \text{ м}$  – километрдегі антенналардың ара қашықтығы.

$$Y = 22 + 21 + 18 - (-77) - 11 = 127 \text{ дБ} .$$

Осы есептеу әдісінің артықшылығы оның қарапайымдылығында. Үлкен күшейту коэффициенті антенналарды қолдана отырып, күшейту мәнін біле отырып, график бойынша ұзақтық мәнін анықтауға болады. Егер трактінің күшеюі талап етілетін ұзақтықты қамтамасыз етуде жеткіліксіз болса, онда ұзындықты азайтып, үлкен күшейтулері бар антенналарды таңдай отырып оны да арттыруға болады. Егер бұл жеткіліксіз болса, онда қосымша күштерді қолданған жөн.

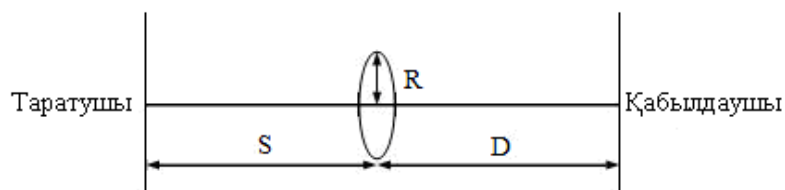
Жоба бойынша желінің радиоқұрылғысы 3399,5 / 3499,5 МГц және 3403/3503 МГц жиілік диапазонында жұмыс жасай алады, оның ұзындығы толқын ұзындығына, яғни 8 см сәйкес келеді. Осындай толқындар аталған желілер мен антенналарды қосатын тура сызықтар бойымен таралады. Бірақ толқын энергиясының негізгі бөлігі келесі формула бойынша (3.2) анықталатын радиусы бар Френель эллипсоидасы ие болатын кеңістіктің аудандарында визалану желілеріне сәйкес келеді.

$$R_1 = \sqrt{\frac{r_1(r-r_1)\lambda}{r}} \quad \text{МГц} \quad (3.2)$$

мұнда:  $\lambda$  – толқын ұзындығы, метрмен алынады.

Френель аймақтарының түсініктері Гюйгенс принципіне негізделген. Осы принцип негізінде екі трансверлердің тура көрініс желілерінің айналасында келтірілген, концентрация орталарында жататын объектілер сапаға оң түрде де, теріс түрде де қарайды.

Тура трактіде таратушы мен қабылдаушы арасында жататын нүктені қарастырамыз. Мұнда таратушыға дейінгі қашықтық S-қа тең, ал нүктеден қабылдаушыға дейінгі қашықтық D-ға тең. Ал таратушы мен қабылдаушы арасының қашықтығы S + D тең (3.2-сурет).



Сурет 3.2- Френель аймақтары

Осы нүктедегі Френель 1-ші зонасының радиусын есептейміз (3.3) теңдеу:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S + D}}, \text{ МГц} \quad (3.3)$$

мұнда: R, S және D - бір бірлікті өлшенеді,  
 $\lambda$  – тракт бойындағы толқын ұзындығы.

Осы жағдайда, біздің жоба бойынша екі трансивер арасындағы қашықтық 12 км-ге тең, ал тасымалдаушы жиілігі – 3,4 ГГц, толқын ұзындығы 0,08 м-ге тең. Трансиверлер арасында орналасқан Френельдің 1-ші аймағының радиусы келесі формула бойынша анықталады:

$$R = \sqrt{\frac{0.08 \cdot (6 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^3)}{(6 + 6) \cdot 10^3}} = 15,49 \text{ МГц}$$

Егер радиусы 0,6-ға тең ішкі ортаны орнату кез келген нүктенің екі трансиверлері арасында жүргізілсе кедергілер жекешеліктерімен шартталған сигналдың сөнуін тоқтатуға болады. Осындай кедергілердің бірі жер болып келеді. Сәйкесінше, екі антенналардың биіктігі трактінің жанында бір де бір нүкте болмайтындай болуы керек, ал жерден қашықтыққа дейінгі қашықтық 0,6-дан төмен болатын еді.

Жер дөңгелек екенін ұмытпау керек, сондықтан біркелкі жазықтықтың өзінде де тура көріністі қамтамасыз ету үшін, антенналарды жоғары көтеру керек.

Қабылдағыш кірісі пайдалы сигналдың қуатына тең болу үшін немесе қабылдағыштың нақты сезімтал мәнінен асуы үшін радиожелілердің келесідей мәндерін қамтамасыз етуі керек. Егер осы шарт орындалмаса, онда байланыс болмайды.

Радиотехникадағы барлық есептеулер тәжірибеде децибелдерде алынады. Децибелге ауыстыру үшін санның ондық логарифмін алып оны 10-ға көбейту керек. Мысалы:  $10^6=60$  дБ,  $10^{-3}=30$  дБ. Осы өлшем бірлікті қолдану артықшылығы бастапқы сандарды көбейту орнына мәндерді децибелдерде қосқанда да жеткілікті. Нөлдердің үлкен санын жазу қажет емес немесе дәреже көрсеткіштерін қолдану қажетігі жоқ. Көбінесе жайғана дБ-дан басқа дБм, дБи өлшемдерін кездестіруге болады. дБ-ден кейінгі әріптер децибелл алынатын қатынас бойынша алынатын өлшем бірлікті білдіреді. дБм — бұл милливатқа алынатын децибелл, бастапқы мәнді 1 мВт-қа бөліп, содан кейін мәнді дБ-да шығарады. Бұл өлшемділіктен айырылу үшін жасалады және айнымалылардың қандай өлшем білігіне байланысты екенін есте сақтау керек.

Пайдалы сигналдың қуатын анықтау үшін радиожелілердің энергетикалық параметрлерін және қабылдағыштың нақты сезімталдығын білу керек.

Қабылдау нүктесіндегі пайдалы сигналдың қуаты келесідей (3.4) теңдеу.



$$P_{\text{прм}} = \frac{P_{\text{прд}} \cdot G_{\text{прд}} \cdot G_{\text{прм}} \cdot \lambda^2}{(4 \cdot \pi \cdot r)^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot Z} \text{ дБ} \quad (3.4)$$

Бұл шама децибелде келесідей болады (3.5) теңдеу.

$$P_{\text{кабл}} = P_{\text{тар}} + G_{\text{тар}} + G_{\text{кабл}} + 20\lg\lambda - 20\lg(4\pi) - 20\lg(r) - L_{\text{косм}} - Z \text{ дБ} \quad (3.5)$$

Бұл шамаларда радиожелілердің келесі параметрлері қолданылады:

$P_{\text{тар}}$  — таратудың шығыс қуаты. Сымсыз желінің құрылғысының шығыс қуаты 8-ден 20 дБм-ге тең.

