ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Мультисервистік желілерде WiMAX стандартының қолданылу нұсқаларын талдау

5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Болат Бауыржан СТкк-12-03
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Интыкбаев Алтынбек Мырзадыұлы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)
Тех.ғыл кандидаты, Доцент

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
Э.Ғ.К. профессор К. Бабылов
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
Б.Ғ.К. аға оқытушы Мустафин Байрат Габбасович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «31» 05 2016 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Бүркенова Ж.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 2016ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Бүркенова Ж.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 2016ж.
(қолы)

Пікір жазушы: Төребек А.Б
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «01» 06 2016 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Болат Бауыржан
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Мультисервистік желілерде WiMAX стандартының қолданылу нұсқаларын таңдау

ректордың «19» Қазан 2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері):
нүктелік бір абонентінен болатын КНС кезіндегі орташа шақырулар саны $C_{ас}$ = 2,3 шақыру/сағ
нүкте абонентінің шақырудың орташа ұзақтығы $T_{ас}$ = 10мин
нүктедегі абоненттер саны $N_{ас}$ = 1500
номинанды таратқыштың қуаты БС $P_{вз}$ = 200мВт
Таратқыштың қуаты 30 дБм

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе
1. Жұмыс жасап тұрған желіні таңдау
2. Мобильдік WIMAX технологиясы
3. Техникалық есептеу бөлімі
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі
5. Бизнес жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

ASN қатынау желісінің логикалық моделі
Стандартқа сәйкес WiMAX желісінің базалық моделі
Ақтау қаласында деректерді тарату желісін ұйымдастырудың сұлбасы
C-ASN профиліне сәйкес базалық станция мен ASN шлюзі арасындағы негізгі логикалық функциялардың бөлінуі
MIP қолдайтын WiMAX желісінде деректерді тарату MIP клиент MS жүзеге асырылады
LSN және CSN желілерінің жіктелуінің кейбір нұсқалары
Бір ASN желісінің шеңбері жоғарыда көзделген ASN мобильдік
ASN-желілерін қосыстырғандағы ASN-мобильдік ASN-мобильдік моделінен CSN мобильдікке өту көрсетілген
CSN-мобильдіктің логикалық модели
Радиоресурстарын басқару жүйесінің базалық модели

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Вишневский В.М Портной С.Л шахнович И.В « Энциклопедия WiMAX Путь к 4G» Москва техносфера 2009 - 472с
Росляков А В Сети доступа Учебное пособие для вузов М Горячая линия Телеком 2008 - 96 с ил
Беспроводной доступ абонентских линий Справочник по подвижной наземной связи (включая беспроводной доступ) Под ред Роберт У. Дюнс - М. 1996

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базылев К.Т.	27.4 – 27.05.16	
Өмір тіршілік	Мустафин Х.Т	14.04-20.05.16	
есептеу техникасы	Бумешова Т.К	25-05-01.06.16	
Мәлімет базасының	Бумешова Т.К	25.05-01.06.16	
техникалық бөлім	Цитыкбаев Я.М	15.12.15-28.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Мұнық жасап тұрған желіні таңдау	10.12.15 - 21.12.15	орындалды
1.1	Маңғыстау облысындағы Ақтау қаласының сипаттамасы	21.12.15 - 4.01.16	орындалды
1.2	Жобаның қажеттілігі мен болашағы	5.01.16 - 15.01.16	орындалды
2.1	Мобильдік WiMAX технологиясын қолдану облыстары	16.01.16 - 30.01.16	орындалды
2.3	ASN профилі	31.01.16 - 18.02.16	орындалды
2.4	Мобильдікті қолдау	19.02.16 - 29.02.16	орындалды
2.5	Радиоресурстарын басқару	1.03.16 - 12.03.16	орындалды
3.1	Абонеттік жүктемені есептеу	13.03.16 - 24.03.16	орындалды
3.2	БС-АБ байланыстарының қуатын ұзақтықтарын есептеу	25.03.16 - 6.04.16	орындалды
3.3	БС тиісті жүктемені есептеу	7.04.16 - 17.04.16	орындалды
4.1	Зубек ету шарттарын таңдау	18.04.16 - 25.04.16	орындалды
4.2	Қайзағайдан қорғау	26.04.16 - 8.05.16	орындалды
4.3	Радиоактивті сәулеленуден қорғау	9.05.16 - 16.05.16	орындалды
5.1	Жобаның маңызы	17.05.16 - 18.05.16	орындалды
5.2	Ұйымдастыру жоспары	06.05.16 - 10.05.16	орындалды
5.3	Маркетинг стратегиясы	06.05.16 - 10.05.16	орындалды
5.4	Өндіріс жоспары	06.05.16 - 10.05.16	орындалды
5.5	Қаржылық жоспар	11.05.16 - 13.05.16	орындалды
5.6	Тағыстар	18.05.16 - 20.05.16	орындалды
		24.05.16 - 25.05.16	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «10» желтоқсан 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к аға оқытушы Интыкбаев Я.М
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Болат Бауыржан
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

В данном дипломном проекте рассматривается возможность построения сети доступа мобильный WiMAX в. г. Актау Мангыстауская область. Рассматриваются вопросы решения главного недостатка сети телекоммуникаций которое заключается в том, что во многих районах города еще не обеспечиваются услуги связи.

Для анализа и определения влияния погодных условий на качество работы беспроводных сетей связи используется модель прохождения сигнала по каналу связи.

Также в работе затрагиваются вопросы технико-экономического характера, в частности определение экономического эффекта и срока окупаемости данного проекта, составление бизнес-плана, а также вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда.

Abstract

In this thesis project examines the possibility of building a mobile WiMAX access network. Aktau Mangystau region. The problems of lack of telecommunications solutions of the main network which is in the fact that in many areas of the city have not provided services.

To analyze and determine the effect of weather conditions on the quality of the wireless communication networks used a model of the signal over a communication channel.

Also in the work addresses the issues of technical and economic nature, in particular the definition of economic benefit and payback period of the project, a business plan, as well as issues of life safety and labor protection.

Аңдатпа

Берілген дипломдық жобада мобильдік WiMAX қатынау желісін Маңғыстау облысы Ақтау қаласында тұрғызу мүмкіндігі қарастырылады. Телекоммуникация желісінің негізгі кемшілігі – қаланың көптеген аудандарында байланыс қызметінің қамтамасыз етілмейтіндігі болып табылатын мәселені шешу сұрақтары қарастырылған.

Сымсыз байланыс желілерінің жұмысына ауа райы жағдайының әсерін талдау және анықтау үшін сигналдың байланыс арнасынан өтуінің моделі қарастырылады.

Сондай-ақ, жұмыста техника-экономикалық сипаттағы мәселелер қарастырылады, атап айтқанда, жобаның экономикалық тиімділігі және жобаның өзін-өзі ақтауының мерзімі анықталады, бизнес-жоспар жасалып, өміртіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау мәселелері қарастырылады.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Жұмыс жасап тұрған желіні талдау 9
1.1 Маңғыстау облысындағы Ақтау қаласының сипаттамасы 9
1.2 Жобаның қажеттілігі мен болашағы 10
2 Мобильдік WiMAX технологиясы 14
2.1 Мобильдік WiMAX технологиясын қолдану облыстары 15
2.2 WiMAX желісінің архитектурасының негізгі қағидалары 16
2.3 ASN профилі 18
2.4 Мобильдікті қолдау 19
2.5 Радиоресурстармен басқару 24
2.6 Күту және пейджинг режимдері 26
2.7 Қызмет көрсету сапасы 27
2.8 WiMAX технологиясы 29
2.9 IEEE 802.16 стандартының даму тарихы 32
2.10 802.16 стандартының физикалық деңгейінің бөлшектері 37
2.11 IEEE 802.16 стандартының құрылымы 40
2.12 Wi-Max технологиясының жұмыс істеу принципі 41
2.13 Wi-Max технологиясын басқа сымсыз қатынау технологиялармен салыстыру 43
2.14 Ауа райының сигналға әсерін талдау 45
2.15 SystemView жүйесін қолдана отырып атмосферадағы сигналдың әлсіреуінің математикалық моделін құрастыру 50
2.16 Сәуленің көкжиектен көтерілу бұрышы есебінен жүріп өтетін жолдың артуын ескеру 53
2.17 Нәтижеде шыққан сигналды талдау 55
3 Техникалық есептеу бөлімі 57
3.1 Абоненттік жүктемені есептеу 57
3.2 БС – АБ байланыстарының күтілетін ұзақтықтарын есептеу 59
3.3 БС тиесілі жүктемені есептеу 63
3.4 Бір базалық станция қызмет көрсететін абоненттер саны 64
3.5 Базалық станциялар саны 64
3.6 Қабылданатын сигнал қуатын есептеу 65
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі 67
4.1 Еңбек ету шарттарын талдау 67
4.2 Найзағайдан қорғау 69
4.3 Радиоактивті сәулеленуден қорғау 74
5 Бизнес – жоспар 78
5.1 Жобаның маңызы 78
5.2 Ұйымдастыру жоспары 78
5.3 Маркетинг стратегиясы 79
5.4 Өндіріс жоспары 80
5.5 Қаржылық жоспар 82

5.6 Табыстар 85
5.7 Пайдалар және қайтарылу мерзімдерін есептеу 87
Қорытынды 90
Әдебиеттер тізімі 91
А қосымшасы Ақтау қаласында жұмыс жасап тұрған телефондық желіні ұйымдастыру сұлбасы 93
Б қосымшасы ДЖ электронды нұсқасы және көрсетуге арналған бейнематериалдар (CD-R)
В қосымшасы Үлестірмелі материалдар (А4 пішімі)
Г қосымшасы Антиплагиат туралы анықтама

Кіріспе

2004 жылы IEEE 802.16-2004 сымсыз кеңжолақты қатынау стандарты пайда болды. Ол кезде тұтынушыларға жердің кез-келген нүктесінен жоғарыжылдамдықты ақпараттық алмасуға – деректерді таратудан бастап телефон байланысы мен теледидарға қол жетерліктей болатын әлем жаңа кейіпке өзгеретін сияқты болып көрінген. Бірақ біраз уақыттан кейін IEEE 802.16-2004 статндарты тек қана орнықты қатынауға негізделгені анықталды. Ал XXI ғасырда бұл анахронизм ретінде қабылданады.

Пайда болған жағдайды «IEEE 802.16e стандарты» деп аталатын, 2005 жылдың аяғында бекітілген IEEE Std 802.16e-2005 (2006 жылы 28 ақпанда жарияланған) құжат өзгертуі тиіс еді. Берілген стандарт - 802.16-2004 стандартына өзгертулер және «Лицензияланған аумақтарда мобильді және орнықты жұмыс жасау үшін физикалық және MAC-деңгейлері» деген толықтырулар енгізілген жинақ болып табылады. Дәл осы «толықтырулар» IEEE 802.16 стандартына мобильді қосымшалардың шексіз әлеміне жол ашады. Нәтижесінде ол ұялы байланыстың төртінші және келесі ұрпақтарының технологияларына және сымсыз қатынау технологияларына бәсекелес болады.

IEEE 802.16e стандарты не ұсына алады? «Мобильдік» түсінігі абоненттердің екі категориясына қатысты – номадикалық (басқаша айтқанда, «көшпенді») және жылжымалы. Номадикалық абоненттер желінің әсер ету шегінде орын ауыстыра алады, бірақ сеанс сәттерінде олар жайылмалы– мысалы, ноутбук қолданушылары үйде, кеңседе, саябақта және т.б. жерлерде желіге қатынай алады. Жылжымалы абоненттер болса, желіге қозғалып келе жатқан кезде қатынай алады (сол ноутбук қолданушы қозғалып келе жатқан автомобиль ішінде). Берілген үрдісті жүзеге асыру үшін, ең алдымен, абонентке байқалмайтындай етіп абонентті бір базалық станциядан (БС) басқасына (немесе бір БС әр түрі сегменттері арасында) жіберетіндей амалдар орныдалуы керек. Бұл – эстафеталық жіберу қызметі (хэндовер) деп аталады.

Одан басқа, абоненттердің мобильдігі желінің ресурстарымен басқаруға және олардың жылдам қайта бөлінуіне жаңа талаптар қояды. Мобильдік құрылғыларға энергия тұтынылуын азайту өте маңызды болып табылады, сол үшін жаңа стадартта арнайы режимдар мен процедуралар пайда болды.

Мобильдіктен басқа IEEE 802.16e көрсетілген қызмет сапасының (QoS) мәселелеріне ерекше мән береді. IEEE 802.16e мобильдік абоненттерді қоса отырып операторлық дәрежеде қызмет көрсететін стандарт болып табылады. Сондықтан QoS сұрақтары берілген технология үшін бірінші дәрежелі рөл атқарады.

1 Жұмыс жасап тұрған желіні талдау

1.1 Маңғыстау облысындағы Ақтау қаласының сипаттамасы

Ақтау қаласының желісіндегі жалпы бекітілген сыйымдылық (қала маңындағы ауылдарды қоса отырып) 41780 нөмірді құрайды. Жұмыс жасап тұрған сыйымдылық – 35591 нөмір, сыйымдылқты пайдалану үлесі – 85.2 %. Желідегі цифрлық станциялардың бекітілген сыйымдылығы – 33680 нөмір, аналогтық АТС үшін – 8100 нөмір.

Ақтау қаласының желісінде 6 орталық станция, 6 шығарылатын RSU модульдері жұмыс жасайды. АТС бекітілген және жұмыс жасап тұрған сыйымдылықтары 1.1 кестеде және арналардың бағыттары 1.2 кестеде көрсетілген.

Ақтау қаласында S-12 типтегі АМТС/АТС-43 қолданыста. Станция – аралас. Құрамында арналық сыйымдылықтан басқа абоненттік сыйымдылық бар. Жұмыс жасап тұрған желінің құрылымдық сұлбасы А қосымшасында көрсетілген.

2015 жылдың желтоқсан айында жалпы бекітілген сыйымдылығы 3904 нөмір RSU типіндегі 3 АТС (АТС-422, АТС-424, АТС-426) бекітілген сыйымдылығы 5000 нөмір ЦАТС-40 ауыстырылды. 1.1 кестеде бекітілген және іске қосылған АТС сыйымдылығы к. 1.2 кестеде арналардың бағыттары көрсетілген.

1.1 кесте - Бекітілген және іске қосылған АТС сыйымдылығы

АТС орналас-қан жер	АТС, АБ	Станция типі	Орна-тылған жылы	Сыйымдылық бойынша ақпарат		
				бекіт.	іске қос.	бос
қ. Ақтау	АМТС/АТС-43/42	S-12, MLE	1994	15288	12952	2336
қ. Ақтау	ЦАТС-41	S-12, MLE	2004	8000	6432	1568
қ. Ақтау	ЦАТС-53	S-12, MLE	1995	4608	3907	701
қ. Ақтау	ЦАТС-422	S-12, RSU	1995	1952	1820	132
қ. Ақтау	ЦАТС-424	S-12, RSU	1995	1464	1464	0
қ. Ақтау	ЦАТС-426	S-12, RSU	1995	488	456	32
қ. Ақтау	ЦАТС-445	S-12, RSU	1995	488	274	214
қ. Ақтау	ЦАТС-465	S-12, RSU	2004	1024	971	53
қ. Ақтау	ЦАТС-467	S-12, RSU	2004	112	84	28
қ. Ақтау	ЦАТС-59	PBX, Panas.	2003	128	99	29
қ. Ақтау	ЦАТС-425	М-200	2004	128	8	120
қ. Ақтау	АТСКУ-33	Координатты	1987	8100	7124	976
				41780	35591	6189

1.2 кесте - Арналардың бағыттары

	Бағыты	Арналар		Адрестер	
		шығ	кір	Шығ	кір
1	Жаңаөзен	26	29	Н’3(17-28), Н’2(17-30)	Н’3(2-15), Н’2(1-15)
2	Алматы	160	108	Н’1530(11-31), Н’1531(11-31), Н’1321(17-31), Н’1001(17-31), Н’1311(11-13), Н’1332(17-31), Н’1323(17-31), Н’1532(11-31), Н’1533(11-31), Н’1331(11-31)	Н’1530(1-10), Н’1531(1-10), Н’1321(1-15), Н’1001(1-15), Н’1311(1-10), Н’1332(1-15), Н’1323(1-15), Н’1532(2-10), Н’1533(2-10) Н’1331(1-10)
3	Атырау	15	15	Н’1013(17-31)	Н’1013(1-15)

1.2 Жобаның қажеттілігі мен болашағы

Қазіргі кезде орнатылған телекоммуникация қызметтерінің нарығында бәсекелестерге қарағанда салыстырмалы тиімді жағдайды қызметтердің максималды түрін деңгейі жоғары сапамен қамтамасыз ететін мобильдік жүйелерді қолданбай алу мүмкін емес.

Берілген жобаны жүзеге асыру аймақтың экономикасының жоғары қарқынмен дамуына, операторлардың жоғары деңгейде шоғырлануына ғана емес, сонымен қатар Қазақстан Республикасының азаматтырың түсініктеріндегі өзгерістерге, яғни бір ақпараттық әлемдік кеңістікте өмір сүру қажеттілігін түсінуге байланысты. Бұл ол кезегінде сапасы жоғары деректерді таратуға деген сұранысты арттыра түсті. Көрсете алатын қызмет түрі көбірек қызметті арзанырақ баға саясатымен бірге қолдану мүмкіндігі қосымша артықшылық ретінде қарастырылады, ал бұл өз кезегінде жалпы компания туралы оң әсер туғызады да, сөйтіп, оң имидждың қалыптасуына және оны қолдауға ғана емес, сонымен қатар, табылған қаражаты өндірісті ары қарай дамытуға және жұмысшы кадрлардың мамандандырылған және интеллектуалды өсуіне жұмсалатын сату көлемінің өсуіне әкеліп соғады.

Қазіргі кезде Маңғыстау облысының аумағында деректерді тарату қызметтерін АҚ «Қазақтелекомнан» басқа 3 ірі операторлар жүзеге асырады. Берілген қызметтегі тұтынушылардың ірі нарықтық сегментін жоғалтып алу компанияның берілген нарыққа кеш шығуына, жеткіліксіз техникалық жабдықталуына және дайын баға саясатының жоқтығына байланысты шынайы қауіпті болып табылады.

Ұсынылып отырған жоба қазіргі кездегі сұранысты кеңірек ортада қанағаттандыруға және тұтынушылардың физикалық сыйымдылығын арттыруға негізделген.

Ақтау қаласында тұрғын көппәтерлі кешендер, әкімшілік ғимараттар, бизнес орталықтарының құрылысы қарқынды түрде жүзеге асырылып жатыр. Қазіргі таңда негізгі құрылыс АҚ «Қазақтелекомның» телекоммуникация желілері жоқ қаланың шеткі аудандарында орын алып жатыр. Тұтынушыларға телекоммуникация құралдары аз уақытта, арзан және сапалы түрде қажет.

Мобильдік WiMAX стандарты бойынша сымсыз қатынау қызметтері – бұл мобильдік, ыңғайлылық, сапа және қол жетерлік.

Мобильдік WiMAX стандарты бойынша сымсыз қатынау жобасын жүзеге асыра отырып АҚ «Қазақтелеком» телекоммуникация желілері жоқ аудандарда тұратын жоғарытабысты тұтынушылардың телекоммуникация қызметтеріне деген сұранысын азғантай уақытта қанағаттандырады. Мобильдік WiMAX стандарты бойынша сымсыз қатынау жобасын жүзеге асыра отырып АҚ «Қазақтелеком» жоғарытабысты сегментте өз орнын күшейте отырып, желі құрылған уақытқа дейін клиенттерін ұстап қалады. Телекоммуникация желілері құрылып болған соң босаған нөмірлер техникалық мүмкіндіктері жоқ аудандарда көп рет қолданыла алады.

1.2.1 Жобаның мақсаты Ақтау қаласында WiMAX негізінде сымсыз қатынау желісін ұйымдастырудың қажеттілігі мен болашағы тұрғындардың сызықты-кабельді құрылымдардың болмауына қатысты АҚ «Қазақтелеком» абоненттерінің қатарына қосылу сұранысының артуына байланысты. Тұрғындардың сұранысын қамтамасыз ету үшін 802.16e (мобильдік WiMAX) стандарты негізіндегі құралдар қолданылатын болады.

Берілген жобаны жүзеге асыру қазіргі уақытта телекоммуникация желілері жоқ нарықтың жоғарытабысты сегментінде жоспарланып отыр. Телекоммуникация желілері құрылып болғаннан кейін босаған нөмірлер техникалық мүмкіндіктері жоқ аудандарда қайта қолданыла алады.

Жобаны жүзеге асыру телекоммуникация нарығының кеңеюіне және ұстап қалуына, абоненттік базаның кеңеюіне, Қоғамның табыстарының артуына әкеледі.

1.2.2 Жоба тапсырмалары абоненттік базаны кеңейту және телекоммуникация қызметтерінің спектрін WiMAX стандарты бойынша сымсыз қатынау желілері арқылы ұсыну болып табылады. Жобаны енгізгенне кейін жоспарланып отырған көрсетілетін телекоммуникация қызметтері:

− барлық абоненттік категорияларға WiMAX стандарты бойынша радиоқатынау арқылы телефондарды орнату;

− жергілікті, қалааралық, халықаралық, байланысты ұсыну;

− деректерді тарату қызметтері.

Ақтау қаласының даму приоритеттерінің біріне телефондау мәселесі жатады. Қала өсіп және дамып келе жатыр, капиталды салымдардың тұрақты артуы байқалады.

Жобаның негізгі стратегиялық тапсырмасы:

– телекоммуникация желілері жоқ аймақтарда телекоммуникация қызметтеріне деген сұранысты қанағаттандыру;

– телекоммуникация нарығындағы орынды күшейту;

– қоғамның табысын арттыру.

Жобаны жүзеге асыру құрылғыларды монтаждауды, станция сыйымдылығын кеңейтуді, жаңа абоненттерді қосуды және шақыруды, жарнамалық қозғалыстарды қарастырды.

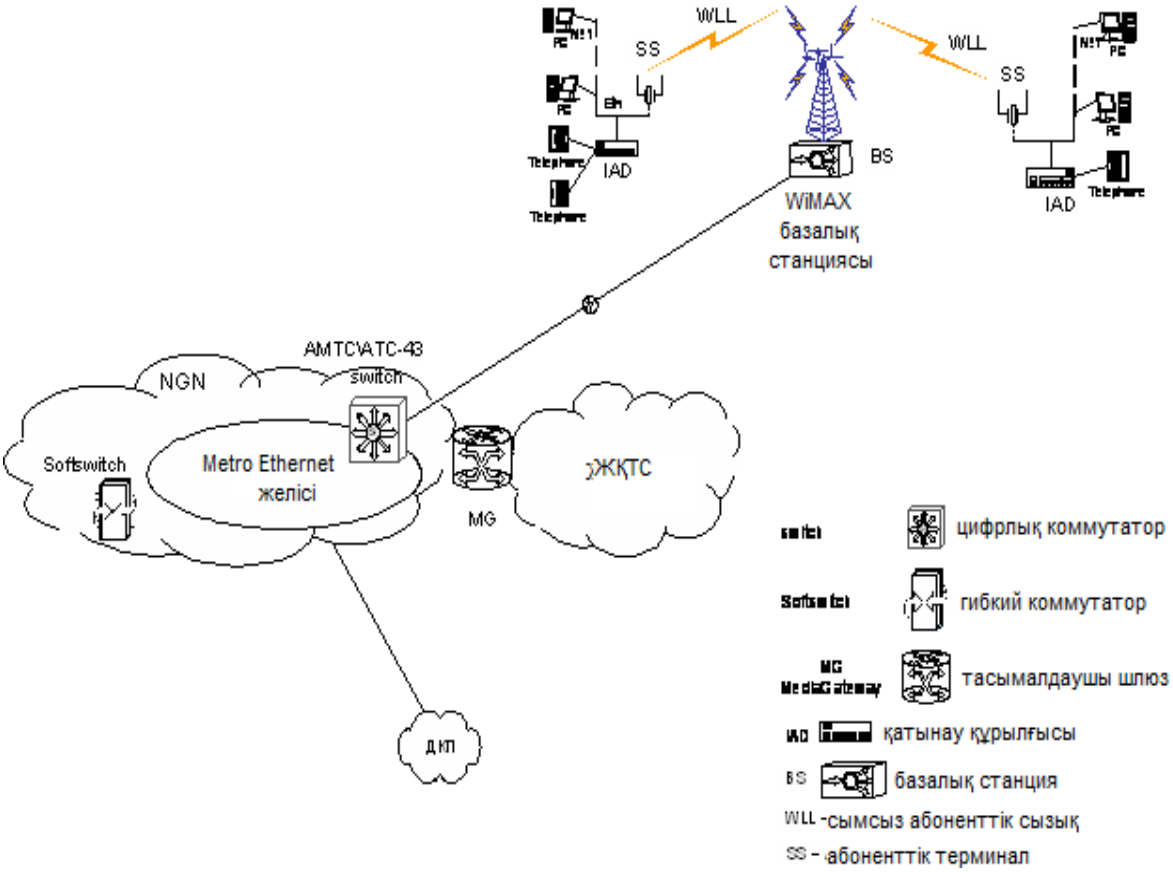
Сонымен қорыта келгендегі жоба тапсырмалары:

– телекоммуникация желілері жоқ аудандардағы телекоммуникация қызметтеріне деген бар және болжанып отырған сұранысты қанағаттандыру;

– АҚ «Қазақтелекомның» әртүрлі телекоммуникация қызметтерін, керекті уақытта, керек жерде көрсететін оператор ретінде оң имиджін қалыптастырады.;

– қоғамның табысын арттыру.

1.1 суретте - Ақтау қаласында деректерді тарату желісін ұйымдастырудың сұлбасы көрсетілген.



1.1 сурет - Ақтау қаласында деректерді тарату желісін ұйымдастырудың сұлбасы

1.9 Тапсырманың қойылымы

Бұл дипломдық жобада Ақтау қаласында WiMAX технологиясының негізінде деректерді беру желісін құру және модельдеуге арналған. WiMAX желілік архитектурасындағы QoS-тың жүзеге асырылуы зерттеліп көрсетіледі. Деректерді беру параметрлерін модельдеуін талдау мақсатында System View танымал программасы қолданылады. Деректерді беру қолданысын анықтайтын әртүрлі параметрлер және транспорттық ағындар қосымшасы зерттеледі [1].

Қолданылған модельдеу варианттары – VOIP трафигін модельдеу және мультимедианың ағындық жіберілуін модельдеу болады. VOIP трафигі бойынша желідегі түйін санының әсері зерттеледі. Тәжірибе VOIP кодектерінің бесеуімен де қайталанып жүргізілген. VOIP трафигі үш ағындық қызметтің, нақтырақ айтқанда, тұрақты тарату жылдамдығы бар қызмет(UGS), нақты уақыт режиміндегі таратуға сұранысы бар қызмет(rtPS), нақты уақыт режимін талап етпейтін таратуға сұранысы бар қызмет (nrtPS), сапаға кепіл бермейтін қызмет (BE), кеңейтілген нақты уақыт режиміндегі таратуға сұранысы бар қызмет (ErtPS).

Осы нәтижелерге жету үшін дипломдық жобада келесі бөлімдер қарастырылады:

– IEEE 802.16/WiMAX желі архитектурасының бөлшегі қарастырылады. Сол бойынша деректерді беру аймағына сәйкес зерттеулер жүргізіледі;

– модельдеудің жүзеге асырылуы суреттеледі. Сонымен қатар, деректерді беру параметрлері және оларды есептеу нұсқасы сипатталады. Түрлі тәжі-рибиелер көрсетіледі және осы тәжірибиелер нәтижелері алынады. Қосым-шаларда деректерді беру OpNET modeler модельдеу бағдарламасындасын WiMAX параметрлерін есептеу кезіндегі бағдарлама листингі көрсетіледі;

– өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жобаланған объектіде монтаждау және құрастырып жинау жұмыстарын жасау кезінде қауіпсіз жағдайларды қамтамасыз ету шаралары қарастырылады;

– экономика техникалық бөлімі қарастырылып, кеткен шығындар есептеледі [2].

2 Мобильдік WiMAX технологиясы

2.1 Мобильдік WiMAX технологиясын қолдану облыстары

Дәстүрлі радиоқатынау технологияларына қарағанда WiMAX базалық станцияның антеннасының тіке көруісіз, қала құрылыстарына, ағаштарға және ауа райы жағдайына қарамастан шағылған сигналда да жұмыс жасайды.

WiMAX технологиясы кеңселері бос байланыс сызықтары жоқ, ал оларды жаңадан орнату бағасы өте жоғары ғимараттарда және қала аудандарында орналасқан компаниялар үшін байланыс мәселелерін шешуге ыңғайлы шешім бола алады.

Осы себепке байланысты WiMAX байланыс кабельдерін төсеу қымбатқа түсетін немесе тіптен мүмкін емес аудандар үшін «соңғы миля» мәселелерін шешуге арналған тиімді қатынау технологиясы ретінде қарастырылады [3].

Халықаралық WiMAX компаниясының технологиясының сипаттамалары:

- әсер ету радиусы: 50,0 км дейін;
- жұмысшы жиіліктер аумағы: 2,0 - 11,0 ГГц;
- деректерді таратудың максимал жылдамдығы: бір базалық станцияның әр секторы үшін 70,0 Мбит/с дейін. Типтік базалық станцияның алтыға дейін секторы болады;
- қамтитын аумағы: тіке көруісіз жұмыс жасауға арналған кеңейтілген мүмкіндіктер қызмет көрсетілетін аумақты қамтудың сапасын жақсартады.

Мобильдік WiMAX технологиясы – кеңжолақты деректерді таратудың технологиясы, ұялы байланыс желілерінің технологияларымен әсерлесе отырып, Wi-Fi технологиясына қарағанда әлдеқайда көп қашықтықта (50,0 км) деректерді таратуды қамтамасыз етеді. Жылдамдықтары 70,0 Мбит/с дейін жете алады, бірақ көпшілік байланыс операторлар 1,0 Мбит/с және 10,0 Мбит/с аралығындағы жылдамдықпен байланыс орнатуды ұсынады.

Мобильдік WiMAX – өмірімізге дәстүрлі түрде еніп келе жатқан болашағы мықты технология.

Глобалды мобильдік GSM жүйесінің және үшінші ұрпақты -3G GPRS желілерінің қызметтеріне қарағанда, WiMAX желілерінің байланыс операторлары тұтынушыларға WiMAX желілерінің ақпараттық деректер базасына қатынауды ұсынады.

Жақын болашақта WiMAX технологиясы ADSL – ассиметриялы цифрлық абоненттік желілерінің орнын басады.

WiMAX келесі тапсырмаларды шешуге сәйкес келеді:

- Wi-Fi қатынау нүктелерін бір-бірімен және Интернеттің басқа сегменттерімен байланыстыру үшін;
- бөлінген желілер мен DSL баламасы сияқты сымсыз кеңжолақты қатынауды қамтамасыз ету үшін;

- деректерді тарату және телекоммуникация қызметтерін жоғары жылдамдықпен қамтамсыз ету үшін;

- географиялық жағдайларға тәуелсіз қатынау нүктелерін ұйымдастыру үшін.

WiMAX Интернетке қатынауды әлдеқайда жоғары жылдамдықпен қамтамасыз ете алады, оның үстіне оның қамту аймағы көбірек. Осыған байланысты технологияны «магистральды арналар» ретінде қолдануға болады. Нәтижесінде, сәйкесінше көзқарас, бүкіл қала аумағында масштабталатын жоғары жылдамдықты желілер ұйымдастыруға рұқсат етеді.

2.2 WiMAX желісінің архитектурасының негізгі қағидалары

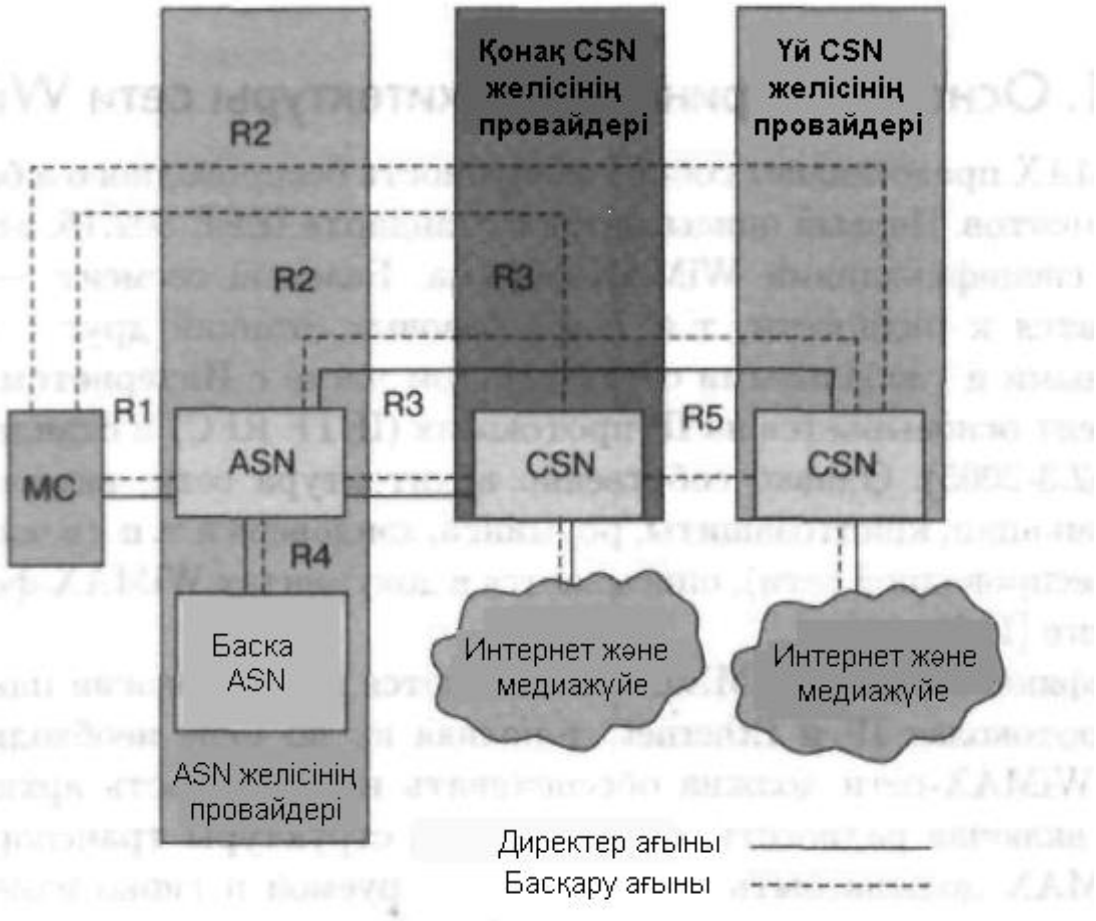
WiMAX желілері сымсыз және базалық (тіректі) сегменттерден тұратын жиын болып табылады. Біріншісі IEEE 802.16 стандартында сипатталады, екіншісі WiMAX-форумның ерекшеліктерімен анықталады. Базалық сегмент — радиожеліге жатпайтынның барлығы, яғни базалық станциялардың бір-бірімен байланысуы, жергілікті және глобалды желілермен (соның ішінде Интернетпен) байланысуы және т.б. Базалық сегмент IP-хаттамаларға (IETF RFC) және Ethernet (IEEE 802.3-2005) стандарттарына негізделген. Бірақ желі архитектурасы – аутентификация, криптоқорғау, роуминг, хэндовер және т.б. (сымсыз желіге жатпайтын бөлімде) қоса отырып, WiMAX-форумның Network Architecture атты құжаттарында суреттеледі [4].

