ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Медеу ауданындағы ұялы желіні жобалау, есептеу әдісін зерттеу және жасау
Мамандығы 5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған Есімбеков Ернат Ернұрұлы Тобы РЭТ(МТС)к-16-2
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі доцент. Касимов Абдуразак Оразгелдиевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
доцент. Касимов Абдуразак Оразгелдиевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: аға оқыт. Накисбекова Балауса Рыскожаевна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты
телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы

Мамандығы 5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Есімбеков Ернат Ернұрұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы Медеу ауданындағы ұялы желіні жобалау, есептеу әдісін зерттеу және жасау

2019 ж. «11» ___11___ №_147__ университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_____»_____201___ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

Жиіліктің мәні f =1800 МГц

Антеннаны бекіту биіктігі $H_{БС}$ = 30 *м*

Спектрлік тиімділіктің мәні С = 15 бит/с/Гц

Қалашықта тұратын адам саны 38065

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Кіріспе

1. Теориялық бөлім

2. LTE желілік жабдықтарының сипаттамасы

3. Есептеу бөлімі

4. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

5. Бизнес – жоспар

Қорытынды

Әдебиеттер тізімі

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:
Нарықты сегментациялау
Жаңа буын байланыс желісінің топологиясы
ВАНАМА ЖКЖ желісінің топологиясы
ВАНАМА ЖКЖ қолдану кезіндегі протокол түйіні
Стандартты радио интерфейсті қолданған кезде протокол интерфейсі
Модульдік сегменттелген медиаға қол жетімділік технологиясы
Мобильді кеңжолақты технологиялар даму топтары
Huawei DBS3900 базалық станциясы
Huawei ADU451503 антенна
Қолданбалы көмірқышқыл өрт сөндіргіші: ОУ-2
Қызмет сатудан түскен құрамы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи// Санкт-Петербург, В надзаг.:ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998, с. 239.

2. Jack M . Halzman. Wireless Information Networks: Architecture, Resource Management and Mobile Data// Kiuwer academic Publishers: Boston, et al, 1996.

3. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с.

4. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методическиеуказания для выполнения экономической части выпускной работы. –Алматы: 2009. –19 с

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б. И.	30.04.2020ж.	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф. Р.	30.04.2020ж.	
Негізгі бөлім	Касимов А. О.	10.04.2020ж.	
Есептеу техникасы	Касимов А. О.	20.05.2020ж.	
Нормабақылау	Накисбекова Б. Р.	15.06.2020	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	19.02.2020ж.	
2. ҰМЖ құру әдістері және қасиеттері	20.02.2020ж.	
3. ҰМЖ сипаттамалары	25.02.2020ж.	
4. ҰМЖ өткізу қабілетін арттыру әдістері	9.04.2020ж.	
5. Жаңа буын байланыс желілерінің даму тенденциялары	10.04.2020ж.	
6. Желілерді есептеудің жаңа әдістерін құру қажеттілігін негіздеу ұялы байланыс	25.04.2020ж.	
7. 4G технологиясының ерекшеліктері	11.05.2020ж.	
8. WiMax, WiFi, 3G және LTE	19.05.2020ж.	
9. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	09.04.2020ж.	
10. Есептеу бөлімі	30.04.2020ж.	
11. Бизнес – жоспар	17.04.2020ж.	
12. Финанстық жоспар	30.04.2020ж.	
13. Қорытынды	20.05.2020ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «_17_» _____02_____2020_ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (Темырканова Эльвира Кадылбековна)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____(Касимов Абдуразак Оразгелдиевич)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (Есімбеков Ернат Ернұрұлы)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жоба Алматы қаласының Медеу ауданында ұялы байланыс құрылысына арналған. Жұмыстың техникалық бөлігінде желідегі жүктеме, қажетті жабдықты таңдаумен қамту аймағы есептелді және Медеу ауданында ұялы байланысты ұйымдастырудың схемасы жасалды. Қауіпсіздік бөлімінде жұмысшылардың еңбек шартын талдау, жұмыс орнын жарықтандыру және еңбекті қорғаудағы қорғау шаралары, сонымен қатар өрт сөндіру жүйесі мен найзағайдан қорғаудың есептері келтірілген. Экономикалық бөлімде бизнес-жоспар ұсынылған, техникалық-экономикалық негіздеме жасалынған және күрделі салымдардың салыстырмалы экономикалық тиімділігі есептелген, жобаның өтелу мерзімі есептелген, жабдықтар мен қажетті материалдардың бағасы келтірілген.

Аннотация

Данная дипломная работа посвящена построению сотовой связи в Медеуском районе города Алматы. В технической части работы была рассчитана нагрузка на сеть, зона покрытия с подбором необходимого оборудования и построена схема организации подвижной связи в Медеуском районе. В разделе безопасности был произведён анализ расчета труда сотрудников, освещение рабочего места и защитных мероприятий в охране труда, а также приведены расчеты системы пожаротушения и молниезащиты. В экономическом разделе предоставлен бизнес-план, разработано технико-экономическое обоснование и рассчитана сравнительная экономическая эффективность капитальных вложений, рассчитан срок окупаемости проекта, приведены расценки на оборудование и необходимые материалы.

Annotation

This graduate work is devoted to the construction of cellular communications in the Medeu district of Almaty. In the technical part of the work, the load on the network, the coverage area with the selection of the necessary equipment was calculated and a scheme for organizing mobile communications in the Medeu district was built. In the safety section, an analysis was made of the calculation of the work of employees, lighting of the workplace and protective measures in labor protection, as well as the calculations of the fire extinguishing system and lightning protection are given. In the economic section, a business plan is presented, a feasibility study is developed and the comparative economic efficiency of capital investments is calculated, the payback period of the project is calculated, prices for equipment and necessary materials are given.

Мазмұны

Кіріспе.....7
1 Теориялық бөлім 8
1.1 ҰМЖ ұйымының қысқаша мазмұны 8
1.2 ҰМЖ сипаттамалары 9
1.3 ҰМЖ өткізу қабілетін арттыру әдістері.....10
1.4 L.M.Ericsson компаниясының әдісімен ҰМЖ жобалау тәртібі 11
1.5 Жаңа буын байланыс желілерінің даму тенденциялары.....13
1.5.1 Жаңа буын байланыс желісінің қалыптасуына әсер ететін факторлар 13
1.5.2 Келесі буын желісінің архитектурасы.....15
1.6 Желілерді есептеудің жаңа әдістерін құру қажеттілігін негіздеу ұялы байланыс 23
1.7 4G технологиясының ерекшеліктері 24
1.7.1 Технологиялық ерекшеліктері.....24
1.7.2 3GPP (3-буын серіктестік жобасы).....25
1.7.3 3GPP2 (3-буын серіктестік жобасы):.....26
1.7.4 WiMAX: 26
1.8 4G сымсыз технологиясын көрсету.....27
1.8.1 NTT DoCoMo.....27
1.8.2 T-Mobile и Nortel Networks 28
1.8.3 Nokia Siemens Networks 28
1.9 WiMax, WiFi, 3G және LTE 29
1.9.1 WiMax және WiFi.....29
1.9.2 WiMax және Wi-Fi гибридті 29
1.9.3 3G және WiMax 29
1.9.4 WiMax және LTE.....30
1.9.5 LTE.....30
1.9.6 WiMax және LTE арасындағы бәсекелестік байланыс 31
1.10 WiMax және LTE ғаламдық орналастыру.....32
1.10.1 Ғаламдық WiMax орналастыру 32
1.10.2 LTE ғаламдық орналастыру.....33
2 LTE желілік жабдықтарының сипаттамасы.....35
2.1 Базалық станцияны таңдау 35
2.2 Антеннаны таңдау.....37
3 Есептеу бөлімі 39
3.1 МС - БС бағыты бойынша байланыс ауқымын есептеу.....40
3.1.1 Қабылдау кезінде қажетті өрістің кернеулігін есептеу. 40
3.1.2 Шудың жалпы деңгейін есептеу.....41
3.1.3 Түзетулер анықтамасы 44
3.1.4 Қызмет көрсету аймағының радиусын есептеу 46
3.2 БС таратқыштың оңтайлы қуатын анықтау 47
3.2.1 Қуаттың эквивалентті түзетуін есептеу 47
3.2.2 Шудың жалпы деңгейін бағалау.....48

3.2.3 Түзетулер анықтамасы 54
3.2.4 Таратқыштың номиналды қуатын анықтау 54
3.3 Базалық станциялардың санын анықтау 55
3.3.1 Базалық станцияның қамту аймағын анықтау 55
3.3.2 Базалық станциялардың санын анықтау 56
3.3.3 Базалық станциялардың арасындағы қашықтықты анықтау: 56
3.4 Алматы картасында базалық станциялардың орналасу сызбасын әзірлеу 56
3.5 SEAMCAT программасында имитациялық модельдеу жүргізу 57
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі 60
4.1 Еңбек шартын талдау 60
4.1.1 Өндірістік бөлмелердің микроклиматтық жағдайлары 61
4.1.2 Кеңседегі жасанды жарықтандыру 62
4.1.3 Жұмыс орнындағы өрт қауіпсіздігі және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету 64
4.2 Есептеу бөлімі 67
4.2.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу 67
4.2.2 Өрт қатерінің есептік шамаларын анықтау 69
5 Бизнес жоспар 71
5.1 Жобаның мәні мен міндеттері 71
5.2 Қызметтің функциялары 71
5.3 Нарық 72
5.4 Басқару 72
5.5 Қаржылық жоспар 72
5.5.1 Инвестициялық шығындарды есептеу 72
5.2 кестенің жалғасы 74
5.5.2 Пайдалану шығындарын есептеу 74
5.5.3 Тарифтік кірісті есептеу 77
5.6 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу 79
5.7 Бөлім бойынша қорытынды 80
Қорытынды 81
Қысқартулар тізбесі 82
Әдебиетттер тізімі 83

Кіріспе

Қазіргі технологияның қарқынды дамуы телекоммуникация саласына әсері үлкен. Радиобайланыс сапалы, қол жетімді, мобилді және ең бастысы жылдам болып келеді.

Бүгінгі таңда LTE (Long Term Evolution) технологиясы жоғарыда аталған барлық артықшылықтардың көрінісін тапты. LTE - бір жылдамдығы 326,4 Мбит / с жылдамдықпен, ал екінші бағытта 172,8 Мбит / с жылдамдығы бар сымсыз стандарт. Бұл стандарт жиілік спектрін жақсырақ пайдалануға мүмкіндік береді, байланыс қызметтерінің кең спектрін ұсынады, сонымен қатар мультимедиялық қызметтерді енгізеді. Қосымша қызметтерден басқа, 4G технологиясы байланыс сапасын едәуір жақсартты, бұл маңызды факторлардың бірі.