$G_{\text{кабл}}$  және  $G_{\text{тар}}$  — қабылдаушы және таратушы антенналарының коэффициенттері. Қабылдаушы мен таратушы қандай антенна белгілесе де бәрі бірдей. Сымсыз желілердің типтік антенналарының коэффициенттері 2-ден 24 дБи-ге тең, яғни децибел изотропты антеннаның күшейту коэффициентіне қатынасы. Кейде өндірушілер қарастырылған параметрлерді хабарламай, изотропты-эквивалентті сәулелену қуатының мәні (ИЭСҚ) — (Equivalent Isotropic Radiated Power - EIRP). ИЭСҚ бұл мән таратушы антеннаның  $P_{\text{тар}}G_{\text{тар}}$  күшейткіш коэффициентіне таратушы қуатының өнімділігі немесе бұл шамалардың саласы децибелл түрінде болады.

$\lambda$  — толқын ұзындығы. Біздің жобада ал 0,08 м-ге тең.

$r$  — тарату ұзақтығы.

$L_{\text{косм}}$  — байланыс түйіндеріндегі әлсіз сигналдар мен қосақ, біріңғай жиын себептер мен шартталған қосымша шығындар. Қарастырылып жатқан радиожелілерде  $L_{\text{кос}} = 11$  дБ.

$Z$  — ішкі кедергіге тұрақты кедергі қоры, оның шамасы радиожелі орнатылған аудандардағы электромагнитті орындармен анықталады, ол 5-тен 15 дБ-ға дейін беріледі. Коаксиалды кәбілдер көмегімен радиокұрылғыға қосылатын ішкі антенналарды қосу кезінде кәбілдер ұзындығын және сөну шамасын білу керек. Нәтижеленетін сөнулер  $L_{\text{кос}}$  шамасына қосылады.

$$P_{\text{кабл}} = 22 + 21 + 18 + 20 \lg(0,08) - 20\lg(4 \cdot 3,14) - 20\lg(9) - 11 - 11 \text{ дБ},$$

$$P_{\text{кабл}} = 22 + 21 + 18 - 21,94 - 21,98 - 19,08 - 11 - 11 = -24 \text{ дБ}.$$

Қабылдағыштың нақты сезімталдығы  $P_{\text{min}}$  білдіреді. Бұл параметрдің шамасы сымсыз желілердің қабылдағыштарына -94-тен -67 дБи аралығында жатыр. Тарату жылдамдығы артқан сайын нақты сезімталдық нашарлайды ( $P_{\text{min}}$  сандық мәні өседі).

Антенналар биіктігін есептеу керек. Антеннаның жалғыз биіктігінде жердің сфера тәріздес екенін және Френель эллипсоидасының өлшемдерін

есептей отырып, қарапайым формуланы қолданамыз. Антеннаның биіктігі метрде келесіде болады (3.6) теңдеу:

$$h_1 = h_2 = \left( \frac{r}{8,24} \right)^2 + 4,47 \cdot \sqrt{r} \text{ метр} \quad (3.6)$$

мұнда:  $r$  — километрдегі антенналардың ара қашықтығы. Бір антенна жердің деңгейінде орналса, формуладағы 8,24 –ке тең болатын коэффициенті 4,12-ге алмастыруға болады.

$$h = \left( \frac{9}{8,24} \right)^2 + 4,47 \cdot \sqrt{9} = 1,47 + 14,1 = 1,19 + 13,41 = 14,6 \text{ метр}$$

Радиожелілердің энергетикалық параметрлерін есептейік. Пайдалы сигналдың қуаты қабылдағыш кірісінде қабылдағыштың нақты сезімталдығының мәнінен аз болады.

$$P_{\text{қабл}} \geq P_{\text{мин}}.$$

Формула бойынша (3.5) кіріс қабылдағышына пайдалы сигналдың қуатының мәнін есептедік. Есептеу нәтижесі бойынша ол -24 дБ-тең, яғни жоғарыдағы шарттар орындалады.

$$-24 \text{ дБ} \geq -81.$$

## 3.2 Абоненттік жүктемені есептеу

Желіні жобалаудың алдында желінің бастапқы конфигурациясы мен даму жоспарын анықтай алатын жүйенің қиындығы мен тиімділігі арасындағы қатынастың оптималды нұсқасын табу қажеттілігі туады.

Тиімділігі құрылғыға минималды шығындар бар жүйенің барлық жұмысының талап етілетін сапасын қамтамасыз ету есебінде артады. Егер бұл жағдайды толықтырып қарастырсақ, онда жоспарлау тиімділігі толғымен қамту аймағының есебінен артады. Желі сыйымдылығы бойынша есептеулер желінің оптималдануы және таратулардың жоспарлануы артады.

Қең жолақты байланыс желілерін жобалау базалық стансаның есептеулері сияқты берілген жүктемені жобалаудан басталады. Жүктеменің дұрыс есебі жүйенің иілгіш, кез келген жағдайларға дайын қылады. Осы ақпарат желінің әрі қарай пайдалануына шартты түрде маңызды, ол базалық стансалардың өткізу қабілеттілігін арттырады, жүктемелерден құтқарады немесе жобалау нәтижелерінің қателіктерін түзейді.

Қазіргі уақытта қайтарым (блокқа түзу) ықтималдығы 5 -10% , ол ЦКП - ТОП аймақтарында 1%. Радиоканалдың қайтарым ықтималды бірнеше

пайдасыз да болуы мүмкін, сондықтан көптеген фирмалар қатал шарттарды орнатады. Тәжірибеде шығын ықтималдығы жуық түрде 2% құрайды.

Қазіргі уақытта жүктемені есептеу кезінде электрбайланыстың халықаралық бірігу ұсынысында нормаланған мәліметтерге бағытталады. Ұсыныстағы нормаланған нүктелер жылына 30 жүктемені қайтару ықтималдығымен қарастырылады.

Жоғалту ықтималдығының дұрыс табылғанын жүктеме нақты тарифі бар абоненттермен құралған кезде желінің эксплуатациясының басталуынан кейін анықталды.

Ұялы желі массалық қызмет ету жүйесінің мысалы болды. Онда МҚД-нің барлық қажетті сипаттамалары бар: сұранстардың кездейсоқ ағымы, шаруалардың жалғасы.

Жүктемені бағалау кезінде, сәйкесінше ұялы желілерде сыйымдылықтар қайтарымы бар болмаған кездегі шақырулардың келіп түсу мүмкіндіктері.

$$P_q = \frac{A^n}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}} \quad (3.7)$$

3.7-теңдеу Эрлангтың белгілі формуласын көрсетеді және желіні функциялау сапасының маңызды көрсеткіштерін байланыстырады  $P_q$  қайтарым ықтималдығы. Бұл формула табуляцияланған болып келеді. Бірақ тәжірибе жүзіндегідей бұл жүктемені есептеу үшін ыңғайсыз болуы да мүмкін. Формуланың көмегімен анықталған жүктемені ұсынуға есептелген кесте жүзінде беріледі.