WiMAX желісінің ерекшелігі IP және Ethernet хаттамаларына, дестелік коммутацияға негізделген. WiMAX желісі оңай масштабталатын және өзгертілетін болуы керек, декомпозиция принциптеріне (яғни, стандартты интерфейстер арқылы біріктірілетін стандартты логикалық модульдер негізінде құрастырылуы керек) негізделуі тиіс. Масштабталу мен иілгіштік келесі пайдалану көрсеткіштері бойынша мүмкін болады, абоненттер тығыздығы, қамту аймағының географиялық ұзындығы (аудандық, қалалық немесе қала аймағындағы желілер), жиілік аумағы, желі топологиясы (иерархиялық, жалпақ, mesh), абоненттер мобильдігі (бекітілген, мобильдік, көшпенді).

WiMAX желілерінің базалық моделі (БМ) — бұл WiMAX желілік архитектурасының логикалық көрсетілімі. «Логикалық» термині берілген жағдайда, модель стандартты логикалық функционалды модульдер мен стандартты интерфейстер (осы модульдердің байланысу нүктелері) жинағы ретінде қарастырылып отырғандығын білдіреді. Іс жүзінде бір құрылғы бірнеше функционалды элементтерден тұруы немесе бір функция бірнеше құрылғы арасында бөлінілуі мүмкін[5].

БМ үш негізгі элементті қосады — көптеген абоненттік (мобильдік) станциялар (МС), қатынау желілерінің жиынтығы (ASN қатынаудың қызметтік желісі) және қосылу желілерінің жиынтығы (CSN). Одан басқа, БМ базалық нүктелер (R1-R8) кіреді, олар арқылы функционалды модульдердің байланысуы жүзеге асады (2.1 сурет). ASN желісі қатынау желісінің провайдеріне жатады (NAP) – бір немесе бірнеше WiMAX сервис-

провайдерлерінің желісіне қатынауды жүзеге асыратын ұйымдар (NSP). Өз кезегінде WiMAX сервис-провайдерінің ұйымы соңғы абоненттерге IP-қосылулар мен WiMAX қызметтерін көрсетеді. Берілген модель шегінде WiMAX сервис-провайдерлері Интернет-провайдерлермен, басқа қатынау желілерінің операторларымен, роуминг туралы келімсімдер және т. б келісімдер жасасады. Сервис-провайдерлер абонентке қатысты үй және қонақ, әрқайсысы - өзінің CSN желісімен. 2.1 суретте - стандартқа сәйкес WiMAX-желісінің базалық моделі көрсетілген.



2.1 сурет - Стандартқа сәйкес WiMAX-желісінің базалық моделі

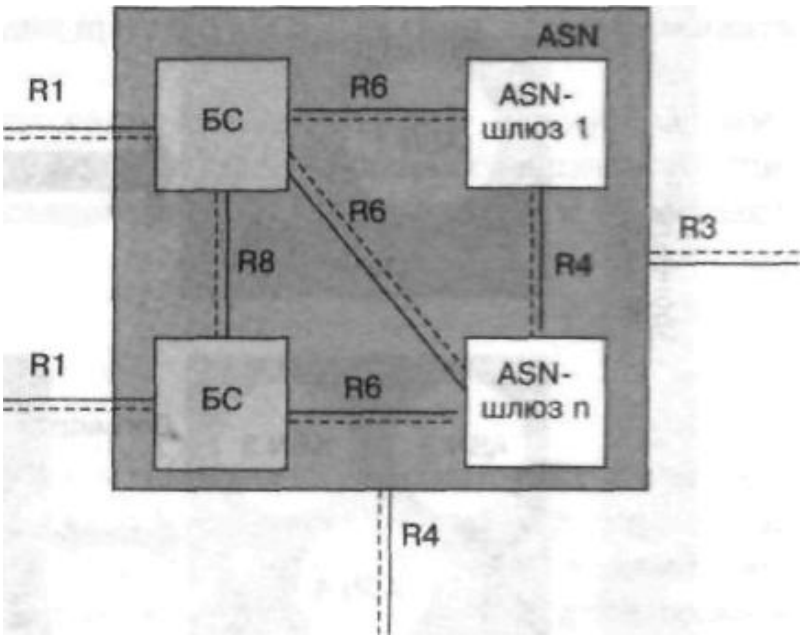
ASN қатынау желісі IEEE 802.16 стандарты бойынша сымсыз қатынаудың көптеген базалық станциялары (БС) мен көліктік IP-желісімен байланыс үшін шлюздардан (яғни, ақпаратты таратудың жергілікті немесе глобалды желісінен) тұрады (2.2 сурет). Іс жүзінде берілген желі IEEE 802.16е радиожелісін және IP-желіні байланыстырады. ASN ең азы дегенде бір БС және бір ASN-шлюзден тұрады.

Берілген модель шегінде БС6 дегеніміз IEEE 802.16е хаттамалар жиынын және сыртқы байланыстыру қызметтерін қолдайтын логикалық құрылғы. Логикалық БС бірсекторлы, бір жиіліктік номиналы бар. Сонда шынайы базалық станция бірнеше логикалық БС жиынтығы болып табылады.

ASN шлюзы — бұл бір ASN базалық станцияларын басқа қатынау желілерімен және CSN қосылу желісімен байланыстыратын логикалық құрылғы. ASN шлюзы байланысты ақпараттарды тарату деңгейінде, сонымен қатар басқару деңгейінде қамтамасыз етеді.

ASN шлюзы опционалды түрде екі функционалды элементтердің тобы түрінде көрсетіле алады — шешім блогы (DP – Decision Point) және орындаушы блок (EP — Enforcement Point). EP деректер ағынын таратумен байланысты қызметтерді жүзеге асырады, ал DP деректерді таратуға тікелей қатысы жоқ қызметтермен айналысады (мысалы, контроллер қызметтері, желінің радиоресурстарымен басқару). Бұл екі функционалды модулдер R7 базалық нүкте арқылы байланысқан [5].

CSN қосылу желісі — бұл WiMAX операторының желісі болып табылады. Нағыз осында авторизациямен, аутентификациямен және қатынаумен (AAA) басқару қызметі, WiMAX абоненттерін глобалды IP-желілеріне қосу, IP-телефония сияқты қызметтерді көрсету, жалпы қолданыстағы телефон желісіне қатынау, Интернетке және жеке желілерге қатынау және т.б. жүзеге асырылады. Осы жерде, WiMAX желісінің базалық моделі бір ASN қатынау желісімен бірнеше WiMAX сервис-провайдерлері (әрқайсысы өз CSN арқылы) қолдана алуына рұқсат етеді. Және, керісінше, бір CSN әртүрлі провайдерлердің қатынау желісіне қосыла алады. 2.2 суретте - ASN қатынау желісінің логикалық моделі көрсетілген.



2.2 сурет - ASN қатынау желісінің логикалық моделі

CSN мобильдік абоненттерге IP-адрестер мен желілік сессия кезіне басқа да желілік көрсеткіштерді береді. Абоненттердің профилін сақтау серверін, қатынау желілері арасында деректерді таратуды (туннелдеу) және қосуды, WiMAX абоненттерінің биллингін және операторараралыққ есептеуді,

роуминг кезінде әртүрлі CSN арасында деректерді туннелдеу, MC бір ASN шегінен шыққанда мобильдікті қамтамасыз ету де осында жүзеге асырылады.

WiMAX желісінің базалық моделі мобильдікті қолдайтын болғандықтан үй және қонақ сервис-провайдерлер түсініктері енгізілген — сәйкесінше, H-CSP және V-CSP. Үй NSP — WiMAX абонентімен қызмет ету туралы келісімге отырған оператор. Нағыз ол авторизация, аутентификация және қатынауды бақылау (биллинг және абоненттік төлеуді алып отыруды қоса отырып) қызметтерін атқарады. Роумингті қолдау үшін үй WiMAX сервис-провайдері басқа NSP-мен роумингтік келісімге отыру керек.

Қонақ NSP (V-NSP) — бұл WiMAX абонентіне роумигн қызметін көрсететін оператор. Ең алдымен, мұндай абонентін V-NSP AAA функциясымен, сонымен қатар WiMAX-желісінің барлық қызметтеріне толық немесе жартылай қатынауды қамтамасыз етеді.

Базалық нүктелер — WiMAX желісінің базалық моделі шегінде базалық модульдер арасындағы байланыс арнасы. Олар стандартты интерфейстер болып табылады.

R1 базалық нүктесі мобильдік станция мен ASN қатынау желісі арасында байланыс арнасы болып табылады.

R2 базалық нүктесі MC және CSN арасында байланыс арнасы болып табылады. Ол MC аутентификациясы, авторизация және IP-конфигурациялауға байланысты үрдістер мен процедуралардан тұрады. Бұл таза логикалық интерфейс.

R3 базалық нүктесі AAA процедураларын жүзеге асыру, әртүрлі саясатты жүзеге асыру, мобильдікпен басқару үшін ASN және CSN арасындағы басқарудың хаттамалар жиынынан тұрады. Ол ASN және CSN арасында деректерді тарату қызметін атқарады (сонымен қатар — туннельдеу).

R4 базалық нүктесі әртүрлі ASN-желілердің ASN-шлюздері немесе бір ASN шегіндегі ASN-шлюздері арасында байланыс арнасы.

R5 базалық нүктесі үй және қонақ сервис-провайдері арасындағы байланыс арнасы.

R6 служит интерфейсом между БС и ASN-шлюзом.

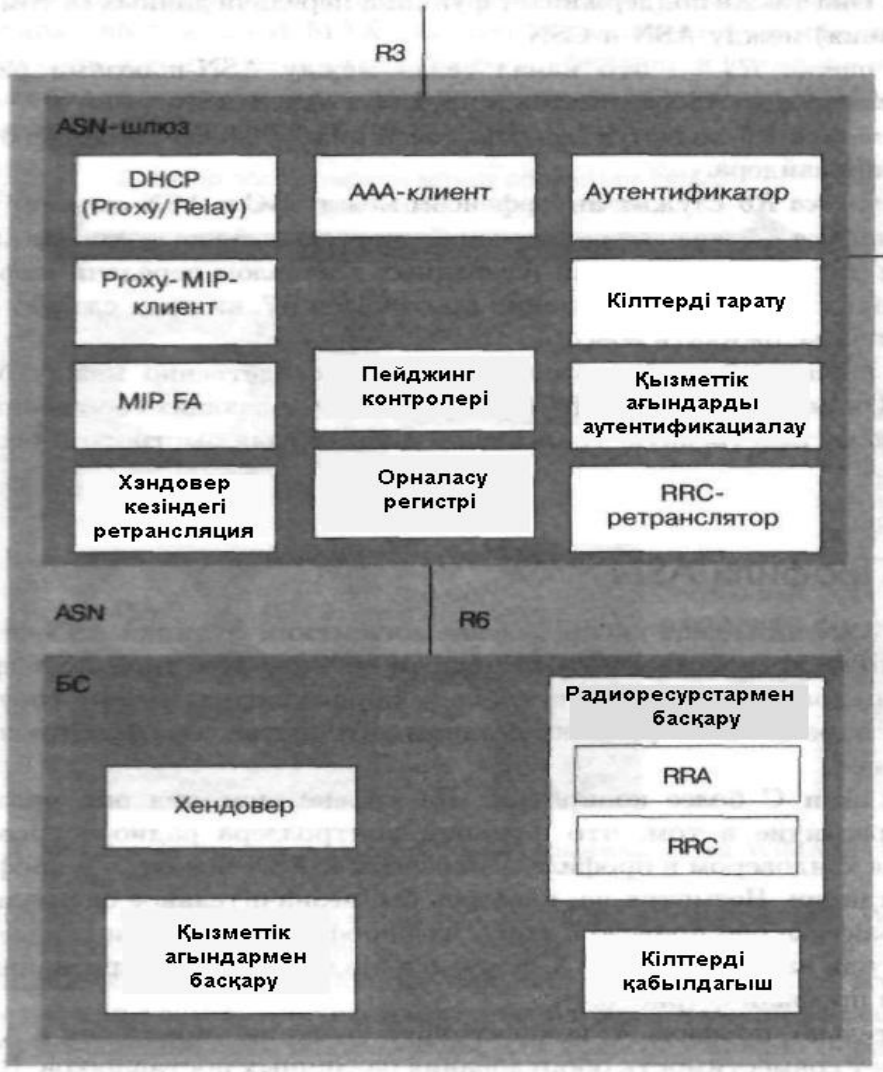
R7 базалық нүктесі функциялардың екі тобын байланыстыру үшін ASN-шлюзі ішіндегі белгілі бір виртуалды арна ретінде анықталады.

R8 базалық нүктесі — тікелей базалық станциялар арасындағы байланыс арнасы. Ол басқару мәліметтерін тарата білуі керек [7].

2.3 ASN профилі

ASN профильдері дегеніміз ASN-желілерінің логикалық функцияларды физикалық құрылғылар арасында бөліп алуы. Стандартта ASN-профильдерінің үш типі суреттелген. В профилі өндірушінің толық еркіндігін айқындайды – ол барлық қызметті бір құрылғылғыға немесе бірнеше құрылғыға бөлуі мүмкін.

А және С профильдері дәлірек суреттелген. Суреттеу деңгейінде олар өте ұқсас. Айырмашылығы – радиоресурстар контроллері мен хэндовермен басқару функциялары А профилінде ASN-шлюзіне қатысты болса, С профилінде базалық станцияға жатады. Елеусіз айырмашылық екеніне қарамастан, осы жағдай 2007 жылы жазда Мадридтегі WiMAX-форумының сессиясында А профилінің жабылуына әкеліп соқты. Жалпы мойындалған стандарт болып С профилі ресми қабылданған. 2.3 суретте - С ASN-профиліне сәйкес базалық станция мен ASN-шлюзі арасындағы негізгі логикалық функциялардың бөлінуі көрсетлген.



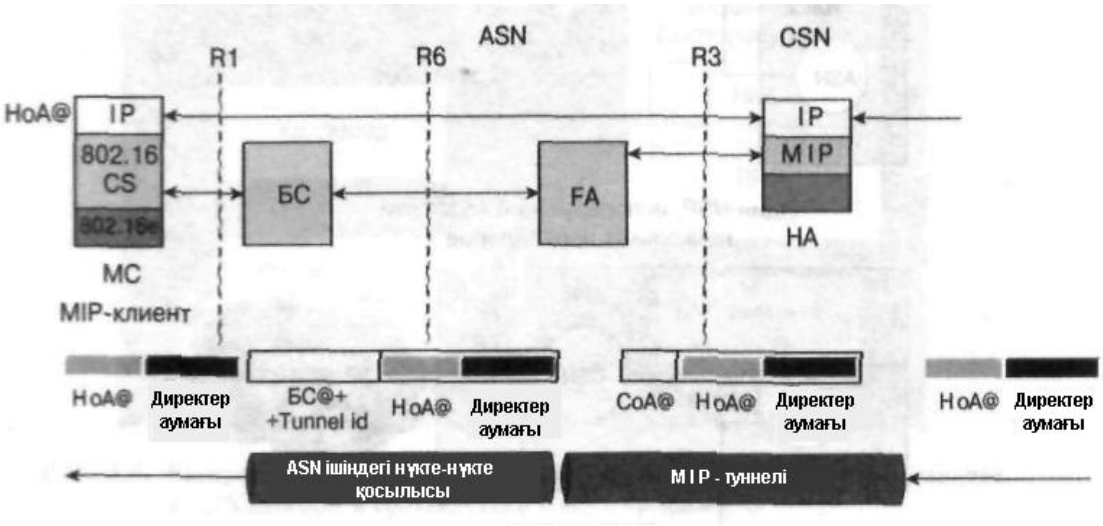
2.3 сурет - С ASN-профиліне сәйкес базалық станция мен ASN-шлюзі арасындағы негізгі логикалық функциялардың бөлінуі

2.4 Мобильдікті қолдау

WiMAX желілерін сипаттау және стандарттау жөніндегі барлық жұмыс, негзініен бір бағытқа бағытталған — WiMAX абоненттерінің глобалды мобильдігін, «байланыста» қала отырып, бүкіл әлем бойынша әртүрлі

желілерде олардың орын ауыстыру еркіндігін қамтамасыз ету. Ол үшін жалпы желілік ресурстарды әртүрлі оператор-провайдерлар арасында глобалды бөлу механизмі қажет.

Желілік ресурстарды бөлудің бірнеше нұсқалары болуы мүмкін: бір ASN-желісімен бірнеше CSN-провайдерлар қолданады, бірнеше ASN-желілері (бір немесе бірнеше операторлардың) әртүрлі CSN әсерлеседі, бір операторға ASN және CSN жатады және т.б.Осындай көп таңдау кезінде мобильдік кезіндегі процедураларды стандарттау сұрақтары бірінші қатарда тұратыны анық. 2.4 суретте - MIP қолдайтын WiMAX-желісінде дестелерді тарату. MIP-клиент MC жүзеге асырылуы көрсетілген.



2.4 сурет - MIP қолдайтын WiMAX-желісінде дестелерді тарату. MIP-клиент MC жүзеге асырылады

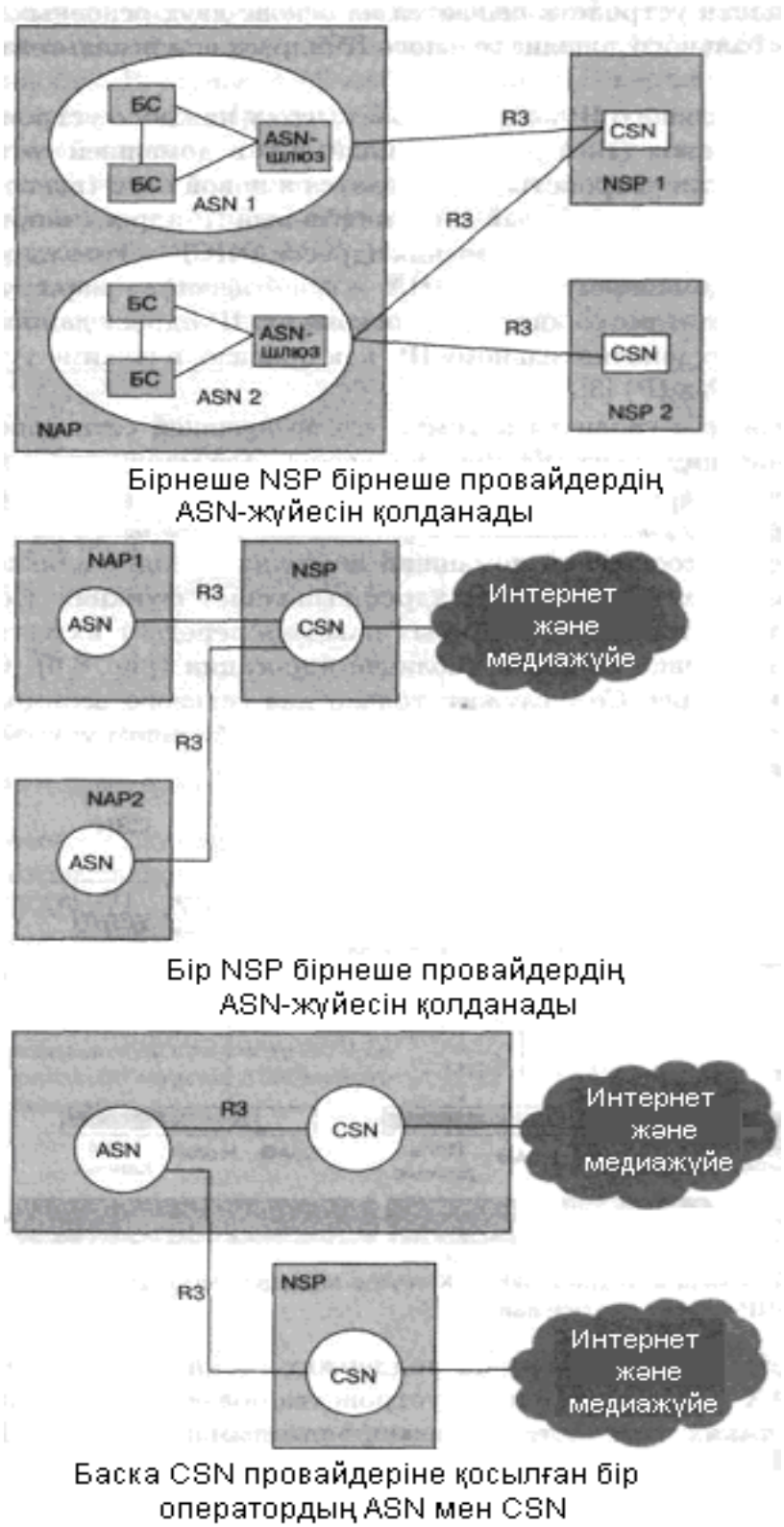
WiMAX-желісі TCP/IP-желісі екенін ескерте кетейік. IP-желісінің көзқарасы бойынша, мобильдік — глобалды желінің әртүрлі түйіндеріне қосылатын құрылғыны идентификациялау мүмкіндігі. Мобильдікті қолдау үшін мобильдік IP-желілердің (MIP) ерекшеліктері жасалып шығарылды. Мобильдік IP-желілерінде құрылғыларға мобильдікті қамтамасыз ету тапсырмасымекі негізгі механизмдер негізінде жүзеге асады – глобалды қосымша IP-адресті бекіту немесе сыртқы агентті қолдану.

Мобильдік IP хаттамасы әр құрылғыда екі IP-адрес болуын талап етеді — оған үй желісінде меншіктелген негізгі (HoA) және қосымша (CoA) болады. Егер құрылғы жаңа желіде болып қалса (сыртқы желіде), оған глобалды қосымша IP-адрес (мысалы, адрестерді динамикалық бекіту хаттамасы DHCP негізінде) берілуі мүмкін. Бұл адресті құрылғы өзінің үй агентіне хабарлайды (HA — home agent) — берлген құрылғының IP-адресі негізінде барлық хабарларды ұстап қалатын және қосымша IP бағыттайтын маршрутизаторға хабарлайды (әдетте, IP-IP туннелдеу және инкапсуляция режимінде) [8].

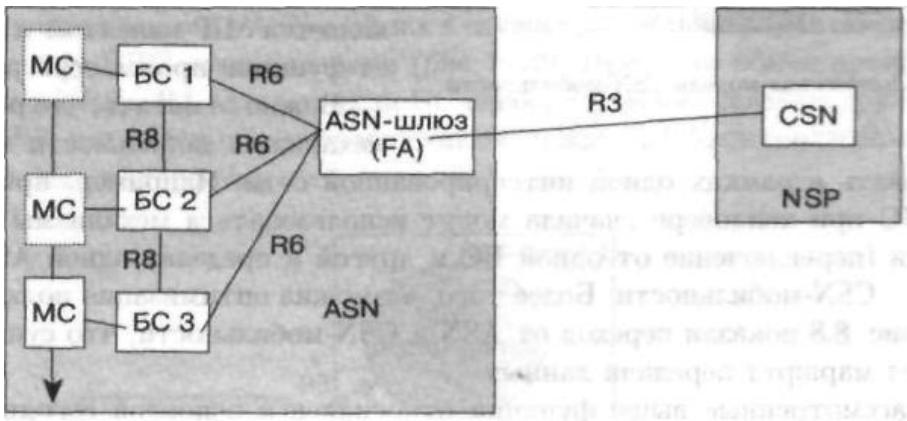
Екінші механизм сыртқы желіде сыртқы агент (FA, foregion agent) қолдануына негізделген. Бұл сыртқы желіге қосылғанда құрылғы тіркелетін маршрутизатор болып табылады. Ақпараттарды тарату кезінде үй агенті инкапсуляцияланған дестелерді сыртқы агентке бағыттайды (оның адресі CoA функциясын атқарады), ол өз кезегінде инкапсуляцияланған дестелердің орамасын алып тастап, өзінің адрестеу кестесіне сәйкес ақпаратты қабылдағыш-құрылғыға береді. 2.5 суретте - ASN және CSN желілерінің әсерлесуінің кейбір нұсқалары көрсетілген.

WiMAX-желі MIP хаттамалар стегін қолдауға бағытталған. Бірақ WiMAX желілерінде барлық абоненттер мобильдік IP қолдауы міндетті емес. Ондай құрылғылар үшін IP-адресті динамикалық конфигурациялау хаттамасы DHCP (IETF RFC4361) негізінде меншіктеуге болады. Сонымен бірге DHCP-сервер үй желісінде де, қонақ желісінде де орналасуы мүмкін.

WiMAX-желілерінде мобильдіктің екі түрін бөледі — микро- және макромобильдік. Оларды басқаша ASN шегіндегі мобильдік деп атайды (ASN-мобильдік) және иCSN-мобилиьдік. ASN-мобильндігі жағдайында MC бір ASN-желісінің шегінде орын ауыстырады (2.6 сурет). Сонымен қатар MC бір сыртқы агент арқылы қызмет көрсетіледі (жай жағдай үшін — ASN-шлюзі арқылы) және CSN-желісінің көзқарасы бойынша құрылғы ешқандай орын ауыстырмайды (оған дейінгі жол өзгермей қалады, CoA-адрес сияқты). Сөйтіп, ASN-мобильдігі үшін MIP деңгейінің хаттамаларын қолдау қажет етілмейді. 2.6 суретте - бір ASN-желісінің шегінде хэндовер кезіндегі ASN-мобильдік көрсетілген.

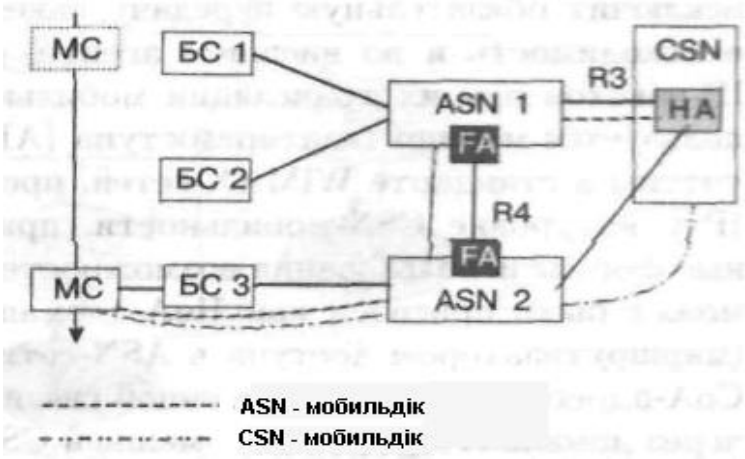


2.5 сурет - ASN және CSN желілерінің әсерлесуінің кейбір нұсқалары



2.6 сурет - Бір ASN-желісінің шегінде хэндовер кезіндегі ASN-мобильдік

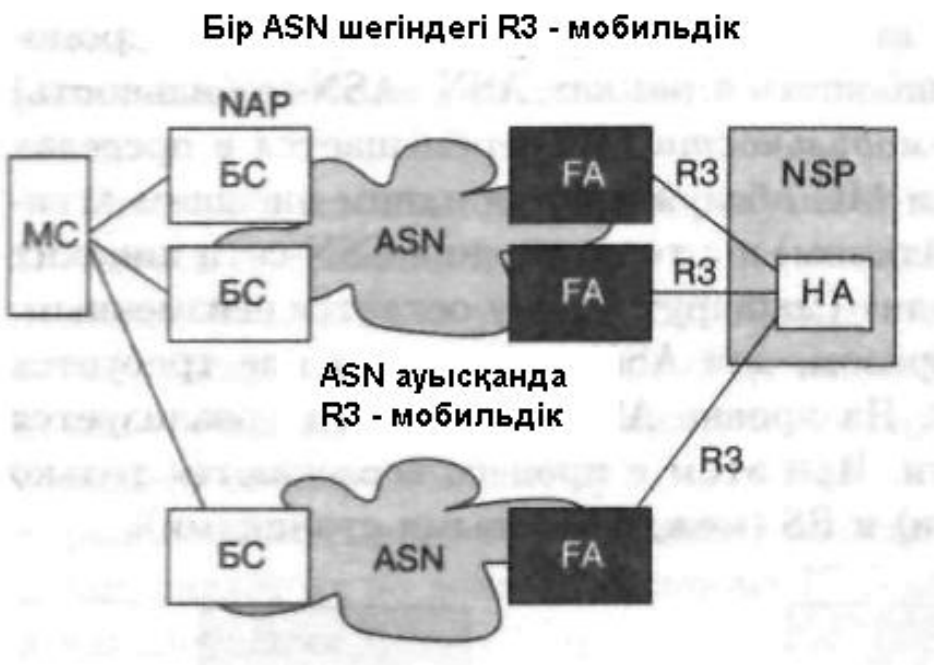
MC бір ASN шегінен шығып, екіншісінің аймағында пайда болатын, ASN-мобильдіктің ерекше жағдайын ескере кетейік (2.7 сурет).



2.7 сурет - ASN-желілерін ауыстырғандағы ASN-мобильдігі. ASN-мобильдік моделінен CSN-мобильдікке өту көрсетілген

Бұл жағдайда MC жаңа сыртқы абонентке қосылады, бірақ осы FA деректері алғашқы сыртқы агентке R4 арнасы арқылы беріледі. Берілген жағдайда CSN желісінің жағынан қарағанда (яғни, үй агенті) ешқандай өзгерістер болған жоқ.

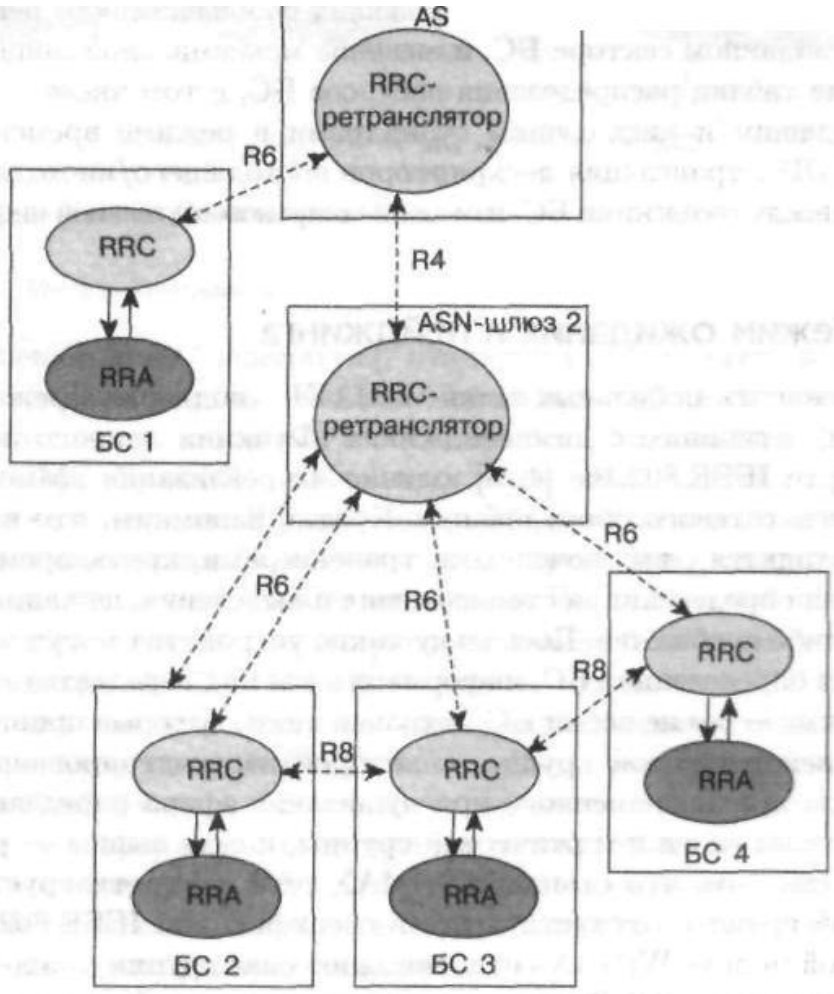
Макромобильдік HA мен R3 арнасы арқылы байланысты сыртқы агентті ауыстыруды білдіреді. Бұл бір ASN-желісінің ішінде және әртүрлі ASN-желілер арасында өту кезінде жүзеге асады. Сыртқы агент өзгерісі MC CoA-адресінің өзгеруіне әкеледі. 2.8 суретте - CSN-мобильдіктің логикалық моделі көрсетілген.



2.8 сурет - CSN-мобильдіктің логикалық моделі

2.5 Радиоресурстармен басқару

Радиоресурстармен тиімді басқару функциясы — кез-келген сымсыз желіде маңызды болып табылады. IEEE 802.16 стандарты тек бір БС және оны қоршаған абоненттік станциялардың әсерлесуін қарастырантын болғандықтан бірнеше базалық станциялардың бірігіп жұмыс жасауы жөнінде сұрақтар WiMAX-желісінің стандартына қатысты. Радиоресурстармен басқару функциясын екі логикалық құрылғылар жүзеге асырады — радиоресурстардың контроллері (RRC — Radio Resource Controller) және радиосаймандар агенті (RRA — Radio Resource Agent). Әр БС (тек қана БС) үшін өзінің RRA болуы керек. Керісінше, RRC контроллері базалық станцияда да, ASN-шлюздарында да немесе ASN-желісінің шегіндегі жеке серверларда орналаса алады. Іс жүзінде С ASN-профилі стандартты болғандақтан біз RRC функцияларының тек қана БС орналасуын қарастырамыз. Бұл жағдайда қосымша логикалық құрылғыға — RRC-ретрансляторына деген қажеттілік туындайды. Ол ASN-шлюздерінде орналасады және RRC-контроллерлары арасында басқару ақпаратымен алмасу үшін қызмет етеді (2.9 сурет). Осы кезде алмасу *R6* және *R4* интерфейстері арасындажүзеге асады. Бірақ, егер БС бір-бірімен *R8* арнасы арқылы тікелей байланысты болса, алмасу осы интерфейс арқылы да жүзеге аса алады. 2.9 суретте - радиоресурстармен басқару жүйесінің базалық моделі көрсетілген.