LTE технологиясы - бұл қызмет түрлерін кеңейтуге және осы қызметтерді ұсынуға ең аз шығындармен деректерді беру жылдамдығын құруға болатынының айқын мысалы. Осы стандартты қолдану телекоммуникациялар нарығының дамуына айтарлықтай үлес қосады. Технология әлемнің 107-ден астам еліне таралды және Қазақстан да ерекшелік емес. Бұл оның орындалуы орынды және қажетті қолданбаны табады дегенді білдіреді.

Біздің елімізде 4G LTE деректерді беру желісін 2012 жылы «Қазақтелеком» АҚ еншілес компаниясы «Алтел» іске қосты. 2015 жылдың желтоқсанында Қазақстандағы басқа операторлар қызмет көрсету құқығын алды. Сонымен, 4G стандартымен қамту аясы кеңейіп, көрсетілетін қызметтер жақсарады деп айта аламыз.

Бұл дипломдық жобаның мақсаты Медеу ауданында желіні құру, оны есептеу, тиімді ұялы байланыспен қамтамасыз ету.

1 Теориялық бөлім

1.1 ҰМЖ ұйымының қысқаша мазмұны

ҰМЖ түрлеріне қарамастан, оларда қарапайым элементтерді бөлуге болады [1,2]: қозғалмалы абоненттер (ҚА), базалық станциялары (БС), ұялы байланыс қызметтері немесе ұялы байланыстың коммутациялық тораптары (ҰБКТ). Базалық станция тек ұяшыққа қызмет етеді және қоңырауды осы ұяшықта орналасқан абоненттерден қабылдайды және жібереді. БС-мен бірге базалық станциясының контроллері жұмыс істейді, ол радиоарналардың таралуын, қосылыстарды басқарады, сигналдардың модуляциясы мен демодуляциясын, хабарламалардың кодталуы мен декодталуын қамтамасыз етеді. Базалық станциялар кластерге (қайталанбайтын жиіліктері бар ұяшықтар тобы) оларды байыту фабрикаларына қосу арқылы орнатылады, олардың міндеттері абонентті бір ұяшықтан екінші ұяшыққа ауыстыру, сондай-ақ сымды желі абоненттерімен байланысу болып табылады. Сонымен қатар, мобильді желілерде абоненттерді аутентификациялауға және эксплуатациялық жұмысқа қажетті құрылғылар бар. Мұндай құрылғылар, мысалы, GSM-900 желісінде - күй регистрлері (КР), қозғалыс регистрлері (ҚР), аутентификация орталығы (АО) және жабдықтарын сәйкестендіру регистрі (ЖСР). КР регистрі коммутациялық орталықтың қозғалмалы абонентпен (ҚА) байланыс орнатуға мүмкіндік беретін ақпараттың бір бөлігін сақтайды. Бұл тізілімде аутентификация орталығында ұялы абонентті анықтау үшін қолданылатын байланыс абонентінің халықаралық ұялы нөмірі бар. Шын мәнінде, КР тізілімі - бұл желіге тұрақты түрде тіркелген абоненттердің анықтамалық дерекқоры. Онда сәйкестендіру нөмірлері мен мекен-жайлары, абоненттердің өкілеттіліктерінің параметрлері және байланыс қызметтері құрамы, сондай-ақ бағыттау туралы арнайы ақпарат бар. Абоненттің роумингтік мәліметтері, соның ішінде абонентінің уақытша ұялы нөмірі және қозғалысының тиісті тіркелімі туралы мәліметтер жазылуда. ҚА қозғалысын бақылауды қамтамасыз ететін екінші құрылғы - ҚР. Оның көмегімен абонент бір БСК аймағынан екіншісіне ауысқан кезде КР регистрімен бақыланатын аймақтан тыс жерде пайдаланушы агентінің жұмыс істеуі, оны жаңа тізіліміне тіркеу арқылы қол жеткізіледі.

Аутентификация орталығының міндеті - байланыс жүйесінің ресурстарын рұқсатсыз пайдалануды болдырмау және абоненттің беделін анықтау. Ол аутентификация процесінің параметрлері туралы шешім қабылдайды және ЖСР жабдықтарының сәйкестендіру тізілімінде шоғырланған дерекқор негізінде пайдаланушы агентінің шифрлау кілтін анықтайды.

Ұялы байланыс жүйелерінде базалық станциялар тіркелген желінің бөлігі болып табылады, ал ұялы байланыс абоненттері бір-бірімен тек осы желі арқылы байланысады. Тіпті шақырылған терминал тікелей қоңырау шалу мүмкіндігіне ие бола алады, яғни. негізгі станцияны пайдаланбай байланыс тек базалық станция арқылы жүзеге асырыла алады.

1.2 ҰМЖ сипаттамалары

ҰМЖ негізгі сипаттамаларына мыналар жатады:

- жасушалардың көлемін;
- кластерлік өлшем;
- бір ұяшықтағы қызмет көрсету секторларының саны;
- базалық станциялардың саны;
- қуатты таратқыштар;
- антеннаның биіктігі;
- антеннаны күшейту коэффициенті;
- пайдаланылған жиіліктер диапазоны;
- бір арнаның жиілігі;
- бір уақытта бір жиілік арнасын иелене алатын абоненттер саны (мысалы, NMT-450 жүйесі үшін бұл 1, ал GSM-900 үшін - 8);
- ұялы байланыс желісіне қызмет көрсететін абоненттер саны;
- қоңыраудың жоғалуының мүмкін болатын ықтималдығы;
- қабылдағыштың кірісіндегі сигнал деңгейінің номиналдан төмен деңгейіне рұқсат етілетін уақыттың қолайлы бөлігі;
- ҰМЖ желі қабылдағыштары үшін қажетті қорғаныс коэффициенті.

Мобильді абоненттердің радиоға қол жеткізу желісін құру кезінде негізгі сипаттамалардың бірі базалық станциялардың желілік құрылымы болып табылады. Мұндай желіде әрбір базалық станцияға нақты ұяшық тағайындалуы керек, ал ұяшықтар жиынтығы қарастырылып отырған аумақты сенімді қамтуы керек. Жақында GSM желілерінің дамуы базалық станциялардың әдеттегідей рельефтің ең жоғары нүктелерінде емес, ең төменгі нүктелерінде болатындығын атап өткен жөн. Бұл екінші жағдайда үлкен энергия үнемделіп, аумақты жақсырақ қамтуға байланысты, өйткені сигналдар жер бетінде таралады. Бұл тәсіл GSM стандарты негізінде байланыс желілерін құрудың бастапқы кезеңінде үлкен аумақты қамту туралы мәселе туындады, ал қазір бұған қол жеткен кезде, белгілі бір аумақты сенімді қамту туралы мәселе туындайды [3]. Базалық станцияларды орналастырудың бұл принципі «кеңейтілген ұяшық» деп аталады.

Ұяшықтарды (ұяшықтарды) ұйымдастырудың бірнеше нұсқалары бар, олар пайдаланылатын антенналардың бағытына байланысты. Дөңгелек сәулелік үлгісі бар антеннаны қолданған кезде, ұяшық базалық станцияның ортасында нүктесі бар шеңбер пішініне ие болады, ал бағдарланған антеннаны пайдалану кезінде ұяшықта сектор нысаны болады, оның жоғарғы жағында бірнеше базалық станцияларды орналастыруға болады. Атап айтқанда, тәжірибеде көбінесе 3 және 6 секторлы ұяшықтар (ұяшықтар) қолданылады.

Базалық станциялар желісінің құрылымына қойылатын ең маңызды талап - көрші ұяшықтарда бірдей жиілікті қолдануға тыйым салу. Ерекшелік IS-95 CDMA ұялы стандарты болып табылады, ол арналарды бөлудің басқа принципіне негізделген, атап айтқанда код, жоғарыда айтылған жиілік пен уақыт әдістеріне қарағанда. Сондықтан, жасуша (немесе жасуша) ұғымынан

басқа, қайталанатын жиілігі жоқ жасушалар жиынтығын біріктіретін бұтаның (немесе кластердің) тұжырымдамасы бар. Жасушаның қайталану схемасының маңызды сипаттамасы - бір кластерге кіретін жасушалардың саны немесе кластер өлшемі. Бұл 3, 7, 9, 12, 21 және т.б. болуы мүмкін. Тәжірибеде әдетте 3, 7 және 12 жасушаларының қайталану жылдамдығы бар схемалар қолданылады [4]. Ұяшық мөлшері ұялы байланыс жүйесіне (NMT-450, NMT-900, GSM-900, GSM-1800, AMPS, D-AMPS және т.б.) және оның абоненттік қабілетіне байланысты. Осыған байланысты терминдер қолданылады: macrocell (macrocell), microcell (microcell) және nicocell (picocell). Осы атаулардан көрініп тұрғандай, жасушалардың өлшемдері үлкенірекден кішісіне қарай өзгеріп отырады.

1.3 ҰМЖ өткізу қабілетін арттыру әдістері

Әр ұяшық үшін ҰМЖ жобалау кезінде рұқсат етілген ең үлкен жүктемені қосқанда көптеген параметрлер анықталады. Максималды рұқсат етілген жүктеме деп оның әрі қарай өсуі қоңыраудың жоғалу жылдамдығының артуына әкелетін жүктеме деңгейі түсініледі. Бұл ұяшықта қолдануға болатын арналардың шектеулі деңгейіне байланысты. Сондықтан жүктеменің жоғарылауымен (абоненттер саны, қоңыраулардың орташа ұзақтығы), ақыр соңында, арналар болмайтын уақыт келеді. Бұл абоненттік қызметтің кез-келген кідірісі кезінде сіз желіні дереу қайта құруыңыз керек дегенді білдірмейді, бұл қажеттілік жүйенің осы күйде ұзақ уақыт тұруы жағдайында туындайды. Желіні қайта санаудың соңғы нәтижесі проблемалық ұяшыққа рұқсат етілген жүктеменің жоғарылауы болуы керек. Бұл шекараны ұлғайтуға әртүрлі жолдармен қол жеткізуге болады. Олардың ең қарапайымдары жүздеген арналарды (қосымша жиіліктер) бөлуге негізделген, олардың болуы болашақта даму үшін желіні жобалаудың бастапқы кезеңінде әрқашан қойылады. Егер бұл жиіліктер бұрыннан қолданылса, яғни. Егер желінің өткізу қабілетін қайта ұлғайту қажет болса, ұяшықтардың көлемін азайтуға болады. Соңғы процедура қымбат, бірақ жиілікті пайдалану коэффициентін және максималды рұқсат етілген жүктемені бірнеше рет арттыруға болады. Мысалы, макроэлементтерден (радиусы бірнеше шақырым) микроциттерге ауысу (бірнеше жүз метр радиус) желінің өткізу қабілетін 5-10 есе арттырады [1]. Ұяшықтардың кіші өлшемдеріне мұндай ауысулар байланыс желілерін дамытудың бір әдісі болып табылады.