Ұқсанылған қызмет спектрінен байланыс сапасы мен бір жылда жүргізілетін операциялар реті 1200 корпоративті қолданушылар мен 4000 жуық жеке тұтынушылардың ретін жинау керек.

Базалық стансаның құрылғысын есептеу үшін жүйе абоненті құратын орташа жүктемені есептеу керек, ол үшін абоненттен түскен жүктемені келесі формула (3.8) бойынша есептейміз:

$$Y_{\text{общ}} = \frac{N_{ac} * C_{ac} * T_{ac}}{3600} \text{ Эрл.} \quad (3.8)$$

Формулаға жүйеге белгілі статикалық мәліметтерді қоямыз.

$C_{ac} = 2,6$  қоңырау/сағ – жүйе абоненттерінің ЧНН-ге келіп түскен қоңыраулар саны:

$T_{ac} = 12$  минут – жүйе абоненттерінің орташа шақыру ұзақтығы.

$N_{ac} = 4200$  – жүйе абонентінің саны келесіні аламыз.

Келесіні аламыз:

$$Y_{\text{общ}} = \frac{4200 * 2,6 * 720}{3600} = 2184 \text{ Эрл.}$$

Жүйе абонентімен құрылған жалпы жүктемені біле отырып Эрланг кестесі бойынша алынған жүктемені қызмет ету үшін арналған каналдардың қажетті санын аламыз. Эрланг 2184 жүктемеге қызмет ету үшін 2% блокқа түсу кезінде 2040 радиоканалдар қажет. Осыған орай, WiMAX технологиясы кезінде бірінші тасымалдаушыда бір мезгілде E1 ағымында қолданылатын бір абоненттен 30 абонентке дейін дауыс қызметтерімен қызмет көрсетіледі және ол телефонмен қызмет көрсетіледі және ол үшін трафиктің радиоканалдарының осындай саны қажет, 6000 канал WiMAX базалық станса тірелетін 200 тасымалдаушыда орналаса алады. Жоғарыда айтылғандай орталықта орналасқан базалық станса көп жүктемемен қызмет етеді, және сыйымдылығы жоғары болады, қалған базалық стансалардың сыйымдылығы аз болады. Сонымен бірге базалық стансаларға қайтарым көрсеткен кезде стансаларды қаланың шеттерінде орналастырып, қала орталығын секторлармен масималды түрде жабуға болады.

Каналдарды базалық стансалар бойынша орнатамыз қала шетіндегі жүйелерде секторға тасымалдаушы саны максималды саны бойынша кеңсекторлы базалық стансалар орнатылады, олардың 255-нің 200-і байланыс үшін қолданылады, ал басқалары қызмет мақсаттарында қажет. 3-ші базалық стансадағы тасымалдаушылар саны 3600 тең.

Өсуші сұранысты қамтамасыз ететін базалық стансалардың конфигурациясы сымсыз кең жолақты рұқсат желінің қолданушыларымен құрылған нақты жүктемеге байланысты пайдалану үрдісінде көрсетілуі мүмкін.

### **3.3 БС – АБ байланыстарының күтілетін ұзақтықтарын есептеу**

Базалық станса мен рұқсат нүктелерінің антенналары арасындағы байланыс ұзақтығын есептейміз. Қала аймағындағы WiMAX жүйесінің абоненттік құрылғылары мен БС байланыс ұзақтығын бағалаймыз.

Жобаға берілген мәліметтер:

1 БС блогы

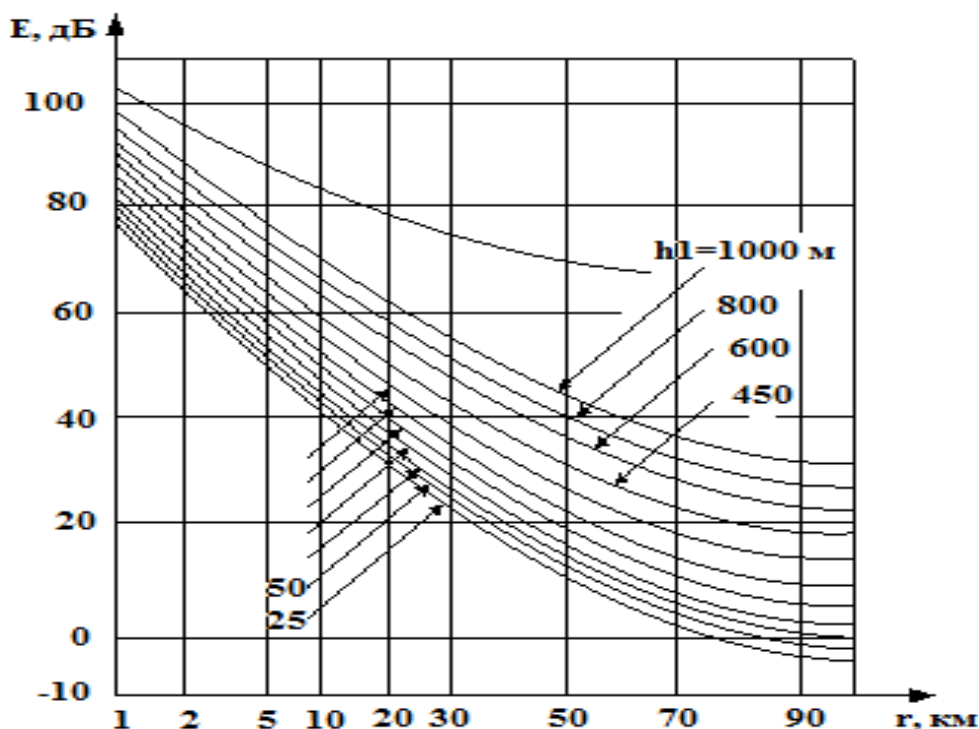
- таратушы блогының қуаты - 220 мВт;
- қабылдаушы кірісіндегі деңгейдің минималды табалдырығы – 70 дБм;
- қабылдаудың және таратудың орташа жиілігі – 3400 Гц;
- фильтр және антеннабөлімдерде өшулі диаграммасы – 6 дБ;
- антеннаның бағытталу диаграммасы – 70°;
- БС антеннаның күшейту коэффициенті – 19 дБ;
- антеннаның орналасу биіктігі – 25 м.