2.9 сурет - Радиоресурстармен басқару жүйесінің базалық моделі

Радиосаймандардың агенті жүзеге асыратын негізгі функциялар – БС айналасындағы радиожағдай туралы ақпарат жинау және онымен басқару. RRA жоғары деңгейдегі хаттамалар көрсеткіштерін өлшеу туралы да ақпартты жинайды, мысалы, MAC-деңгей дестелерін жіберу кезіндегі қателер қарқындылығы. Бұл құрылғының тапсырмаларының бірі RRC басқару ақпаратын радиоинтерфейс бойынша мобильдік станцияларға тарату болып табылады. Осындай түрдегі ақпараттың сипаттамалық мысалы — көршілес БС және оның көрсеткіштерінің тізімі. Өз кезегінде, RRC контроллерінің негізгі функциясы — онымен байланысты RRA ақпаратын жинау және сақтау және басқа RRC контроллерларымен әсерлесу [9].

Сөйтіп, радиоресурстармен басқарудың негізгі тапсырмасы — бұл радиожелі сипаттамасын өлшеу процедурасын инициациалау, барлық БС осы парамтрлерді теру және оларды желінің жалпыға ортақ деректер базасында сақтау. Осы ақпарат хэндовермен басқару кезінде, QoS қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ету үшін және т.б. кездерде қолданылады. Өлшенетін/сақталатын көрсеткіштердің негізгі түрлері — желідегі мобильдік станциялардың физикалық көрсеткіштері, MC байланысу сапасын бағалануы және т.б. Сонымен қатар, стандарттың БС сигналдарының қуат деңгейін және

интерференция деңгейін өлшей алатын мүмкіндігі бар. Берілген БС секторында субарналарды реконфигурациялау, БС сигналының максималды қуатын өзгерту, БС ресурстарының бөліп тарату кестесін өзгерту, кеңтаратту ақпаратын өзгерту және т.б. басқару ақпараттарын таратуды қарастырады.

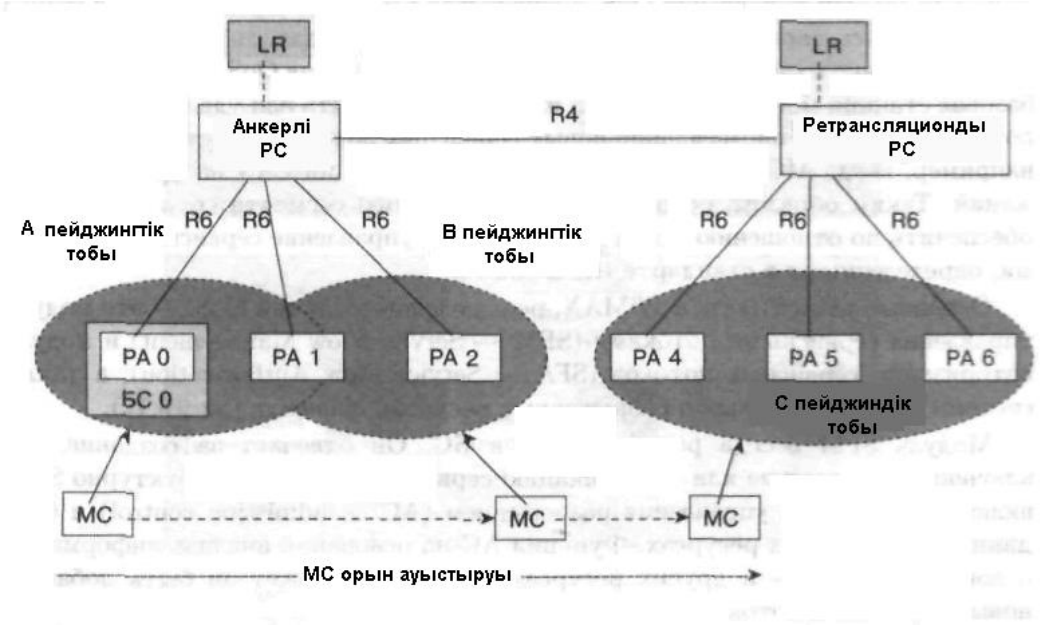
2.6 Күту және пейджинг режимдері

Мобильдік WiMAX желілерінің маңызды ерекшелігі — күту (idle mode) және онымен байланысты пейджинг режимдерін қолдау. Күту режимінде МС трансиверлері сөндіріліп тұрады, тек кішкене уақытқа ғана олардың адресіне хабарлама бағытталғандығын анықтау үшін қабылдағыштарын іске қосады. Мұндай құрылғылар белгілі бір БС қызмет ету аймағынан шығып кетуі мүмкін болғандықтан, оларға арналған ақпарат кеңтарату режимінде таратылады – бірақ барлық БС үшін емес, тек берілген МС тіркелген пейджингтық топқа таратылады. МС аз уақытты арнаны тыңдау периодында өзінің пейджингтік режимінің шегінен шығып кеткен жоқ па екенін анықтайды, егер шығып кеткен болса — жаңа топта тіркеледі. WiMAX-желісінің базалық моделі жағынан қарағанда пейджингтік топ — бір немесе бірнеше БС тұратын көпшілік. Оның үстіне бір пейджингтік топқа бір провайдердің ASN-желісі (желілері) шегінде орналасқан БС ғана тиісті бола алады. Күту режимін қолдау WiMAX-желісінің үш логикалық элементіне жүктелген (2.10 сурет).

Пейджингтік агент (PA Paging Ageut), пейджинг контроллері (PC — Paging Controller) және орналасу регистрі (LR — Location Register). Пейджингтік агент – бұл базалық станцияның логикалық функциясы. Ол радиожелі пейджингінің хаттамаларының (IEEE 802.16e стандартының MAC-деңгейі) және тіректі WiMAX желісінің хаттамаларының бірігіп жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Соңғысын пейджинг контроллері қолдайды. Ол тікелей БС немесе одан тыс та орналасуы мүмкін [11].

МС қатысты пейджинг контроллері анкерлі (базалық) немесе қайта таратын болуы мүмкін. Әр мобильдік станция күту режимінде тек бір анкерлі пейджинг контроллерімен байланысады. Ол МС орналасуы туралы ақпаратты сақтайды және жаңартады. Егер МС R6 арнасы бойынша өзінің анкерлі пейджинг контроллерімен тікелей байланысты емес БС жұмыс жасау аймағында болып қалса, қайта таратын пейджинг контроллері (немесе бірнеше контроллерлер) қолданып МС орналасу туралы ақпаратты оның анкерлі пейджинг контроллеріне R4 арнасы бойынша жібереді (2.10 сурет).

Орналасудың регистрі онымен барлық анкерлі контроллерлер байланысты болатын бөліп таратылған деректер базасы. Бұл деректер базасында әр МС үшін берілген уақыт үшін пейджингтік топ, пейджингтік цикл және араласу, соңғы БС және соңғы қайта таратын пейджинг контроллер идентификаторы сияқты ақпарат сақталады. Күту режиміндегі 2.10 суретте - пейджинг моделі көрсетілген.



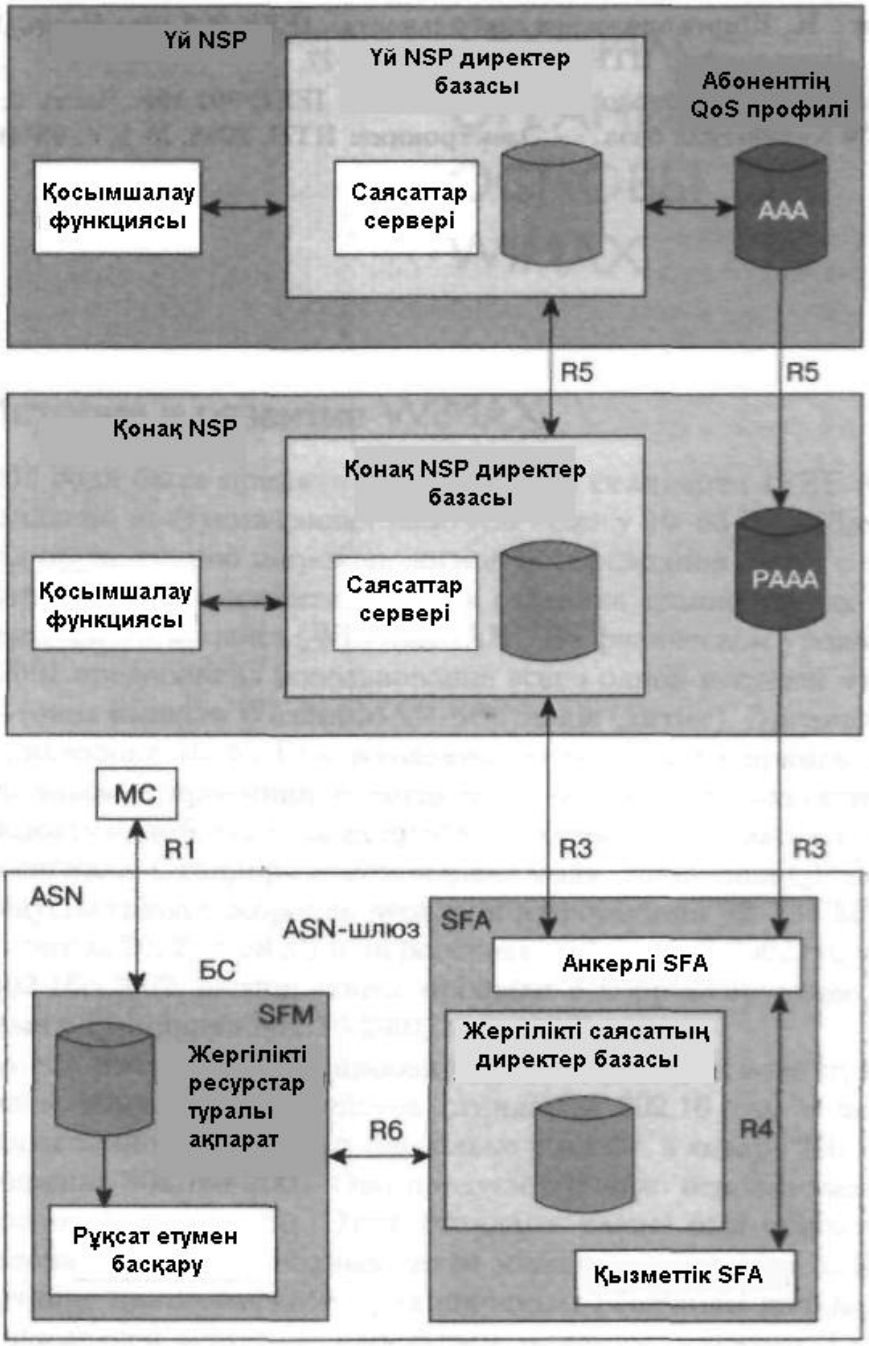
2.10 сурет - Пейджинг моделі

МС үшін LR орналасу регистрінде желілік күйге келтіру (IEEE 802.16е сәйкес) және берілген МС қызметтік арналары туралы ақпарат сақталады. Осы ақпарат анкерлі пейджинг контроллері арқылы МС ықтимал орналасу орнын және оған хабар жіберу үшін, сонымен қатар, күту режимінен шыққаннан кейін оның желіге қайта қосылуын жеңілдету үшін қолданылады.

2.7 Қызмет көрсету сапасы

WiMAX желілері басынан бастап операторлық класстың желілері ретінде қарастырылғандықтан, QoS қамтамасыз ету сұрақтары оларда маңызды. IEEE 802.16 стандарты QoS сұрақтарын белгілі бір қызметтік ағынмен байланыстырады. Әр қосылу өзінің қызметтік ағынымен берілген QoS көрсеткіштерімен қызмет етіледі. WiMAX абонентінде осындай қызметтік ағындардың — QoS-профильдерінің берілген жиынтығы бола алады. Ол туралы ақпарат абоненттермен басқару жүйесінде сақталады (мысалы, AAA-серверінің деректер базасында немесе арнайы саясаттар серверінде). QoS басқарудың статикалық моделі кезінде абоненттік станция сеанс жүріп жатқан кезде қызметтік ағындардың көрсеткіштерін өзгерте немесе жаңа қызметтік ағындар жасай алмайды. Жаңа қызметтік ағындарды қайта қосу/жасау МС қосымша деңгейде кез-келген CSN функциясына қарағанда жүзеге аса алады. Сөйтіп, WiMAX желісінің жердегі сегментінің негізгі тапсырмасы әр абонентке қатысты қызметтік ағындармен IEEE 802.16 стандартында анықталып қайған басқаруды қамтамасыз ету.

QoS функцияларын жүзеге асыратын WiMAX желісінің негізгі элементтері болып қызметтік ағындармен басқару модулі (SFM — Service Flow Management) және қызметтік ағындарды авторизациялау модулі (SFA — Service Flow Authorization), сонымен қатар абоненттің рұқсат етілген ресурстары туралы деректерді сақтау жүйесі табылады. 2.11 суретте - QoS қамтамасыз ету жүйесі көрсетілген.



2.11 сурет - QoS қамтамасыз ету жүйесі

SFM модулі әрқашан БС орналасады. Ол қызметтік ағындарды жасау, сөндіру, рұқсат ету немесе жаңарту функцияларымен айналысады. SFM құрылымды түрде рұқсат етумен басқару функциясын (AC — admission control) және жергілікті ресурстар туралы деректер базасын қосады. Рұқсат етумен басқару функциясы жергілікті радио- және басқа ресурстар туралы ақпарат негізінде жаңа қызметтік ағын қосыла алады ма екенін анықтайды.

SFA модулі берілген базалық станцияның SFM белгілі бір абоненттің QoS-көрсеткіштері туралы ақпаратпен тұрақты қамтамасыз ету үшін арналған. Яғни ол БС мен глобалды деректер базасы арасында абонент көрсеткіштері

туралы көпір ретінде қызмет етеді. Бұл құрылғы ASN-шлюзінде орналасады. Мобильдік абоненттер түралы сөз болып жатқасын анкерлі (базалық) және қызметтік SFA деген түсініктер енгізіледі.

Анкерлі SFA MC желіге қосылған кезде анықталады да, оның қайта тіркелуіне дейін өзермейді (бүкіл сессия кезінде өзгеріссіз қалады).

Абоненттің QoS-профилі туралы ақпаратты анкерлі SFA ол желіге тіркелгенде алады. Егер MC басқа ASN-шлюзінің аймағына түсіп қалса, ол жаңа SFA әсерлеседі. Берілген мезетте MC байланысып тұрған осындай SFA қызметтік деп аталады. Сервистік SFA R4 арнасы бойынша MC және оның анкерлі SFA арасында ретранслятор функциясын атқарады. Анкерлік және қызметтік SFM функцияларына берілген ASN-желісі үшін QoS жергілікті саясатын жүзеге асыру кіреді[12].

2.8 Wi-MAX технологиясы

WiMAX- бұл сымсыз технология, кабель линияларысыз мәліметтерді таратуды, Интернетке қосылуды және телефон қызыметтерін пайдалануды ұсынады. Wi-MAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), кеңжолақты сымсыз байланыс IEEE институтымен стандартталған технологиясы, DSL толықтырушы қосымша сымдар және кәбілдік технологиялар толықтырушы ретінде кең арақашықтықтағы «соңғы миль» мәселелерін шешу болып табылады. Wi-MAX технологиясы «соңғы мильге» қосу және кең жолақты қосылғыштардың орындалуы үшін қолдануға болады, сондай-ақ сымсыз желі нүктелерді, ұйымдардың және компаниялар бөлімдерінің аралық байланыстары және басқа ұқсас мақсаттарындағы шешімдерді өте жоғары жылдамдықтағы байланыстарын жетілдірумен ерекшеленеді. WiMAX кеңжолақты мүмкіндік жүйесі IEEE 802.16 стандадарты негізінде қолданылады. Радиомүмкіндіктің басқа технологияларға қарағанда ерекшелігі үлкен аумақта объектінің тікелей қатысуы арқылы жоғарыжиілікті байланысуды қамтамасыз етеді. Қабылдау қашықтығы: 50 км-ге дейін; Жиілігі: 2 ГГц-тен 11 ГГц-ке дейін. Мәліметтерді тартудың максимальді жылдамдығы: бір базалық станса секторында 70 Мбит/с-қа дейін. Типтік базалық станса 6 сектордан тұрады. WiMAX жүйесі екі негізгі бөлімнен тұрады:

-WiMAX базалық станциясы биік объектіде орналасуы керек: мұнараларда немесе ғимараттарда;

-WiMAX қабылдағышы: антенна қабылдағышы, форм-факторларында PC Card карталарының дамуы.

Базалық станса мен абонент қабылдағышы арасында байланыс төменгіжиілік 2-11 ГГц ауқымында орындалады.Берілген байланысулар нақты шарттарда мәліметтерді тарату жылдамдығы 20 Мбит/с-қа дейін және стансамен пайдаланушы арасында тікелей қатынасуды керек етпейді. WiMAX базалық стансада жұмыс істеу режимі кең қолданыстағы 802.11 стандартына (Wi-Fi) ұқсас. WiMAX технологиясы «соңғы мильде» пайдаланушылар мен провайдер арқылы ақырғы аумақтарында, сонымен қатар аумақтық желі

мүмкіндіктерін: офистерде, аудандарда ұсынымдарды қолданады. Яғни сурет 2.1-де көрсетілген. Базалық стансалар мен пайдаланушыларды қосуда абоненттік құрылғы қажет. Ethernet стандартының кабелы, нақты тікелей компьютер, 802.11 стандарты Wi-Fi немесе Ethernet стандартының локальді желілері арқылы сигнал келіп түседі. 2.12 суретте - станциялар және қабылдағыштар көрсетілген.

2.12 сурет - Станциялар және қабылдағыштар

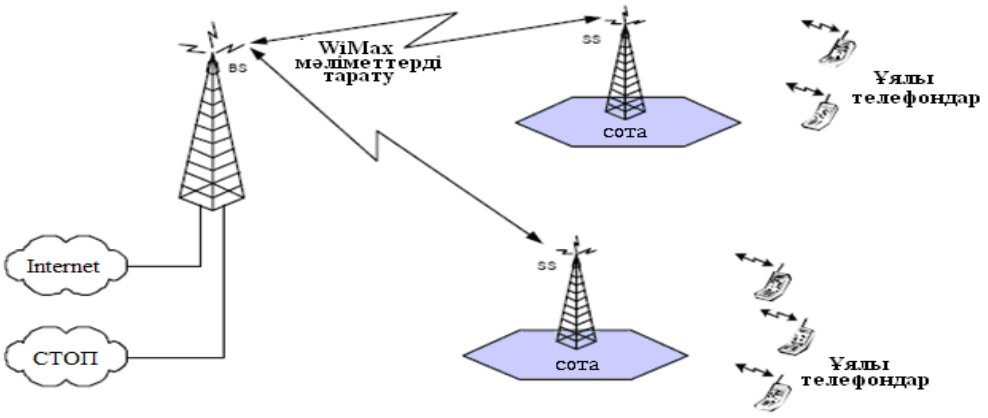
2.12 суретте көрсетілгендей жақын базалық стансалар арасында аса жоғары жиілік(аса жоғары жиілік 10-66 ГГц) режимін қолдануда тұрақты қосылулар радиобайланыс қондырылады. Берілген қосылулар нақты шарттарды 120 Мбит/с-қа дейінгі жылдамдықта тартуды ұсынады. Аз дегенде базалық стансалар ішінде біреуі провайдер желісінде кеңжолақты жылдам қосылуларда (Т3, немесе басқа да жоғар жылдамдықта мәліметтерді тартуда тұрақта кепілді) тұрақты байланыста болуы мүмкін. Іс жүзінде көптеген стансаларда провайдердің желі мүмкіндігін көбірек қолданса, мәліметтерді таратуда сенімділігі және жылдамдығы көбірек болады. Ұялы топология арқылы нүктелік жүйелерде шағын мөлшерде жүктемелерді түзу бөліп таратады.

IEEE 802.16 желі стандартының құрлымы дәстүрлі мобильдік байланыс желілеріне өте ұқсас: бұл жерде де базалық станса қолданылады, радиусы 50 км-ге дейін қабылдайтын, мұнда мұнараларға орнату емес –үйлердің шатырына орнату да бола береді, тек қана стансалар арасында тікелей қарым

қатынас шарттары орындалуы керек.

Wi-MAX терминін сөзбе-сөз аударсақ «микротолқынды пайдалануға арналған сыйысымдылық» деген мағынаға ие болады. Халықаралық салалық консорциум дәл осылай аталады, жабдықтардың барлығының сыйысымдылығының жетістігіне жағдай жасауы, кеңжолақты сымсыз желі ретіне қолданылады. Бұл белгілермен кең танымал чипсет өндірушілері кіреді, солардың ішінде Intel, Fujitsu және Nokia, сонымен қатар белгілілер Ресей саудасында Asiros, Airspan, Alvarion, ZyXEL, Aperto, Proxim және Wi-LAN болып табылады. Бүгін де Wi-MAX консорциумы 96 компаниянын басын қосады. Wi-MAX компаниялар алдында тұрған негізгі мәселелерді шешу, интернетті пайдалануға мүмкіндік туғызады: дүниежүзілік желілерді жылдам қосумен қамтамасыз етсе, көшелер мен тротуарлардағы қираған оптикалық-талшықты кабель жөндеумен де айналысады. Кейбір техникалық қиындықтар кездесіп те қалады, бірақ Wi-MAX шешімі болашақта оң шешім дәрежесіне жетуіне әбден сенімді.

Бүгін Wi-MAX IEEE 802.16-2004 болжамасында – сымсыз байланыс стандарты салыстармалы түрде кабельдік қосулар – 10 Мбит/с одан да жоғары 30 км мүмкіндіктерімен радиусқа кең ауқымды байланысты қамтамасыз етеді. Wi-MAX технологиясы - әр түрлі жағдайлардағы жұмыс істеп отырып, соның ішінде, қала салудың тығыздығы, байланыстың жоғарғы сапасы мәліметтерді жеткізу жылдамжығында қамтамасыз етеді. 2.13 суретте - Wi-MAX стандартының негізінде базаны ұйымдастыру көрсетілген.



2.13 сурет - Wi-MAX стандартының негізінде базаны ұйымдастыру

2.13 суретте көрсетілгендей Wi-MAX желісінің жабдығы 10 МГц арна көлемінің 2 ГГц -11ГГц диапазонында жұмыс жасайды. Жиілік диапазонының әр түрлі елге таратылуы Wi-MAX әр түрлі аудандарда жұмыс істеуіне мүмкіндік туғызады. Диапазондардың кең таратылуы әлемнің бірнеше елдерінің ерекшелігіне негізделген. Дәл осындай Солтүстік Америкада Wi-MAX үшін аудандар 2,5 және 5 ГГц диапазонында, Орталық және Оңтүстік

Америкада – 2,5, 3,5 және 5 ГГц, Таяу Шығыс, Африка, Батыс және Шығыс Еуропада – 3,5 және 5 ГГц, Азия-Тынық мұхит аймағында 2, 3, 3,5 және 5 ГГц қолданылады. 10 және одан да жоғары километрді радиуста коммутацияларды қамти отырып, Wi-MAX нүктелері бірнеше аудандарды жабдықтайды, сондай-ақ «соңғы миль байланыстары» қамтамасыз ету үшін провайдерлерге талаптар қойылады. 2-11ГГц жиілік ауқымдары аралығын қолдануды ескеретін, 802.16 стандарты қойылады.

2.9 IEEE 802.16 стандартының даму тарихы

IEEE 802.16 стандартының дамуы 2001 жылы кең жолақты байланыстың жаңа сымсыз стандартын жасаудың белсенді жұмыстарынан басталды. 2001 жылдың желтоқсанында, бастапқыда 10-66 ГГц жиілік жолағында жұмыс жасайтын IEEE 802.16-2001 стандартының бірінші нұсқасы қабылданды.

Бұл стандарт «нүкте – көпнүкте» топологиясымен жұмыс істейтін кең жолақты сымсыз байланысын ұйымындастыруды қарастырған және (metro politan area network, MAN) мегаполис масштабындағы тұрақты сымсыз желілерін құруға бағытталған. Тап сондықтан осы стандартты WirelessMAN деп атайды. Физикалық деңгейде IEEE 802.16-2001 стандарты бір ғана тасушы жиілік (Single-Carrier, SC) қолдануды ойлады, сондықтан хаттаманың атауына SC жалғай бастады, демек WirelessMAN-SC [13].

Қысқа толқындардың ұзындығының күшті өшулігінің әсерінен 10-66 ГГц жиілік диапазонында байланысты ұйымдастыру таратқыш пен сигнал қабылдағыштың арасындағы тікелей көрімділік болғанда ғана орындалады. WirelessMAN-SC хаттамасының ерекшеліктерінің бірі осы болды. Тағы да мұндай жиілік ауқымдарын қолдану (демек қабылдағыш пен таратқыш арасындағы тікелей көрімділік болу талабы және шағылысулармен жұмыстың мүмкін еместігі) радиобайланыстың бас мәселелерінің бірі сигналдың көпсәулелік таралуынан құтылуға мүмкіндік берді. Бұл жиілік ауқымында қолдана алатын байланыс арналарының ені айтарлықтай үлкен (жобалық мәні 25 немесе 28 МГц), бұл жағдай жоғары таралу жылдамдықтарына (120 Мбит/с шамасында) жетуге мүмкіндік береді.

Сымсыз желіні тікелей көрімділік аймағында құрастыру қажет болғандықтан 802.16 стандарты кең таралмады. Сондықтан біраз уақыттан кейін, 2003 жылдың қаңтарында, 2 – 11 ГГц жиілік ауқымдары аралығын қолдануды ескеретін, 802.16 стандартын 802.16а-2003 атауымен кеңейтуді қабылдады. Сонымен бірге осы стандарт мегаполис масштабындағы тұрақты сымсыз желілерді ұйымдастыруға бағытталды. Ол кабелдік модем, xDSL және T1/E1 арналарының соңғы милясы үшін кең жолақты қатынаудың дәстүрлі шешімі болады деп жоспарланған. Бұдан басқа, 802.16а желілік стандарты 802.11b/g/a стандартының қатынау нүктелерін Интернетке қосу үшін арналған қосымша технология ретінде қолдануға жоспарланды.

802.16а стандартының бастапқы 802.16 стандартынан негізгі айырмашылығы қабылдағыш пен таратқыштың арасындағы тікелей

көрімділікті талап етпейтін басқа жиілік ауқымын қолдану болды. Мұндай сымсыз желілердің жамылу аймағы 802.16 стандартының желілеріне қарағанда едәуір кеңірек болады. Хаттаманың бөлшектерін қарап кетсек, 2-11 ГГц жиілік ауқымдарын қолдану физикалық деңгейдегі кодтау мен сигналдың модуляциясы техникасын қайта қарауды талап етеді.

802.16а стандартының логикалық жалғасы болып бөлмелерде бекітілген қатынауды іске асыру мүмкіндігін беретін 802.16d стандарты болды.

802.16d стандарты біржолата 2004 жылдың шілдесінде қабылданып және 802.16-2004 деген атауды алды, содан кейін 802.16d және 802.16а жеке стандарттарын қарастыру қажеттілігі актуалді емес болып қалды, себебі қорытынды нұсқасы 802.16d және 802.16а стандарттарын бірдей қамтыды.

Қазіргі кезде IEEE 802.16 стандартының дамуына Intel ұйымының нұсқауымен және жетекші телекоммуникациялық жабдық өндірушілердің (AirspanNetworks, AlvarionLtd, Aperto Networks, Microelectronis America, OFDM Forum, Proxim Corporation, Wi-LAN, OFDM Forum, Proxim Corporation,Wi-LAN және басқалары.) қатысуымен құрылған Wi-MAX (WorldwideInteroperability for Microwave Access) коммерциялық емес ұйымы өте белсенді үлес қосуда.

Wi-MAX ұйымының мақсаты кең жолақты желілерге қатынауға мүмкіндік беретін сымсыз жабдықтарды құрастыруға жәрдемдесу, әлем бойынша желілерді тезірек жамылдыру, 802.16 жабдықтарының сертификациясы, сонымен бірге әртүрлі өндірушілердің жабдықтарының үйлесімдігімен қамтамасыз етуге шақыратын спецификацияларды әзірлеу. Талдаушылардың мәліметтері бойынша, нарықтағы кең жолақты сымсыз қатынау жабдықтарын өндірушілердің 75% астамы Wi-MAX мүшелері болып табылады.

Қазіргі уақытта әр түрлі «сымсыз» стандарттардың желілері арасындағы роуминг мәселесін қарастыратын IEEE 802.16е стандарты жасалынды, бұл стандарт қолданушының байланыс сеансына әсерінсіз IEEE 802.11a/b/g стандартының сымсыз желілерінен IEEE 802.16 стандарты желілеріне өте алу мүмкіндігін берді.

Роуминг мәселесі бойынша шешімдерді ойлап табу сымсыз технологиялардың ары қарай алға басуына тіпті маңызды болды. Бүгінде IEEE 802.11a/b/g стандартының желілерін қолданушылар сымсыз қатынау қызметтерімен тек қана хот – спот аумағында немесе қатынау аймағы пайдалана алады. Мұндай аймақты тастап кетсе, олар желіге қосылу мүмкіндігінен айрылады.

IEEE 802.16е технологиясы арқылы тұтынушылар ұтымды байланыс мүмкіндіктерін алады: IEEE 802.11 a/b/g арқылы тиісті хот-спот шектерінде, IEEE 802.16 арқылы WMAN қалалық желісінің әрекет ету аймағында.

Егер IEEE 802.16 хаттамасы операторлық хаттама болса, онда IEEE 802.16е хаттамасы тұтынушыларға бағытталған, оның ішінде жылжымалы тұтынушылар үшін, осы тұрғыда ол 802.11a/b/g стандартарына сай келеді. Intel ұймының сарапшыларының пікірінше, қолданушылар көп ұзамай IEEE

802.16е стандарты орнатылған ноутбук немесе ҚДК болса болды, қаланың байланыс аймағының кез келген нүктесінде байланыста болу мүмкіндігі бар.

Артықшылықтар жиыны WiMAX жанұясының барлығына тән, дегенмен оның нұсқаларының бір-бірінен айтарлықтай айырмашылығы болады. Стандартты өңдеушілер жылжымалы, әрі тіркелген қолдану үшін ұтымды шешімдер іздеді, бірақ барлық талаптарды бір шеңбер аясына біріктіру сәтті болмады.

Базалық талаптардың қатары бір біріне сай келгенімен, технологиялардың әртүрлі нарық түрлеріне көзделгендіктен (дәлірек, олар екі әртүрлі стандарт ретінде санауға болады) стандарттың екі жеке нұсқасын жасауына алып келді.

WiMAX спецификацияларының әрқайсысы өзінің жұмыс жиіліктерінің диапазондарын, өткізу жолағының енін, сәулелену қуатын, беру және қатынау әдістерін, кодтау және сигналдың модуляциясы әдістерін, радиожиіліктерді қайта қолдану қағидаларын және де басқа көрсеткіштерді анықтайды. Сондықтан да IEEE 802.16 е және d стандартының нұсқалары негізінде жасалған Wi-MAX жүйелері іс жүзінде сәйкес келмейді. Нұсқалардың әрқайсысының қысқаша мінездемелері төменде келтірілген.

802.16-2004 (сонымен бірге 802.16d және тіркелген Wi-MAX аттарымен белгілі). Бұл спецификация 2004 жылы бекітілген. Ортогональдық жиіліктік мультиплексирлеуді (OFDM) қолданады, тікелей көрімділік бар және жоқ аймақтарда да бекітілген қатынауды қолдайды. Тұтынушылық құрылығаларға бөлмеден тыс және ішінде орналастыруға болатын тұрақты модемдер жатады, сонымен бірге ноутбуктер үшін PCMCIA-карта. Бұл технология үшін елдердің көпшілігінде 3, 5 және 5 ГГц диапазондары бөлінген. Wi-MAX Forum ұйымының мәліметтері бойынша, қазіргі кезде 175 тіркелген нұсқалары енгізілді деп саналады. Көп аналитиктер бұл технологияны DSL өткізгіштік кең жолақты қатынаудың бәсекелесі немесе толықтырушы технология ретінде көреді. Өткізу қабілеті 75 Мбит/с дейін және әсер ету радиусы 6-10 шақырым.

802.16–2005 (сонымен бірге 802.16е және жылжымалы Wi-MAX аттарымен белгілі). Бұл спецификация 2005 жылы бекітілген. Бұл– тіркелгенген қатынау (802.16d) технологиясының дамуының жаңа сатысы. Жылжымалы тұтынушыларды қолдау үшін оптимизациялалған бұл нұсқа хэндовер (ағылшынша idlemode) және роуминг сияқты ерекше функцияларды қолдайды. OFDM (SOFDMA) масштабталатын қатынау қолданылады, тікелей көрімділік аймағынсыз да жұмыс жасау мүмкіндігі бар.