Байланыс желісінің өткізу қабілеттілігін арттырудың тағы бір мүмкіндігі, айтарлықтай пайда әкелмесе де, сигнал жүктемесін азайту болып табылады. желілік құрылғылар арасында бақылау туралы ақпарат алмасу нәтижесінде пайда болатын жүктеме. Атап айтқанда, [5] -де желіні оңтайландыру әдісі сипатталған, ол абоненттердің орналасу регистрімен басқарылатын аумақтың көлемін таңдаудан тұрады. Мұндай оңтайландырудың қажеттілігі макро-жасушадан микро-жасушаларға ауысу жағдайымен байланысты және абоненттер көбінесе ұяшықтар шекараларын кесіп өтуге байланысты сигнал жүктемесі едәуір артады.

Екінші буын ҰМЖ құру кезеңінде олардың қуаттылығын арттырудың негізгі бағыттары - макро жасушалардан микро және пико жасушаларына көшу қағидаларына негізделген желілерді топологиялық дамыту, сондай-ақ жиілікті қайта пайдаланудың тиімді әдістерін енгізу. Бұл әдістер екінші буын SSPS мүмкіндіктерін таңдалған жиілік диапазонында ұсынылатын қызмет түрлері мен қызмет түрлері бойынша шектейді. Екінші буын SSPS қуаттылығының өсуі ақпараттың берілу жылдамдығы төмен арналарға ауысу, сөйлеуді кодтаудың жаңа стандарттарын әзірлеу, салалық антенналар, бейімделгіш таратқыштардың қуатын басқару және жаңа жиілік диапазондарына көшу салдарынан болуы мүмкін. Жаңа байланыс протоколдары мен желіні басқарудың, соның ішінде желідегі жиіліктер мен уақыт арналарын тарату, ұялы байланыс абоненттерін табу және «релелік тарату» процедураларын құру кезінде жұмыс жылдамдығы диапазонын айтарлықтай кеңейтпестен ҰМЖ өткізу қабілеттілігін одан әрі арттыру мүмкін болады. Бұл міндеттер үшінші буынды ҰМЖ құру кезінде шешіледі. Әмбебап мобильді желі (ӘМЖ) жүйесі деген ұғым қызметтердің кең спектрін ұсынумен қолданыстағы жүйелердің функционалдығын үйлестіруді білдіреді.

1.4 L.M.Ericsson компаниясының әдісімен ҰМЖ жобалау тәртібі

Бұл әдіс ұялы байланыс желісін жобалауға дәстүрлі көзқарастың мысалы болып табылады [8, 9]. Желіні жоспарлау жабдықтың орналасқан жерін, жабдықтың құрамын және клиентке қызмет көрсетудің белгілі бір сапасына арналған конфигурацияны анықтау сияқты міндеттерді қамтиды.

Жоспарлау жүктемені және қажетті қамту аймағын талдаудан басталады. Бұл талдау желіні құратын географиялық аймақ туралы ақпаратты жинап, жүйенің қажетті қуатын бағалаудан басталады. Ол үшін келесі мәліметтер жиналады:

- желіні құру құны;
- жүйенің сыйымдылығы;
- аумақты қамту;
- қызмет көрсету сапасы;
- қол жетімді жиіліктер;
- жүйені құру қабілеті.

Қазіргі уақытта жүктеме демографиялық мәліметтер негізінде анықталады, соның ішінде:

- қарастырылатын аумақта халықтың таралуы;
- абоненттердің автомобильдермен қол жетімділігін сандық бағалау;
- трафикті аумақтық бөлу;
- телефон байланысы бойынша терілген статистика;
- басқа факторлар.

Жүктеме талдауы аудандағы телефон қосылыстарының статистикасы, сондай-ақ бірқатар әсер етуші факторларды ескере отырып, басқа ұялы желілер статистикасы негізінде жүзеге асырылады.

Жүктеме талдаудан кейін номиналды ұяшық жоспарлау жасалады. Бұл желінің соңғы түрін құрудың алғашқы қадамы болып табылады және желіні жоспарлауды кейінгі талдау және түзету үшін негіз болады. Бұл кезеңде аумақты қамту және бір жасушаның екіншісіне өзара әсерін болжау басталады. Ұқсас тәсіл [10] -де талқыланады. Оны орындау үшін, күмәнсіз, күрделі тапсырманы орындау үшін Ericsson компаниясы Ericsson Engineering Tool (EET) деп аталатын бағдарламалық өнімді жасады. Бұл өнімде аймақ, егер ол 95% жабылған болса, толығымен жабылады деп есептеледі, ал базалық станция қабылдаған сигналдың минималды деңгейі -90 дБ-ден төмен болмауы керек. Бағдарламалық жасақтама радиотолқындардың таралуын практикалық байқау нәтижелерін ғалымдар жасаған теориялық аппаратпен бірге қолданады және бірнеше бөліктен тұрады. EET бағдарламасы базалық станцияның антенна биіктігінің әртүрлі мәндері үшін әр түрлі рельефтерде және әртүрлі жағдайларда сигнал деңгейінің практикалық өлшеулерінен алынған мәліметтерді пайдаланады. 1980 жылы сигналдың жоғалуын есептеу үшін формулалар алынды және осылайша жүйенің энергетикалық балансын 150-1000 МГц жиіліктер үшін базалық станциядан 1-20 км қашықтықта анықтады. Бірақ EET бағдарламасы дизайн жасауға мүмкіндік береді

ҰМЖ тек 900 МГц диапазоны үшін ғана емес, сонымен қатар 1800 және 1900 МГц. Бұл диапазондар үшін Cost 231-Hata моделі қолданылады, ол 1500-2000 МГц жиіліктерінде қолайлы нәтиже береді. Кейін Ericsson 900 және 1800 МГц жиіліктеріндегі радиотолқындардың таралуын өлшеу нәтижелерін қолдана отырып, Окумура-Хата моделін аяқтады және осы полигондар үшін аумақты қамтуды және әр түрлі аймақтарға сәйкес келетін коэффициенттерді - қалалық ландшафтты, қала маңындағы ландшафтты және ашық аудандарды анықтайтын бір өрнекті алды. Бірақ бұл өрнек базалық станциядан 1 км қашықтықта ғана дұрыс нәтиже береді. Кішкентай жасушалар (микро және пикоциттер) үшін EET бағдарламасы 200 м - 100 км қашықтықта жұмыс істейтін 9999 алгоритмін қолданады. Бұл алгоритмнің дәлдігі желі жобаланатын жерде жүргізілген алдын-ала өлшеулерге байланысты және ± 5 дБ құрайды. Бұл алгоритмге қосымша EET бағдарламасы басқа модельдерді де қолданады, мысалы, Cost231-Walfish-Ikegami моделі (базалық станциядан 0,02 - 5 км қашықтық үшін). Бұл модель қаладағы қамту аумағын есептеуге өте қолайлы, өйткені ол радио толқындарының таралуына көшелер, ғимарат биіктігі мен жол ені әсерін ескереді.

Модуляцияның өрескел нәтижелерін алғаннан кейін, жабдықты болжалды орнату орындарына барып, бірқатар радио өлшеулер жүргізу қажет. Осы нәтижелер алынған мәліметтерді және жабдықты орнату орнын түзету үшін қолданылады. Нәтижесінде әрбір ұяшыққа құжаттама жасалады («Cell design data» - CDD), онда жасуша туралы барлық ақпарат бар. Осы тізімге енгізілген кейбір параметрлер төменде келтірілген:

- базалық станцияның орналасқан жері;
- антеннаның бағыты;
- антеннаны алу;

- негізгі станцияның таратқыш қуаты;
- тиімді сәулеленетін қуат;
- берілген ұяшықтың жүктемесін есептеу;
- арналар мен жиіліктердің белгіленген саны.

Ең соңғы қадам - жабдықты орнату, оны конфигурациялау және жүйені тұтастай тексеру.

Жүйені түпкілікті орнатқаннан және оның конфигурациясынан кейін желі жұмысын жақсарту қажеттілігі туындайды. Бұл процесс жүйені баптау деп аталады және келесі міндеттерді қамтиды:

- желінің сипаттамаларын олардың жобада көрсетілген рұқсаттарына сәйкестігін тексеру;
- қажет болған жағдайда оларды ауыстырыңыз және басқа өлшемдерді орындаңыз;
- жүйені үнемі түзету абоненттер санының өзгеруіне, рельефтің өзгеруіне байланысты, мысалы, құрылыс кезінде және т.б. Егер жүйе максималды өткізу қабілеттілігіне жеткен жағдайда, аумақты қамтуды және жабдықты орналастыруды талдау циклі қайталанады.

1.5 Жаңа буын байланыс желілерінің даму тенденциялары

1.5.1 Жаңа буын байланыс желісінің қалыптасуына әсер ететін факторлар

Сымды және сымсыз желілердің қарқынды дамуы желілік инфрақұрылым ұялы байланыс сияқты ұялы байланыстарды ғана емес, сонымен бірге тіркелген сымсыз қосылысты да қолдайды [6]. Мұндай желілердің артықшылығы байланыс құралдарындағы жаңа технологиялар мен инновациялардың дамуына түрткі болатын қызметтердің кең спектрімен байланысты. Дауыстық, аудио, сурет және видео қызметтердің мүмкіндіктері соңғы пайдаланушылардың жабдықтарына енгізіледі [11]. Бұл қызметтерді қолдау үшін желілік инфрақұрылым базалық станцияларды, желілік коммутаторларды және басқару жүйелерін дамытуды қажет етеді.

Көптеген сымсыз желілер мен жаңа қызметтердің іске қосылуымен олар трафиктің жартысына жуығын құрайды, бұл желіге тұтынушыларға қызмет көрсету сапасы жағынан үлкен әсер етеді, өйткені абоненттердің сұранысы көп және ресурстардың көлемі шектеулі. Бұл факт әр түрлі типтегі жүктемелерді ескеруге мүмкіндік беретін есептеудің жаңа әдістерін жасауға белгілі бір талаптар қояды.

Төмендегі жоғары технологиялық шешімдерді іздеудің тағы бір себебі - қызмет жеткізушілердің желілерді орнату және қызмет көрсету құнын төмендетуге ұмтылуы. Бұл тілек олардың инвестицияларын тез қайтаруды қалайтын несие берушілердің қысымына ұшырауымен түсіндіріледі.

Компьютер сыйымдылығының қарқынды өсуіне байланысты пайдаланушыларға жаңа қызметтер мен түпкілікті өнімдер ұсыну үшін көптеген зерттеулер үнемі жүргізіліп отырады. Бұл сұрақ туындайды:

қолданыстағы байланыс құралдарын пайдалану немесе түбегейлі жаңаларын жасау. Бұл жағдайда жеке технологияларды дамыту жаңа міндеттерге бағытталуы мүмкін. Бұл түсінік 1.1 суретте көрсетілген.