2 абоненттік рұқсат блогі

- бағытталу диаграммасы – 6,8°;
- антеннаның күшейтуі коэффициенті – 8 дБм;

- қабылданатын антеннаның биіктігі – 3 метрден 10 метрге дейін;
- қабылдағыштың жеткілікті сапасын қамтамасыз ету кезіндегі кернеу өрісі – 51 дБ.

Бір БС-ны қамту аймағын анықтаймыз. Осы есептеудің әдісі орташа жергіліктің радиотолқындарының таралуы туралы мәліметтерге негізделген. Есептеу әдісінің негізінде орнатылған радиотолқынның қисық таралуы көрсетілген (3.3-сурет).



Сурет 3.3- Қала аймағындағы жер бетінде радиотолқынның қисық таралуы

3.3-суретте берілген қисықтар антенналарды тарататын қисық биіктікпен тік қиылысуымен сәйкес  $E$  өрісінің кернеулігі,  $r$  қашықтықта қабылдау пунктерінде құрылады. Таратушылардың нақты сипаттамалары қабылданған қисықтардан ерекшеленеді, сондықтан түзетуші коэффициенттер енгізіледі, ал жалпы есептеуші формула (3.9) келесі түрде болады.

$$E = E_C + B_{P.H.} + B_\phi + B_{h_2} + B_{PEL} + (\alpha \cdot l) - D_{BC} - D_{AV} + B_\theta, \quad (3.9)$$

мұнда:  $E_C$  – берілеген көрсеткіштерді алуға қажетті сигнал өрісінің кернеуі;

$$E_C = 55 \text{ дБ};$$

$B_{P.H.}$  – қисықтарға қабылданған 1 кВт қуаттан таратудың номиналды қуаттың ескерілетін ерекшелігі, дБ;

$V_{\phi}$  – резонаторлардағы, көрпірлік сүзгіштердегі және антенналық бөлімдердегі өшу,  $V_{\phi}=6$  дБ;

$V_{h2}$  – қабылданатын антеннаның биіктігін түзету, дБ;

$V_{\text{рел}}$  – жергілік рельефін ескеретін түзету, дБ;

$\alpha \cdot l$  – қабылдаушы және таратушы антенналар фидеріндегі өшу, дБ.

Берілген типте БС блогымен байланыстыру HDSL сандық байланыстырушы желі көмегімен болатындықтан, құрылғы қолданылмайды.

$D_{\text{БС}}$  – БС антеннасының күшею коэффициенті БС,  $D_{\text{БС}}=19$  дБ;

$D_{\text{АУ}}$  – абсалютті құрылғының антеннасының күшею коэффициенті,

$D_{\text{АУ}}=8$  дБ;

$V_{\theta}$  – төрттолқынды штырьмен салыстырғандағы кедергілерге сезімталдықтың азаюын ескеретін түзетулер, дБ.

Түзетулерді  $V_{\text{р.н}}$  келесі формуламен анықтаймыз (3.10):

$$V_{\text{р.н}} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{P_{\text{н}}}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1000}{0,22}\right) = 36,6, \quad (3.10)$$

мұнда:  $P_{\text{н}}$  – таратудың номиналды қуаты,  $P_{\text{н}}=220$  мВт.

Қабылданатын 1,5 м артық антеннаның биіктігін ескере отырып  $V_{h2}$  түзетуін анықтаймыз (3.11):

$$V_{h2} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1,5}{h_2}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1,5}{8}\right) = -7,3, \quad (3.11)$$

мұнда:  $h_2$  – қабылданатын антеннаның биіктігі,  $h_2=8$  м.

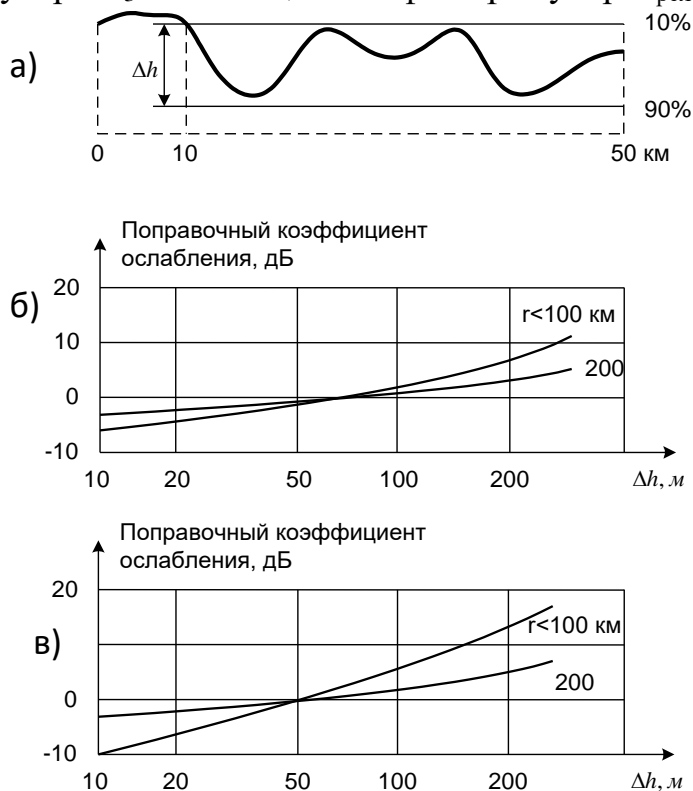
Радиомүмкіндік жүйенің әрекет аймағында  $V_{\text{рел}}$  жергілікті нақты рельефті ескеретін түзетулер. БС антенналардың тарату биіктіктерінде өріс кернеуімен байланыс ұзақтығына тәуелді графиктер жергілікті орташа қиылысу шарттарындағы өзгерістер туралы статикалық ақпараттарды өңдеу негізінде құрылған. Орташа қиылысқан деп 10 – 15 км қашықтықта БС-тан 50 м аспайтын биіктік белгілерінің орташа тербелу деңгейлері орналасқан жергілікті желіні айтамыз. Жергілікті рельефін анықтауға арналған график сурет 11-де көрсетілген. Жергілікті тербелу деңгейін  $\Delta h$  анықтау үшін рельефті салып,  $\Delta h$  тербелулерді анықтайды. Егер  $\Delta h$  50 м-ден ерекшелінетін болса  $r < 100$  км үшін 3.4–суреттегі график бойынша анықталатын түзулерді анықтайды. WiMAX жүйесінің БС антенналары құпия конструкциясы бар, оның қамту аймағы 6 секторларды қамту аймағы қолданылады. Әр сектордағы байланыс ұзақтығы тура көріністерде сигналдың өтуі үшін басқа кедергілер немесе жергілікті рельефтерден анықталады.

Рельеф және орнатудың әр секторындағы  $V_{\text{рел}}$  түзетулерді анықтаймыз.