MobileWiMAX желілері үшін жоспарланған жиілік ауқымдары келесідей: 2,3-2,5, 2,5-2,7, 3,4-3,8 ГГц. Өткізу қабілеттілігі 40 Мбит/с дейін және әсер ету радиусы 1-5 шақырым. Екі технологияның негізгі айырмашылығы тіркелген WiMAX тек қана статикалық абоненттерге қызмет көрсетуге мүмкіндік береді, ал жылжымалы болса 120 км/сағ жылдамдығына дейін орын ауыстыратын тұтынушылармен жұмыс істеуге бағытталған. Мобилділік дегеніміз абоненттің қозғалысы кезінде (ұялы байланыс желілеріндегідей сияқты) роуминг функциясының бар болуы және базалық

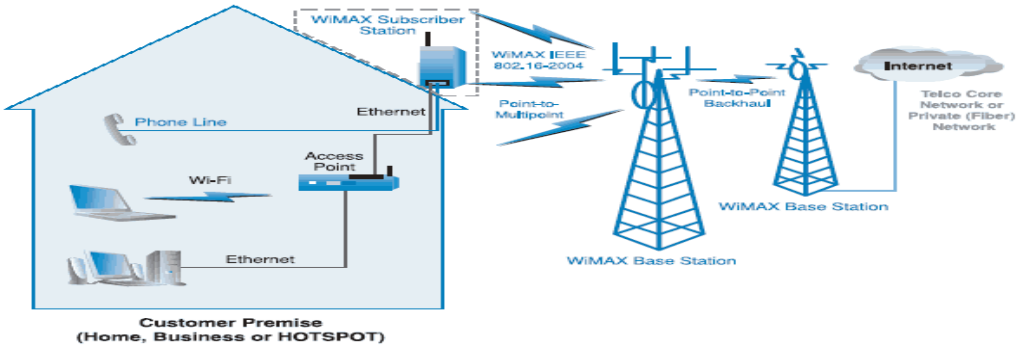
станциялардың арасындағы «тігіссіз» ауыстырып қосуды білдіреді. Стандартты өңдеушілер жылжымалы, әрі тіркелген қолдану үшін ұтымды шешімдер іздеді, бірақ барлық талаптарды бір шеңбер аясына біріктіру сәтті болмады. 802.16а стандартының бастапқы 802.16 стандартынан негізгі айырмашылығы қабылдағыш пен таратқыштың арасындағы тікелей көрімділікті талап етпейтін басқа жиілік ауқымын қолдану болды. Жаңа технологиялар қалалық шапшаң радиожелілерді және аумақтарды қамтуда өте тиімді. Қазақстанның шет аймақтарында пайдаланушылар тек Wi-MAX технологиясының көмегімен ғана Интернетке қосылу мүмкіндігін алады.

2.9 802.16 стандартының ерекшеліктері

Ең басында 802.16 стандарты, деректерді беру ортасына (MediumAccessControl, MAC) қатынауды басқарудың ортақ хаттамасына негізделген радиоинтерфейстердің жиыны сияқты даму үшін ойланды, бірақ қолданатын спектр бөлігіне тәуелді, физикалық деңгейдің әр түрлі спецификацияларымен. Хаттаманың MAC – деңгейі «нүкте-көп нүкте» топологиясымен жұмыс жасайтын қатынау желілері үшін өспелі UpLink – ағыны, сол сияқты бәсеңдейтін DownLink – ағындарында сигнал таратудың жоғарғы жылдамдығына жету мақсатында жасалып шығарылған.

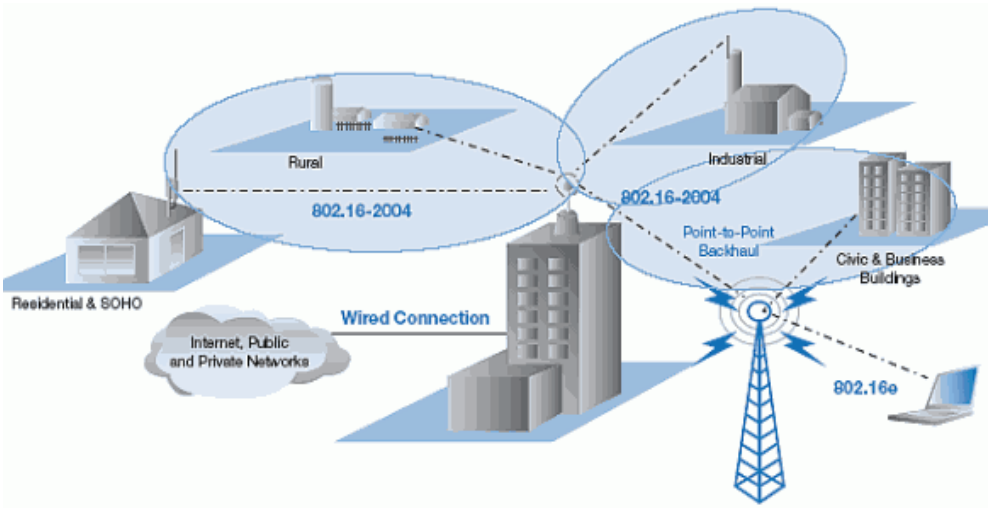
Құрылымы бойынша IEEE 802.16 стандартының желілері дәстүрлі ұялы байланыстың желілеріне өте ұқсас: бұл жерде де базалық станциялар болады, 50 км дейін радиуста жұмыс істейді, бірақ оларды мұнараларға орналастыру шарт емес, оларды жай ғана үйлердің төбесіне орналастырса болды. Тұтынушы мен базалық станцияны байланыстыру үшін бар болғаны баспанаға орнатылатын абоненттік жабдық керек. Осы блоктен сигнал стандартты Ethernet-кабелі бойынша тікелей нақты компьютерге немесе 802.11 стандарттың қатынау нүктесіне, немесе Ethernet стандартының өткізгіштік жергілікті желісіне беріледі (2.14 сурет).

IEEE 802.16 стандарты желісіндегі бір базалық станция көптеген тұтынушыларға қызмет көрсете алады және әр түрлі деңгейдің қызмет түрлерін ұсынады. Мысалы, бір базалық станцияның бір секторы T1 (2 Мбит/с дейін деректерді беру жылдамдығы) үлгідегі каналы бойынша қосылған 60 кәсіпорыннан астам және DSL үлгідегі каналдар бойынша қосылған 100 тұрғын үйді деректер беру жылдамдығымен қамтамасыз етуге қабілеті бар. Үлгілік базалық станцияда алты секторға дейін бола алады. 2.14 суретте - қатынауды қамтамасыз ететін Wi-MAX технологиясын қолдану сұлбасы көрсетілген.



2.14 сурет - Қатынауды қамтамасыз ететін Wi-MAX технологиясын қолдану сұлбасы

Wi-MAX технологиясын енгізу қазіргі кезде үш негізгі фазаларға бөлінген. Бүгіндегі енгізудің бірінші фазасы болып Wi-MAX технологиясының IEEE 802.16-2004 стандартын енгізу және кең тарату табылады, ол өз кезегінде IEEE 802.16a және 802.16d стандарттарын ауыстырған болатын, және де арнайы тұтынушыларға тіркелген бағытта бағытталған сыртқы антенналарды қолданады .
Екінші фаза ішкі антенналарды және қатынауды қамтамассыз ету үшін Wi-MAXтехнологиясын ықшамды және жан-жақты қолдануды білдіреді. 2.15 суретте - Wi-MAX-Certified негізінде қызметтің барлық түрлерін қамтамасыз ететін Wi-MAX технологиясының сұлбасы көрсетілген [14].



2.15 сурет - Wi-MAX-Certified негізінде қызметтің барлық түрлерін қамтамасыз ететін Wi-MAX технологиясының сұлбасы

Үшінші фаза IEEE 802.16e спецификацияларын кеңінен енгізуін қамтамассыз етеді. Бұл ұялы байланыс және Wi-Fi желілері секілді, белгілі "жамылу аймағында" қозғалатын портативті құрылғылар құрамында да WiMAX-Certified белгісімен жұмыс істеу мүмкіндігі білдіреді.

2.10 802.16 стандартының физикалық деңгейінің бөлшектері

Алдынды атап өткендей, 802.16a/d – стандарттарының ерекшеліктерінің бірі болып тікелей көрімділік аймағынсыз да жұмыс істеу мүмкіндігі. Бұл сигналдардың көпсәулелік интерференциясы сияқты кері әсерлермен өте ұтымды күресетін ортогональды жиіліктік мультиплексирлеудің (Orthogonal Frequency Division Multiplexing,OFDM) арқасында болады.

Таратушы құрылғыларда кең жолақты каналдарды ортогональды жиіліктік ішкі каналдарға бөлу үшін, алдын ала мультиплексирленген N каналды уақыттық түрінен жиіліктік түріне аударатын, кері Фурье түрленуі (IFFT) қолданылады.

OFDM технологиясы 802.16 хаттамасынан басқа жерлерде де қолдана береді. Мысалы, 802.11g хаттамасында да OFDM технологиясы қолданылады, алайда 802.11g хаттамасымен салыстырғанда 802.16 хаттамасында деректерді таратуға арналған жиілік жолақтарын жан жақты иілгіш бөлу ескерілген. Оны тасушылардың санының азаю және олардың тарылу есебінен де жасауға болады. Сигнал енінің ең төменгі мәні стандарт бойынша 1,25 МГц, ал максималды мәні – 20 МГц құрайды. Жиілік қорының азаюына байланысты тарату жылдамдығының төмендейтіні белгілі, бірақ бұл мүмкіндік жиіліктік спектрді 802.11g хаттамасындағыдай бүкілін бірден емес, жеке бөліктермен қолдануға мүмкіндік береді. 2.1 кестеде - 802.16 стандартының сипаттамалары көрсетілген.

2.1 кесте - 802.16 стандартының сипаттамалары

Стандарт	802.16	801.16a/d (802.16-2004)	802.16e
Жиілік диапазоны	10-66	2-11	2-6
Желінің түрі	Тұрақты	Тұрақты	Жылжымалы
Жамылу аймағы	Тікелей көрімді-лік аймағы	Тікелей көрімділік аймағынан тыс	
Жамылу аймағы-ның радиусы, км	2-4	4-6 (ашық кеңістікте 15-20)	4-6
Қауіпсіздік	X.509 бойынша құрылғылар аутентификацисы, DES/3DES – шифрлеу		
Деректерді тарату жылдамдығы, Мбит/с	32-134 жолақ 28МГц болғанда	1-75	15 дейін
Топология	Нүкте – нүкте, нүкте – көпнүкте		
Модуляция	QPSK,16 QAM, 64 QAM	OFDM 256, OFDMA, BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM	
Арнаға қатынау	TDMA, DAMA		
Дуплекстік режим	TDD, FDD		
Арна ені	20, 25 және 28	1,25– 20 арасында таңдалады	

802.16а стандартын қортындылай келгенде сигнал модуляциясында айырмашылығы бар «физикалық деңгей» қосылуының үш түрі. бір тасымалдаушы жиілігі бар физикалық деңгей 256 мультиплексирленген каналға ортогональ жиіліктік бөліну. Деректердің таралу ортасына көптік қатынау уақыт бөліну арқылы жүзеге асады. мультипликсерленген масштабталатын ортогональ жиіліктік бөліну. 2048 жиіліктік ішкі тасымалдаушыға жіктелу қолданылады. Деректерді тарату ортасына ұжымдық қатынау бірнеше жиілік тасымалдаушыны бір тарату арнасына біріктіру және оны нақты қабылдаушыға бағыттау есебінен жүзеге асады. WirelessMAN-SC физикалық деңгейі сигнал қабылдағыш пен таратқыш арасындағы тікелей көрімділік кезінде қолдануға арналған. Бұдан басқа екі деңгей, каналдардың ортогональ жиіліктік бөлінулеріне негізделген, сондықтан олар тікелей көрімділіксіз аймақтарда «нүкте-көпнүкте» топологиясы бойынша желі құра алады.

Екі OFDM – деңгейдің ішінде WirelessMAN-OFDM деңгейін техникалық жағынан іске асыру біршама жеңіл, сондықтан ол құрылғы өндірушілер жағынан қолдауға ие.

256 мультиплексирленген каналға ортогональ жиіліктік бөліну (WirelessMAN-OFDM) жағдайында 256 IFFT бөлшектері қолданылады, оның ішінде 192 тасымалдаушы ақпараттық (деректерді беру үшін қолданылады) болып табылады, 8 тасымалдаушы байланыс арнасының мінездемелерін өлшеу және пилоттық нышандарды тарату үшін арналған, ал қалған 56 жиілік тасымалдаушы қорғану интервалдарын құру мақсатында қолданылуы мүмкін және олардың ұзақтығы OFDM сигналдарының ұзақтығының 1/4, 1/8, 1/16 немесе 1/32 бөліктерін құрау мүмкін.

Мультипликсерленген арналардың ортогональ жиіліктік бөлінуі бар WirelessMAN-OFDMA түрі арналардың масштабты жиіліктік бөлінулер болып келеді. Сол себепті, бұл жағдайда тасымалдаушының саны белгісіз және 512, 1024 және 2048 болуы мүмкін. Тасымалдаушылардың санына байланысты арналардың ені және ішкі арналар саны да өзгеріп отырады. 2.2 кестеде - OFDMA сипаттамасы көрсетілген.

2.2 кесте - OFDMA сипаттамасы

Арна параметрлері	Мәндері		
Арна ені	5	10	20
Тасымалдаушы саны	512	1024	2048
Ішкі арналар саны	32	64	128
Ішкі арналар саны	156		
Нышан ұзақтығы	101		
Тасымалдаушылар арақашықтығы	11,2		
Циклдық префикс ұзақтығы	11,2		

802.16 стандартының ерекшеліктерінің бірі сыртқы бөгеттерге бейімділігі болып табылады. Жүйе кез келген уақыт мезетінде арнаның мінездемелерімен үндесіп тұрады. Мысалы, энергетикасы бойынша идеалды арнада барлық OFDM тасымалдаушылары QAM64 модуляциясы және 3/4 құйынды жылдамдығы бойынша жұмыс жасайды да максималды 74,81 Мбит/с тарату жылдамдығымен қамтамасыз етеді.

Таратудың нашар кезінде барлық тасымалдаушылар үшін QPSK модуляциясы және 1/2 құйынды жылдамдық қолданады. Осы кезде тарату жылдамдығы 1,04 Мбит/с құрайды.

Бұл хаттама бойынша жеті әр түрлі модуляция комбинациялары мен құйынды кодтау жылдамдықтары қабылданған, олар хаттаманы қажетті бөгеуілге шыдамдылықпен және көптеген мүмкін тарату жылдамдықтарымен қамтамассыз етеді.Таратқыш рандомизацияны, бөгеуілге шыдамды кодтау және QPSK, 16QAM және 64QAM модуляциясын жүзеге асырады. Екі соңғы модуляция әдістері абоненттік станциялар үшін опциялы болып табылады. (2.3 және 2.4 кесте).

2.3 кесте - Таратудың мүмкін режимдері

Модуляция түрі	Құйынды кодтау жылдамдығы	Нышанға келетін ақпараттық биттер саны	OFDM-нышандағы ақпараттық биттер саны
BPSK	½	0,5	88
QPSK	½	1	184
QPSK	¾	1,5	280
QAM16	½	2	376
QAM16	¾	3	568
QAM64	2/3	4	760
QAM64	¾	4,5	856

2.4 кесте - Тарату жылдамдығының арна ені мен модуляция түрінен тәуелділігі

Модуляция	QPSK	QPSK	QAM16	QAM16
Құйынды кодтау жылдамдығы	1/2	¾	½	¾
1,75	1,04	2,18	2,91	4,36
3,5	2,08	4,37	5,82	8,73
7,0	4,15	8,73	11,64	17,45
10	8,31	12,47	16,63	24,94
20	16,62	24,94	33,25	49,87

802.16 стандартының 802.11 стандарттарынан айырмашылығы арналардағы қайшылықтарға бірден шешім табатын хаттаманың қолдану мүмкіндігі болып табылады.

802.11 стандартының құрылғылары Ethernet қағидалары бойынша жұмыс істейді, олардың барлығы радиотрактке қатынауға тең құқылы болады, коллизияның пайда болу жағдайында қайшылықтарды шешу кездейсоқ уақыт аралығында ортаның басып алуды қайталау арқылы жүзеге асады. 802.16 стандартында ерекшеленген құрылғы болады - оператордың базалық станциясы, өзінің қол астындағыларға радиоортаға қатынау мүмкіндігін үлестіреді. Нәтижесінде радиожиілік қорларын тиімді қолдануға және тиімді деректер таратуды қамтамасыз етеді.

2.11 IEEE 802.16 стандартының құрылымы

Абоненттік станциялардан базалық станцияларға деректер тарату екі көпстанциялық қатынау әдістер комбинациясынан тұрады: DAMA – сұраныс арқылы қатынау және TDMA уақыт бойынша бөліну арқылы қатынау. Физикалық деңгейдің пакеттер құрылымы MAC деңгейдің пакеттерінің айнымалы ұзындығын қолдана алады. Таратқыш кездесоқтығы, бөгеуілге шыдамды кодтау және QPSK, 16QAM және 64QAM модуляциясын жүзеге асырады. Екі соңғы модуляция әдістері абоненттік станциялар үшін опциялы болып табылады.

Базалық станциядан абоненттікке таратылу бір сектордың барлық абоненттік станциялары үшін біртұтас ағында уақыттық дуплекс режимінде орындалады. Таратқыш кездесоқтығы, бөгеуілге шыдамды кодтау және QPSK, 16QAM және 64QAM модуляциясын жүзеге асырады. Екі соңғы модуляция әдістері базалық станциялар үшін опциялы болып табылады.

Жүйедегі мәлімет екі субфреймдерге жіктелетін фреймдермен беріледі. Біріншісі базалық станцияда тарату үшін қолданылады, екіншісі – абоненттермен беріледі.

Wi-MAX желілерінің жабдықтары арналар ені 10 МГц болатын 2 ГГц – 11 ГГц жиіліктер диапазонында жұмыс істейді. Әлбетте, әртүрлі елдердің жиілік ауқымдарының үлестірілуі әртүрлі болғандықтан, Wi-MAX жұмысының әр түрлі бөліктерде болу мүмкіндігін қажетті екендігін көрсетеді. Жиілік диапазондарының сонша кең шашылуы әлемнің көптеген елдерінің ерекшеліктерін есепке алу үшін таңдалған. Осыдан, Wi-MAX үшін Солтүстік Америкада 2,5 және 5 ГГц жиілік диапазоны қолданылады, Орталық және Оңтүстік Америкада - 2,5, 3,5 және 5 ГГц, Таяу Шығыс, Африка, Батыс және Шығыс Еуропада – 3,5 және 5 ГГц, Азия-Тынық Мұхит өлкелерінде - 2,3, 3,5 және 5 ГГц жиілік диапазондары қолданылады.

Wi-MAX негізі бойынша T1 желілер жылдамдығымен, қазіргі заманғы Wi-Fi желілеріне қарағанда жамылу аймағы мен өнімділігі өте жоғары болып келетін технология болып табылады. Өз кезегінде, Wi-MAX технологиясының "магистралдық тармақтарының" жалғасы болып Wi-Fi жергілікті желілері, бизнес және тұрмыстық DSL кабельдік желілері табылады.

Радиусы 10 километр және одан көп болатын аймақта байланыспен қамтамассыз ететін Wi-MAX нүктелері біршама аудандарға жамылу аймағын құрады, және қызмет көрсету провайдерлеріне "байланыстың соңғы миля" деген түсінігін шешудің иілгіш шарттарын ұсынады.

Қорытындылай келгенде, 802.16 стандартының негізгі мінездемелері әсер ету қашықтығы 50 километрге дейін, тікелей емес көрімділік аймағында жұмыс істей алу мүмкіндігі, болашақта базалық станцияның 6 жамылу секторының бір секторының өзі 70 Мбит/с шектік деректер тарату жылдамдығын қамтамассыз етуді қарастырады.

2.12 Wi-Max технологиясының жұмыс істеу принципі

Жүйе екі негізгі бөлімдерден тұрады:

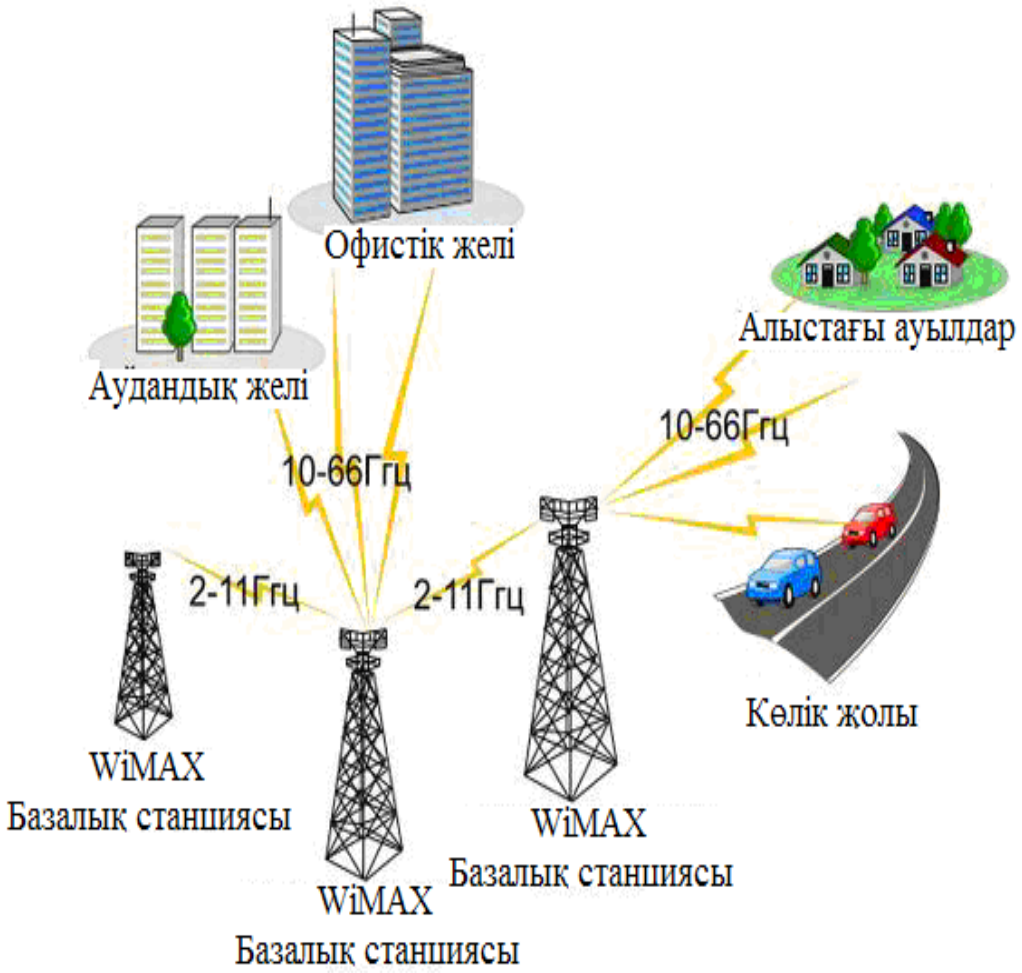
– базалық станциядан (Wi-Max): ғимаратта немесе мұнарада, биік объектілерде орналасуы мүмкін;

– қабылдаушы антеннадан (Wi-MAX): антенна қабылдауышпен, PC Card карталары түрінде - факторда, ДК кеңейтулер карталары немесе сыртқы карта.

Базалық станциямен клиентік құрал-жабдықтығы аралығы жоғары жиілік (2-11 ГГц) диапазонында байланысады.Осы байланыс идеалды жағдайда мәліметтерді 20 Мбит/с жылдамдықпен бере алады және де базалық станциямен пайдаланушы арасында тура көруді қажет етпейді. Wi-MAX базалық станцияның жұмыс істеу режимі кең қолданылатын стандартқа таяу 802.11 (Wi-Fi), сондықтан оның алдында шығарылған пайдаланушының құрылғысымен Wi-Max–тың бір-біріне сәйкес келеді.

Бұл локальді желінің кабельдіктен WiMAX-қа ауысқанда аудандық және офистік инфрақұрылымының сақтап қалады. Компьютерлерді қосу үшін таныс технологияны қолданғандықтан жаңа желіні құру оңай болады (2.16 сурет).

Wi-MAX желілерінің жабдықтары арналар ені 10 МГц болатын 2 ГГц – 11 ГГц жиіліктер диапазонында жұмыс істейді. Әлбетте, әртүрлі елдердің жиілік ауқымдарының үлестірілуі әртүрлі болғандықтан, Wi-MAX жұмысының әр түрлі бөліктерде болу мүмкіндігін қажетті екендігін көрсетеді. Жиілік диапа-зондарының сонша кең шашылуы әлемнің көптеген елдерінің ерекшеліктерін есепке алу үшін таңдалған. базалық станц провайдердің желісіне көбірек қосылған соғұрлым мәліметтерді беру жылдамдығы және сенімділігі жоғары болады. Қалған 50 % тура көру мүмкіндігі ереже бойынша берілмеген. IEEE институты 802.16 стандартына толықтырулар өңдеп шықты, яғни 2 – 11 ГГЦ жиілігі, бір жиілікті берілуі (Singel Carrier, SC) басқа, ортогональды жиілік мультиплексациялау (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) муль-типлексацялаунегізінде көптеген мүмкіншлік (OFD Multiplex Access, OFDMA). 2.16 суретте - станция мен антеналар арасындағы байланыс жиіліктері көрсетілген.



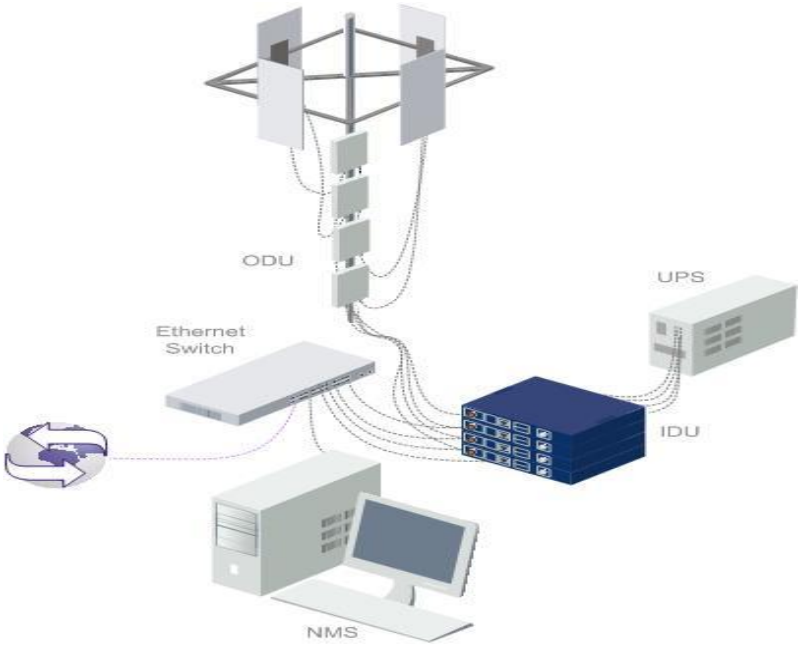
2.16 сурет - Станция мен антеналар арасындағы байланыс жиіліктері

Есте сақтау керек WiMAX технологиясы "соңғы миль" ретінде – провайдермен пайдаланушының аралығындағы бөлімшеде ғана емес және регионды желідегі аймақтарға да: офистерге, аудандарға да қойылады.

Екі базалық станцияның арасында жоғарғы жиілік (10-66 ГГц) режимі арқылы тура көру (line-of-sight) тұрақты байланыс орнатылады. Бұл байланыс идеалды жағдайда мәліметтерді 120 Мбит/с жылдамдығымен бере алады. Тура көрудің шартының шек қоюлуы, әрине, жақсы емес, бірақ ол тек қана базалық станцияларға ғана жүктеледі.

Кем дегенде бір базалық станция кең жолақты шапшаң қосу арқылы провайдердің желісіне тұрақты қосылады (Т3 немесе тұрақты жоғарғы жылдамдықты кепіл ететін байланыс). Нақты айтқанда неғұрлым базалық станция провайдердің желісіне көбірек қосылған соғұрлым мәліметтерді беру жылдамдығы және сенімділігі жоғары болады. Алайда ұялық топологиясына байланысты рұқсат нүктесі көп болмаса да жүйе жүктемені дұрыс үлестіре алады.

Ірі объектілерді (мысалы, таулы сілемдер) айналып өту үшін ұялық принципі негізінде оптималды желілерді құру жолдарын өңдеуге болады, ол бірнеше базалық станция мәліметтерді эстафеталық қағидалармен береді. 2.17 суретте - WiMAX базалық станциясының сұлбасы көрсетілген.



2.17 сурет - WiMAX базалық станциясының сұлбасы

Құрылымы жағынан 802.16 стандарты дәстүрлі мобильдік желілерге өте ұқсас: мұнда да радиусы 50 км дейін жетеді, оларды мұнараларға қою міндетті емес, үйлердің төбелеріне де қоюға болады, тек тура көру шарты орындалса жеткілікті. Пайдаланушыны базалық станцияға қосу үшін арнайы абоненттік жабдықтау қажет. Одан әрі сигнал нақтылы компьютерге стандартты Ethernet кабельмен түсе алады немесе 802.11 Wi-Fi стандарты рұқсат нүктесіне де түсе алады.

2.13 Wi-Max технологиясын басқа сымсыз қатынау технологиялармен салыстыру

Сымсыз технология кәсіпорынның компьютерлік желілерін кеңейту мен модернизациясы кезінде пайда болатын қиындықтарды шешу мақсатында қолданылады. Сымсыз компьютерлік желілер мен байланыс жүйелері сымды желілерді орнату қиын, мүмкін емес немесе экономикалық жағынан тиімсіз болған кезде қолданылады. Мысалы, кәсіпорынның жаңадан пайда болған бөлімі немесе филиалы үшін компьютерлік желіні тез арада қосу керек болған жағдайда; алшақ орналасқан объектілерге баратын жұмысшыларды кәсіпорынның желісіне қосу кезінде; немесе желіні қысқа мерзімді жалға алынған алаңдарда орнату кезінде. Сымсыз технологияны қолдану нәтижесінде желі абоненттеріне елеусіз түрде сымды және сымсыз сегменттерді бірыңғай инфрақұрылымға біріктіретін желі пайда болады.

Wi-Fi технологиясы деректерді таратудың өте ыңғайлы және

экономиялық үнемді тәсілі болып табылады, және де оның мобилділігін, қолданудағы ыңғайлығын, ең бастысы бағасы қымбат емес саясатын есепке алатын болсақ. Сондай–ақ жақсы деректерді тарату жылдамдығымен қамтамассыз етеді. Арнаның өткізу қабілеттілігі 108 Мбит/с дейін құрайды. Wi-Fi желісінің бір қатынау нүктесінің жамылу аймағы 50 мен 300м аралығында алады, бұл технологияның негізгі орналасу орындары кәсіпорын кеңселері, оқу орындары, ойын – сауықтыру орындары және тағы басқалар болып табылады. Пәтерлік секторларды өте сирек қолданылады. Wi-Fi негізінен кеңседе құрылып қойған жергілікті желінің тек жалғасы ретінде қолданылады. Оның кіші масштабтылығын және басқада кемшіліктерін есепке алатын болсақ, бұл технология біздің жоба үшін тиімсіз, әрі қолайсыз болады, сондықтан басқа сымсыз байланыс технологиясын таңдаймыз.Wi-Fi негізінен кеңседе құрылып қойған жергілікті желінің тек жалғасы ретінде қолданылады.

WI-MAX және Wi-Fi технологияларын салыстырулар сиректік емес, оған себеп, бұл терминдердің дыбысталуының ұқсастығы, олардың құрылған стандарттарының атауларының (IEEE стандарттарының екеуі «802» деп басталады) ұқсастығы болып табылады, және екі технология да сымсыз байланысты қолданады және интернетке қосылуға көмектеседі. Бірақ, бұған қарамастан, бұл технологиялар әр түрлі жағдайларды шешу үшін бағытталған.

Wi-MAX және Wi-Fi мүлде әр түрлі QualityofService (QoS) механизмдерімен жұмыс істейді. WiMAX базалық станция мен тұтынушының құрылғысы арасындағы байланысты орнату механизімі бойынша жұмыс жасайды.

Әрбір қосылу арнайы жоспарлау алгоритміне негізделген, олар өз кезегінде кез келген қосылу үшін QoS параметрімен кепілдік бере алатды. Wi-Fi технологисында QoS механизмі Ethernet-ке ұқсас болып келеді, ол кездепакеттер әр түрлі басымдылықтар алады. Мұндай жол әрбір қосу үшін бірдей QoS параметрлеріне кепілдік бермейді.

WLL технологиясы масштабы бойынша сымсыз қатынаудың ең белсенді технологиясы. Оның сигналының әсерінің алыстығы шамамен 20-30 шақырымынды құрайды.

Арнаның өткізу қабілеттілігі 8 Мбит/с құрайды. Технология деректер таратудың көптеген стандарттарын қолдай алады. Бұл технологияның кемшілігі, WLL көбінесе тек қана кейбір құрылымдарды байланыстыру үшін ғана қолданылады немесе тек қана бір абонентпен байланыс үшін, себебі байланыс сапасының басты шарты БС мен абонент арасындағы тікелей көрімділік болып табылады. Біз үшін бұл жағдай бірден қызықты емес, егер де жобаны қала ішінде орналастыратын болсақ, қалада сигнал тарату үшін кедергілер өте көп.

Wi-MAX технологиясы кең жолақты қатынаудың жаңа технологияларының бірі. Қалалық құрылыс жағдайында 50 км кең масштабталу, 70 Мбит/с дейін жоғары өткізу қабілеттілігі технологияның басты ерекшеліктері болып табылады. Бұл біздің жоба үшін оны тартымды

ететін мүмкіндіктерінің толық тізімі емес.Бұл технологияның жаңалануы мен тұрақты өңделуі, оны болашағы зор және телекоммуникацияның жоғары табысты саласына айналдырады.

2.14 Ауа райының сигналға әсерін талдау

Қазіргі уақытта барлық радиоэлектрондық құрылғыларды жобалау үрдісін автоматтандыруға деген тенденциялар функционалды модельдеу, жеке сұлбалардың жұмысын модельдеу және т.б. тапсырмаларды шешетін бірнеше автоматты жобалау жүйелерінің пайда болуына әкеліп соқты. Осындай автоматты жобалау жүйелерінің бірі болып «Elanix» фирмасының SystemView жүйесі табылады. Берілген бағдарлама техникалық құрылғының моделін, физикалық құбылысты және онда жүріп жатқан үрдістерді талдауға рұқсат етеді.

Осы бітіруші жұмыста SystemView жүйесі жоғарыжиілікті радиосигналдың атмосфера арқылы өтуін модельдеу үшін қолданылған. Берілген модель көмегі арқылы әртүрлі метеожағдайларда сигналдың атмосферадағы әлсіреуін зерттеуге болады. Берілген модельде SystemView бағдарламасымен қатар Matlab жүйесі де қолданған

Тропосфера – Жер бетінен шамамен 10 км биіктікке дейін созылған және ауа мен су буының негізгі бөлгінен тұратын атмосфераның төменгі бөлігі. Біз қарастырып отырған жиіліктер аумағында атмосфераның әсері атмосферадағы радиотолқындардың әлсіреуі (жұтылуы), рефракция нәтижесінде сәуле траекториясының қисаюы, түрінің өзгеруі және радиотолқынның поляри`зация жазықтығының айналуы, атмосфераның жылулық сәулеленуі мен жұту шуылдары негізінде бөгеуілдердің пайда болуы түрінде байқалады.