Сымсыз қосылыстарға жауап беретін желінің негізгі элементтерінің бірі ұяшық немесе ұяшық болып табылады. Ол абонентке және одан радио интерфейс арқылы алынған ақпаратты өңдеу функцияларын орындайды. Ұяшықтар бір-бірінен клиенттерге қызмет көрсету сапасы мен қолдау көрсетілетін функциялардың түрлерінен едәуір ерекшеленуі мүмкін, бірақ осы бағыттағы жабдықтың даму тенденциясы келесі тармақтарды ашады. Пико, микро және макро жасушаларды құру жағдайлары үшін жасушалар арзан, кішірек, масштабталуы керек. Сонымен бірге жоғары сенімділік, өткізу қабілеттілігінің резерві, желінің өткізу қабілеттілігінің өзгеруіне бейімделу мүмкіндігі және аумақты қамту талаптары қамтамасыз етілуі керек. Жоғарыда айтылғандар салалық антенналарды қолданудың және жаңа перспективалы технологияларға көшудің арқасында мүмкін болды.

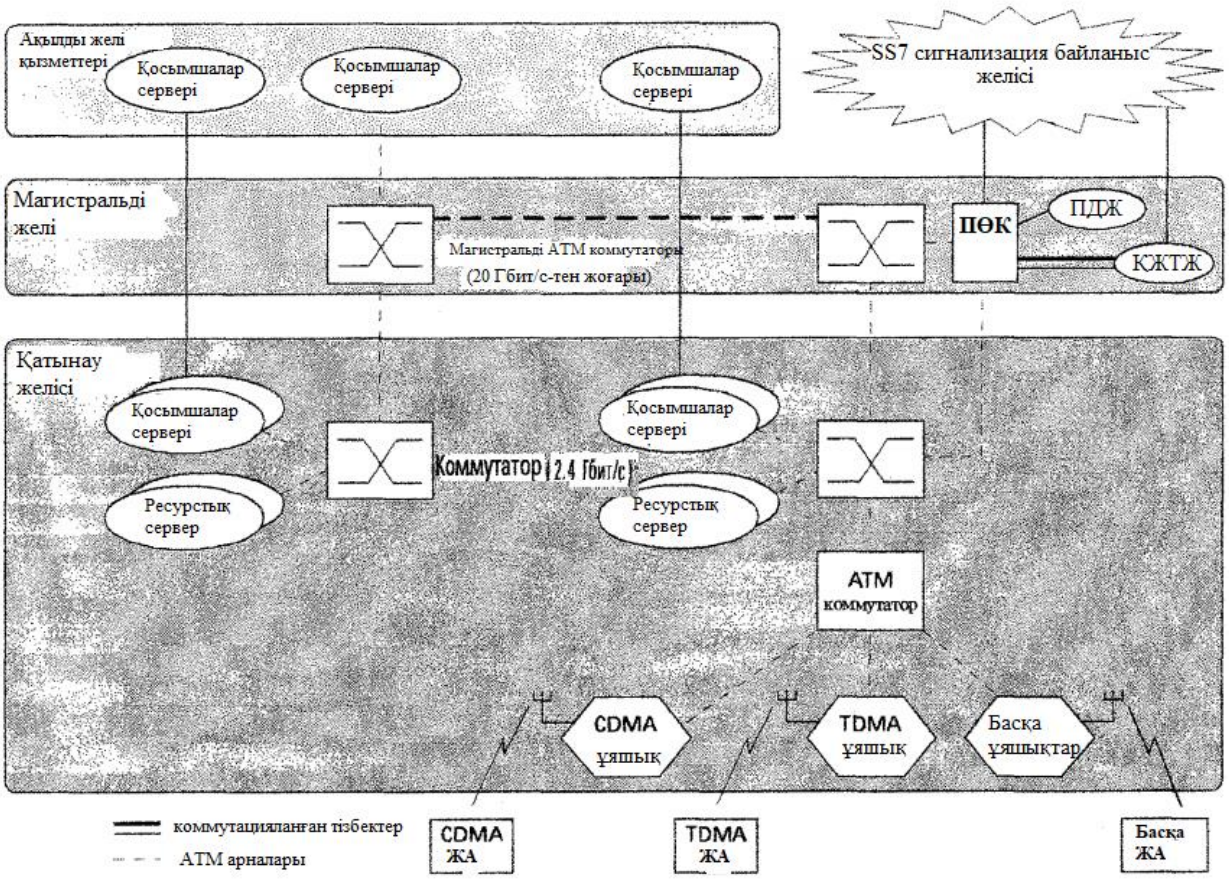
Кеңейтілген мүмкіндіктер	-Мамандандырылған ұялы байланыс жүйесі; - Факсимильді хабарламалар мен суреттерді сымсыз жіберу -Ақпаратты сымсыз жіберу	-Жеке байланыс қызметтері; -Видео тарату -Сымсыз мультимедиа қызметтері -Спутник арқылы жылжымалы байланыс -Төменгі орбита спутниктері -Жеке сандық көмекші	Тәуекелдерді азайту
Жаңа	-Ұялы байланыс -Мамандандырылған жылжымалы радиожүйелер -Сымсыз жергілікті желі -Телетайп -Сымсыз телефон -Пейджинг байланысы	-Сымсыз абоненттік желілер -Кеңсе автоматтандырылған телефон станциясы	
Бағанын төмендетуі			Икемділіктің жоғарылауы

1.1 сурет – Нарықты сегментациялау

AMPS, CDMA, GSM сияқты қолданыстағы ұялы байланыс стандарттарының тұрақты дамуы, өткізу қабілеті, өткізу қабілеттілігі, қателіктер жылдамдығы, жоғары сапалы дыбыстық беру тұрғысынан барлық талаптарды қанағаттандыра алатын қол жетімділік технологиясы бар жабдықтардың жаңа түрінің пайда болуына әкеледі. . Бұл бір ұяшықты ұйымдастыру шығындарын едәуір төмендетеді, өйткені бұл жағдайда

жабдықтың жаңа түрі интерфейс түрлендіргішінің рөлін атқарады, бұл бізге осы желіде орын алатын бірқатар элементтерден бас тартуға мүмкіндік береді.

1.5.2 Келесі буын желісінің архитектурасы



1.2 сурет – Жаңа буын байланыс желісінің топологиясы

ПӨК – пакеттер өңдеу кешені;

ПДЖ – пакеттік деректер желісі;

ҚЖТЖ – жалпыға қол жетімді телефон желісі;

1.2 суретте көрсетілген желі бөлімі әртүрлі талаптар мен қосымшаларды біріктірудің нәтижесі.

Бұл сәулет бірнеше негізгі сипаттамамен анықталған. Біріншіден, желі 3 негізгі аймаққа бөлінеді: зияткерлік желі қызметтері, магистральдық желі, қол жеткізу желілері. Екіншіден, осы желілік құрылымды құру кезінде банкомат желісінің архитектурасы қолданылды, өйткені бірыңғай желілік технологияны қолдану желілер мен қызметтердің интеграциясын, жүйенің жұмысын, әкімшілік, диагностикалық және бақылау функцияларын (операциялық функциялар) жеңілдетеді [12, 13, 14]. Үшіншіден, қызметтерді іске асыруға жауапты ресурстық серверлер мен серверлер желісінің құрылымында нақты бөліну. Басқаша айтқанда, клиент-сервердің компьютерлік желісінің моделіне ұқсайтындай желінің дәстүрлі құрылысынан алшақтау ұсынылады [6, 7,11].

«Ақылды» қызметтер термині желі ұсынатын кең мүмкіндіктер санатына жатады. Бұл қызметтер мыналарды қамтуы мүмкін: дауыстық пошта жүйелері, абоненттердің орналасқан жерін тіркеу дерекқорлары, хабарламалардың қысқа қызметтері, пайдаланушылар агенттері, зияткерлік желіде бар және т.б.

Қызмет деңгейінде толық интеграцияны қамтамасыз ету үшін, абоненттің түріне және оның қол жеткізу желісіне қарамастан, ол барлық желілік қызметтерді ала алады, Lucent Technologies барлық үш желіні бірге қосуды ұсынады, атап айтқанда қол жеткізу желілері мен магистральдық желі бар интеллектуалды желі. Сонымен қатар, мұны сымсыз де, сымсыз де жасауға болады.

Магистральдық желі түрлі қол жеткізу желілері үшін байланыс тетігі ретінде қызмет етеді және желіден желіге (NNI) шлюз ұсынады. Мысалы, сымды желілер үшін TR303 және сымсыз желілер үшін IS-41.

Магистральды желі туралы айту керек бірінші нәрсе, ол банкомат технологиясы негізінде ұйымдастырылуы керек [16, 17]. Үлкен өткізу қабілеттілігі, құрылыстың икемділігі, кең диагностикалық және бақылау мүмкіндіктері, кең жолақты технологияларды қолдау (видео, мультимедиа, деректер, жоғары сапалы дауыс) - осының барлығын банкомат технологиясына негізделген желі қамтамасыз етеді.

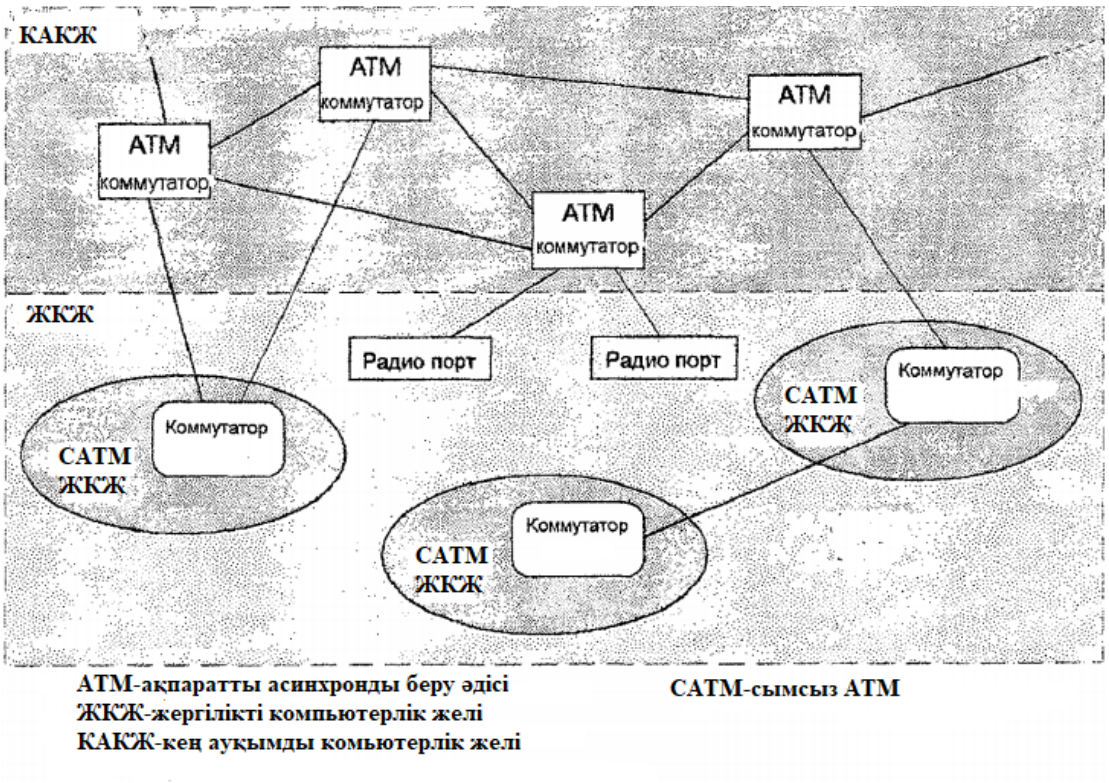
Екінші аспект - бұл омыртқаның болу қажеттілігі ПӨК пакеттерін өңдейтін кешен желісі және жолақтардың айырмашылығынан туындайды радио интерфейсі мен жалпы желінің жағындағы өткізу қабілеті. Мысалы, сымсыз қатынау хаттамалары пайдаланушыны жібереді ақпарат (мысалы, сөйлеу) сығылған түрде 8-ден 13 кбит / с дейінгі жылдамдықта, және PSTN қоғамдық желісінде ақпарат жіберіледі жылдамдығы 64 кбит / с. Бұл түзуді КҚК жасайды. Әлбетте, үшін өткізу қабілетін сақтай отырып, мәліметтерді келесіге жіберген жөн қосылымның үлкен бөлігінде желі арқылы мүмкіндігінше қысылған. Сондықтан КҚК магистральдық желіге орналастырылуы керек.