Бірінші сектор. Радиоқамту зонасында 5 км-ге дейінгі қашықтықтағы 9 қабатты ғимараттарға иеленеді. Түзету  $\Delta h_1=27$  м болады. Рельефке түзету  $V_{\text{рел}}=-2,5$  дБ.

Екінші сектор. Радиоқамту аймағы 12 қабатты үйлер мен сипатталады. Рельефт түзетуі  $V_{\text{рел}} = -2$  дБ.

Үшінші сектор. Радиоқамту аймағы бес қабатты үйлермен сипатталады, түзетулер  $\Delta h_3 = 15$  м тең. Рельефке түзетулер  $V_{\text{рел}} = -4$  дБ.



Сурет 3.4- Жер рельефінің түзетулерді анықтау графиктері

3.4-суретте: а) БС-дан 10 – 15 км ара қашықтығы биіктік белгілерінің орташа тербелісі, 50 м-н аспайды; б)  $\Delta h < 50$  м биіктіктегі белгілерінің тербелуі, в)  $\Delta h > 50$  м биіктік белгілерінің тербелісі.

Төртінші сектор. 15 м дейінгі биіктікпен сипатталады. Бес километр қашықтықта төбешіктер басталады, жергілік биіктігі 50 м жетеді. Түзетілер  $\Delta h_4 = 50$  м. Рельефке түзетулер  $V_{\text{рел}} = -1$  дБ. Бесінші сектор. 35 м дейін орнатылған биіктікпен сипатталады, түзетулер  $\Delta h_5 = 35$  м. рельефке түзетулер  $V_{\text{рел}} = -2$  дБ. Алтыншы сектор. 27 м биіктікке дейінгі биіктіктің орнатылуымен сипатталады. Түзетулер  $\Delta h_5 = 27$  м. рельефке түзетілер  $V_{\text{рел}} = -2,5$  дБ.

Төртінші толқынды штырьмен салыстырғандағы кедергілерге сезімталдықтың азаюын ескеретін  $\Delta B_\theta$  түзетуін есептейміз, ал келесі формуламен анықтайды (3.12):

$$\Delta B_\theta = 10 \cdot \lg\left(\frac{\theta_E}{360}\right) \text{ дБ}, \quad (3.12)$$

$$\Delta B_\theta = 10 \cdot \lg\left(\frac{6,8}{360}\right) = -17,24 \text{ дБ},$$

мұнда:  $\theta_E$  – қабылданатын антеннаның бағытталу диаграммасының бұрышы,  $\theta_E=6,8^\circ$ .

Мәнді (3.1) формулаға қойып әр сектор үшін абоненттік қабылдау пунктінде базалық стансалармен таралатын өріс кернеуін анықтаймыз, дБ.

Бірінші сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 2,5 - 19 - 8 - 17,24 = 43,56.$$

Екінші сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 2 - 19 - 8 - 17,24 = 44,06.$$

Үшінші сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 4 - 19 - 8 - 17,24 = 42,06.$$

Төртінші сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 1 - 19 - 8 - 17,24 = 45,06.$$

Бесінші сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 2 - 19 - 8 - 17,24 = 44,06.$$

Алтыншы сектор:

$$E = 55 + 36,6 + 6 - 7,3 - 2,5 - 19 - 8 - 17,24 = 43,56.$$

Алынған өріс кернеуінің мәндері бойынша қабылдау аймағында әр сектор үшін байланыс ұзақтығын анықтаймыз. Байланыс ұзақтығы қала аймақтарындағы жер бетіндегі радиотолқындардың таралу грифигі бойынша анықталады (сурет 10). Әр сектор үшін байланыс ұзақтығы келесідей болады:

- бірінші сектор:  $E=43,56$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,3 км құрайды;
- екінші сектор:  $E=44,06$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,25 км құрайды;
- үшінші сектор:  $E=42,06$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,5 км құрайды;
- төртінші сектор:  $E=45,06$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,1 км құрайды;
- бесінші сектор:  $E=44,06$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,25 км құрайды;
- алытыншы сектор:  $E=43,56$  дБ, байланыс ұзақтығы 8,3 км құрайды.

Алынған байланыс ұзақтығының мәліметтерін салыстыра отырып, байланыс ұзақтығы 8,3 км құрайтынын анықтауға болады, ол техникалық құжаттама бойынша орташа байланыс ұзақтығына сәйкес келеді.



### 3.4 Дестелер коммутациясы бар арналардың өткізу қабілеттіліктерін есептеу

Арнаны пайдалану дәрежесін есептеу. Компьютерлердің берілген саны үшін ақпаратты беру жылдамдығын бағалау керек.

кесте 3.1- Есептің бастапқы мәліметтері

| $L_{\min}$ | $L_{\max}$ | $N_{\text{комп}}$ | $\mu \cdot 10^6$<br>(бит/сек) | $L_{\text{сл}}$ | $L_{\text{инф}}$ | T    | $V_{\text{канала}}$ |
|------------|------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|------|---------------------|
| 512        | 12000      | 4                 | 700                           | 18              | 48               | 0,07 | 700                 |

мұндағы:  $L_{\text{и мин}}$  – дестенің ақпараттық бөлігінің минималды ұзындығы;

$L_{\text{и макс}}$  – дестенің ақпараттық бөлігінің максималды ұзындығы;

$L_{\text{сл}}$  – кадрдағы қызметтік ақпараттың ұзындығы, байт;

$L_{\text{инф}}$  – кадрдың ақпараттық ұзындығы, байт;

$q$  – ақпаратты беру жылдамдығы, Мбит/сек;

$t$  – беру уақыты, сағат;

T – жұмыс күнінің ұзақтығы, сек;

$V_{\text{канала}}$  – арнадағы ақпарат алмасу жылдамдығы, Мбит/сек;

$F_{\text{проп}} = 8$  – ең жақсы сапаны алу үшін өткізу жолағы, Кбит/сек.

Арнаны пайдалану дәрежесін есептеуге MATHCAD бағдарламасы қолданылды.

Есептеулер нәтижесі бойынша келесідей графиктер тұрғызу керек: - берілетін ақпарат көлемінің өткізу жолағына тәуелділігі;

- берілетін кадрлар санының берілетін ақпарат көлеміне тәуелділігі;

- кадрларға қызмет көрсету жылдамдығының кадрдың жалпы ұзындығына тәуелділігі;

- арнаны пайдалану дәрежесінің кадрларға қызмет көрсету уақытына және кадрлардың түсу уақытына, берілетін ақпараттың көлеміне тәуелділігі;

- жүйеде бір мезгілде болатын кадрлардың орта санының қызмет көрсету уақыты мен берілетін ақпараттың көлеміне тәуелділігі.

Қызмет көрсету уақытына байланысты кадрлардың арнада болмау ықтималдығын тексеру керек.