Аталып өткен факторлардың біріншісін қарастырайық – сандық бағалауы L_a коэффициенті арқылы анықталатын атмосферадағы радиотолқындардың жұтылуы. 500 МГц жоғары жиілік аумақтарында жұтылудың негізгі бөлігі тропосфера, дәлірек айтқанда, тропосфера газдары – оттегі және су буы арқылы, сонымен қатар жаңбыр және басқа да гидрометеорлар арқылы (ионосфера және тропосфераның басқа газдарының, мысалы, қосоттекті көміртегі немесе азот, рөлі өте кішкентай) анықталатыны белгілі. Сұйық гидрометеорлар қатты құрылымды гидрометеорларға қарағанда сигналдың әлсіреуіне ең көп әсер ететінін ескерте кетсек жөн.

Бос кеңістіктегі энергияның әлсіреуі таратқыштан алыстатқанда қуат ағынының азаюы арқылы анықталады. Ол келесі формула арқылы анықталады

$$L_0 = \frac{16\pi^2 d^2}{\lambda^2} \qquad (2.1)$$

Мұндағы d – бұғу қашықтығы (таратқыш және қабылдағыш антенналар арасындағы қашықтық), км;

λ – толқын ұзындығы, м.

Сандық бағалау үшін келесі формуланы қолданған ыңғайлы болып табылады:

$$L_a = L_{O_2}{}' l_1 + L_{H_2O}{}' l_2 \qquad (2.2)$$

Мұндағы $L_{O_2}{}'$ және $L_{H_2O}{}'$ – оттегідегі және су буларындағы ауа райы жұтуының коэффициенттері, дБ/км;

l_1, l_2 – берілген орталардағы сигналдың жүріп өткен жолының сәйкесінше ұзындығы, км.

Стандарты атмосферадағы сигналдың жүріп өткен жолының сәйкесінше ұзындығы, атмосфераның эквивалентті қалыңдығынан ғана емес, сонымен қатар, базалық станцияның антенна орнының бұрышына β және базалық станцияның теңіз бетінен биіктігіне h_3 да тәуелді болатыны анық:

$$l_1 = (h_{O_2}{}' - h_3) \cdot \cos ec(\beta), \qquad (2.3)$$

$$l_2 = (h_{H_2O}{}' - h_3) \cdot \cos ec(\beta) \qquad (2.4)$$

Мұндағы $h_{O_2}{}'$ және $h_{H_2O}{}'$ - оттегі және су булары үшін эквивалентті атмосфера қалыңдығы, км.

Бос кеңістіктегі энергияның әлсіреуін ескере отырып формулалар бойынша есептеулер нәтижесі 1.8 суретте көрсетілген.

Олар жоғалтулардың тұрақты құрамасы болып табылатын және 100 % уақыт бойы орын алатын гидрометеорлар жоқ тыныш атмосферадағы жұтуды береді.

Гидрометеорлардағы әлсіреуді бағалау тыныш атмосфераға қарағанда қиынырақ тапсырма болып табылады, себебі жұтылу бұл жағдайда гидрометеорлар түріне (жаңбыр, қар, тұман), жауын-шашын қарқындылығына, олардың түсу аймағының өлшемдеріне, қарқындылықтың аймақ бойынша таралып бөлінуіне және гидрометеорлардың бөлшектер өлшемдерінің таралып бөлінуіне тәуелді болады.

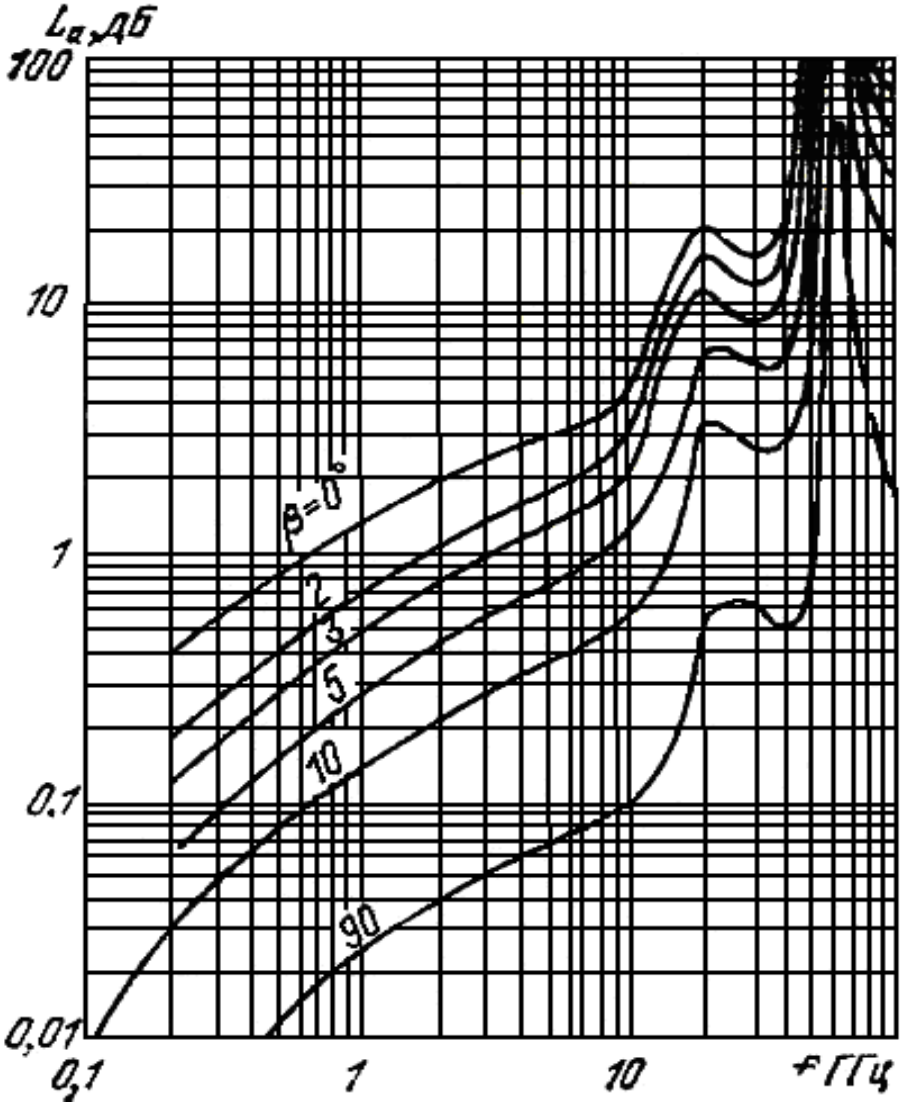
$$L_Д = L_Д{}' \cdot l_3 \qquad (2.5)$$

Мұндағы $L_Д{}'$ – погондық жұтылу коэффициенті;

l_3 – сигналдың жүріп өткен жолының сәйкесінше ұзындығы, км.

Сигналдың әлсіреуіне ең көп әсер ететін сұйық гидрометеорлар – жаңбыр, тұман, су қар; қатты құрылымдағы әлсіреу біршама аз. Өлшеулі бөлшектердің – аэрозольдердің – болуы, іс жүзінде сигналдың жұтылуына әсер етпейді, сондықтан жай жағдайларда ескерілмей кетсе де болады.

Тұманда, бұлттарда және жауын-шашын кездерінде су тамшыларында энергияның тікелей жұтылуы және осы тамшыларда радиотолқындардың шашырауы арқылы түсіндірілетін радиотолқындардың қосымша жұтылуы орын алады. 2.18 суретте - бос кеңістіктегі энергияның әлсіреуі көрсетілген.

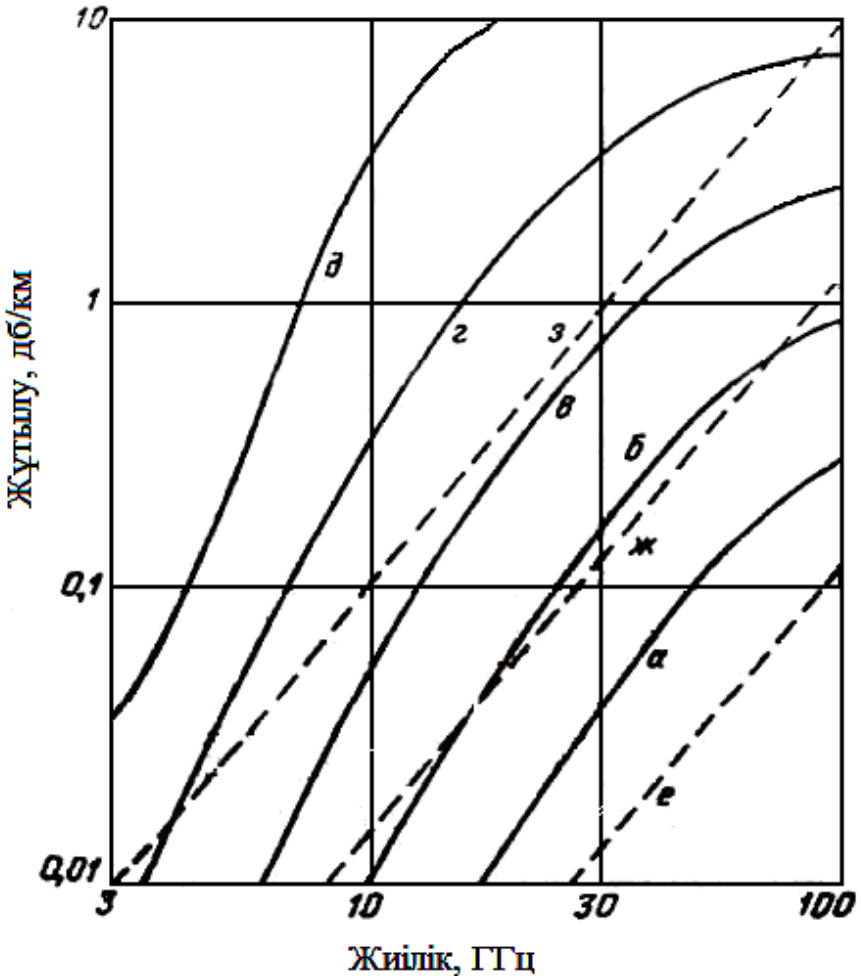


2.18 сурет - Бос кеңістіктегі энергияның әлсіреуі

Тұманда, бұлттарда және жауын-шашын кездерінде су тамшыларында энергияның тікелей жұтылуы және осы тамшыларда радиотолқындардың шашырауы арқылы түсіндірілетін радиотолқындардың қосымша жұтылуы орын алады.

Соңғы жағдайда толқынның жұтылуы энергияның жан-жаққа шашырауы арқылы түсіндіріледі, сонымен бірге шашырау эффекті тамшылардың радиусының толқын ұзындығына деген қатынасына тәуелді және ірі тамшылар үшін қатты байқала басталады.

Тұман және бұлттар үшін жұтылудың тәжірибелі қисықтары 2.19 суретте келтірілген. Тұтастай сызылған қисықтар жаңбыр кезіндегі жұтылуларды анықтайды: а – жылдамдығы 0,25 мм/сағ майда жаңбыр; б – әлсіз жаңбыр (1 мм/сағ); в – орташа жаңбыр (4 мм/сағ); г – қатты жаңбыр (16 мм/сағ); д - өте қатты жаңбыр (100 мм/сағ). Үзікті қисықтар тұман және бұлттардағы жұтылуды анықтайды: е – көру қашықтығы шамамен 600 м, конденсацияланған су тығыздығы р = 0,032 г/м^3; ж – р = 0,32 г/м^3, көру қашықтығы шамамен 120 м; з – р = 3,2 г/м^3 кезінде, көру қашықтығы шамамен 30 м болады. 2.19 суретте - тұман және бұлттар үшін жұтылудың қисықтары көрсетілген.



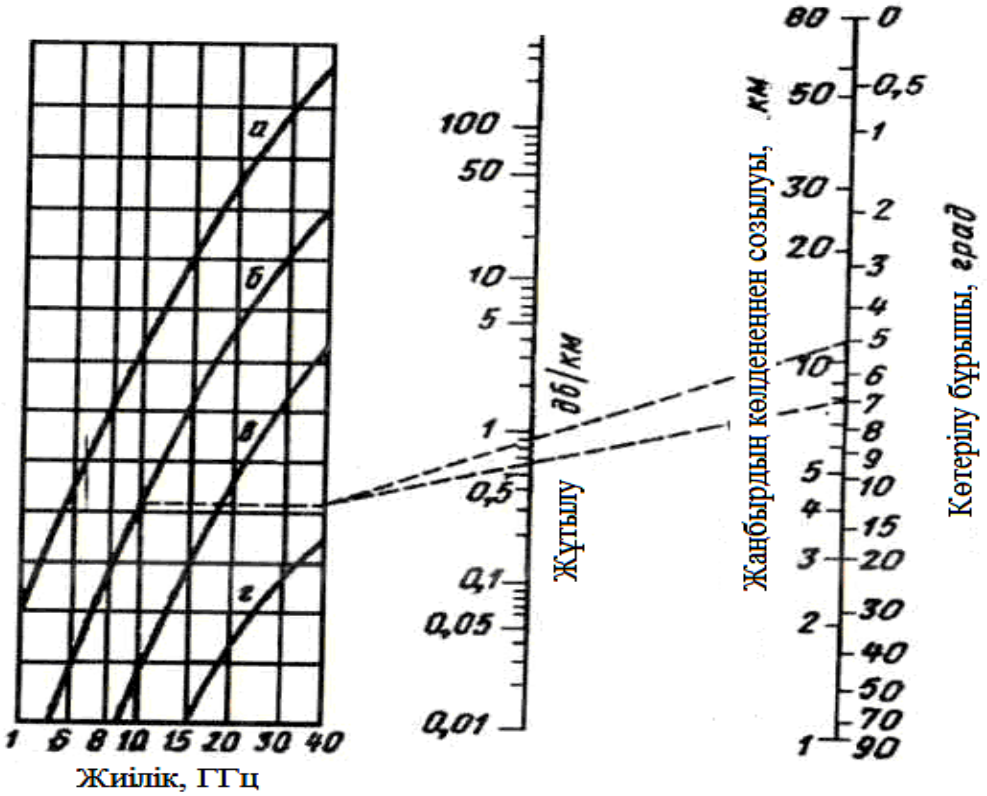
2.19 сурет - Тұман және бұлттар үшін жұтылудың қисықтары

Жаңбыр кезіндегі жұтылуды анықтауды оңайлату үшін 1.10 суретте келтірілген номограмманы қолданған ыңғайлы. Сызықтар: а – қатты жаңбыр (16 мм/сағ); б – орташа жаңбыр (4 мм/сағ); в - әлсіз жаңбыр; г – себелеген жаңбыр (0,25 мм/сағ). Есептеу мысалы. Менің жұмысым үшін берілгені: f = 2,5 ГГц; α = 5°; жаңбырдың көлденеңнен ұзындығы – 8 км, тіктен ұзындығы – 3 км. Номограмма бойынша жаңбырдағы жұтылу 3·0,9 = 2,7 дБ тең екенін анықтаймыз.

Кейбір климаттық аудандар үшін қабылданатын сигналдардың деңгейіне қар (әсіресе, су қар), сонымен бірге бұршақ та біршама әсер етеді. Қар мен бұршақтағы погондық жұтылудың коэффициенті сол интенсивтіліктегі жаңбырмен салыстырғанда біршама аз.

Су қар туғызатын жұтылу интенсивтілігі сондай болатын жаңбыр кезіндегідей болады, бірақ кейбір жағдайларда (су қарының ірі ұлпандары жауған кезде) ол жаңбырға қарағанда 4...6 есе көп болуы да мүмкін. Тәжірибелер мұндай жағдай өте аз кездесетінін көрсете отырып, есептеулер кезінде іс жүзінде тек жаңбырдағы жұтылуды ескере беруге болатынын айтады.

Ортадағы толқындардың таралуының өзгеруі – рефракция құбылысы. Сигнал атмосфера бойымен өткен кезде оның траекториясының қисаюы рефракция деп аталады. 2.20 суретте - жаңбыр кезіндегі жұтылудың номограммасы көретілген.



2.20 сурет - Жаңбыр кезіндегі жұтылудың номограммасы2

Тропосфералық рефракция жиілікке тәуелсіз. Атмосфераның стандартты моделі үшін кішкентай бұрыштар үшінтропосфералық рефракцияның тұрақты құрамасының градустағы формуласы $\delta_{TP} \approx (n-1)ctg\beta$.

Осы рефракцияның салдары рефракцияның күнделікті емес флуктуациялары әдетте өте аз және антенна орнының бұрышында 40 аспайтын болғандықтан рефракцияның тұрақты құрамасының априорлы есептелуі нәтижесінде минимум жағдайына жеткізілуі немесе тіптен жойылуы мүмкін.. Өтіп жатқан сигналдың максимумы бойынша автоматты түрде орнатылған антенна үшін рефракция әсері іс жүзінде ескерілмейді

2.15 SystemView жүйесін қолдана отырып атмосферадағы сигналдың әлсіреуінің математикалық моделін құрастыру

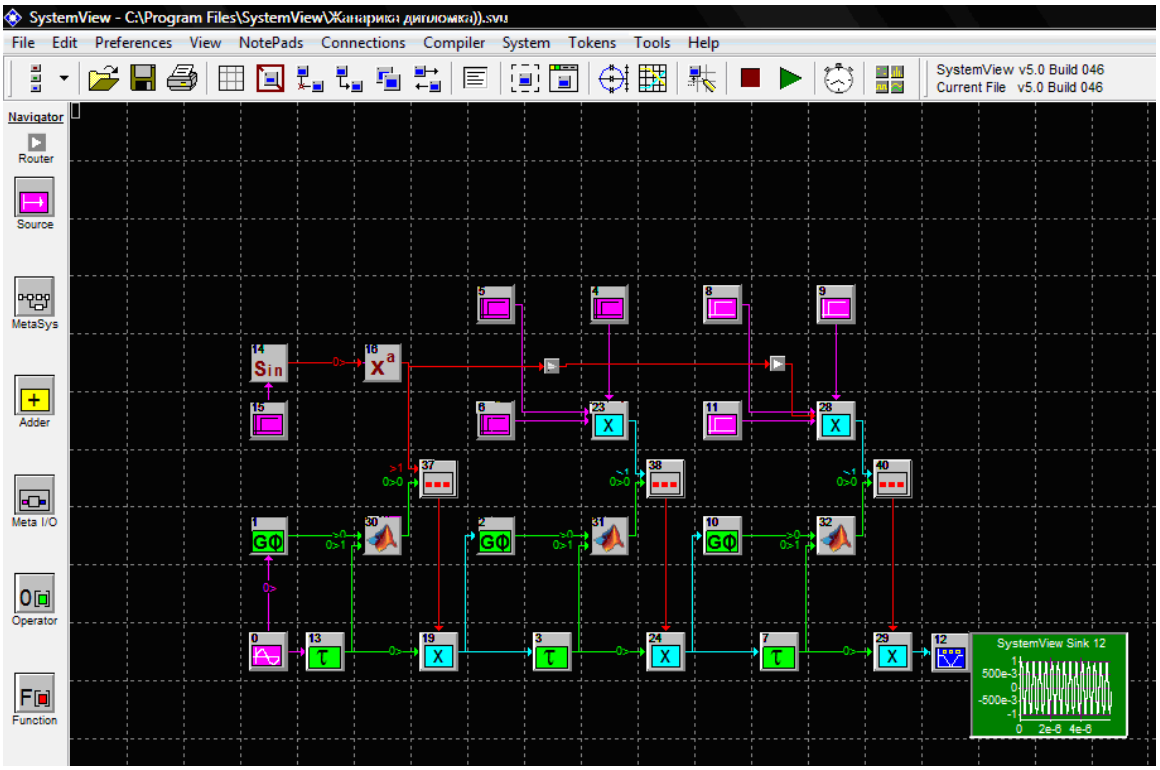
Берілген сұлба әртүрлі ауа райы жағдайлары үшін және 5 пен 90° арасындағы көтерілу биіктіктері үшін 2.16 ГГц жиіліктердегі радиотолқындардың тропосферадағы әлсіреуін есептеуге арналған.

Сұлбада тропосферадағы радиотолқындардың жұтылуының үш негізгі факторларын ескеру жүзеге асырылған:

- O_2 және H_2O молекулалары үшін жоғалтулар (басқаша айтқанда, тропосферадағы жоғалтулар);
- жаңбырдағы жоғалтулар;
- тұмандағы жоғалтулар.

Жаңбыр мен тұман үшін олардың қарқындылығы мен Жер бетінен жоғары биіктіктерін беріп есептеуге мүмкіндік бар.

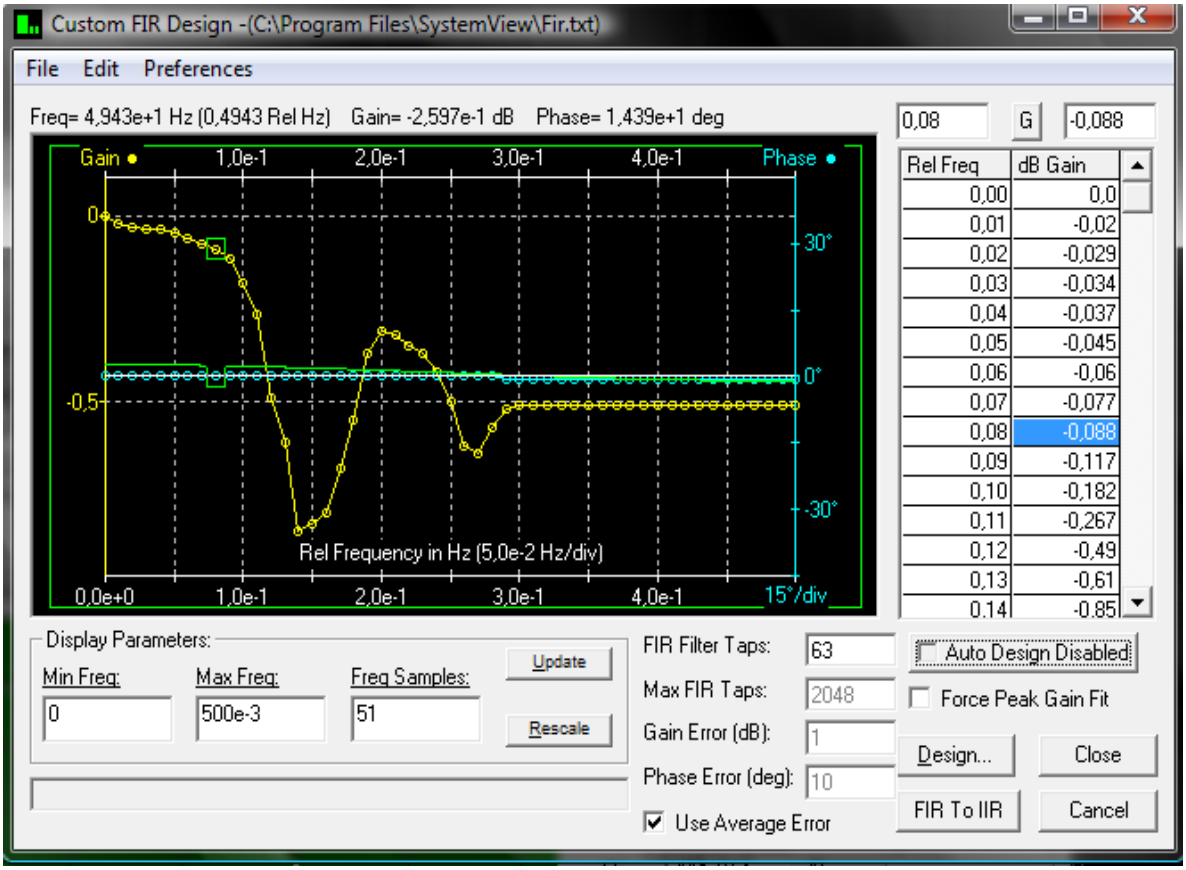
2.11 суреттегі – сигналдың әлсіреуді есептеу алгоритмін жүзеге асырған сұлбаны қарастырайық.



2.21 сурет - Сигналдың әлсіреуін есептеуге арналған модель2

Сұлба құрылымының негізі болып *1, 2* және *10* сүзгіштері табылады, оларға өтіп жатқан сигналдың әлсіреу коэффициентінің оның жиілігіне тәуелділігі енгізілген. Жұтылудың барлық үш факторларын есептеу тізбектей жүзеге асады: бірінші болыпс гидрометеорларсыз тропосферадағы жоғалтулар есептеледі, одан соң жаңбыр кезіндегі әлсіреу есептелінеді және соңғы кезекте – тұмандағы жоғалтулар. Есептеу әдістемесі барлық үш факторлар үшін бірдей болып табылады. *1* сүзгішке тропосфераның барлық ұзындығы бойынша тәуелділік енгізілген, ал екі басқасында – сигнал жүріп өткен жолдың километрі үшін әлсіреудің тәуелділігі. Барлық *3* сүзгіш Custom қосымшасында олардың АЖС нүктелерін беру арқылы анықталады. Сөйте отырып, барлық жиіліктер шкаласы біздің жағдайда 160 ГГц тең Sample rate жүйелік жиіліктің жартысына тең болады. Sample rate өзгерген жағдайда сүзгіштердің АЖС өзгеруіне әкелетіні есте сақтаған жөн, бұл қате нәтижелерге әкеліп соғады.

2.22 суретте - жауын-шашыны жоқ, көтерілу бұрышы 90° кезінде тропосферадағы әлсіреуді анықтайтын сүзгішті белгілеп беру мысалы келтірілген.

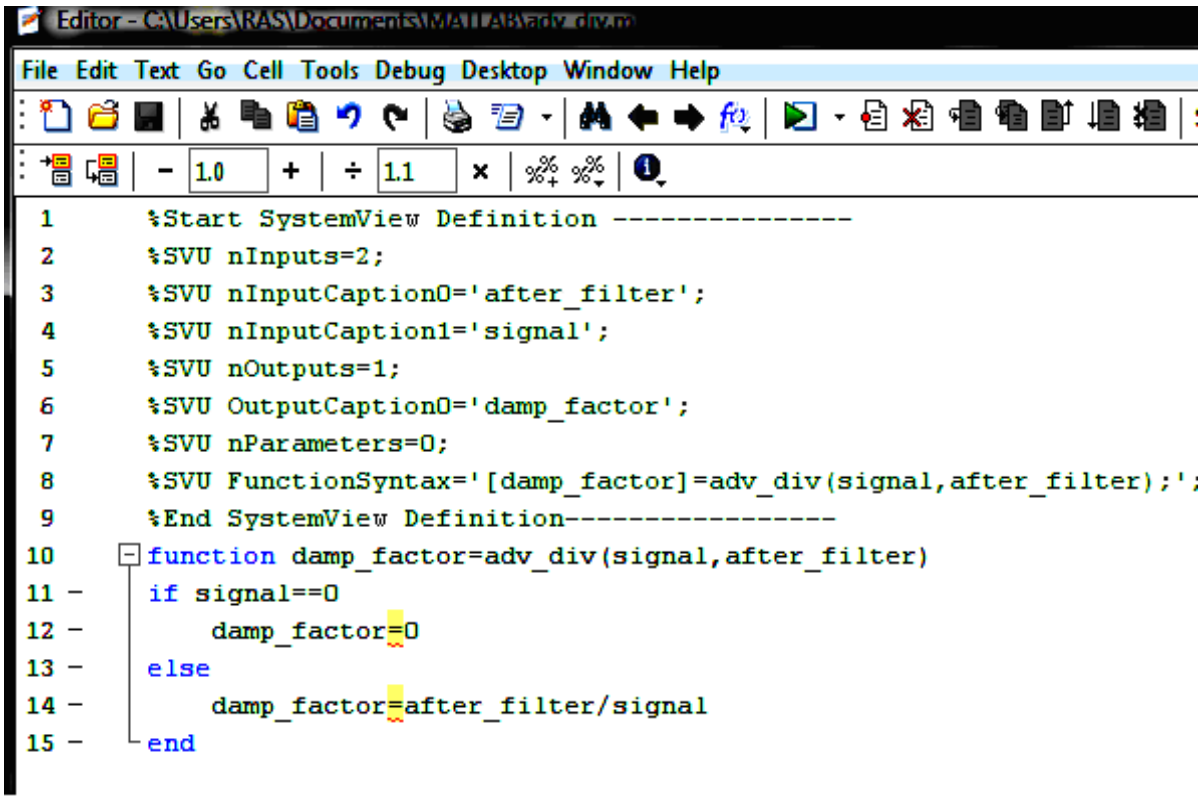


2.22 сурет - Гидрометеорсыз, көтерілу бұрышы 90° кезінде тропосферадағы әлсіреуді анықтайтын сүзгіш үшін жоғалтулар

50 ГГц жоғары жиіліктер үшін өшу коэффициенті көрсетілмейді, себебі ол жиіліктер берілген сұлбаның есептеу мүмкіндіктерінен аса түседі.

Есептелген АЖС реттелу деңгейіне жауап беретін FIR Filter Taps көрсеткіші барлық үш жағдай үшін де 63 тең, сәйкесінше кешігу уақыты барлық сүзгіш үшін де 194 пс тең болады. Ол уақыт бастапқы сигнал мен сүзгіштен өткен сигналды уақыт бойынша синхрондау үшін қызмет ететін *13, 3* және *7* блоктарында берілген.

Жаңбыр, тұман немесе «таза» тропосфера арқылы бір километр жүріп өткен сигналдың бастапқы амплитудасы k рет азайды деп есептелік, яғни $k = U_{вых} / U_{вх}$. Онда n км қашықтықта оның амплитудасы k^n рет әлсірейді де кез-келген уақыт мезетінде өткен сигналдың мәнін табу үшін берілген мезеттегі сигналдың бастапқы мәнін k^n көбейту керек. Уақыттың әр мезетіндегі k мәнін *1, 2* немесе *10* сүзгіштерінен өткен сигналды осы сүзгіштің кірісіне берілген сигналға бөлу арқылы табамыз. Ол үшін Matlab жүйесінің көмегіне жүгінуге тура келді, себебі SystemView бөлгіш-сигнал нөлге тең болғандықтан, бөлінгіш-сигнал да нөлге тең болғанымен, қате көрсетіп тұрды. Matlab процедуралары қосымша кітапханадағы M-Link құрамы арқылы жүзеге асырылады. Бөлуді жүзеге асыратын *17, 20* және *25* блоктары бағдарлама енгізілген adv_div.m файлымен байланысты. 2.23 суретте - Matlab жүйесіндегі бөлуді жүзеге асыратын бағдарлама көрсетілген.



2.23 сурет - Matlab жүйесіндегі бөлуді жүзеге асыратын бағдарлама

Берілген компоненттер екі кірістен тұратын болады да, бірінші кірістегі сигналдың мәнін тексере отырып, екінші кірістегі сигналдың мәніне бөлуді жүзеге асырып отырады; бөлімі нөлге тең болған жағдайда шығыстағы сигнал

да 0 болады (нәтиже сигналға әсер етпілмейді, себебі ол нөлге тең бастапқы сигналға көбейтіледі де, кез-келген жағдайда нөлге тең болады). Осылай істеудің бір кемшілігі жүйені жұмыс жасату үшін компьютерде Matlab бағдарламасының өзі болуы керек. adv_div.m файлы жүйе іске өосылатын компьютерде болуы тиіс, ал *17, 20* және *25* блоктарында оған жолы көрсетілуі керек.

Бұл блоктардың шығысында алынған сигнал берілген өшу факторы үшін сигналдың балама жолына дәрежеленуі. Бұл 0 кірістегі сигналдың мәнін 1 кірістегі мәнге дәрежелейтін *18, 22* және *26* элементтерінде жүзеге асады. Сигналдың балама жолы деп отырғанымыз жаңбыр немесе тұманда жүріп өткен сигналдың қашықтағын сол жаңбырдың немесе тұманның күшінен туындысы.

Соңғы мәндер *5* және *8* баспалдақты көздердің кернеуі ретінде көрсетіледі. *2* сүзгіште күші 16 мм/сағ жаңбыр үшін АЖС берілгендіктен, сигналдың эквивалентті жолын 1/16 көбейту керек, бұл осындай кернеуі бар баспалдақты көзді *6* енгізу арқылы жүзеге асады. *10* сүзгіште тығыздығы 3,2 г/мм^3 тұман үшін АЖС берілген, сондықтан *11* көздің баспалдақты кернеуі 1/3,2 = 0.3125 В тең болып алынады.

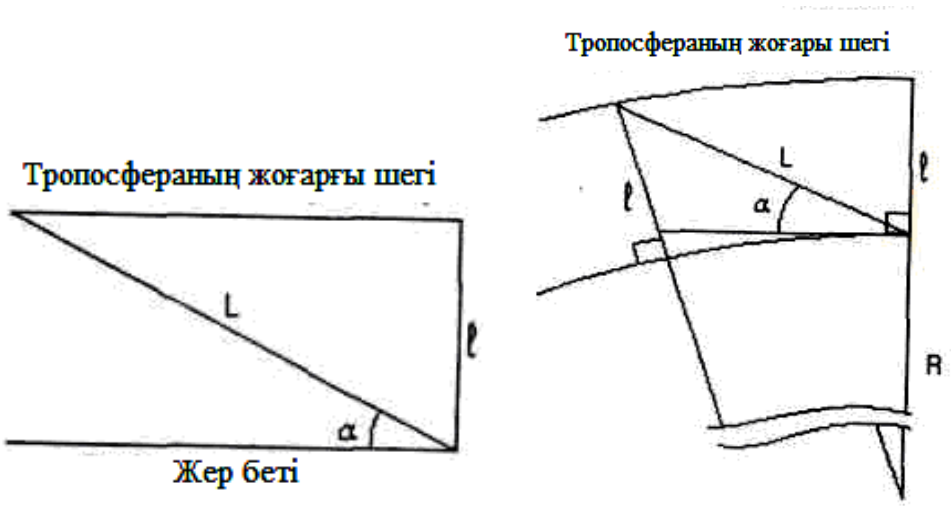
2.16 Сәуленің көкжиектен көтерілу бұрышы есебінен жүріп өтетін жолдың артуын ескеру

Егер жерді жазық бет ретінде қарастыратын болсақ, онда тропосферада өткен сигнал үшін жай теңдікті аламыз:

$$L = \frac{1}{\sin(\alpha)}, \qquad (2.6)$$

Мұндағы L=17 км, тропосфера ені;

α - сигналдың тарау бағыты мен жер беті арасындағы бұрыш. ^{o}.