Қол жеткізу желісі UNI пайдаланушы желісінің интерфейсін қамтамасыз етеді. Сымды UNI-дің мысалы POTS және ISDN дәстүрлі телефон қызметтері болып табылады, сымсыз үшін ең кең таралған CDMA және TDMA.

Жоғары жылдамдықтағы КАКЖ және ЖКЖ технологиялары, сондай-ақ банкомат тез дамып, таралуда [16, 17]. Қазіргі уақытта сымды желілердің өткізу қабілеттілігі секундына ондаған гигабит жылдамдықпен ақпарат жіберу шекті мәнінен асады. Екінші жағынан, төмен жылдамдықты қамтамасыз ететін сымсыз желілер бірнеше абоненттерді біріктіреді. Осы екі ереже, сәйкес келеді, ұялы байланыс абоненттері үшін қызметтердің кең спектрін ұйымдастыруға жаңа мүмкіндіктер береді. Төменде үлкен географиялық кеңістіктегі көптеген қызметтерді қолдауға қабілетті жаңа буындағы мобильді желінің ақпараттық инфрақұрылымы сипатталған және келесі мәселелер талқыланады: - жүйенің архитектурасы;

желілік жабдықтар және бағдарламалық қамтамасыз ету;

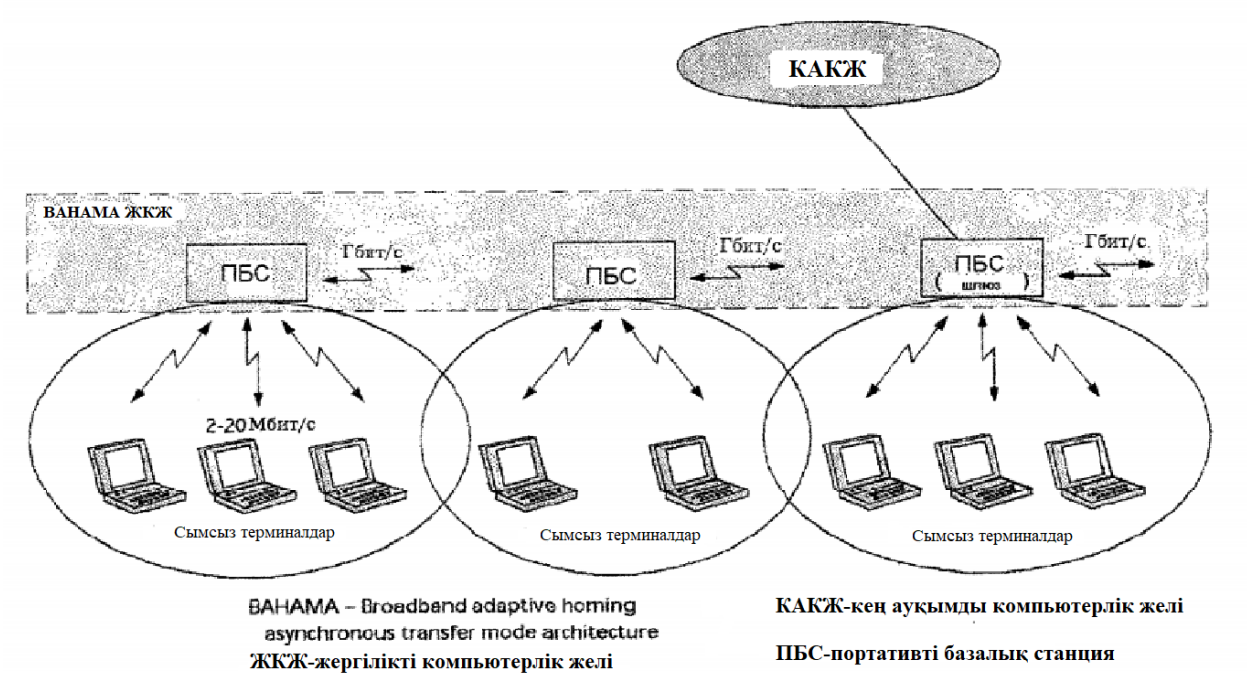
- дабыл;
- желіні басқару;
- сандық бейне;
- мультимедиялық қызметтер;
- жүйелік интеграция.



1.3 сурет – Ұялы байланыс желісінің келесі буыны

1.3 суретте жалпыланған желілік құрылым ұсынылған, ол АТМ технологиясын қолдана отырып жасалған КАКЖ құрылғылары арқылы бір-біріне қосылған көптеген сымсыз ЖКЖдан тұрады.

Бұл схемада әр ЖКЖ ұялы байланыс абоненттеріне желілік қызметтерге қол жетімділікті қамтамасыз етеді, сымды жергілікті желі дербес компьютерлерді жұмыс станцияларына кіруге мүмкіндік береді. Мобильді абоненттің белгілі бір жергілікті желідегі ұтқырлығы оның дизайнымен шектелген және күтілетіндей, қамту аймағы ол жүзеге асырылатын ғимарат көлемімен шектеледі. Сонымен қатар, төмендетілетін желілік құрылымды іске асырудың басты мәселесі - мобильді абонент пен базалық станция арасындағы радионың үстінен банкомат ұяшықтарын беру мәселесі. Егер банкоматтың бейімделу деңгейі (AAL) пайдаланушы агент терминалдарында орналасса, онда абоненттерге байланыс арнасы бойынша банкоматтық ұялы байланыс арқылы мультимедиялық қызметтердің сапасы мен мультимедиялық қызметтерге қолдау көрсетіледі. Тағы бір мүмкін әдіс - базалық станцияларда банкоматтың бейімделу қабатын (AAL) ұйымдастыру, содан кейін сіз стандартты радио интерфейсімен жете аласыз.



1.4 сурет – ВАНАМА ЖКЖ желісінің топологиясы

МЖИ кең жолақты қызметтерге қолдау көрсететін ЖКЖ желісінің құрылымын ұсынады, оны кең жолақты адаптивті үйде АТМ архитектурасы (ВАНАМА ЖКЖ) деп атайды (1.4 суретті қараңыз).

Ол шағын географиялық аудандарды қамтитын BSS портативті базалық станцияларына негізделген (1.4 суретті қараңыз), бір-біріне жоғары жылдамдықты байланыс желілері арқылы ерікті түрде қосылады, бұл желінің құрылымын салыстырмалы түрде оңай өзгертуге мүмкіндік береді (мысалы, жаңа ЖКЖ желілерін пайдалануға беру кезінде).

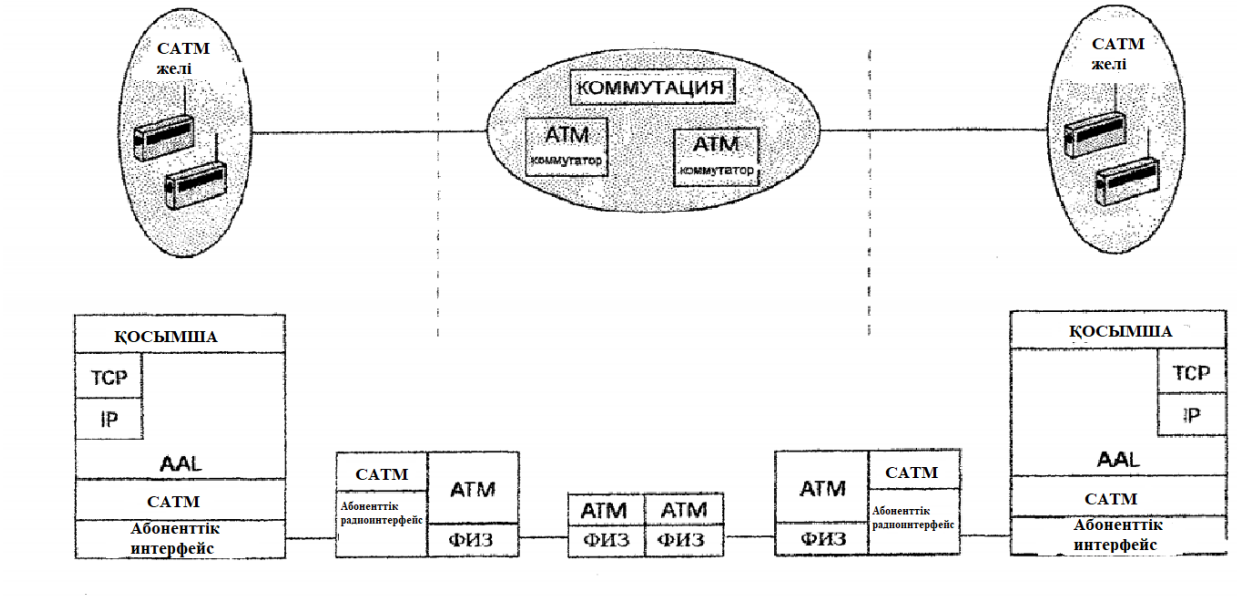
Бұл МЖИ-де соңғы пайдаланушы жабдықтарының екі түрі бар. Бірінші типтегі құрылғылар - бұл банкоматтар және ВАНАМА радио интерфейсі бар карталар, ал екінші типтегі банкоматтарсыз және стандартты радио интерфейс карталары бар карталар.