1 Есептің шығарылуы

Берілгені:

$$L_{\min} := 512 \text{ byte}$$

$$L_{\max} := 12000 \text{ byte}$$

$$L_{s1} := 18 \text{ byte}$$

$$L_{\text{inf}} := 48 \text{ byte}$$

$$t := 0.07 \text{ hour}$$

$$N_{\text{comp}} := 4$$

$$q := 700 \cdot 10^6 \frac{\text{Mbit}}{\text{sec}}$$

$$\mu := 128 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{chan}} := 700 \cdot 10^6 \frac{\text{Mbit}}{\text{sec}}$$

$$F_{\text{prop}} := 8 \cdot 10^3 \frac{\text{Kbit}}{\text{sec}}$$

Берілетін ақпараттың көлемі – байтта (3.13) формула бойынша анықталады.

$$Q := \frac{q}{F_{\text{prop}}} \cdot t \cdot 3600 \quad Q = 2.205 \times 10^7 \text{ byte} \quad (3.13)$$

Кадрдың жалпы ұзындығы (3.14) формула бойынша анықталады.

$$L_{\text{kadr}} := L_{\text{inf}} + L_{s1} \quad L_{\text{kadr}} = 66 \text{ byte} \quad (3.14)$$

Берілетін кадрлар саны (3.15) формула бойынша анықталады.

$$N_{\text{kadr}} := \left( \frac{Q}{L_{\text{kadr}}} \right) + 1 \quad N_{\text{kadr}} = 3.341 \times 10^5 \frac{\text{kadr}}{\text{day}} \quad (3.15)$$

Кадрлардың келіп түсу уақыты (3.16) формула бойынша анықталады.

$$V := \frac{N_{\text{kadr}}}{t \cdot 3600} \quad V = 1.326 \times 10^3 \frac{\text{kadr}}{\text{sec}} \quad (3.16)$$

Кадрларға қызмет көрсету уақыты (3.17) формула бойынша анықталады.

$$t_{\text{obs1}} := \frac{L_{\text{kadr}}}{V_{\text{chan}}} \quad t_{\text{obs1}} = 9.429 \times 10^{-8} \text{ sec} \quad . \quad (3.17)$$

Қызмет көрсету жылдамдығы (3.18) формула бойынша анықталады.

$$V_{\text{post}} := \frac{V}{N_{\text{comp}}} \quad V_{\text{post}} = 331.44 \frac{\text{kadr}}{\text{sec}} ,$$

$$V_{\text{obs1}} := \frac{1}{t_{\text{obs1}}} \quad V_{\text{obs1}} = 1.061 \times 10^7 \frac{\text{kadr}}{\text{sec}} . \quad (3.18)$$

Байланыс арнасын пайдалану дәрежесі (3.19) формула бойынша анықталады.

$$P := \frac{V_{\text{post}}}{V_{\text{obs1}}} \quad P = 3.125 \times 10^{-5} \quad (3.19)$$

Кадрлардың арнада болмау ықтималдығы (3.20) формула бойынша анықталады.

$$P_0 := 1 - P \quad P_0 = 1 \quad (3.20)$$

Жүйеде бір мезгілде болатын кадрлардың орта саны (3.21) формула бойынша анықталады.

$$L := \frac{V}{V_{\text{obs1}} - V} \quad L = 1.25 \times 10^{-4} \text{ kadr} . \quad (3.21)$$

Қызмет көрсетуді күтіп тұрған кадрлар саны (3.22) формула бойынша анықталады.

$$L_q := P \cdot L \quad L_q = 3.907 \times 10^{-9} \text{ kadr} \quad (3.22)$$

Кадрдың жүйеде болуының орташа уақыты (3.23) формула бойынша анықталады.

$$W := \frac{1}{V_{\text{obs1}} - V} \quad W = 9.43 \times 10^{-8} \text{ sec} \quad (3.23)$$

Кезекте күту уақыты (3.24) формула бойынша анықталады.

$$W_q := W \cdot P \quad W_q = 2.947 \times 10^{-12} \text{ sec} \quad (3.24)$$

Байланыс арнасы бойынша беру уақыты(3.25) формула бойынша анықталады.

$$t_{\text{chan}} := W - W_q \quad t_{\text{chan}} = 9.429 \times 10^{-8} \text{ sec} \quad (3.25)$$

Нәтижелерді өңдеу

Есептеу нәтижелері бойынша жүйенің құрамына кіретін параметрлерін бағалау.

Кадрлардың түсу интенсивтілігі (3.26) формула бойынша анықталады.

$$I_{\text{post}} := V_{\text{post}} \cdot N_{\text{comp}} \quad I_{\text{post}} = 1.326 \times 10^3 \frac{\text{pack}}{\text{sec}} \quad (3.26)$$

Дестелерді битке аудару (3.27) формула бойынша анықталады.

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{min}} &:= I_{\text{post}} \cdot L_{\text{min}} & \lambda_{\text{min}} &= 6.788 \times 10^5 \text{ bit} \\ \lambda_{\text{max}} &:= I_{\text{post}} \cdot L_{\text{max}} & \lambda_{\text{max}} &= 1.591 \times 10^7 \text{ bit} \end{aligned} \quad (3.27)$$

Пайдалану коэффициенті (3.28) формула бойынша анықталады.

$$\begin{aligned} \rho_{\text{min}} &:= \frac{\lambda_{\text{min}}}{\mu} & \rho_{\text{min}} &= 5.303 \times 10^{-3} \\ \rho_{\text{max}} &:= \frac{\lambda_{\text{max}}}{\mu} & \rho_{\text{max}} &= 0.124 \end{aligned} \quad (3.28)$$

Жүйеде болудың стационарлық ықтималдығы(3.29) формула бойынша анықталады.

$$p_n := (1 - \rho_{\min}) \quad p_n = 0.995$$

$$p_m := (1 - \rho_{\max}) \quad p_m = 0.876 \quad , \quad (3.29)$$

мұндағы:

$P_n$  - Жүйеде  $n$  талаптардың болуының стационарлық ықтималдығы;  
 $\lambda$  - талаптар түсуінің интенсивтілігі (түсу моменттері арасының орташа уақыт интервалына кері шама);

$\mu$  - қызмет көрсету жылдамдығы (орташа қызмет көрсету уақытына кері шама);

$N$  - жүйедегі талаптардың орташа саны;

$N_q$  - кезекте күтіп тұрған талаптардың орташа саны;

$T$  - талаптардың жүйеде болуының орташа уақыты;

$W$  - талаптың кезекте күтуінің орташа уақыты;

$N_{\text{комп}}$  - компьютерлер саны;

$L_{\text{кадра, мин}}$  – кадрдың минималды ұзындығы, бит;