а) Жер жазық бет ретінде қарастырылған

б) Жер сфера тәріздес ретінде қарастырылған

2.24 сурет - Сәуленің көкжиектен көтерілуі

Жердің сфера тәріздес екендігін ескеретін дәлірек есептеулер, күрделі нәтижелерге әкеліп соғады:

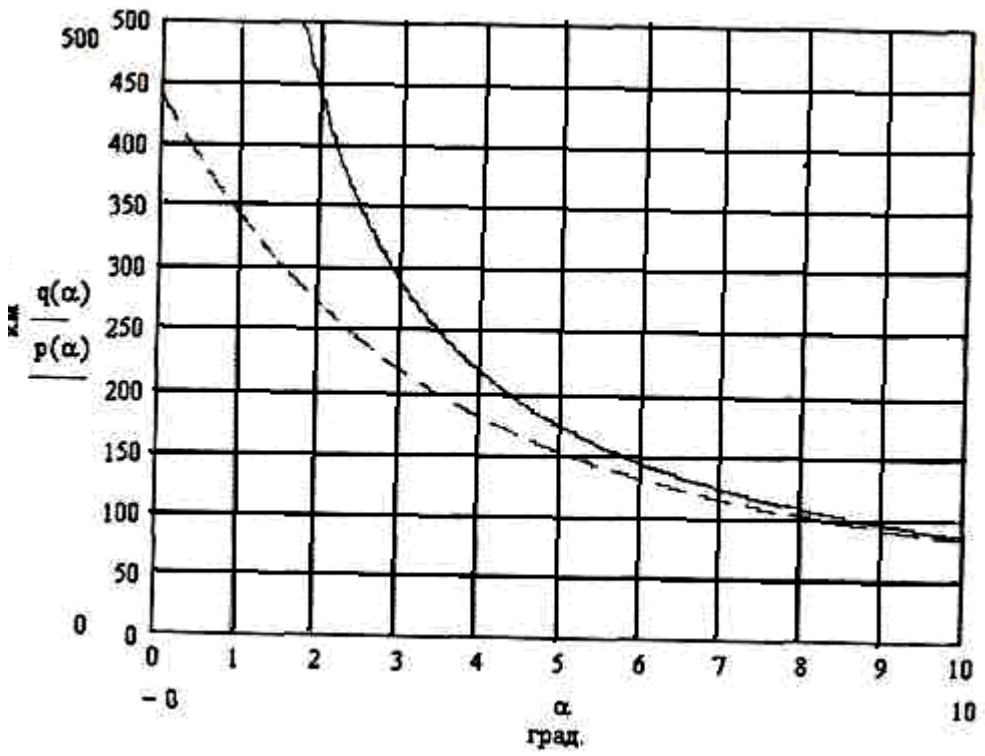
$$L = \sqrt{(1+R)^2 + R^2 - 2R(1+R)\cos(90 - \alpha - a\sin(\frac{R}{1+R}\sin(\alpha + 90)))} \quad (2.7)$$

Мұндағы R – 6400 км тең Жердің радиусы.

SystemView жүйесінде бұл тәуелділікті беру мүмкін емес, сондықтан жақындатылған теңдеу үшін оның қолдану шегін көрсету керек.

Байқалатын ауытқу тек $\alpha = 5°$ және одан да төмен мәндер үшін ғана бар. Сонымен, жақындатылған функция 0 және 85° бұрыштар арасында жақсы сипаттайды.

Сигнал тропосферада өтетін қашықтық үшін қатынас SystemView жүйесінде келесідей етіп жүзеге асырылған: кірістегі сигналдың синус мәнін беретін *14*, блок кірісіне нөлдік сигнал беріледі. α мәні *14* блоктың Phase жолындағы мәнге сәкес. Ондағы нәтиже оны -1 дәрежесіне шығаратын, бірді кірістегі кернеуге бөлетін *16* блокқа беріледі. Нәтижесі *23* және *28* блоктарға беріледі, мұнда жер бетіне қатысты жаңбыр (*4* блок*)* немесе тұман (*8* блок*)* биіктігімен көбейтіле отырып, сигналдың жаңбырда немесе тұманда жүріп өткен жолының қашықтығын береді. 2.25 суретте - *l*=17 км үшін көтерілу бұрышы есебінен жүріп өтетін жолдың артуын ескеру. Үзіксіз сызық жақындатылған, ал үзікті дәлірек келген қатынас көрсетілген.



2.25 сурет - *l*=17 км үшін көтерілу бұрышы есебінен жүріп өтетін жолдың артуын ескеру. Үзіксіз сызық жақындатылған, ал үзікті дәлірек келген қатынас

Сұлба сигналдың жаңбырдағы және тұмандағы жоғалтуларын табуға рұқсат етеді. Өшулікті есептеу үшін 2 көрсеткіштерді беру керек: жаңбыр үшін оның биіктігі мен қарқындылығы, ал тұман үшін – оның биіктігі мен су буының тығыздығы. Барлық осы шамалар Amplitude жолында сәйкесінше баспалдақты көздерде көрсетіледі. Биіктік жаңбыр үшін 4 блокта және тұман үшін 8 блокта көрсетілуі тиіс. Жаңбыр интенсивтілігі 5 блокта, ал тұман тығыздығы - 9 блокта. Жаңбыр немесе тұман әсерін толығымен алып тастау үшін бір көрсеткішті нөлге теңестірсе жеткілікті.

Көтерілу бұрышының мәні *14* элементтің Phase жолында беріледі. Сонымен қатар кейбір шектеулер жөнінде ұмытпау керек.

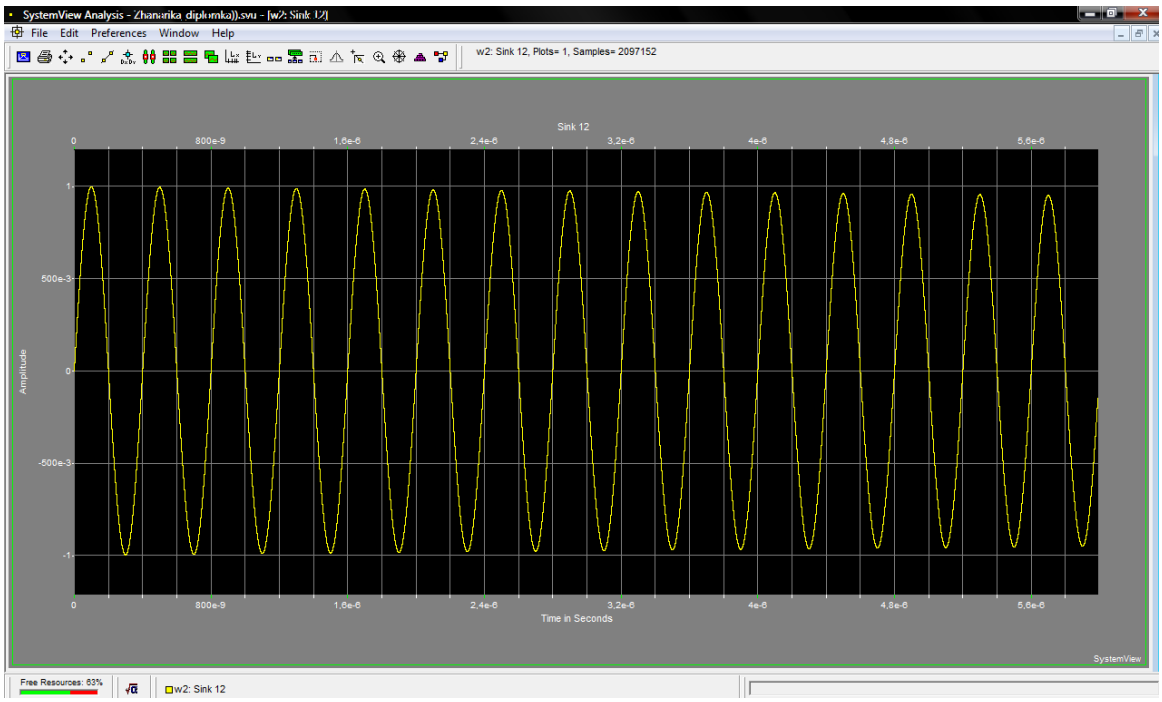
Барлық көрсеткіштерді берген соң Finish түймесін басамыз.

2.17 Нәтижеде шыққан сигналды талдау

Нәтижесінде көзге көрінетіндей сигналдың өшуін алу үшін маған ең қатты жаңбыр кезінде 40 ГГц сигналын пайдалануға тура келді.

Сонда номограмма бойынша жаңбырдағы жұтылуды анықтаған кезде 500 дб/км шықты.

Нәтижеде шыққан сигналды 2.26 суреттен көруге болады.



2.26 сурет - Нәтижеде шыққан сигнал

3 Техникалық есептеу бөлімі

3.1 Абоненттік жүктемені есептеу

Желіні ұйымдастыру алдында желінің бастапқы конфигурациясы мен даму жоспарын анықтай алатын жүйенің қиындығы мен тиімділігі арасындағы қатынастың оңтайлы 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 станцияның есептеулері сияқты берілген жүктемені жобалаудан басталады. Жүктеменің дұрыс есебі жүйенің иілгіш, кез келген жағдайларға дайын болуын қамтамасыз. 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%. Радиоарнаның қайтарым ықтималдығы бірнеше пайдасыз да болуы мүмкін, сондықтан көптеген фирмалар қатал шарттарды орнатады. Тәжірибеде шығын ықтималдығы жуық түрде 2% құрайды.

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

Жоғалту ықтималдығының дұрыс табалдырығын жүктеме нақты тарифі бар абоненттермен құралған кезде желінің эксплутациясының басталуынан кейін анықталды.

Ұялы желі жалпы халыққа қызмет ету жүйесінің мысалы болды. Онда МҚД-ң барлық қажетті сипаттамалары бар: сұраныстардың кездейсоқ ағымы, шаруалардың жалғасы.

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

$$P_q = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^{n} \frac{A^i}{i!}} \qquad (3.1)$$

(3.1) өрнек Эрланг өрнегі деп аталады және ол бойынша желі қызметінің жұмыс істеуінің ең маңызды көрсеткіштері – шақырулардың орындалмау ықтималдығы p_q мен жүктеме А және арналар саны n біріктіріледі. Берілген Эрланг өрнегін тәжірибеде қолдану бойынша ұялы байланыс желісін

жобалағанда әрқашан тиімді бола бермейді. Жүктемені өрнек бойынша анықтау үрдісінің күрделілігі оны инженерлік есептеулерде қолдану үшін қиындықтар тудырады, сондықтан берілген блокталу пайызында арналар санының келіп түсетін жүктемеден тәуелділігі кестесін қолданған тиімді.

Базалық станцияның қондырғысын есептеу үшін жүйенің бір абонентінен болатын орташа жүктемені анықтаймыз. Ол үшін абонент жүктемесін анықтауға арналған келесі өрнекті қолданамыз:

$$Y_{общ} = \frac{N_{ac} * C_{ac} * T_{ac}}{3600}, \text{ Эрл} \qquad (3.2)$$

Мұндағы C_{ac} = 2,3 шақыру/сағ – жүйенің бір абонентінен болатын КЖС кезіндегі орташа шақырулар саны;

T_{ac}= 10 минут – жүйе абонентінің шақыруының орташа ұзақтығы;

N_{ac}= 1500 – жүйедегі абоненттер саны.

Осыдан

$$Y_{жал} = \frac{1500 * 2{,}3 * 600}{3600} = 575, \text{ Эрл}$$

Жүйенің абоненттері құратын жалпы жүктемені біле отырып және жүйедегі тоқтаулар саны 2% аспауы керектігін ескеріп, Эрланг кестелері бойынша алынған жүктемеге қызмет ету үшін керекті арналар санын аламыз. 2% блокталу орындалғанда 575 Эрланг жүктемені қызмет көрсету үшін 586 радиоарна қажет болады.

WIMAX технологиясы кезінде бір тасушыда бір E1 ағынын толық пайдаланатын абоненттен 30 дауыстық қызмет пен телефон байланысының абоненттері жұмыс істей алатындықтан сондай трафиктік радиоарналар қажет болады. 6000 арналар 200 тасушыға орналасуы мүмкін.

Жоғарыда сипатталғандай орталықта орналасқан базалық станция ең көп абоненттерге қызмет көрсететіндіктен, оның сыйымдылығы жоғары болуы тиіс. WIMAX қолдану кезінде байланыс қашықтығы 10 километрге жетуі мүмкін болғандықтан, оның ресурстарын базалық станцияға бірқалыпты бөлуге болады. Орталық станция қала ортасын қамтиды, оның сыйымдылығы жоғары болады.

Арналарды базалық стансаларға бөлеміз. Жүйеде қала шеттерінде алтысекторлы сектордағы тасушылар саны максималды (теория бойынша N_{FFT}=255) болатын базалық станция орнатылады. Осылардың 200 тасушысы байланыс үшін қолданылады, ал қалғаны қызметтік мақсаттарда қолданылады. 1 базалық стансалардағы тасушылардың ортақ саны 1654тең.

Базалық стансалардың келесіде күрделіленуі пайдалану үрдісінде орындалады. Бұл сымсыз кеңжолақты рұқсат желісінің тұтынушылары құратын нақты жүктемеге тәуелді болады.

3.2 БС – АБ байланыстарының күтілетін ұзақтықтарын есептеу

Базалық станса (БС) антеннасы мен абонент жағындағы абоненттік блок (АБ) арасындағы байланыс ұзақтығын есептеуді орындаймыз. Есептеуді орындау үшін керекті бастапқы мәліметтер:

БС блогы үшін:

– таратқыштың қуаты - 30 дБм;
– қабылдағыш кірісінде деңгейдің минималды қадамы - 34 дБм;
– тарату мен қабылдаудың орташа жиілігі – 3450 МГц;
– номиналды таратқыштың қуаты БС P_{BS}= 200 мВт
– тартқыштың орташа қуаты $P_{тар}$=30 Вт
– сүзгілер мен антенна бөлгіштеріндегі сөнулер – 9 дБ;
– антеннаның бағытталу диаграммасы - 60°;
– антеннаның күшейту коэффициенті - 20 дБ;
– антеннаның орналасу биіктігі - 20 м;

АС блогі үшін:

– антеннаның күшейту коэффициенті - 2 дБ
– таратқыштың қуаты - 23 мдБ;
– жергілікті жер бедері - Δh_1 = 9 м, Δh_2 = 20 м.

Кабелдің түрін таңдаймыз, яғни антенналық фидердің көрсеткіштерін ескеру керек. Кабелдің түрі берілген жиілікте сөнуі ең аз болатындай етіп теңдей алынады. Таңдалған кабелдің түрі: RG214. Оның көрсеткіштері:

– толқындық кедергісі $\rho_ф = 75$ Ом;
– погондық сөнуі $\alpha = 0{,}035$ дБ/м.

Есептеуді жүргізу үшін барлық биіктіктер үшін ОС-та 20 метрден артық оның ұзындығын арттырумен байланысты фидердің қосымша сөнуін анықтаймыз.

$$\Delta B_ф = \alpha * (1_ф - 30), \text{ дБ}, \qquad (3.3)$$

Мұндағы $1_ф$=40 м – фидердің ұзындығы.

Фидердің ұзындығы аппаратура антенна бағанының түбінде орналасады деген шарттан анықталады және антенна биіктігіне тең етіп таңдалынады.

$$\Delta B_б = 0{,}035 * (40 - 30) = 0.35, \text{ дБ}.$$

Анықталған мәліметтерді 3.1 кестеге енгіземіз.

3.1 кесте - Фидер бойынша алынған мәліметтер

Таратушы антен-наның биіктігі h_1, м	Фидердің сөнуі $\alpha * l_ф$,Дб	$l_ф \rangle 50$ м үшін қосымша сөну, дБ
40	1.4	0.35

3.1 кестеде көрсетілгендей БС үшін антенна түрін таңдаймыз.

Антенна: жартылай толқынды вибратор.

Көрсеткіштері:

- бағытталу диаграммасының ашылуы $\Theta_E = 60^\circ$;
- күшейту коэффициенті $D_y = 20$ дБ.

$$G_{прд} = G_{прм} = 20 \text{ дБ}$$

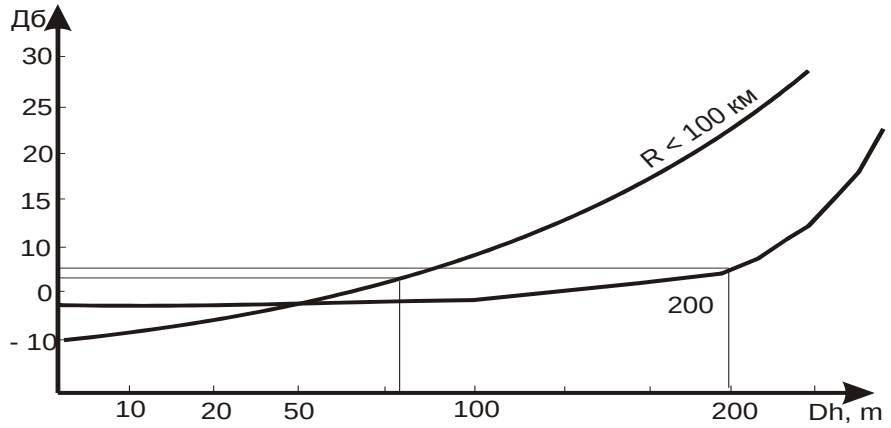
Таратқыштың номиналды қуатының $P_н$ = 200 мВт қуаттан өзгешелігін ескеретін жөндеуді есептейміз:

$$B_{р.н.} = 10 * \lg \frac{1000}{P_н} = 10 * \lg \frac{1000}{0.2} = 37 \text{, дБ} \qquad (3.4)$$

1,5 м биіктіктен өзгеше қабылдағыш антеннаның биіктігін ескеретін жөндеуді есептейміз:

$$B_{h_1} = 10 * \lg \frac{1{,}5}{h_2} = 10 * \frac{1{,}5}{9} = -7.78 \text{, дБ.}$$

Орналасу жерінің рельефін ескеретін жөндеуді келесі жолмен анықтаймыз. Орналасу жерінің рельефін ескеретін жөндеуді анықтауға арналған график 3.1 суретте - жөндеуді анықтауға арналған график көрсетілген.



3.1 сурет - Жөндеуді анықтауға арналған график

Жергілікті жер деңгейінің ығысуын Δh анықтау үшін орналасу жерінің жер қыртысын сызады және Δh ығысуын анықтайды (мысалы осылай анықтау әдісі 3.1 суретте келтірілген).

Егер Δh жоғары не төмен жаққа қарай 40 м-ден өзгеше болса, 3.1 суреттегі графиктер бойынша анықталатын өзгерістер енгізу керек. $B_{рел}$ коэффициенті осы екі графиктер және $r \langle 100$ км ескеру арқылы анықталады. 3.1 суретте келтірілген.

3.1 сурет де орналасу жерінің рельефін ескеретін жөндеуді келесі жолмен анықтаймыз. Орналасу жерінің рельефін ескеретін жөндеуді анықтауға арналған график.

Осыдан берілген жағдайға арналған жөндеулер мәні келесі шамаға тең болады:

$$B_{рел\Delta h1} = -10 \text{ дБ}.$$

$$B_{рел\Delta h1} = -5 \text{ дБ}.$$

БС тарату станциясының SS қабылдау пунктінде пайда болатын өріс кернеулігі келесі негізгі есептік өрнекпен анықталады:

$$E=E_c+B_{рн}+B_ф+B_{h2}+B_{рел}+(\alpha*1_ф)-Dy \qquad (3.5)$$

Есептеу таратушы антеннаның барлық биіктіктеріне жүргізіледі және есептеулер нәтижесі келесі кестеге енгізіледі:

$E_1(20)=34+37+9-7.78-10+1.4-20$, $E_1(20)=43.62$ дБ,

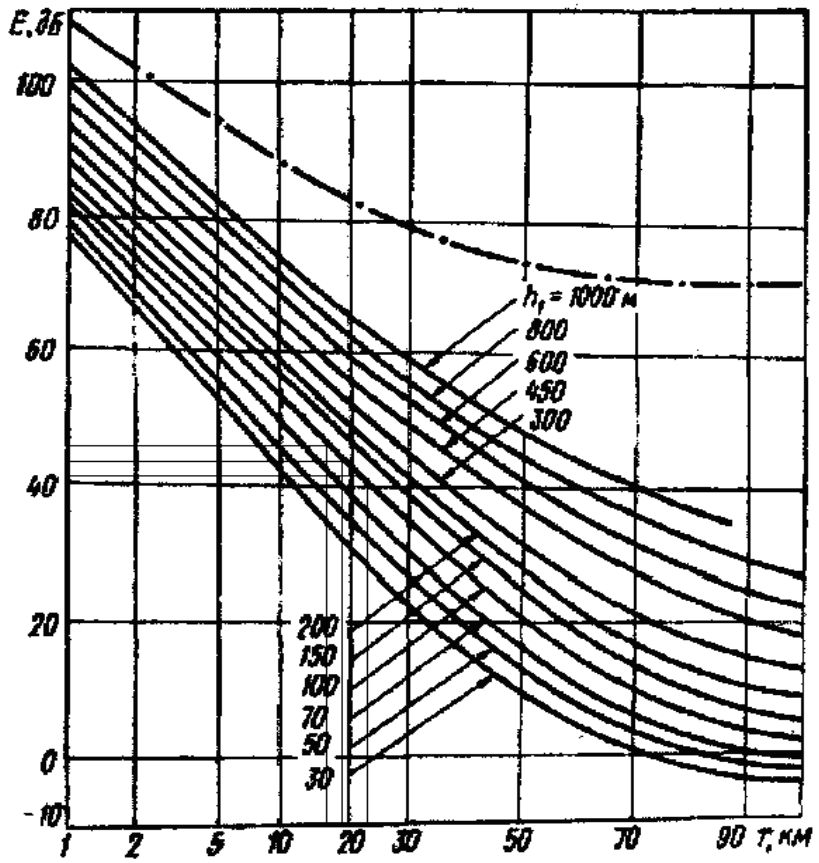
$E_2(20)=34+37+9-7.78-5+1.4-20$, $E_2(20)=48.62$ дБ,

3.1 суреттегі график бойынша биіктіктердегі таратушы антенна кезіндегі есептелінген өріс кернеулігі үшін мүмкін болатын байланыс ұзақтығын анық-таймыз. Онда алынған мәліметтерді де 3.2-кестеге енгіземіз.

3.2 кесте - Алынған мәліметтер

Таратушы антеннаның биіктігі h_1, м	Δh_1		Δh_2	
	Өріс кернеулігі Е, дБ	Байланыс қашықтығы r, км	Өріскернеулігі Е, дБ	Байланыс қашықтығы г, км
20	43.62	9,5	48,62	6.7

3.2 суреттегі график бойынша әртүрлі биіктіктегі таратушы антеналар кезіндегі есептелінген өріс кернеуліктері үшін мүмкін болатын байланыс ұзақтығын анықтаймыз.



3.2 сурет - Байланыс ұзақтығын анықтауға арналған қисықтар

3.2 суретте көрсетілгендей h_1 антеннасының биіктігі Δh_1 ең тиімді нұсқасында және Δh_2 ең нашар нұсқасында ең тиімді байланыс қашықтығын алатындай етіп таңдалады және БС пен МС арасындағы қашықтық максимумге, ал кабелдік құрылғы шығындары елеусіз болатындай шарттар орындалуы тиіс.

Есептеу кезінде БС қондырғысы тірек түбінде орналасады, ал $l_Ф$ антенналық фидер ұзындығы h_1 фидердің ортақ сөнуін арттыра отырып артады деп ескереміз.

h_1=20 м үшін қабылдау пунктінде E_{c2} өріс кернеулігі 9 дБ-ге кем екендігін ескеріп, есептеулерді жалғастырамыз:

$$E_{c2} = E_{c1} - 9 \text{ дБ}. \qquad (3.6)$$

Алынған мәнді келесі өрнекке қоямыз:

$$E = E_c + B_{рн} + B_ф + B_{h2} + B_{рел} + (\alpha * 1ф) - Dy. \qquad (3.7)$$

Сонда ОС тарату стансасы АС қабылдау орнында құрайтын өріс кернеулігі және мүмкін болатын байланыс ұзақтығы (3.4 суреттегі график бойынша анықталған) 3.3 кестедегі мәнге тең болады.

$$E_1(20)=34+37+9-7.78-10+1.4-20-9,$$

$$E_1(20)=34,62 \text{ дБ},$$

$$E_2(20)=34+37+9-7.78-5+1.4-20-9,$$

$$E_2(20)=39.62 \text{ дБ},$$

3.3 кесте - Алынған мәліметтер

Таратушы антеннаның биіктігі h_1, м	Δh_1		Δh_2	
	Өріс кернеулігі Е, дБ	Байланыс қашықтығы г, км	Өріс кернеулігі Е, дБ	Байланыс қашықтығы г, км
20	34,62	17	39,63	10

3.3 кестеде көрсетілгендей антенна ұзындығын 20м деп алғанымыз тиімді болады, себебі кабельге кететін шығынның аз мәнінде ыңғайлы байланыс арақашықтығымен қамтамасыз етеді.

3.3 БС тиесілі жүктемені есептеу

Бір секторға жіберілетін жүктеме:

$$A = n_0 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(P_B \sqrt{\pi \cdot n_0 / 2} \right)^{\frac{1}{n_0}}} \right]. \tag{3.8}$$

Мұндағы P_B - желіге түсетін шақыруға жіберілетін блокировка;

n_S - секторлар саны;

n_a - бір арнаны бір уақытта қолданатын абоненттер саны. Біздің жағдайда n_a=2.

n_0 - жалпы арналар саны.

$$n_0 = n_S \cdot n_a = 6 \cdot 2 = 12$$

$$P_B \le \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot n_0}} = \sqrt{\frac{2}{3.14 \cdot 12}} = 0.23 \qquad (3.9$$

Бір сектордағы жүктеме:

$$A = 12 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(0{,}23 \cdot \sqrt{\pi \cdot 12/2}\right)^{\frac{1}{12}}} \right] = 12 \text{ Эрл.}$$

3.4 Бір базалық станция қызмет көрсететін абоненттер саны

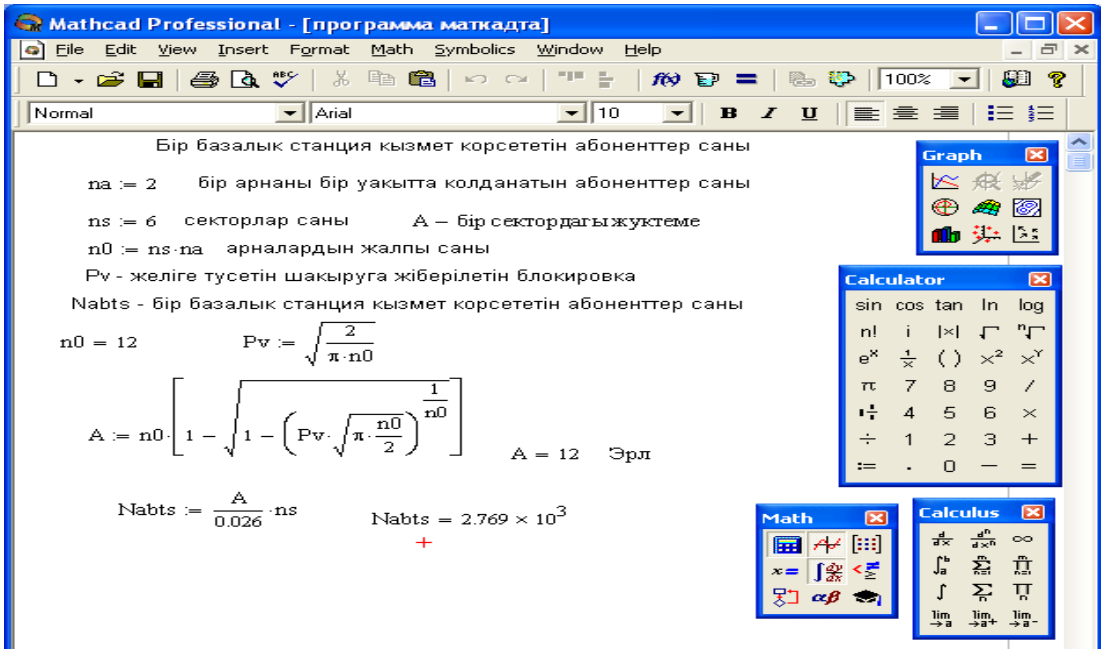
Бір базалық станция қызмет көрсететін абоненттер санын келесі өрнекпен табуға болады

N_S- секторлар саны

$$N_{aBTS} = \text{int}(A/\beta) \cdot N_S, \qquad (3.10)$$

$$N_{aBTS} = \text{int}(12/0{,}026) \cdot 6 = 2769$$

Бір базалық станция қызмет көрсететін абоненттер саны Mathcad бағдарламасы арқылы есептеп табуғада болады. Келесі 3.3 суретте бағдарлама арқылы шығарылған жолы көрсетілген.



3.3 сурет – Базалық станция қызмет көрсететін абоненттер санын Mathcad бағдарламасында есептеу

3.5 Базалық станциялар саны

Базалық станциялар саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{BTS} = \mathrm{int}\left(N_a / N_{aBTS}\right), \qquad (3.11)$$

$$N_{BTS} = \mathrm{int}\left(2000/2769\right) = 1.$$

N_a - абоненттер саны

3.6 Қабылданатын сигнал қуатын есептеу

Қабыланатын сигнал қуаты базалық және абоненттік станция арақашықтығына тәуелді. Оны келесі өрнек арқылы табамыз.

$$P_{\text{ПР}} = A - B \cdot \log R - n \cdot \log(\frac{f}{900}) + 10 \cdot \log \alpha \qquad (3.20)$$

Мұндағы А және В параметрлері қоршаған ортаға қатысты алынатын шамалар.

Үлкен қалалар үшін A= 55…80, B= 30…43 тең. Ал кіші қалалар үшін A=54, B=39 тең болады. n көбейткіші қала үшін 3 ке тең, кіші қалалар үшін 2 тең болады. α келесі өрнекпен анықтаймыз.

$$\alpha = \frac{h_B^2 h_M^m P_{\text{òàð}} G_{\text{òàð}} G_{\text{êàá}}}{3660} \qquad (3.21)$$

Мұндағы $P_{\text{тар}}$ – таратқыш қуаты, Вт;

$G_{\text{тар}}$, $G_{\text{қаб}}$ – антеннаның күшейту коэфиценті;

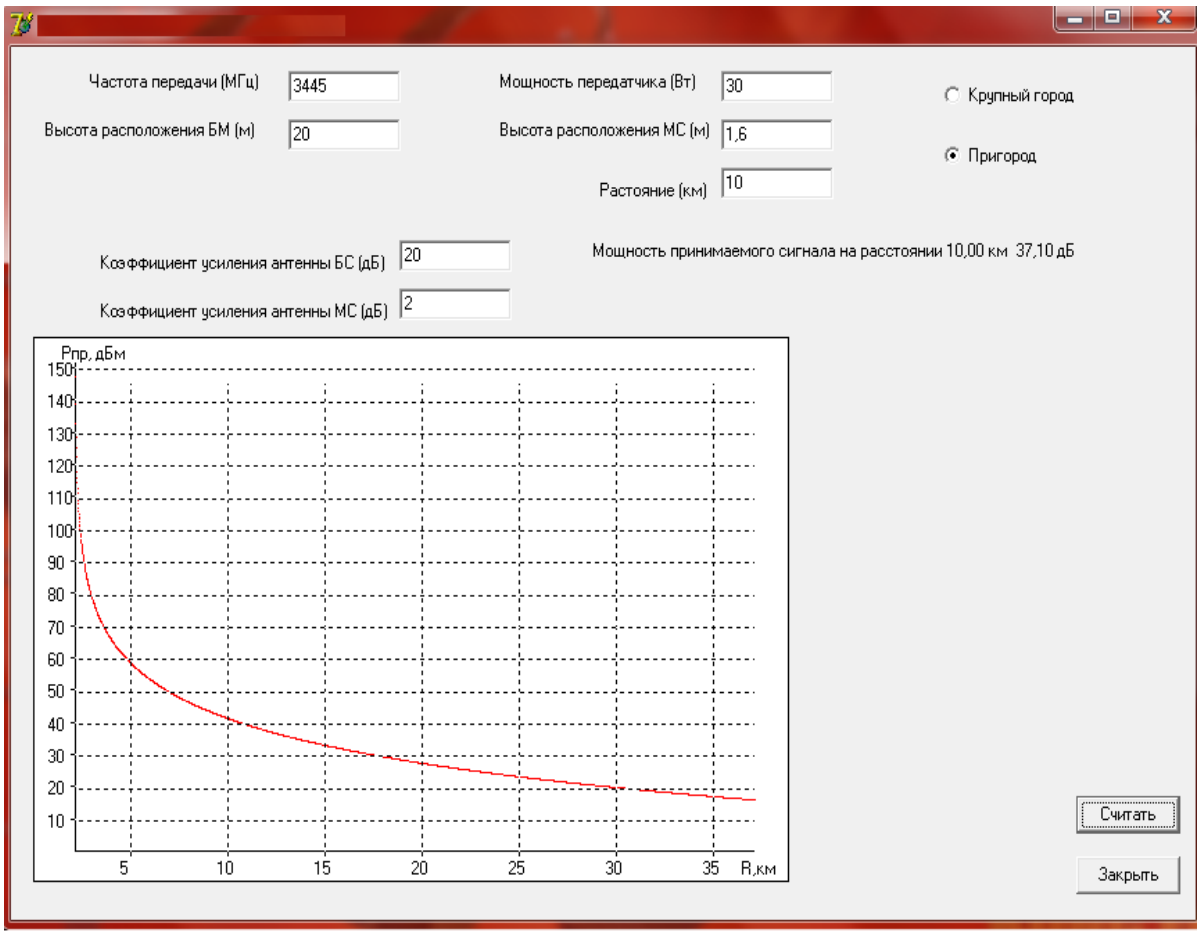
h_B и h_M – базалық және абоненттік станция биіктігі;

m=1 h_M<3 және m=2 h_M>*10* м.

$$\alpha = \frac{40^2 * 1.5^2 * 30 \quad * 20 * 2}{3660} = 786.885$$

$$P_{\text{ÏÐ}} = 54 - 39 \cdot \log(10) - 2 \cdot \log(\frac{3445}{900}) + 10 \cdot \log(786.885) = 42.8\grave{\imath}$$

Қабылданатын сигнал қуатын келесі бағдарлама арқылы шығарамыз. Сигналдың өшуі есептелген бағдарламаның листингі 3.4 суретте көрсетілген.