Ұсынылған желі сонымен қатар жұмыс істейтін функцияларды қамтамасыз ететін протокол түрлендіргіші ретінде ВАНАМА ЖКЖ мен АТМ магистральдық желісі арасындағы шекарада орналасқан АТМ қосқыштарын қолданып стандартты банкомат желілерімен жұмыс істейді.

Протокол интерфейсін ұйымдастыруды қарастырған кезде, қолданушы қосымшаларымен жұмыс істеген кезде, банкомат деңгейінде өзара әрекеттесудің екі жолмен болатындығын ескеру қажет. Біріншісі - берілетін ақпарат банкоматтың конверсиялық деңгейін пайдаланатын тікелей банкомат режимі

алдын-ала емдеу. Екінші режим АТМ-ны басқа протоколдар үшін тарату құралы ретінде пайдаланады (мысалы, қазіргі уақытта, негізінен TCP / IP деректерді беру үшін пайдаланылады) және бұл режим «АТМ арқылы TCP /

IP» деп аталады. Кең жолақты қосымшалар (видео, сөйлеу, мультимедиа) тікелей банкомат режимін қолданады деп күтілуде, ал екі режим де деректерді беру үшін қолданыла алады [19]. Суретте. 1.5 ВАНАМА ЖКЖ протокол интерфейсін көрсетеді.

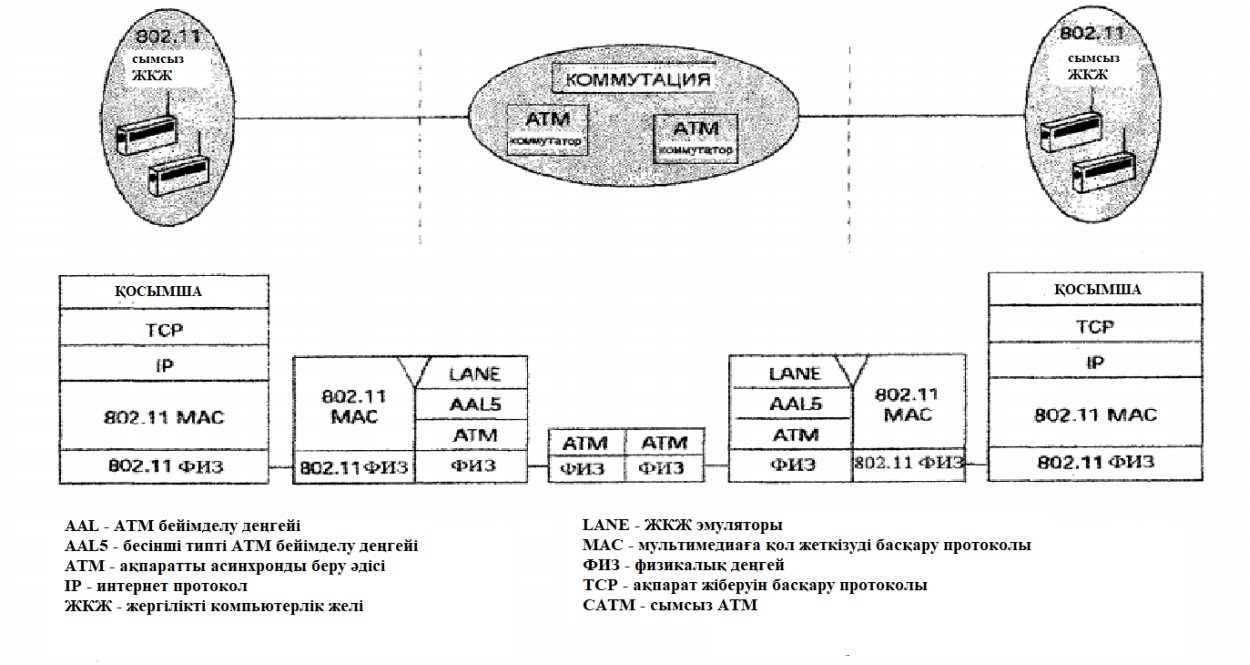


1.5 сурет – ВАНАМА ЖКЖ қолдану кезіндегі протокол түйіні

Бұл торапта абоненттік радиоға қол жетімділіктің келесі деңгейлері бар: физикалық қабат, бірнеше қол жеткізу қабаты, деректер қабаты және тікелей банкомат режимі және банкомат арқылы TCP / IP екеуі де бар.

1.6 суретте стандартты радио интерфейсі (IEEE 802.11) және банкоматтың бейімделу қабаты базалық станцияда орналасқан СЖКЖ протоколының интерфейсі көрсетілген. Стандартты радио интерфейс СЖКЖ желілері үшін физикалық қабатты, деректер қабатын және бірнеше қатынасу қабатын қамтиды.

Физикалық деңгейде негізгі проблема - каналдың тозуын жеңу. Арнада пайда болатын қателер тобы ұзақ уақыт бойына пайдалы сигналға әсер етеді, жүйенің жоғары деңгейлерін қалыпты жұмыстан алып тастайды, ақпараттардың берілуіндегі кідірістердің күрт артуына байланысты. Берілістер жүйесінің жұмысындағы қателіктердің мұндай әсерін қарапайым әдістермен түзету қиын. Кедергі байланыс сапасына әсерін төмендетудің бірден-бір тәсілі - сигналды-шу деңгейін (S / N) төменгі жылдамдыққа төмендету кезінде берілу жылдамдығын өзгерте алатын көп жылдамдықты жүйелерді пайдалану. Мұндай жүйені сенімді кері байланыс каналымен ұйымдастыруға оңай. Бұл үшін қажет ақпараттарды басқарудың басқару жүйелері өте төмен жылдамдықпен кері каналда жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Мұндағы кемшілік қосымша сигнал беру пакеттерін беру есебінен тиімділіктің төмендеуі болып табылады.



1.6 сурет – Стандартты радио интерфейсті қолданған кезде протокол интерфейсі

Пайдалы сигналға әр түрлі кедергілердің әсерін азайту үшін күресте көп қабатты антенналарды қолдану да көмектеседі. Мұндай антеннаның қатысуымен сигналдың ең жоғары деңгейімен арнаны таңдауда қарапайым әдістерді қолдану да белгілі бір пайда әкеледі. Неғұрлым күрделі антенналарды орнатқан кезде жүйенің сипаттамалары одан да жақсарады, бірақ оның құны да артады [20, 21, 22].

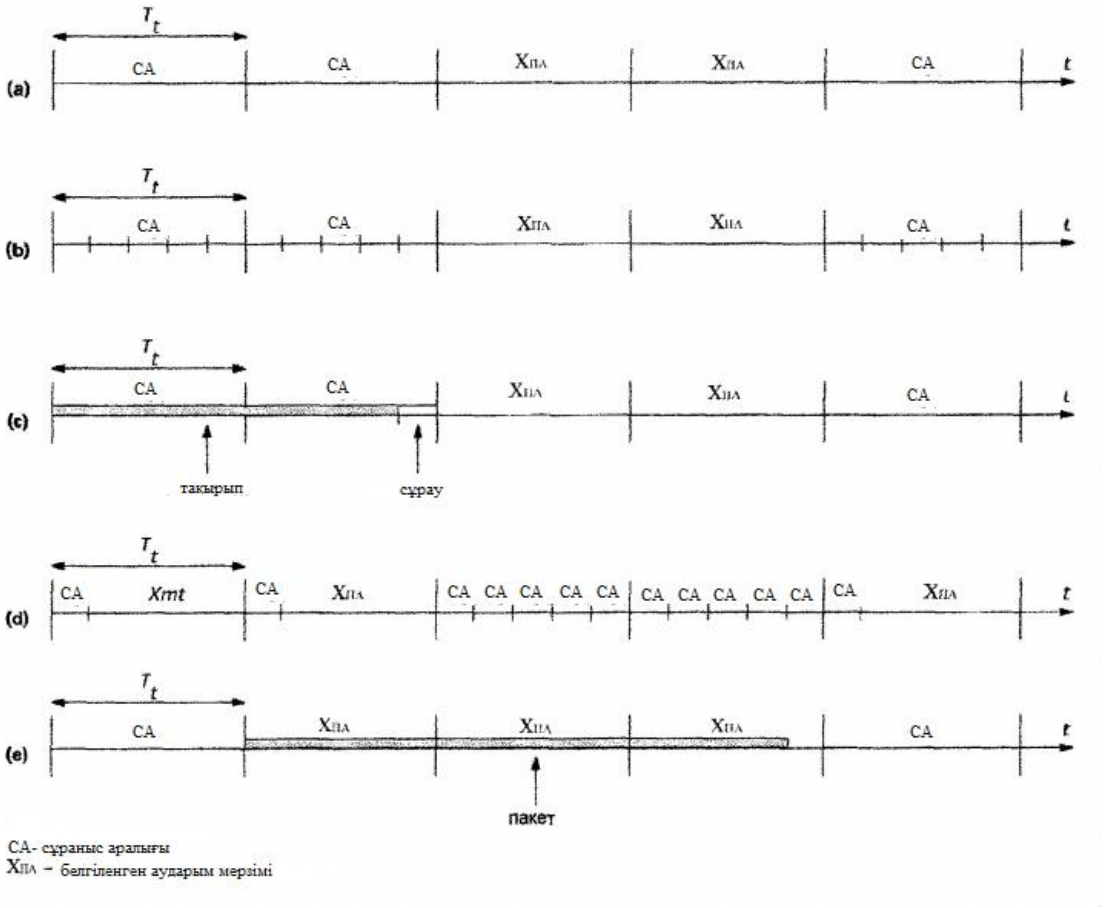
Қазіргі заманғы байланыс жүйелерінде көптеген пайдаланушыларға желілік ресурстарды тиімді бөлісу мүмкіндігін беретін, тарату ортасына қол жеткізуді басқару хаттамалары қажет. Бұл, әсіресе сымсыз желілер сияқты өткізу қабілеттілігінің жетіспеушілігі бар жүйелерде өте маңызды [23, 24].

Bell Labs қоршаған ортаға қол жеткізудің жаңа хаттамасын жасады – DQRUMA (distributed queuing request update multiple access) сұраныстарының жаңартылған таратылған кезегі бар бірнеше қатынасу протоколы (үлестірілген кезек сұранысы бірнеше рет қатынауды жаңарту) [25]. Іске асырудың оңай өсуі / расталуы туралы хаттама әртүрлі қосымшалардың оңтайлы кідірісін қамтамасыз етеді және қызмет көрсету сапасына кепілдік береді.