$L_{\text{кадра, макс}}$  – кадрдың максималды ұзындығы, бит;

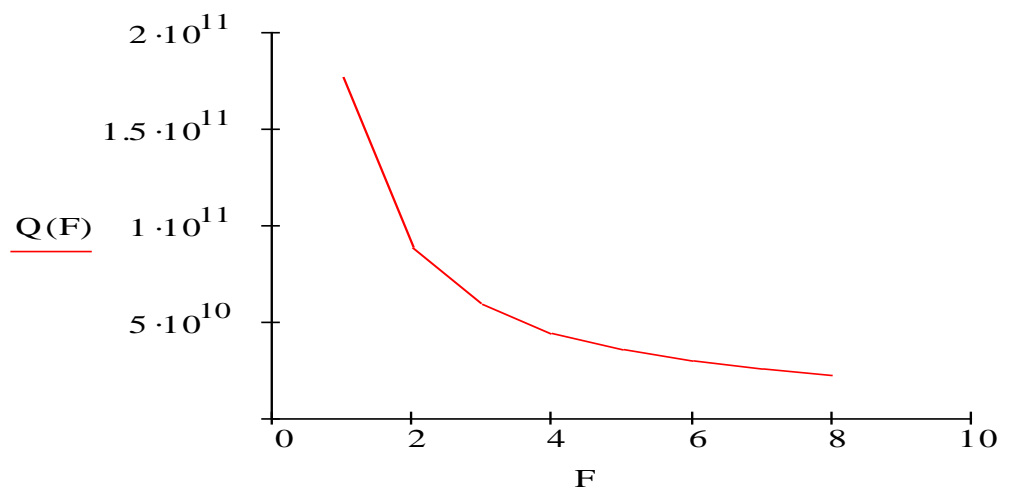
$V_{\text{пост.}}$  – кадрлардың әр машинадан түсу жылдамдығы, кадрлар/сек.

## 2 Есептің графиктері

1 3.5-суретте берілетін ақпарат көлемінің өткізу жолағына тәуелділігі көрсетілген.

$$F := 0..8 \quad \frac{\text{Kbit}}{\text{sec}}$$

$$Q(F) := \frac{q}{F} \cdot t \cdot 3600$$



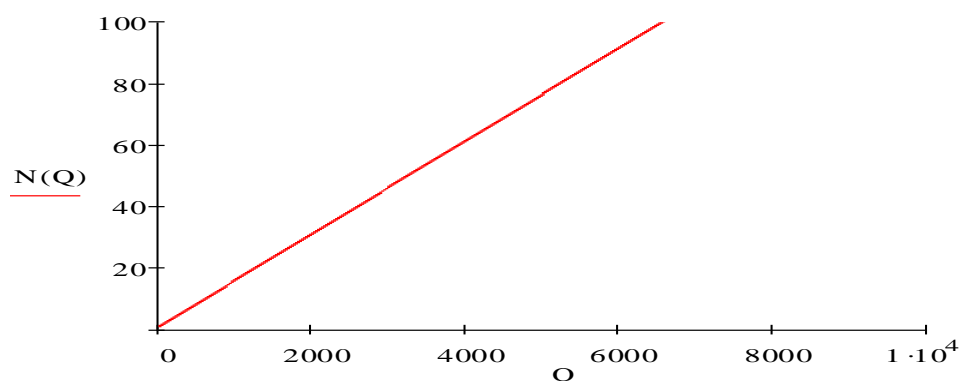
Сурет 3.5- Ақпарат көлемінің өткізу жолағына тәуелділігі

Бұл 3.5-суреттен ақпарат көлемі өткізу жолағына кері пропорционал екенін көруге болады.

2 3.6-суретте берілетін кадрлар санының берілетін ақпарат көлеміне тәуелділігі көрсетілген.

$$Q := 0 .. 10000 \quad L_{kadr} := 66$$

$$N(Q) := \left( \frac{Q}{L_{kadr}} \right) + 1$$



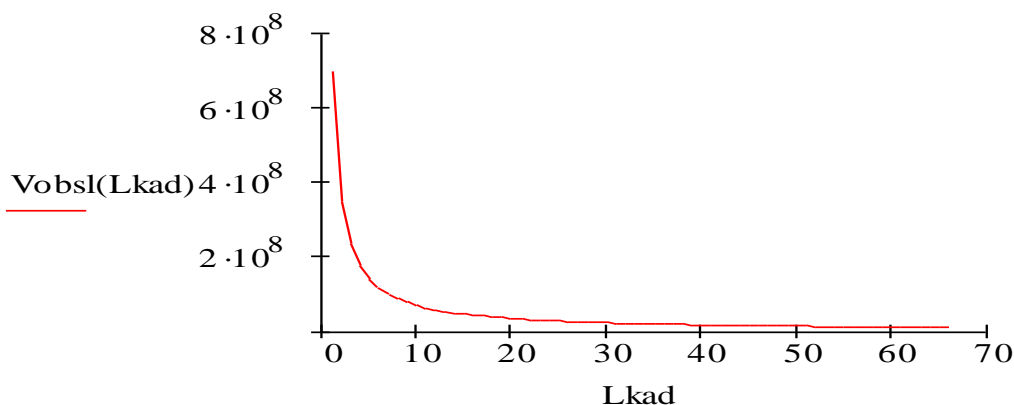
Сурет 3.6- Берілетін кадрлар санының берілетін ақпарат көлеміне тәуелділігі

Бұл 3.6-суреттен берілетін кадрлар санының берілетін ақпарат көлеміне тура пропорционал екенін көруге болады.

3 3.7-суретте кадрларға қызмет көрсету жылдамдығының кадрдың жалпы ұзындығына тәуелділігі көрсетілген.

$$L_{kad} := 1 .. 66$$

$$V_{obsl}(L_{kad}) := \frac{1}{\frac{L_{kad}}{V_{chan}}}$$



Сурет 3.7- Кадрларға қызмет көрсету жылдамдығының кадрдың жалпы ұзындығына тәуелділігі

Кең жолақты сымсыз желіні есептеуде радиожелінің өте жоғарғы жиілікті есептерін жүргізу барысында трактінің күшеюі 127дБ, трансиверлер арасындағы орналасатын Френельдің 1-ші аймағының радиусы 14,14 м, ұабылдау нүктесіндегі пайдалы сигналдың қуаты -24 дБ, антеннаның биіктігі 14,6м болатынын анықтадық. Абоненттік жүктеме 2184 Эрл тең болып шықты.Есептелінген байланыс ұзақтығының мәндерін салыстыра отырып, байланыс ұзақтығы 8,3 км-ді құрайтынын көрдік.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Ұсынылған диплом бойынша дипломның Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері қарастырылды. Озық коммуникациялық қызметтерді қамтамасыз ету үшін: Интернетке жоғары жылдамдықта қосылу, сандық телефония. Бұл нұсқаны жүзеге асыру үшін жабдықтарды таңдау болды, іріктеудің арқасында басымдылық сымсыз тәртіптегі кең жолақты абоненттік өтуі Alvarion (Израиль) фирмасының BreezeMAX жабдығында.