3.4 сурет - Сигналдың өшуі

Суреттен 10 км қашықтықта кіріс сигнал шамасы 26.8дб болатынын көруге болады.

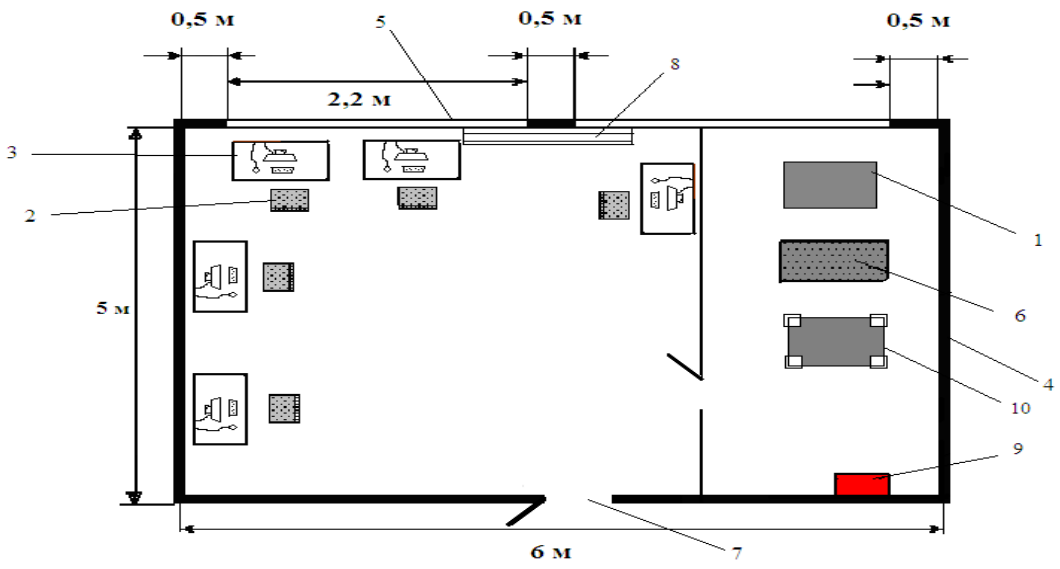
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі

4.1 Еңбек ету шарттарын талдау

Ақтау қаласында АО «Арна» ғимараты орналасқан, және сол ғимараттың ішінде құрылғыны орнату және оны басқару бөлмесі орналасқан. Айтылып жатқан ғимаратымыз бес этажды болып келеді, оның үшінші этажында біздің бөлмеміз орналасқан, ол болменің өлшемдері келесі: Ұзындығы L = 6 м, ені B = 5 м, биіктігі H = 3 м.

Бөлменің ішінде 4 жұмыс орны, 1 шкаф, екі терезе және softswitch иілгіш коммутаторының тағаны және RAC тағаны бар. Айтылып жатқан болмеде құрылғының жұмысын реттеп отыратын, монтаж жасайтын, құрылғы істен шыққан жағдада жөндеу жұмыстарын істеп, жалпы желінің жұмысын басқарып қадағалайтын адамдар отырады. Жұмысшыларды қаупсіздендіру үшін біз адам өміріне зиян келтіретін факторларды ескеру керекпіз, және жұмыс орнының ыңғайлы болуын қадағалау керек. Санитарлық норма МЕСТ 12.1.005 – 88 бойынша бір адамға келетін болме ауданы мен көлемі 15 м^3 және 4,5 м^2-тан аз болмау керек.

Жалпы жұмысшылар саны 6 адам, басты инженер-1 адам, инженер- 1 адам, және 4 оператор бар. Бас инженер мен инженерде тәлікте сегіз сағаттық жұмыс, ал операторларда он екі сағаттық жұмыс күні орнатылған. Екі оператор күндізгі ауысымда жұмыс істесе, тағы екеуі түнгі ауысымда жұмыс істейді. 4.1 суретте - бөлменің жоспары көрсетілген.

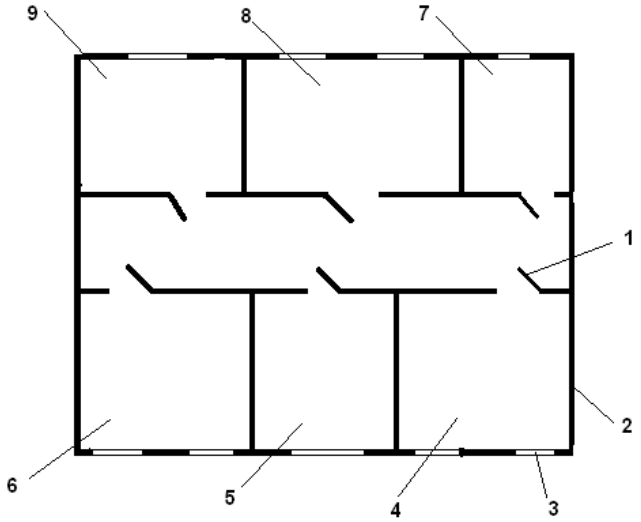


1- коммутатор ; 2 – стул; 3 – стол;
4 – қабырға; 5 –терезе; 6 – икемді коммутатора тұрағы; 7 – есік;
8- желдеткіш; 9- өрт сөндіргіш; 10- RAC тұрағы.

4.1 сурет - Бөлменің жоспары

Жұмыс болмесінің бір жақтық екі терезе ретіндегі әр қайсысы 1,5м табиғи жарықтандыруы бар. Бөлмеде ВЗГ-100 типті төрт шам орналасқан әр қайсысының жарық ағыны Ф-1450лм ал қуаттары 100Вт-қа.

Бөлмеде қолданылатын құрылғыдан шу аз мөлшерде шығады, сондықтан да үлкен мөлшердегі шу зияны жоқ,адам ағзасына қауіпті емес. 4.2 суретте - ғимараттың 1 қабатының жобасы көрсетілген.



1-есік, 2-дуал, 3-терезе, 4-операторлар залы,
5- бөлім бастығының бөлмесі, 6-жиналыс залы,
7-дәретхана, 8-түйін бөлмесі ,9-демалыс бөлмесі.

4.2 сурет - Ғимараттың 1 қабатының жобасы:

МЕСТ 12.1.005–76 стандартына байланысты ССБТ "Жұмыс аумағының ауасы, жалпы санитарлық гигиеналық талаптар", бөлмедегі жұмысшылардың жұмыс істеу категориясы 1а жеңіл физикалық жұмыс категориясына жатады, өйткені құрылғыны аралықтан компьютер арқылы басқару болады.

4.1 кесте - Адам ағзасының жұмыс категориясы бойынша энергия шығыны

Жұмыс категориясы	Категория	Адам организмінің энергия шығыны, Ккал/сағ	Жұмыс сипаттамасы
Жеңіл физикалық жұмыс 1а	I а	< 138	Жұмыс отыру күйінде өтеді

4.2 Найзағайдан қорғау

Мекеме мен құрылыс орнын найзағайдан қорғауды орындау, мекеменің тұрған жерін жыл ішіндегі болатын найзағайдан және бір жыл ішінде күтілетін найзағайдан қорғау орындалу қажет.

Негізгі қорғау объектіс болып техникалық мекеме болады. Онда аппаратура, техникалық персонал, биіктігі H=46 м болатын антенна орналасқан. Сонымен қатар станса террриториясында жеке тұрған құрылыста орналасады. Найзағайдан болатын күтілетін зақымдарды мына формула бойынша есептейміз:

$$N=9\cdot\pi\cdot h\cdot n\cdot 10^{-6} \qquad (4.1)$$

Мұндағы h – 46 м тең қорғау объектісінің ең жоғарғы биіктігі, м;

n=1 – жер бетіндегі 1 км жыл ішіндегі найзағайдың түсу саны.

Осыдан N санын есептейміз:

$$N = 9\cdot\pi\cdot 46\cdot 1\cdot 10^{-6}= 1299,96*1($$

Мекеме II категорияға жатады; N≤1 – Б зонасы.Мекеме найзағайдың тура түсуінен, электрлік және электрлік индукциядан, жер бетіндегі немесе жер астындағы металды коммуникацияның жоғарғы потенциалдарынан қорғалу қажет.

Жайтартқыш тасымалдаушы бөлімнен тұрады: найзағай қабылдағыштан, токотартқыш және найзағайдың тура түсуінен қорғайтын жерге қосқыштан. РРС металды мұнарасы, биіктігі h – 46 м жерге қоскышпен жалғасқан тоқтартқыш болып табылады. Ал жоғарғы бөлігі найзағай қабылдағыш ретінде қолданылады.

Жайтратқыштың мөлшері: қима ауданы 100 мм^2 , ұзындығы 2000 мм.

Біз жеке стерженьді найзағай қорғағышты және Б түріндегі қорғау зонасын таңдағандықтан, есептеуді мына формуламен шығарамыз:

$$h_0 = 0,92\ h, \qquad (4.2)$$

$$r_0 = 1,5\ h, \qquad (4.3)$$

$$r_x = 1,5\ (h-hx\ /0,92), \qquad (4.4)$$

$$h = h_1 + h_2 \qquad (4.5)$$

Мұндағы h_0 – жер бетіндегі қорғау зонасының биіктігі, м;

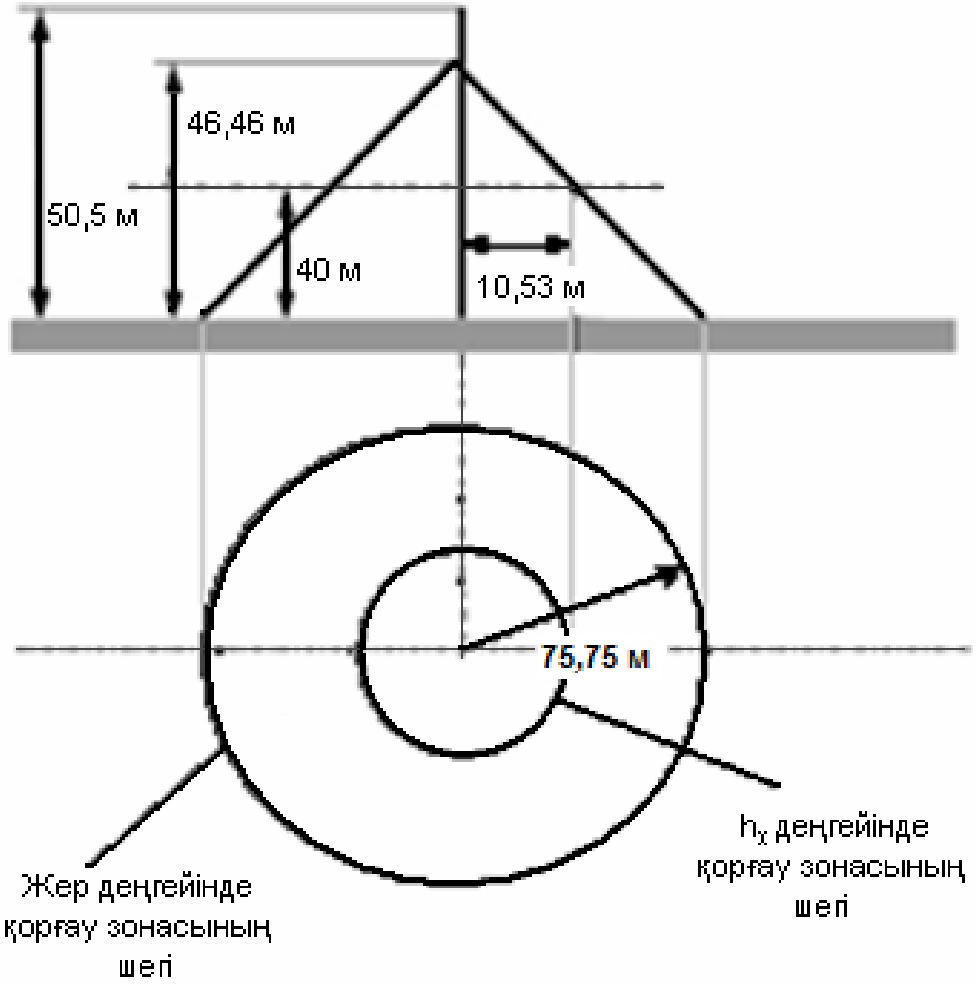
r_0 - жер деңгейіне сәйкес қорғау зонасының радиуысы, м;

r_x - қорғағыш объектісінің биіктігіндегі зона радиусы, м;

h_x =40 м, жер бетіндегі қорғау объектісінің биіктігі;
h_1 = 46 м, мұнара биіктігі;
h_2 = 4,5 м, найзағай қабылдағыш биіктігі;
h = 50,5 м;
h_0 = 0,92*50,5 = 46,46 м;
r_0 = 1,5*50,5 = 75,75 м;
r_x = 1,5 (50,5– 40/0,92) = 10,53 м.

Антеннаның іліну биіктігі 46 м.

Орындалған есептеулер бойынша қорытынды, антенна (қорғау объектісінің ең жоғарғы нүктесі) қорғау зонасында орналасқан. Найзағайдан қорғауды талап ететін аймақ, қорғау зонасының ішінде орналасады (есептеу бойынша 75,75 м.), яғни барлық объектілер қорғалған. Қорғау аймағының зонасы 4.3 суретте - дара өзекті жайтаратқыштың қорғау зонасы көрсетілген.



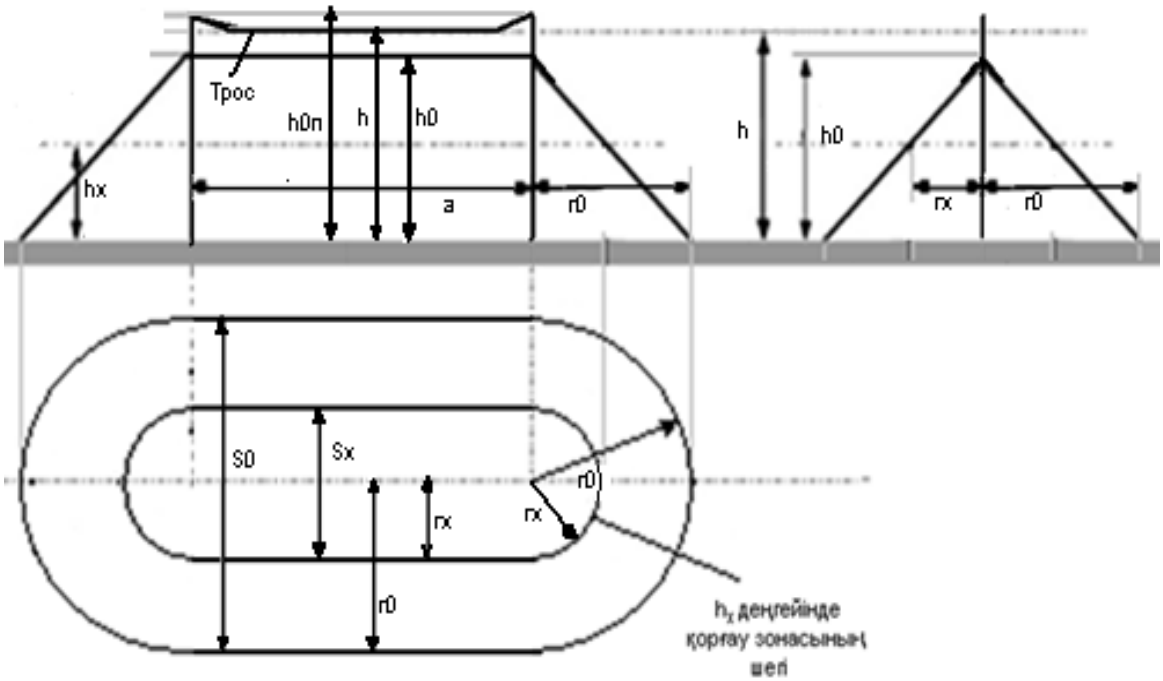
4.3 сурет - Дара өзекті жайтаратқыштың қорғау зонасы

4.2.1 Жайтаратқыш конструкциясы. Стреженьді жайтаратқыш тірегі механикалық төзімді болуы қажет, ал тросы, оның тартылғанына байланысты, яғни мұз қатуы мен желге төзімді болуы қажет.

Стерженьді найзағай қабылдағыш қимасы 100 мм, ұзындығы 200 мм болатын кез-келген құрыш маркасынан тұрады. Коррозиядан мырышпен жалатады және бояу арқылы сақталады.

Тросты найзағай қабылдағыш құрышты көпсымды канаттан тұрады, оның қимасы 35мм.

Найзағай қабылдағыш пен токтартқыш және токтартқыш пен жерге қосқыштармен қосылуы құймасы орындалуы керек, ал отпен жұмыс істеуге болмайтын жағдайда айнымалы кедергісі 0,05 Ом-нан аспайтын болтты жалғау рұқсат етіледі, жауынды мезгілдің алдында жыл сайын тексерілуі керек. Стерженьді және тросты жайтартқыштар келесі суреттерде көрсетілген. 4.4 суретте биіктігі 150 м тростық жайтартқыштың қорғау зонасы көрсетілген.



4.4 сурет - Биіктігі 150 м тростық жайтартқыштың қорғау зонасы

4.2.2 Ортақ электрқауіпсіздік шарттарын қамтамасыз ету. Қауіпсіздік дәрежесі өндірісті ғимараттың қауіпсіздігі жоғарғы емес ғимараттарға жатады, яғни құрғақ кәдімгі температура, шаңсыз бөлек едендері бар.

Қызмет көрсетуші персоналдар жөндеусіз қалғанда, авария немесе өзінің қате істерінің кесірлерінен кернеу астында қалуы мүмкін көлем және қауіпсіздікті қамтамасыз ететін керекті қорғаныс шараларының мінездемелері электрқұрылғы түрінен номиналды кернеудің, ғимаратқа қатысты шаралардың және электрқұрылғыларының қол жеткізуінің қатынасымен анықталады. Есептеуіш орталықтарда ремонт және профилактикалық жұмыстарда жұмысшылар саны 2-ден төмен болмау керек.

ЭЕМ –нің жұмыс жасау кезінде тыйым салынады:

- шкафтың есігін ашып, қабықшаны шешуге;

- құрылғыны жөндеуге ұяшықтарды және толық кернеуді алмай жатып, блоктарды ауыстыруға болмайды;

- бөліктерді тазалап, айлауға;

- принтер құрылғыларын тазалауға және т.с.с.

Қызмет көрсетуші персоналдың негізгі қорғанысы ретінде қорғаныс жерлеуін қолданамыз. Қорғаныс жерлеуі кернеудің астында қалып қойған корпусқа жақындаған жағдайдағы тоққа тию кауібін құрту үшін қажет. Қауіпсіздіктің шарты бойнша жерлеудің салыстыру кедергісі төмен, жалғыз жерлеудің геометриялық өлшемін үлкейту арқылы немесе топтық жерлендіру бар.өзара паралелль қосылған бірнеше элетродтарды қолдану арқылы қамтамасыз етуге болады.

Жерлендіруді контурды түрде құруға болады. Контурлы жерлендіру кезінде жерлендіру құрылғысының айналасына контур бойынша орналасады. Жерлеу арасындағы қашықтық жеткілкті, жақын болған кезде жер нүктелері контур айналасында шамамен бірдей потенсиалға ие болады.

30х15м өлшемі бар ғимаратқа еептеу жүргіземіз. Жерлендірудің есептеуін алдын ала берілген кедергі - R3 жерлеуінің ең үлкен көрсеткіші бойынша есептейміз. Электрлі орнату құрылғының (ЭОҚ) ережесі бойынша біздің ғимаратқа R3-4 Ом-нан жоғары болмауы керек.

Біртекті жерде құм қатты болған кезде құмның кедергісі ρ=100м*м болғандағы есептеу жүргіземіз.

Есептеуді берілген формула методикасымен жүргізіледі:

$$R_з = \frac{R_в \cdot R_г}{R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot N_в \cdot \eta_в} \qquad (4.6)$$

Мұндағы Rт, Rк – тік және көлденең электродтардың таралу кедергісі, Ом;

ηт, ηк – тік және көлденең электродтарды қолдану коэффициенттері;

$N_т$ – тік электродтар саны.

Жерлеу құрлысының материалы ретінде дөңгелек қиылысты стерженьді жерлендіруді таңдаймыз, әдетте құбырдың қалыңдығы 3,5 мм (құбыр диаметрі 5-6 см), төмен болмайтын және ұзындығы 2,5-3 м болат құбырын пайдаланады.Тік жерлендірудің таралу кедергісін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L}\right) \qquad (4.7)$$

Мұндағы L= 3 м, жерлендіру ұзындығы;

d=50 мм, құбыр диаметрі;

T_0=0,8 м, жер бетінен жату тереңдігі.

$$R_B = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0.05} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 0.8 + 3}{4 \cdot 0.8 - 3}\right) = 34.52 Ом$$

$\eta_в$ = 0,76, топтық жерледіру электродтарын көлденең қолдану коэффициенті.

Тік электродттар байланысы үшін және өзіндік электрод сапасы үшін 4*12 мм кем емес сызықты болат қиылысы қолданылады.

Көлденең жерлендірудің тоқ таралу қиылысын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$R_г = \frac{\rho}{2\pi L}\ln\frac{L^2}{dT} \qquad (4.8)$$

Жерге көмілген және тік жерлендірулерді қосатын болат жолақ үшін:
Жолақ ені үшін: b=100 мм, d=0.5b

$$R_г = \frac{100}{2 \cdot 3.14 \cdot 120} \cdot \ln\frac{120^2}{0.5 \cdot 0.1 \cdot 0.8} = 1.70 Ом$$

$\eta_г$ = 0,56, тік электродтарды қосатын көлденең жолақты электродтар қолдану коэффициенті. Табылған мәндерді формулаға қойып топтық жерлендіру кедергісін табамыз

$$R_з = \frac{36.011 \cdot 1.7}{36.011 \cdot 0.56 + 1.7 \cdot 12 \cdot 0.76} = 1.716 Ом$$

Топтық жерлендірудің таралу кедергісінің тоғы рұқсат етілген ПУЭ кедергісінен төмен, ол жерлендіру қауіпсіздігін жоғарлатады.

Жерлендіру құрылғысының жағдаын анықтау үшін ережелер келесі өткізуді сұрайды:

а) жерлендіру құрылғысының кедергісін монтаждағаннан соң өлшеу, эксплуатацияға қосылғаннан 1 жылдан кейін келесі жылы электро қондырғының комплексті ремонтында.Жерледіру контурының кедергілерін жоспарсыз өлшеу оларды қондырғысынан кейін, жауыннан немесе құмның сырғуынан кейінгі күрделі ремонттан кейін жүргізеді.

ә) жерлендіру құрылғы элементтеріне қарау үшін құмды таңдап ашу- әр уақытта жерлендіру кедергісін өлшеу.

б) әр уақытта құрылғыны ауыстырған кезде немесе ремонтта жерленген бөліктерінің желісінің бар болуын тексеру.

в) әр-бір ремонттан кейін табиғи жерлендірудің табиғи біріктігін тексеру.

Жерлендіру құрылғысының жарамсыз және коррозиядан зақымдалған аймақты тапқан кезде олар жаңасымен ауыстырылады.

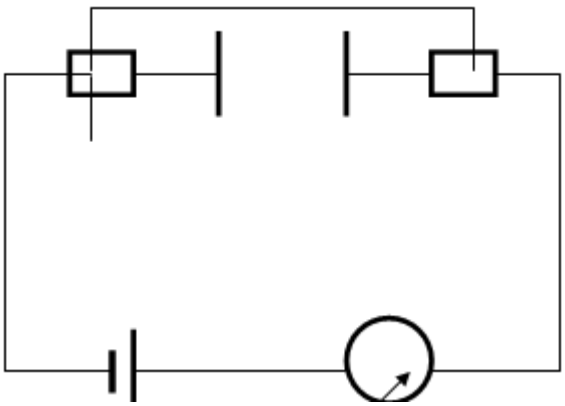
4.3 Радиоактивті сәулеленуден қорғау

4.3.1 Радиоактивті сәулеленуді анықтаудың және тіркеудің әдістері мен амалдары. Рентген және ядролық сәулеленудің ағзаға биологиялық әсері биологиялық ортаның атомдары мен молекулаларының қозуы мен иондауына байланысты. Сәулелену иондау үрдісіне өз энергиясын жұмсайды (иондау шығындары). Сәулеленудің биологиялық ортамен әсерлесу салдарынан тірі ағзаға энергияның белгілі бір бөлігі беріледі.

Радиоактивтілікке қатысты көптеген нормалар бар. Негізгі нормалар 05.12.1996 жылғы №3-Ф3 «Халықтың радиоактивті қорғанысы» және 2.6.1.1292-03 «Радиациялық қорғаныс нормалары» деген Санитарлық ережелер болып табылады. 4.5 суретте - сәулеленудің үлесі көрсетілген.

4.5 сурет - Сәулеленудің үлесі

Радиоактивті сәулелену жұмысы сәулелену заттармен әсерлескен кезде пайда болатын физико-химиялық эффекттерге негізделген аспаптардың көмегімен анықталына алады. Тәжірибе жүзінде сәлеленудің ионданған детекторлары қолданылады. (ионданған камералар, пропорционал санағыштар және Гейгер-Мюллер санағыштары және т.б.).



4.6 сурет - Сәлеленудің ионданған детекторлары
1. ауа және газ толтырылған камера; 2. анод; 3. катод; 4. оқшаулағыш;
5. камереаның ионданған тоғын өлшеуге арналған камера; 6.қорек көзі.

4.3.2 Радиоактивті заттардан қорғанудың негіздері. Жергілікті халықты қорғау үшін радияция көзінің ядролық қондырғысы немесе оны қорғау орны бар жерде санитарлы-қорғаныс аймағы немесе бақылау аймағы орнатылады. Көрсетілген аймақтарда радиациялық жағдайдың тұрақты бақылануы жүзеге асырылып отырады. Сонымен қатар, халық радиациялық фон шамасы, радиоактивті заттардың шекті рұқсат етілгеншоғыры, қорғаныс құралдары жөнінде тұрақты хабарланып отыруы тиіс. 4.2 кестеде - радиациялық заттардың шекті рұқсат етілген шоғыры

4.2 кесте - Радиациялық заттардың шекті рұқсат етілген шоғыры

Радионуклид	Шекті рұқсат етілген шоғыр, Ки/л		
	Ашық суқойма суларында	Ауада	
		Санитарлы-қорғаныс зонада	Тұрғылықты аймақта
Рубидий-24	$7\cdot10^{-9}$	$7\cdot10^{-12}$	$6\cdot10^{-13}$
Стронций-90	$3\cdot10^{-11}$	$3\cdot10^{-14}$	$6\cdot10^{-13}$
Цирконий-95	$2\cdot10^{-8}$	$3\cdot10^{-12}$	$6\cdot10^{-13}$
Ниобий-95	$3\cdot10^{-8}$	$1\cdot10^{-11}$	$6\cdot10^{-13}$
Рутений-106	$3\cdot10^{-9}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Йод-131	$6\cdot10^{-10}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Ксенон-133	-	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Цезий-137	$1\cdot10^{-8}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Барий-140	$7\cdot10^{-9}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Церий-144	$3\cdot10^{-9}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Полоний-210	$2\cdot10^{-11}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Радон-222	-	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Радий-226	$5\cdot10^{-11}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$
Уран (табиғи)	0,05 мг/л	$2\cdot10^{-3}$ мг/м^2	$2\cdot10^{-4}$ мг/м^2
Плутоний-239	$5\cdot10^{-11}$	$6\cdot10^{-13}$	$6\cdot10^{-13}$

Радиация көзінен уақыт, қашықтық және заттар арқылы қорғанады.

Уақыт – радиация көзінің жанында қаншалықты аз уақыт болса, сәулелену дозасы соншалықты аз болады.

Мысалы, зертханада сәулелену көзі 100 мг·экв радиймен 0,5 м қашықтықта жұмыс жасап жатыр делік. Берілген қашықтықта болуға рұқсат етілген уақытты анықтау керек.

$$t=120r^2/m \qquad (4.9)$$

Мұндағы r=0,5 м, радиоактивті заттан қашықтық;

m=100 мг·экв, сәулелену көзінің күші

$t=120\cdot 0{,}5^2/100=0{,}3$ сағат аптасына

Қашықтық – радиация көзінен алыстағанда сәулеленудің азаюына байланысты (екі еселенген қашықтыққа пропорционал). Егер радиация көзінен 1 метр қашықтықта болса дозиметр 1000 мкР/сағ көрсетеді, ал 5 метр қашықтықта көрсеткіштер шамамен 40 мкР/сағ дейін азаяды.

Мысалы, жұмысшы аптасына 36 сағат бойы активтілігі 5 мг радиймен жұмыс жасайды. Берілген уақытта жұмыс жасауға болатындай рұқсат етілген қашықтықты табу керек.

$$r=\sqrt{mt/120} \qquad (4.10)$$

Мұндағы m=5 мг, радиоактивті заттың массасы;

t=36 сағат, радиоактивті затпен жұмыс жасау уақыты.

$$r=\sqrt{mt/120}=\sqrt{5\cdot 36/120}=1{,}25\,\text{м}$$

Зат – сіз бен радиация көзі арасында көп зат немесе экран болғанға ұмтылу керек: қаншалықты көп зат болса және олар қаншалықты тығыз орналасса, ол соншалықты радиацияны жұтады.

Мысалы, жұмыс орнындағы физикалық дозаның қуаты P_0=60 мкР/с делік. γ–сәулеленудің көзі орташа кванттар энергиясы E=1,25 МэВ тең ^{60}Co болып табылады. Бұл сәулеленуді P_x=0,76 мкР/с дейін әлсіреттетін қорғасын экранның қалыңдығын табу керек.

$$K=P_0/P_x \qquad (4.11)$$

Мұндағы P_0=60 мкР/с, радиоактивті заттың бастапқы дозасының қуаты;

P_0=60 мкР/с, радиоактивті заттың қорғаныс шарасынан кейінгі дозасының қуаты.

$$K=P_0/P_x=60/0{,}76=80\ \text{мм}$$

Бөлмелердің радиоактивті заттармен ластануын болдырмау маөсатында барлық құрылғыларды, құралдарды және жиһазды бір бөлменің атына жақып қояды. Оларды бір бөлмеден екінші бөлмеге орын ауыстыру үшін радиометрлік бақылаудан өткізу керек.

Желдетуді ауа ағыны таза зонадағы бөлмелерден ластанған зонаға келетіндей етіп және III кластағы изотоптармен жұмыс жасаған кезде сағатына үш еселі, ал II кластар үшін бес еселі ауа айналымы қамтамасыз етілетіндей орындайды.

Ашық радиоактивті заттармен және иондалған сәулелену көзімен жұмыс жасайтын барлық адамдар жеке қорғаныс құралдарымен қаматамасыз етілуі керек: халаттар, бас киімдер, резеңке қолғаптар, арнайы аяқ киімдер (бахилалар, галоштар), ал қажет болған жағдайда – дем алу органдарын қорғау құралдары (респираторлар). Арнайы киімдерді сақтау үшін шкафтар болуы тиіс. Арнайы киімдерді тазалауды арнайы тазалау орындарында жүзеге асыру керек.

Радиоактивті изотоптармен жұмыс жасайтын бөлмелерде келесілерді істеуге тыйым салынады:

а) қызметкерлердің жоғарыда көрсетілген жеке қорғаныс құралдарысыз бөлмеде болуы;

б) радиоактивті затпен жұмыс жасауға тікелей қатысы жоқ заттарды сақтауға;

Радиоактивті заттармен жұмыс жасау кезінде сәулеленудің шекті рұқсат етілген деңгейді асуды болдырмайтындай және радиоактивті заттың ағза ішіне түсуін болдырмайтындай еңбек ету орнын дұрыс ұйымдастыру өте маңызды болып табылады.

Альфа – сәулелену және жұмсақ бета – сәулелену бөлшектерімен сыртқы сәулеленуден қорғау қажет етілмейді, олар өте әлсіз әсер етеді. Киім, резеңке қолғаптар олардың әсерінен толығымен қорғайды.

Сәулеленуден қорғанудың ең тиімдісіне жұту экрандарды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бета – сәулеленуден қорғану үшін атомдық массасы төмен материалдардан (әйнек, алюминий және т.б.) жасалған экрандар немесе екі қабат экрандар қажет: бірінші қабат β – бөлшектерді жұтатын атомдық массасы төмен материалдан, екіншісі – ауыр материалдардан (қорғаныс және т.б.), тоқтатылған рентген сәулелерден қорғануға арналған.

Гамма – сәулеленуден қорғану үшін атомдық массасы жоғары (қорғасын, шойын және т.б.) материалдан жасалған экран қолдану керек.

5 Бизнес – жоспар

5.1 Жобаның маңызы

Дипломдық жобада Ақтау қаласында кеңжолақты сымсыз байланыс жүйесін ұйымдастыру есептелінеді. Берілген жүйе тұрғындарға Интернетке жоғары жылдамдықты рұқсатты, мобильді және тұрақты байланыс қызметтерін көрсететеді және өзінің жоғары сапасының арқасында тұтынушылардың кең спектріне негізделеді, себебі жүйе стандартталған және мобильдік WIMAX стандартына шығарылған қондырғылардың барлығы сәйкестенген. Берілген мәселені орындау үшін қолданыстағы сызықтық қондырғыларды пайдаланып, базалық стансаны мәліметтерді тарату желісіне қосу керек. Базалық станса түйін ішінде жоғары жылдамдықты (10 Мбит/с дейін) мәліметтерді және дауысты таратуды орындайды.

Қызметтерді ұсынушылар үшін артықшылықтар:

– операторлық кластағы шешім: берілген стандарт бір базалық станса күшімен жүздеген мың абоненттерді байланыспен қамтамасыз ету үшін масштабталудың кең мүмкіндіктеріне ие. Және ол көрсетілетін қызметтерді жеке қолдануға енгізуге мүмкіндік береді. Бір базалық стансаның бір секторы бір уақытта T1 түріндегі арналармен қосылған 60 өнеркәсіп орнын және DSL түріндегі арналармен қосылған жүздеген абонентке қызмет көрсетуі мүмкін. Типтік базалық стансаның 6 секторы болады;

– салыстырмалы аз қаржылық қауіп: берілген стандарт тапсырыс бойынша құрылған кеңжолақты рұқсат ұйымдастыру бойынша салымдарды қайтарылмау негізінен қаупі төмен болады. Бұл стандартта жұмыс істеуге қабілетті қондырғылардың сәйкестенуі операторға соңғы клиенттік құрылғылар үшін шығындалмауға және әртүрлі өндірушінің құрылғыларын пайдалануға мүмкіндік береді. Клиенттерге қызмет көрсету және осы қызметтерді басқаруды қашықтықтан орындауға болады, бұл ағындағы шығындарды азайтуға көмектеседі;

– қызмет көрсету сапасы: 802.16 стандартының ортаға қатынауын басқару дауыс пен бейнені таратуды қолдауға негізделген.