Хаттаманың қисыны келесідей. Ұялы терминалдың бос буферіне жаңа пакет келген кезде, терминал оны кіші өткізу қабілеті бар сұраныстардың арнайы арнасы арқылы базалық станцияға жеткізеді. Осыдан кейін мобильді терминал пакеттерді негізгі беріліс арнасында беруге рұқсат күтеді. Пакеттік беріліс базалық станциямен реттеледі, бұл клиенттерге қызмет көрсетудің қажетті сапасын қамтамасыз етеді. Базалық станция ұялы абонентке пакеттік берілу уақытын тағайындайтын уақытта, абоненттік терминал ақпараттық пакеттің берілуін қосымша берілу уақытын сұраумен біріктіре алады.

Қосымша уақытқа сұраныстардың кездейсоқ берілуі сұрау арнасын алуға бәсекелестікті төмендетеді, бұл да кідірістердің азаюына әкеледі.

DQRUMA протоколы әр түрлі ұзындықтағы пакеттерді жібере алады, бірақ физикалық қабатта протоколды тиімді беру және жеңілдету үшін бекітілген ұзындықтағы блоктар қолданылады. Мысалы, АТМ сымсыз ЖКЖ-ында бұл блок 10-30 байттан тұрады және банкомат ұяшығының бөлігі болып табылады. Әр түрлі ұзындықтағы пакеттердің және сынақ тізбегінің берілуін (берілген каналдың сапасын анықтау үшін) физикалық қабаттың әр түрлі берілген блоктарымен сипаттауға болады. Мұндай мүмкіндік суретте көрсетілген. 1,7а-1,7д.



1.7 сурет – Модульдік сегменттелген медиаға қол жетімділік технологиясы жаңартылған сұраныс кезегі жаңартылды

1.7а суретте белгіленген ұзындықтың Tt блоктарының берілу уақыт интервалына бөлінген бір жиілік арнасын көрсетеді. Аралықтан кейінгі аралықта (немесе жақтаумен), бақылаушы абоненттік сұраныстарды жіберуге және пайдалы ақпаратты жіберетін уақыт аралығы тағайындалғанын хабарлайды.

Егер физикалық қабаттардың пакетінің тақырыбы кішкентай болса, онда қол жеткізуге сұранымның уақыт интервалын көптеген мини-интервалдарға бөлуге болады (1.7b-сурет) және керісінше, үлкен тақырыптарды қолданатын жүйелерде қысқа трансфер сұранысын қосумен тақырыпшаны беру үшін

бірнеше қатар аралықтарды қолдануға болады (суретті қараңыз (1.7c)). Ақыр соңында, егер физикалық тақырып кішкентай болса, онда интервалдың ұзындығын таңдауға болады, оның ішінде аударымға сұраныстың жіберілуіне және аударымның өзіне қажет уақыт болуы керек (1.7d сурет). Айнымалы ұзындықтағы абоненттік пакеттердің берілуін қолдау мүмкіндігі берілудің бірнеше қатарлы аралықтарын тағайындаумен қамтамасыз етіледі (1.7e-сурет).

Сипатталған желілік құрылымда банкомат ұяшықтары оларды канализациялап, тақырыпты 10% қысу арқылы канал деңгейіне ауыстырылады. Оларды таратуға жауап беретін механизм ретінде ARQ қайта жіберуге автоматты сұрау хаттамасы және FEC қателіктерін алдын-ала түзету хаттамасы пайдаланылады. Деректердің барлық түрлеріне арналған көлік механизмінің әмбебаптығын қамтамасыз ету үшін, дәл осы екі хаттаманы біріктіру қажет. Бірақ ішке

Қазіргі уақытта бақылау хабарламаларын беруді кідірту кезінде, сондай-ақ оларды іс жүзінде жүзеге асыруды жеңілдету кезінде осындай хаттамалардың жұмыс істеуінің қажетті өткізу қабілетін төмендетуге бағытталған шешімдерді белсенді іздеу жүргізілуде. Олар бұл мәселеге берілетін мәліметтер типтерінің гетерогенділігін ескере отырып жүгінеді. Кешіктіруге сезімтал емес, тек ARQ протоколын қолдана отырып берілуі мүмкін, ал нақты уақытта жұмыс істейтіндер үшін (видео, аудио) FEC протоколын қолданған жөн. Сондықтан қызмет көрсету сапасына қойылатын талаптарды бірнеше сыныптарға бөлу керек; нөлдік шығындарды қамтамасыз ету, бір жағынан, ал екінші жағынан, ең аз кідірістер. Біріншісі ARQ хаттамасымен, екіншісі FEC хаттамасымен байланысады.

Басқару және бақылау міндеттеріне мыналар кіреді:

- бақылау қосылымы;
- ұтқырлықты басқару;
- қоңырауды басқару;
- қызметтерді басқару;
- желіні басқару.

Банкомат желісі қосылуға бағытталған болғандықтан, қосылысты құру және ажырату алгоритмдері қажет. Қосылымды орнату уақытын қысқарту үшін виртуалды жол тұжырымдамасы [26] деп аталатын жаңа тұжырымдама жасалды, ол қосылымды орнату кезінде желінің зияткерлік ресурстарына жүктемені азайтады. Бұл «1P over ATM» түрін қолданатын сымсыз желілер мен желілерге оң әсерін тигізеді, өйткені IP пакеттерін қосылмаған желілерден банкомат желісіне түрлендіру белгілі бір кідірісті тудыратын түрлендіруді талап етеді, ал қосылымды азайту қажет. минимумға дейін кідірту. Жаңа қосылымды орнату уақытын қысқарту мәселесі абонентті бір ұяшықтан екінші ұяшыққа ауыстыруда үлкен рөл атқарады. Банкомат желілерінде абонентті ауыстыру қиын мәселе, өйткені қосылыстың кейбір сегменттері жойылып, басқалары құрылуы керек. Алдын ала анықталған

жолдарды пайдалану сегменттерді орнатуға және жоюға кететін уақытты азайту арқылы осы тапсырманы жеңілдетеді [26].

1.6 Желілерді есептеудің жаңа әдістерін құру қажеттілігін негіздеу ұялы байланыс

Ұялы байланыстың үшінші буынын құру тек мультиплексті кодты бөлу арқылы кең жолақты берудің жаңа технологиясын ғана емес, сонымен қатар желінің құрылымын жобалаудың жаңа әдістерін де қажет етеді. Желілік құрылымды және жаңа буын байланыс желісінің талаптарына жауап беретін жаңа байланыс түрін дамыту саласында Lucent Technologies үлкен жетістіктерге жетті. Перспективалы байланыс желілеріне бағдарланған жаңа буын желілері үшін жаңа арзан байланыс құралдары жасалды. Олар TCP / IP хаттамасына және IP-ны ATM пакеттері арқылы соңғы желілік ресурстарды басқару хаттамаларын қолдана отырып таратуға бағытталған. Бірақ жабдықтың құрамын және оның конфигурациясын ұтымды таңдау үшін жүктің таралуын неғұрлым дәл білу керек. Бұл әр түрлі желілік ресурстарды және әр түрлі көлемді қажет ететін көптеген қызметтердің пайда болу жағдайында әсіресе маңызды. Қазіргі уақытта мобильді байланыс жүйелерінің дизайны негізінен радиотехника мәселелерін шешуге бағытталған, оған ұяшықтардың орналасуын таңдау, жиілікті жоспарлау, антенналарды жобалау, электромагниттік үйлесімділік мәселелерін шешу және т.б. кіреді [27]. Сонымен қатар, телетрафика теориясында қарастырылған жүктемені бөлу ерекшеліктері әрдайым ескеріле бермейді. Телетрафика теориясында қалыптасқан тәсілдің дәстүрлі тәсілден басты айырмашылығы мынада: дәстүрлі тәсілмен белгілі бір аумақты ұяшықтармен жабу мәселелері қарастырылады, ал телетрафика теориясында абоненттерге белгілі бір сапалы қызмет көрсету міндеттері қарастырылады.

Жүктің аумақтық бөлінуінің сипаттамасы абоненттік трафиктің әртүрлі модельдеріне негізделген, олардың дамуына үлкен көңіл бөлінеді. Желінің статистикалық талдауы бір қамту аймағында тіпті аз уақыт ішінде абоненттердің таралуын әр түрлі өрнектермен сипаттауға болатындығымен және сол аймақта әртүрлі тәсілдерді талап ететін абоненттердің әртүрлі түрлері болуы мүмкін екендігімен қиындатады. Мұндай жағдай әртүрлі типтегі жүктеме көздері үшін жүктің территориялық таралуын бір жолмен сипаттауға қабілетті кейбір әмбебап аппараттарды жасауды талап етеді [28]. Бұған белгілі бір уақытта жүктеме көздерінің орналасқан жерлерін сипаттау арқылы қол жеткізуге болады, яғни. жүктеме көздерін бүкіл аумаққа таратудың суреттерін қолдана отырып. Осындай «фотосуреттердің» сериясын белгілі бір аумаққа жинау кезінде белгілі бір желіні талдау мен синтездеу міндеттерін қарастыруға болады. Сонымен қатар, абоненттердің жекелеген түрлерін қарастырудан бас тарту үшін олар үшін кейбір балама жалпы тұжырымдаманы ұсынған жөн.

Бұл пікірлер тұтынушылардың қажеттіліктері негізінде желілерді есептеу әдістерін жасау қажеттілігіне әкеледі. Мұндағы мақсат - мүмкіндігінше аумақты қамту емес, мүмкін болатын абоненттерге берілген сапамен қосылу. Ұсынылған әдістің маңызды аспектісі қажеттілік түйіні туралы түсінік енгізу болып табылады. Сұраныс торабы - координаттары белгілі бір шамадан аспайтын максималды жүктемесі бар ауданның ортасын сипаттайтын нүкте. Сұраныс түйіндерінің бұл анықтамасы нүктелер көбірек трафик бар аудандарда, ал көбірек трафик аз аудандарда орналасады. Қарастырылып отырған аймақта сұраныс түйіндерінің орналасуы жүктің кеңістіктік таралуын көрсетеді. Қажеттілік түйіндерінің орналасуын ескере отырып, біз желілік жабдықты неғұрлым үнемді орналастыру міндеттерін қарастыра аламыз.

Көбінесе жүктеменің сипаттамасы кейбір объектілердің қасиеттерін априори ескере отырып, жүктеме көздерінің біркелкі таралуы туралы болжамға негізделген. Іс жүзінде желі қызмет ететін аумақтағы жүктеме көздерінің саны біркелкі бөлінбейді. Сондықтан, абоненттердің біркелкі таралуы туралы болжамды қолдану артық нәтижелерге және желіні ұйымдастыруға қажетсіз шығындарға әкеледі. Бұл жұмыста біз қарастырылатын аумақта жүктемелердің таралуын неғұрлым дәл сипаттайтын нүктелік кеңістіктік процестерге негізделген телефон жүктемесін анықтау әдістерін ұсынамыз.