Нұсқада желінің басты сипаттамасының есептелуі, базалық станцияның шаңдатустанциясын қосады, пакетін оңтайландырылған ұзындығы. Пакеттік ұзындығының кешіктірген тәуелділігі, арнаның өткізу қабілеті, базалық станцияның артық жүктеуі. Бұл сипаттамалар дестелік коммутациялар желілерінде QoS жабдықтауда маңызды. Өмір тіршілік қауіпсіздігінде мынылар орындалды: еңбек шартын талдау, жасанды жарықтандыруды есептеу, желдеткішті құрастыру және жеке тұлғаларға электромагнитті өзегінің әсер етуі, тағы да қорғау шаралары. Ғимараттың желдету реттік төлемі жүргізілді. Ғимараттың тұрақты жергілікті климатын қалыптастыру үшін DELONGHI CP 10 маркалы желдеткіш таңдалды, басты артықшылығы ретінде көп аумақы жабуын иеленеді.



## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1) Шахнович И. Стандарт широкополосного доступа IEEE 802.16 для диапазонов ниже 11 ГГц – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005г., №1.
- 2) Шахнович И. Стандарт широкополосного доступа IEEE 802.16–2004
- 3) Режим OFDMA и адаптивные антенные системы. Ж. ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005 г., №2. 3 Рашич А.В. Сети беспроводного доступа WiMAX.
- 4) Портной С.Л. Теоретико – информационные основы систем широкополосного беспроводного доступа. М. 2004 г.
- 5) Шахнович С. Современные беспроводные технологии. – ПИТЕР, 2004
- 6) Портной С. Перспективы развития беспроводного широкополосного доступа. Ж. Вестник связи. №9 2004 г.
- 7) Писарев Ю. В ожидании WiMAX.. Ж Вестник связи. №4 2005 г.
- 8) Кочегаров П., Писарев Ю. WiMAX – универсальное решение для последней мили. Частотный ресурс. Проблемы и стратегии внедрения. ж. Wireless Russia, М. 2005 г.
- 9) Сайт <http://www.WiMAX forum.ru>
- 10) Сайт <http://www.alvarion.com/ru/products/product-portfolio/breezemax>
- 11) Сайт <http://skytel.kz/page/wimax.html>
- 12) Сайт <http://sulpak.kz>
- 13) Сайт <http://kazahtelecom.kz24.net>

## СЫН – ПІКІР

дипломдық жоба

Ерланова Айгерім

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

**Тақырыбына:** Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері

Орындалды:

а) графикалық бөлімі 23 бет;

б) түсіндірме жазбасы 63 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жобада Ерланова Айгерім Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде сымсыз желі Wimax технологиясын талдау, Wimax стандартының негізінде базаны ұйымдастыру және Wimax технологиясының мақсаты мен артықшылығы т.б. қарастырылған.


Екінші бөлімде базалық станцияның қамтуаймағын есептеу, трассада таралатын сигналдың қуаттылығының орташа жоғалтуесебі т.б. қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Пакеттерді оңтайландыруды есептеулері жүргізілген.

Жұмысқа ескерту, жұмыста грамматикалық қателер кездеседі. Жалпы, 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 Ерланова Айгерім 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҰЖА каф.  
менгерушісі, доктор PhD.,  
қауымдастырылған профессор  
 Ж.С. Шыныбай  
«    »                      2019 ж.

ҚазҰТЗУ 704-21 Ү. Пікір

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

дипломдық жоба

**Ерланова Айгерім**

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері**

WiMAX - бұл сымсыз технология, кабельдік хабар таратудың тегін, Интернетке қосылу және телефондық қызмет. WiMAX (Микротолқынға қол жеткізу үшін бүкіл дүние жүзі үйлесімділік) стандартты IEEE технологиясын қолданып, кеңейтілген сымсыз байланыс стандарты, қосымша сымды және кабельді DSL технологиясын қосу, сондай-ақ «соңғы мильді» кең ауқымды ескере отырып, стандарт болып табылады. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде мониторинг жүйелері қарастырылды. Wimax үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде сымсыз желі Wimax технологиясын талдау, Wimax стандартының негізінде базаны ұйымдастыру және Wimax технологиясының мақсаты мен артықшылығы т.б. қарастырылған.

Екінші бөлімде базалық станцияның қамтуаймағын есептеу, трассада таралатын сигналдың қуаттылығының орташа жоғалту есебі т.б. қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Пакеттерді оңтайландыруды есептеулері жүргізілген.

Жұмысқа ескерту, жұмыста грамматикалық қателер кездеседі. Жалпы, 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.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант **Ерланова Айгерім** жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы дипломдық жобаны "95/А/өте жақсы", деп бағалап, ал студент **Ерланова Айгерім** 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  
ШІКІРІ**

дипломдық жоба

**Ерланова Айгерім**

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері**

WiMAX - бұл сымсыз технология, кабельдік хабар таратудың тегін, Интернетке қосылу және телефондық қызмет. WiMAX (Микротолқынға қол жеткізу үшін бүкіл дүние жүзі үйлесімділік) стандартты IEEE технологиясын қолданып, кеңейтілген сымсыз байланыс стандарты, қосымша сымды және кабельді DSL технологиясын қосу, сондай-ақ «соңғы мильді» кең ауқымды ескере отырып, стандарт болып табылады. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде мониторинг жүйелері қарастырылды. WiMAX үшін жіберу қызметінің коэффициентін анықтауға арналған шешу алгоритмдерін зерттеу әдістері мен модельдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде сымсыз желі WiMAX технологиясын талдау, WiMAX стандартының негізінде базаны ұйымдастыру және WiMAX технологиясының мақсаты мен артықшылығы т.б. қарастырылған.

Екінші бөлімде базалық станцияның қамтуаймағын есептеу, трассада таралатын сигналдың қуаттылығының орташа жоғалту есебі т.б. қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Пакеттерді оңтайландыруды есептеулері жүргізілген.


Жұмысқа ескерту, жұмыста грамматикалық қателер кездеседі. Жалпы, 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.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант **Ерланова Айгерім** алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Сонымен қоса, дипломдық жоба стандартқа сай жасалған. Студент **Ерланова Айгерім** диплом алдыңғы қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ кәсіп техн. ғыл. докт., профессор

 Н.Т. Исембергенов

« 03 » 03 2019 ж.