5.2 Ұйымдастыру жоспары

Менің бизнес – жоспарымның негізгі мақсаты Ақтау қаласында мобильдік WIMAX стандартының негізінде кеңжолақты сымсыз желіні экономикалық негіздеу және бұл кезде қажетті шығындар мен қаржыларды анықтау болып табылады. Мысалы, қондырғылар саны, қызмет көрсетуші персонал, қаржыландыру, қондырғыны шығарушы мен тапсырушы.

Қалалық АТС қызмет көрсету аймақтарына қатысты елді мекендердегі байланыс инфрақұрылымын бүгінде дамыту қажет болғандықтан жобаланатын абоненттік рұқсат желісі иілгіш болады, жобаны қаржыландыруды АҚ «Қазақтелеком» орындайды. Осы факторлардың негізінде минималды шығындар мен максималды табыстар есептелінеді.

Жобада қолданыстағы техникалық нысаналар мен электр көздері қарастырылады. Қондырғыны жөндеу және оған қызмет көрсету, орнатуды штат құрамындағы жұмысшылар орындайды деп есептейміз. Бұл капитал шығындарының көлемін төмендетеді және экономикалық тиімділікті арттырады. Желіні ұйымдастырудың тиімділігін анықтау үшін келесідей экономикалық көрсеткіштерді есептеу керек: капитал салымдары, эксплуатациялық шығындар, пайда, қайтарылу мерзімі, реконструкцияны орындау кезіндегі жылдық экономикалық әсер.

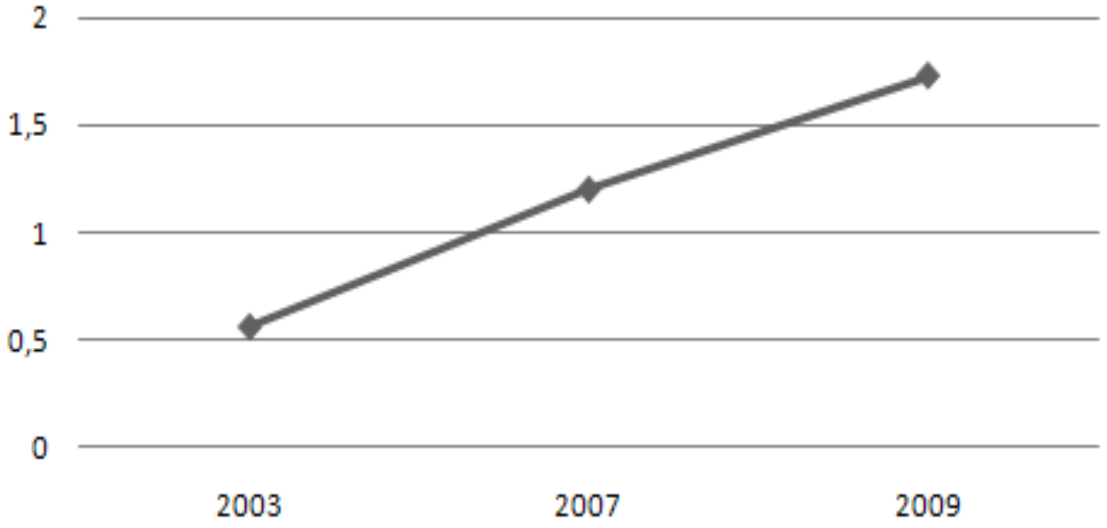
Қондырғыға тапсырыс беруші ретінде АҚ «Қазақтелеком» және қондырғыны жеткізуші израильдік «Alvarion» компаниясы болып табылады. «Alvarion» өнімі IEEE-802.16 стандартының сұраныстарына жауап береді және «WIMAX-ready» сертификатына ие. Сонымен қатар барлық қондырғылары бүгінде әлемдік нарыққа әйгілі «Intel» корпорациясының жартылай өткізгішті шешімдеріне негізделген. Өзге қондырғыларға қарағанда бұл құрылғының техникалық сипаттамасы тамаша және өзгелерімен сәйкестенеді. Кепілденген қызмет көрсету мерзімі 10 жыл. «Alvarion» компаниясы WiMAX Форумда ™, WCA жетекші басқарушы орындарға ие және IEEE 802.16, ETSI BRAN-HiperMAN стандарына негізделген. Берілген мәліметтер сымсыз шешімдерді құру аймағында сөзсіз көшбасшы ретінде қалыптасуына мүмкіндік береді.

5.3 Маркетинг стратегиясы

Қазіргі кезде мегаполистер деңгейінде сымсыз қатынауды ұйымдастыруға арналған 802.16е стандартындағы сымсыз рұқсат желісі кең таралған. Олар қаржылық және уақыт шығындарын шешімдерді реттеудің арқасында азайтуға бағытталған.

Visant Strategies және Pyramid зерттеу компанияларының бағалауларына сәйкес бірнеше жылдан кейін кеңжолақты сымсыз рұқсат желілерінің тұтынушы базасының өсімшесі алдыңғы жылдармен салыстырғанда 15—17 пайызға артты және ары қарай арта түспек. Және бұл кезде кеңжолақты сымсыз рұқсат желілерінің бардығы дерлік WiMAX стандартындағы қондырғыларға негізделеді (5.1 сурет).

In-Stat/MDR жобасында сонымен қатар, алдыңғы бес жыл уақыт шамасында мәліметтерді кеңжолақты сымсыз тарату қондырғыларының нарығы 802.16 жүйелерін сату есебінен толықтырылады. 802.16 стандарты айтарлықтай кең таралады, себебі сәйкесті жүйелер нарықта ең алғашқы болып пайда болады, ал 802.16е нұсқасы КСР желілерінде мобильді тұтынушыларға қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. 5.1 суретте - кеңжолақты байланыс нарығының көлемі, млрд. доллар көрсетілген.



5.1 сурет - Кеңжолақты байланыс нарығының көлемі, млрд. доллар

Анкеталау көмегімен орындалған байланыс қызметтерін тұтынушыларға жүргізілген әлеуметтік зерттеудің нәтижесінде адамдар тығыз орналасқан аудандардың 75 пайызын тұрғындары жаңа қызмет түрлерін пайдаланғысы келетіні белгілі болды. Берілген қызмет түрлерінің негізгі тұтынушылары жас, орташа тұрғындар тобы және заңды, кәсіби тұлғалар болады.

1000 тұтынушыға арналған бір базалық стансаның құны 15000 доллар шамасын құрайды, құнның 10000 долларға дейін төмендеуі де байқалуы мүмкін. Абоненттік қондырғының құны бизнес үшін қолайлы, себебі ол тарифтік саясатқа әсер етеді және операторларға клиенттерді қызықтыруға көмегін көрсетеді. Қазіргі күні WiMAX абоненттік құрылғысы 500 доллар шамасында бағаланады. Бір жылдан кейін оның бағасы базалық стаццияға қарағанда елеулі төмен түсуі мүмкін. Оның себебі масссалық чип пен оның сәйкестелуінде, олар WiMAX абоненттік құрылғыларына кез келген өндіруші компанияның базалық стансасымен қосылуға мүмкіндік береді. Жетекші компаниялар жүргізген зерттеулер бойынша кеңжолақты рұқсат байланысының операторлары капиталдық салымдарын бір жылдан аз уақытта қайтара алады.

5.4 Өндіріс жоспары

Жобаның негізгі стратегиясы конкуренттермен салыстырғанда жақсы техникалық сипаттамалары бар Интернет желісіне рұқсатты қамтамасыз ету үшін шарт құру болып табылады. Желінің негізгі ерекшелі жоғары тарату жылдамдығы, пайдалану құнының төмендігі.

Берілген жобаның энергетикалық потенциалы айтарлықтай жоғары, себебі жобаның алғашқы сатысында кеңжолақты рұқсат қондырғысының алдыңғы қатарлы өндірушісі «Alvarion» компаниясының жоғары технологиялық және қазіргі заманғы қондырғыларын пайдалану көзделуде.

Төртінші ұрпақ жүйелерінің көмегімен кеңжолақты мәліметті тарату қызметтерін көрсету, Интернет желісіне қосылу, телефония, нақты уақыт масштабында видео және телебейнелерді тарату, мультимедиялық ақпараты тарату, әртүрлі қызметтер ұсыну көзделеді.

Ең алдымен жоспар бойынша локалді аймақтарды біріктіру, одан кейін бүкіл қалаларды кез келген тұтынушының жұмыс істеуіне ыңғайлы болстындай бір ірі «локалді аймаққа» біріктіру көзделуде. Атап айтқанда, WiFi немесе HotSpot байланыс қызметтеріне еркін рұқсат локалді аймақтарының және кеңсе сыртында қала масштабында WiMAX байланыс қызметтеріне еркін рұқсат локалді аймақтарының концепциялары дамиды. Тұтынушы өзінің локалді желісінде де, қала ішіндегі желіде де байланыс қызметтерін пайдалана алады.

Сымсыз абоненттік рұқсат желісін құру үшін қондырғыларға айтарлықтай үлкен шығындар керек болады. Сонымен қатар таралатын ақпараттың жылдамдығына, сенімілігіне және қорғалуына қатысты өсіп отырған сұранысты қанағаттандыру үшін жаңа және қазіргі заманғы сымсызабоненттік рұқсат желісінің құрылуы жайлы ақпаратты болашақ клиенттерге жеткізу үшін жарнамалық компанияға қажетті шығындарды да ескеру керек.

Қаржыландыру көлемін анықтау үшін жобалау кезінде қажетті қаржы көлемін анықтау үшін келесі шығын түрлерін есептеу керек:

- стансалық қондырғының құны, құру-орнату жұмыстарына және тасымалдауға қажетті шығындар;

- өзгелер, яғни мамандарды қайта даялау және оқыту шығындары.

5.1 кестеде - BreezeMAX қондырғысының спецификациясы келтірілген. Өзге шығындар капитал салымдарының 3,7% құрайды.

5.1 кесте - BreezeMAX қондырғыларының спецификасы

Өнім	Сипаттама	Саны	Құны, тенге
BS-SH-VL	Базалық статив	1	90400
BS-PS-DC-L	Қоректену блогі	1	89000
AU-D-BS-5.8-90-VL	Ішкі интерфейс	1	565400
SU-A-5.8-6-BD-VL * 10	Абоненттік блок	1	954000
RGW /AU	Дауыстық карта	1	15200
CBL-90	Сыртқы интерфейс		9870
AlvariSTAR Infrastructure Software for BreezeACCESS Family	Бағдарламалық жабдықталу	1	850000
AlvariSTAR Basic Package for BreezeACCESS VL	Қосымша қондырғы	1	70000
RB-B28D-5.8	Көпір	1	32000

5.1 кестенің жалғасы

Өнім	Сипаттама	Саны	Құны, тенге
BU-B28D-5.8	Антенна	1	32000
UNI-28-4	Антеннаның ішкі бөлігі	1	87800
CBL-90	Ішкі интерфейс	1	9870
Жалпы			2805540

5.5 Қаржылық жоспар

5.5.1 Капитал шығындарын келесі өрнектен анықтаймыз:

$$К = Ц + Д + К_{ТР} + К_{МОН} + К_{ЗИП} \qquad (5.1)$$

Мұндағы Ц – сымсыз рұқсат қондырғысының құны, тг;

Д – желіні қондырғымен жабдықтау құны, тг;

$К_{ТР}$ – орнату жеріне жеткізу құны, тг;

$К_{МОН}$ – орнату жерінде құрылғыны монтаждау құны, тг;

$К_{ЗИП}$– бөлшектер қорының құны, тг.

Байланыстырушы кабелдер керек болады, оның құны – 35900 тенге (АҚ «Қазақтелеком» мәліметтері). Осылайша желіні жабдықтау құны келесі шаманы көрсетеді:

Д = 35900 тенге.

Жүйенің материалды-техникалық қорларының құны WiMAX стандарты бойынша радиорұқсат жүйесінің құнынан тұрады (жиын) - 2805540 тенге:

Цоб =2805540 тенге.

Сонымен бірге капиталдық шығындар құрамына келесі шығындар кіреді: ПО (Radius) үшін лицензия – 300000 тенге, көлік пен тасымал шығындары – 300000 тенге, қондырғыны орнату құны – 800000 тенге.

Осылайша,

Ц = 2805540+300000+300000+800000=4205540 тенге

$К_{ТР}$ құнның 2 пайызын құрайды:

$К_{ТР}$ =4205540*0,02=841108 тенге

$К_{МОН}$ қондырғы құнының 5 пайызын құрайды:

$К_{МОН}$ =4205540*0,05=210277 тенге

$К_{ЗИП}$ құнын ескермеуге болады, себебі ол елеусіз аз. Сондағы капитал шығындары:

К=4205540+35900+841108+210277=5292825 тенге.

5.5.2 Жылдық эксплуатациялық шығындарды келесі өрнектен анықтаймыз:

$$Э = ЗП + С_Н + А + М + С_{ЭЛ} + С_{АДМ} + С_Р, \quad (5.2)$$

Мұндағы *ЗП* – қызметкерлердің әлеуметтік кепілденуге төленетін төлемдерімен қосқандағы негізгі және қосымша жалақысы, тг;

$С_Н$ – әлеуметтік салым, тг;

А – амортизациялық аударымдар, тг;

М – материалдар мен бөлшектерге кететін шығындар, тг;

$С_{ЭЛ}$ – өндіріске қажетті электр энергиясының шығындары, тг;

$С_{АДМ}$ – өзге де басқару, административті және пайдалану шығындары, тг;

Ср – жарнама шығындары, тг.

Қондырғыны жөндеу және орнату жұмыстарын қызметкерлер орындайды деп саналады, сондықтан шығындар көлемі аз болады. Жалақыны анықтау үшін 5.2 кестеде қызмет көрсететін жұмысшылардың орташа айлық төлемдері келтірілген.

5.2 кесте - Жұмысшылардың орташа айлық төлемдері

Тізім	Саны	Айлық жалақысы, тенге.	Жылдық жалақысы, тенге.	Барлығы
Инженер I категория	1	65000	780000	780000
Инженер II категория	1	54000	648000	648000
Операторлар	3	44000	528000	1584000
Барлығы	5	163000	1956000	3012000

Бір жыл ішіндегі негізгі жалақы $ЗП_{ОСН}$ = 3012000 тенге.

Жалақының жылдық қорына негізгі жалақының 30 пайызын құрайтын қосымша жалақы кіреді (мейрам күндері жұмыс істеу, тыс уақытта жұмыс істеу).

$ЗП_{ДОП} = ЗП_{ОСН}$ x 0,3 = 3012000x0,3 = 903600 тенге.

Еңбек төлемдерінің қоры негізгі және қосымша жалақыдан табылады:

$$ФОТ = ЗП = ЗП_{ОСН} + ЗП_{ДОП} = 3012000+903600=3915600 \text{ тенге.}$$

Әлеуметтік салық еңбек төлемдерінің қорының 20 пайызын құрайды:

$$С_Н = 3915600*0,20 = 783120 \text{ тенге.}$$

Амортизация қондырғы құнының 15 пайызын құрайды:

$$А = 5292825*0,15 = 793923,75 \text{ тенге.}$$

Электр энергиясына қажетті шығындар:

$$С_{ЭЛ} = WTS, \qquad (5.3)$$

Мұндағы W – тұтынылатын қуат W=4,9 кВт;
T – жұмыс істеу уақыты T=8760 сағ/жыл;
S – киловатт-сағат электр энергиясының құны, тг;
S=10,3 тг/кВт*сағ.

$$С_{ЭЛ} = 4,9*8760*10,3 = 442117,2 \text{ тенге.}$$

Материалдар мен қосалқы бөлшектерге керек шығындарды жүйенің құнынан 2 пайыз ретінде анықталады.

$$М = 2805540*0,02 = 561108 \text{ тенге.}$$

Өзге шығындардың құны ЕТҚ 10 пайызын құрады

$$С_{АДМ} = ФОТ*0,10 = 3915600 * 0,10 = 391560 \text{ тенге.}$$

Берілген жобаның қолданысқа енуі жарнамаға тәуелді болғандықтан, жарнама шығындарын айына 53700 тенге деп қабылдаймыз

$$С_Р = 53700*12 = 644400 \text{ тенге в год.}$$

Несие алу қарастырылмағандықтан АҚ «Қазақтелеком» өзінің қаржылары пайдаланылады да, $К_Р$ көрсеткіші нөлге тең.

$$Пр.себ = ЗП + Сн + А + М + С_{ЭЛ} \qquad (5.4)$$

Пр.себ=3915600+783120+793923,75 +561108+442117,2 =6495868,95 тенге.

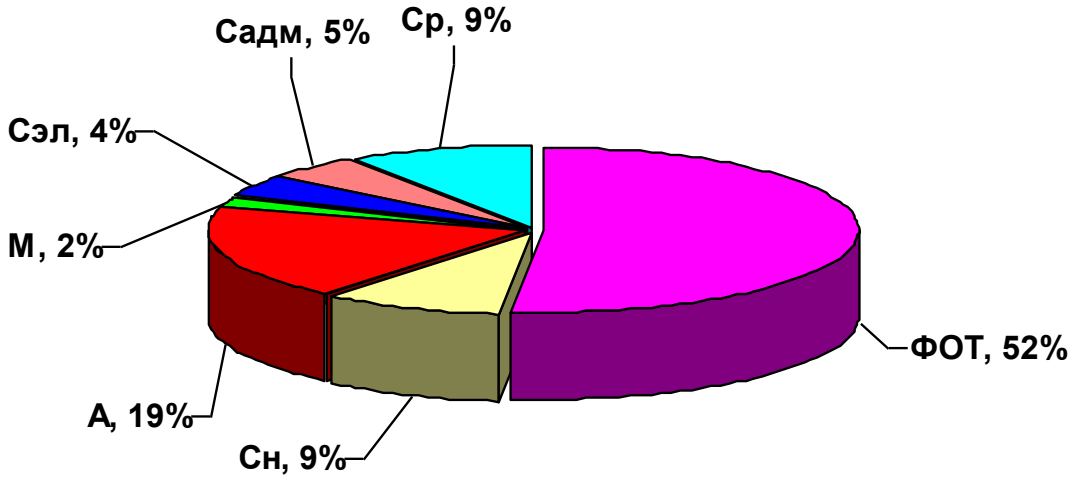
$$Рас.пер = Садм + Ср \qquad (5.5)$$

Расх.пер = 391560 + 644400 = 1035960 тенге.

Осылайша эксплуатациялық шығындар келесі шамаға тең болады

$$Э = ЗП + С_Н + А + М + С_{ЭЛ} + Расх.пер = 7531828,95 \text{ тенге.}$$

Анықталған нақты көрсеткіштерге сәйкес эксплуатациялық шығындар диаграммасын құрамыз. 5.2 суретте - эксплуатациялық шығындар диаграммасы көрсетілген.



5.2 сурет - Эксплуатациялық шығындар диаграммасы

5.6 Табыстар

Бөлімде өзге өнімдерге және өнеркәсіптің дамуына және кеңейтілуіне керекті қаржыны анықтау жоспары келтіріледі. Қаржылардың қажеттігін бағалау орындалады. Берілген жобаны іске қосу үшін 5292825 тенге инвестиция керек және ішкі өзіндік қаржыландыру қолданылады. Қаржыландыру көзі - АҚ «Қазақтелеком» - 100%.

Табыстарды бағалау:

- WiMAX стандартындағы сымсыз рұқсатқа қосылу табыстары;
- абоненттік төлемдерден түсетін табыстар;
- қалааралық/халықаралық трафиктен түсетін табыстар.

Желі абоненттері ретінде заңды және физикалық тұлғалар сымсыз рұқсат жүйесінің 40/60 пайыз сыйымдылығы қолданылады. Сондықтан есептеулерді орындау үшін физикалық және заңды тұлғаларға бөлек тарифтерді ескеру керек.

Табыстарды есептеуді жобаның іске асуы 2010 жылдың желтоқсан айынан басталатындығын ескереміз. Жүйенің 100 пайыздық сыйымдылығын қолданысқа беру уақытын 7 қантар деп анықтаймыз. Қолданыстағы тарифтер бойынша қолданылған қызмет түрлерінің барлығын ескергендегі негізгі қызмет түрінен түсетін табысты анықтаймыз.

5.3 кесте - Мәліметтерді таратуды пайдалану кезіндегі тарифтік жоспарлар

Порттың өткізу қабілеті (кіріс/ шығыс), кбит/с	Ай сайынғы төлем бойынша трафиктің көлемі, Гбайт	Портқа қосылуға төлем, заңды/физ, тенге	Ай сайынғы төлем, заңды/физ, тенге
1024/512	1,0	12600/7000	3400/2000
2048/1024	2,5	12600/7000	5950/3500
7168/2048	3,5	12600/7000	8500/5000
10240/4096	4,0	12600/7000	13600/8000

Операторлардың табыстары келесі құраушылардан тұрады:

$$D = D_{ЮР.Л.} + D_{ФИЗ.Л.}, \qquad (5.6)$$

Мұндағы $D_{юр.л.}$ – заңды тұлғалардан табыс, тг;

$D_{физ.л.}$ – физикалық тұлғалардан табыс, тг.

Заңды тұлғалардан табыс орнатудан келетін табыстан және абоненттік төлем табыстарынан құралады.

Заңды тұлғаларға орнатудан түсетін табыс келесі жолмен анықталады:

$$D_{УСТ.ЮР.} = q \cdot U_{УСТ,ЮР.}, \qquad (5.7)$$

Мұндағы q – заңды тұлғалар абоненттерінің саны;

$U_{уст.юр.}$ – заңды тұлғалар үшін орнатудан алынатын бір уақыттық тарифі.

$$D_{УСТ.ЮР} = 60 \cdot 12600 = 756000, \text{ тенге.}$$

Интернет желісінің қорын пайдаланған үшін алынатын табыстар

$$D_{АБОНЛЛ} = q \cdot U_{АБОН.ЮР}, \qquad (5.8)$$

Мұндағы q – физикалық тұлғалардан абоненттер саны;

$U_{абон.физ.}$ – физикалық тұлғалар үшін абоненттік төлем тарифі.

$$D_{АБОНЛЛ} = 60 \cdot 8500 \cdot 12 = 6120000, \text{ тенге.}$$

Заңды тұлғалардан түсетін табыс:

$$D_{ЮР.Л} = 756000 + 6120000 = 6876000 \text{ тенге}$$

Физикалық тұлғалар пайдасы орнату және абоненттік төлем табыстарынан тұрады.

Физикалық тұлғалар үшін орнатудан түсетін табыстар келесідей анықталады

$$D_{УСТ.ФИЗ.} = q \cdot U_{УСТ,ФИЗ.}, \qquad (5.9)$$

Мұндағы q – физикалық тұлға абоненттерінің саны;

$U_{уст.физ.}$ – физикалық тұлғалар үшін орнатудан алынатын бір уақыттық тарифі.

$$D_{УСТ.ФИЗ} = 40 \cdot 7000 = 280000 \text{ тг.}$$

Интернетті пайдалану бойынша табыстар:

$$D_{АБОН.ПЛ.} = q \cdot U_{АБОН..ФИЗ}, \qquad (5.10)$$

Мұндағы q – физикалық тұлғалардан абоненттер саны;

$U_{абон.физ.}$ – физикалық тұлғалар үшін абоненттік төлем тарифі.

$$D_{АБОНЛЛ} = 40 \cdot 5000 \cdot 12 = 2400000 \text{ тенге.}$$

Интернетті пайдалану бойынша табыстар

$$D_{ЮР.Л} = 280000 + 2400000 = 2680000.$$

Осылайша, оператор табыстары:

$$T = 6876000 + 2680000 = 9556000 \text{ тенге.}$$

5.7 Пайдалар және қайтарылу мерзімдерін есептеу

Қайтарылу мерзімін есептеу үшін абсолютті экономикалық тиімділік шамасын білу қажет.

Абсолютті экономикалық тиімділік таза табыстың (ТТ) капитал салымдарының құнына қатынасы ретінде анықталады

$$E = \frac{TT}{K} \qquad (5.11)$$

Таза табыс келесі жолмен анықталады:

$$ТТ = Т – Э \qquad (5.12)$$

ТТ = 9556000-7531828,95 = 2024171,05 тенге

Е= 2024171,05 / 5292825 = 0,38

Қайтарылудың есептік мерзімі абсолютті экономикалық тиімділікке кері шама ретінде анықталады

Т = 1/Е=1/0,38=2,63

Осылайша, жобаның шығындарының қайтарылу мерзімдері 31,56 ай.

Нормативті дисконтталу коэффициенті

$$ТТ_i = ТТ_{осн}/(1+r1)t, \quad (5.13)$$

Мұндағы $ТТ_i$ – қондырғыны i-рет пайдаланғаннан кейінгі таза табыс, тг;

ri – дисконтталу қойылымы;

r1=20% жылдық;

t – дисконтталу уақыты.

$ТТ1 = ТТ_{осн}$ /(1+0,2) 1 = 2024171,05 / 1,2 = 1686809,2 тенге

$ТТ2 = ТТ_{осн}$ /(1+0,2) 2 = 2024171,05 / 2,4 = 843404,6 тенге

$ТТ3 = ТТ_{осн}$ /(1+0,2) 3 = 2024171,05 / 3,6 = 562269,7 тенге

Дисконтталуды ескергеннен кейінгі қайтарылу мерзімі:

$Т=К_{вл}$ / $ТТ_{ср}$=5292825 / 1030827,8=5,1

5.4 кесте - Ақтау қаласында орнатылатын WiMAX стандартындағы сымсыз радиоруқсаттың экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атаулары	Мәні, тенге
Жүйенің құны	2805540
Тасымалдау құны	841108
Орнату құны	210277
Капитал шығындары	5292825
ЕТҚ	3915600
Көрсеткіш атаулары	Мәні, тенге
ЕТҚ	3915600
Әлеуметтік салық	783120
Амортизациялық аударымдар	793923,75
Электр энергиясының шығындары	442117,2

5.4 кестенің жалғасы

Көрсеткіш атаулары	Мәні, тенге
Жарнама шығындары	164400
Эксплуатациялық шығындар	7453516,95
Табыс	9556000
Таза табыс	2102483,05
Абсолютті экономикалық тиімділік	0,38
Дисконттаусыз қайтарылу мерзімі, жылдар	2,63
Дисконттауды ескергендегі қайтарылу мерзімі, жыл	5,1

Қорытынды

Берілген дипломдық жобада мен мобильдік WiMAX қатынау желісін Маңғыстау облысы Ақтау қаласында тұрғызу мүмкіндігін қарастырдым. Телекоммуникация желісінің негізгі кемшілігі – қаланың көптеген аудандарында байланыс қызметінің қамтамасыз етілмейтіндігі болып табылатын мәселені шешу сұрақтарын қарастырдым. Дайын байланыс сызықтары болмағандықтан мобильдік WiMAX технологиясын қолдану дұрыс екен деп ұйғардым.

Мобильдік WiMAX стандарты бойынша сымсыз қатынау қызметтері – бұл мобильдік, ыңғайлылық, сапа және қол жетерлік. Берілген қасиеттерді бойына жиған WiMAX қызметтеріне жоғары сұраныс болжанады.

Соған байланысты мен жобаның Ақтау қаласында деректерді тарату желісін ұйымдастыру сұрақтарын қарастырдым және жобаның экономикалық тиімділігі мен жобаның өзін-өзі ақтауының мерзімін анықтап, бизнес-жоспар жасадым. Нәтижесінде, экономикалық тиімділігі 0,38 тең, ал қайтарылу мерзімі 2,63 жыл болғандықтан жобаны ұйымдастыру өте тиімді деген шешім қабылданды.

Сонымен қатар, сымсыз байланыс желілерінің жұмысына ауа райы жағдайының әсерін талдау және анықтау үшін SystemView жүйесінде сигналдың байланыс арнасынан өтуінің моделін құрастырдым.

Әдебиеттер тізімі

1. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. «Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G». Москва: Техносфера, 2009. – 472 с.

2. Росляков А.В. Сети доступа. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 96 с.: ил.

3. Беспроводной доступ абонентских линий . Справочник по подвижной наземной связи (включая беспроводной доступ); Под. ред Роберт У. Джонс. – М, 1996.

4. Загидуллин Р.Ш., Карутин С.Н., Стешенко В.Б. SystemView. Системотехническое моделирование устройств обработки сигналов/ Под ред. канд. техн. наук В.Б. Стешенко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 294 с.

5. Хакімжанов Т.Е. ЕҢБЕК ҚОРҒАУ. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 бет.

6. Долин П.А. Справочник по технике безопасности – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 824 с.: ил.

7. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.: ил.

8. Промышленная экология: Учебное пособие / Под ред. В.В. Денисова. – М: ИКЦ «МарТ», 2007. – 720 с.

9. Разевиг В.Д., Лаврентьев Г.В., Златин И.Л. SystemView – средство системного проектирования радиоэлектронных устройств; Под редакцией В.Д. Разевига. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 352 с.: ил.

10. Базылов К.Б. Алибаева С.А., Бабич., А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации – Алматы: АИЭС, – 2008. – 19 с.

11. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи. М.: Радио и связь, 1999.

12. Эрик С. Зигель. «Пособие по составлению бизнес-плана», пер. с англ.: – М.: МТ-Пресс, Сирин, 2002 г. – 224 с.

13. Н.П. Резникова. Маркетинг в телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 336 с.: ил.

14. И.Златин, С.Кадышев. SystemView + Matlab + Simulink. Возможности программы Matlab для моделирования в программе Simulink // Компоненты и технологии. – 2004. – №2.

15. Портной С.Л. Перспективы развития беспроводного широкополосного доступа // Вестник связи. – 2004. – №9.

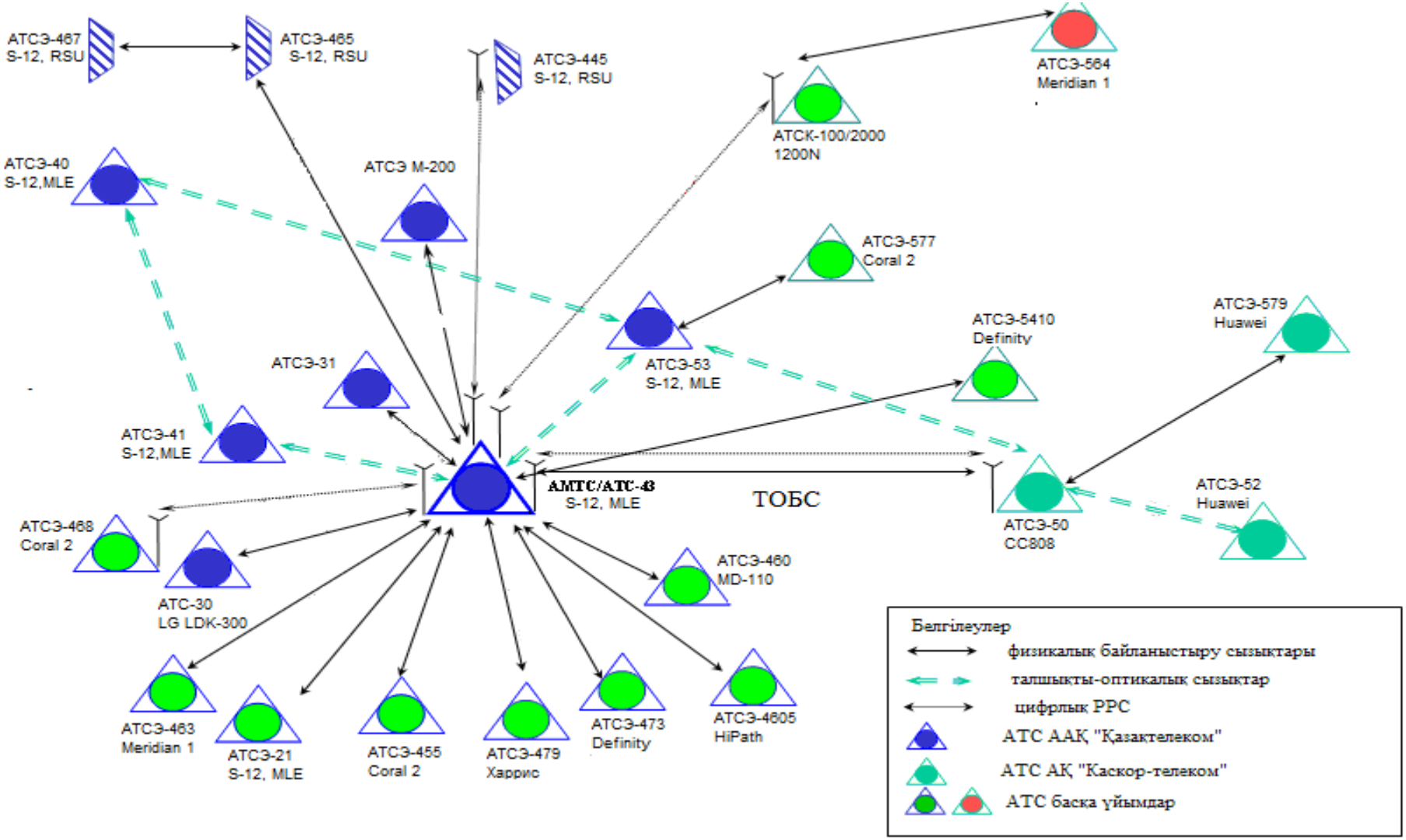
16. Бектаев Қалдыбай “Сөздік”. Үлкен қазақша-орысша орысша-қазақша сөздік. Алматы: “Алтын Казына” 2001. – 704 бет.

17. Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік: Электроника, радиотехника және байланыс / жалпы редакциясын басқарған

п.ғ.д., профессор А.Қ. Құсайынов – Алматы: Республикалық мемлекеттік Рауан баспасы, 2000 – 240 бет.

18. Сайт http://www.skif.bas-net.by/bsuir/base/node280.html
19. Сайт http://www.cadfamily.com/downinfo/283303.html
20. Сайт http://www.kit-e.ru/articles/ cad/2004_164.php
21. Сайт http://www.alvarion.ru/technology/standards/wimax
22. Сайт http://www.dozimetr.biz/o_radiacii_i_radioactivnosty.php
23. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию работ учебных – Алматы: АИЭС,2009.

А қосымшасы



А1-сурет. Ақтау қаласында жұмыс жасап тұрған телефондық желіні ұйымдастыру сұлбасы