1.7 4G технологиясының ерекшеліктері

1.7.1 Технологиялық ерекшеліктері

Интернетті пайдаланушылардың көпшілігі жылдам интернет-провайдерді таңдайды. Мен баяу интернет қосылыстарын қолданған болсам да, мен көптеген жылдам интернет қосылыстарын қолданбасам да, мен 3G технологиясының үлкен жанкүйерімін. Ұялы интернет технологиясының арқасында мен оқыған бәрімен 4G 3G-дің мобильді интернеттік технологиясынан кем дегенде 10 есе жылдам болады, және бұл кез-келген адамға қарағанда өте жылдам.

Кең жолақты Интернет технологияларының жоғары жылдамдығына қарамастан, олардың бір ерекшелігі - бұл қауіпсіздіктің әлсіздігі. Олардың көпшілігінде оларды өте осал ететін бір немесе екі функция бар, алайда 4G Интернет-технологиясы басқа технологиялардың әлсіз жақтарын атап өтуге арналған қауіпсіздікке келгенде мінсіз емес.

4G мобильді интернеттік технологиясы, оның сенімділігі және ауа-райының оған тәуелді болмауы. Бұл сізде кең желілік интернет байланысын ауа-райының қолайсыздығына байланысты проблемаларға тап болған кезде қатты ашуландыруы мүмкін. 4G технологиясы осының бәрін қамтиды және ол ауа-райына байланысты болмайды.

Компьютерлердің әр буынынан екінші буынына өзгеретін нәрселердің бірі - бұл деректерді жіберуге және өңдеуге болатын жылдамдық. Мысалы,

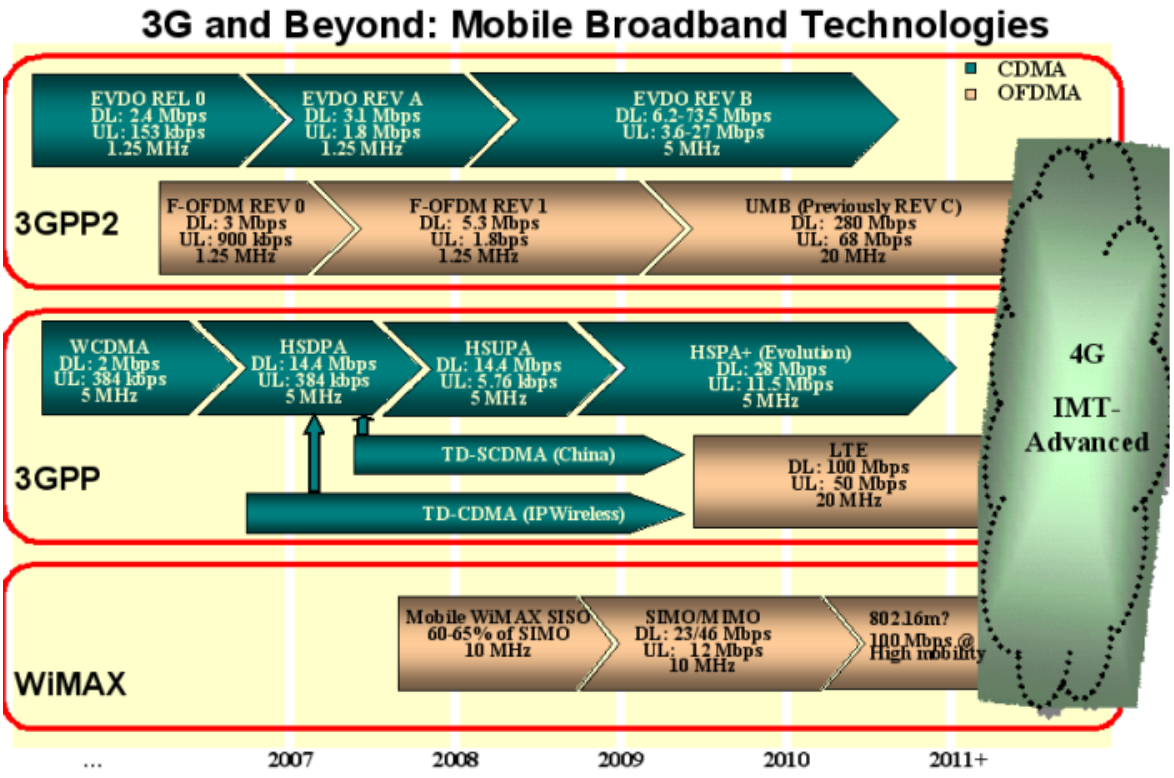
компьютер мен үшінші буын компьютері секундына 2 мегабит жылдамдықта мәліметтерді жібере алады. Төртінші буын компьютерлері осы жылдамдықта жақсарды, бұл мәліметтерді секундына 100 мегабит жылдамдықпен жібере алады. Бұл жоғары өткізу қабілеттілігі алдыңғы екі буыннан бөлек екі буынды орнатады, олар бейне ағынын жеткілікті жылдам жеткізе алады.

3G және 4G жүйелері мен компьютерлік желілер алғашқылардың бірі болып сымсыз мүмкіндіктерді ұсынады. Сымсыз Интернет ұялы телефон сияқты радио сигналдарымен жұмыс істейді. 3G компьютерлерінде осы сымсыз сигналдарды пайдалану және қабылдау мүмкіндігі бар, сондықтан сіз 3G компьютері арқылы қоңырау шалып, сымсыз Интернетті пайдалана аласыз. Бұдан әрі 4G және олардың желілері берілетін мәліметтердің көлеміне және 4G жүйелерінің қосымша қабылдауына қуат қосады.

4G сымсыз технология бойынша жұмыс топтары:

Ұялы технологияны жақсарту үшін бірге жұмыс жасайтын көптеген топтар бар. 4G сымсыз технологиясын енгізу үшін 3 топ жұмыс жасады.

- 3GPP (Үшінші буын серіктестігі жобасы);
- 3GPP2 (Үшінші буынның серіктестік жобасы 2);
- WiMAX.



1.8 сурет – Мобильді кеңжолақты технологиялар даму топтары

1.7.2 3GPP (3-буын серіктестік жобасы)

Үшінші буын серіктестігі жобасы (3GPP) - бұл Халықаралық электрбайланыс одағының (ITU) халықаралық мобильді

телекоммуникациялар 2000 жобасы аясында ұялы телефондарға арналған жаһандық қолданылатын үшінші (3G) дамыту үшін телекоммуникациялық бірлестіктер топтары арасындағы ынтымақтастық арқылы құрылған орган. 3GPP стандарттау радио, негізгі желі және қызмет архитектурасына бағытталған. 3GPP - деректерді беру жылдамдығын арттыру және шығындарды азайту арқылы ұялы байланысты жаңартумен жұмыс. Жоғарыдағы суретте көрсетілгендей, 3GPP 2007 жылдан бастап мобильді байланысқа назар аударып келеді және 3GPP 2011 жылы 4G технологиясын енгізуге әкелетін осы бағытта жұмыс істеп жатқандығы айтылады.

1.7.3 3GPP2 (3-буын серіктестік жобасы):

Үшінші буынның серіктестік жобасы 2 (3GPP2) деп аталатын мобильді байланыс бойынша тағы бір жұмыс тобы пайда болды, бұл үшінші буынның бірлескен (3G) телекоммуникациялық конфигурациясының жобасы негізінде құрылды, оған ANSI / TIA / EIA-41 үшін ғаламдық ерекшеліктерді әзірлеуге Солтүстік Американың және Азияның мүдделері кіреді. ANSI / TIA / EIA-41 қолдауымен ұялы телекоммуникациялық желі 3G және радиожиілік технологиясына арналған ғаламдық ерекшеліктер (RTT). 3GPP2 - стандарттаудың бұл тобы бұрын 2G CDMA технологиясына негізделген 3G стандарттарының жиынтығын қамтитын CDMA 2000-ға назар аударады.

1.7.4 WiMAX:

Жоғарыдағы суреттен көріп отырғанымыздай, WiMAX IMT-Advance-де анықталған 4G негізгі құрамдас бөліктерін қолданады. WiMAX сигналдарды беру үшін OFDM модуляциясын қолданады, бірақ 4G технологиясының басқа мүмкіндіктері, мысалы MIMO, ақылды антенналар және IP ұтқырлық WiMAX-да жоқ. Бұл 2008 жылы WiMAX бөліміндегі суретте көрсетілгендіктен, ұялы WiMAX SISO және 60-65% SIMO-ны 10 МГц жиілік спектрімен пайдаланады. Ал 2009 жылы WiMAX SIMO / MIMO және төмен жылдамдықта 23/46 Мбит / с жылдамдықты және 10 МГц спектрлі жиілікте магистральда 12 Мбит / с жылдамдықпен деректерді беру жылдамдығын қолданады, 2011 жылы WiMAX 100 Мбит / с жетеді IMT Advance анықталғандай жоғары ұтқырлықпен. 2011 жылы WiMAX 4G технологиясына толығымен енеді, өйткені WiMAX 4G технологиясының барлық негізгі компоненттерін қолданады деп күтілуде. Қазіргі уақытта WiMAX 4G технологиясына үміткерлердің бірі болып табылады. WiMAX 3GP (3-ші буынның серіктестік жобасы) және 3GPP2 үшін катализатор қызметін атқарды, оның келесі раундын тездету, OFDM модуляциясын енгізу және MIMO және басқа да жоғары жылдамдықты ақылды антенна технологияларын енгізу. 3GPP2 және 3GPP2 екеуі де 4G-ге баратын жолдарын нақты анықтады.

Ұялы WiMAX 2007 жылы коммерциаландырылды және WiMAX бірқатар артықшылықтарға ие болады, олардың өткізу қабілеттілігі, құны, нарыққа өту уақыты. Бұл LTE (Long Term Evolution) және UMB (Ultra Mobile

Broadband) салыстырғанда нарыққа кірудің артықшылығы бар сияқты. Алайда, MIMO жетілдірусіз WiMAX мобильді технологиясының бірінші буыны қазірдің өзінде коммерциялық қолданылып келе жатқан HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) сияқты 3.5G технологиясымен салыстырғанда айтарлықтай жоғары өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ете алмайды. WiMAX провайдері WiMAX бағасын болжады. Мобильді компанияның спринттері мобильді WiMAX биттік EVDO (Evolution-Data Optimized) өнімділігін 10 биттік жеткізеді деп мәлімдейді. WiMAX-тың спектрлік тиімділігі жақсырақ, бірақ WiMAX-тың қамту аймағы кішірек, мүмкін ұяшықтың радиусының төрттен төрттен бір бөлігі HSPA (Жоғары жылдамдықты пакетке қол жеткізу) ұяшығына тең.

WiMAX өткізу қабілеттілігін арттырып, құнын төмендету арқылы уақыт өткен сайын жақсарады, бірақ 3GPP және 3GPP2 технологиялары MIMO және басқа да ақылды антенналарды, кең диапазонды қолдану арқылы жоғары өткізу қабілеттілігін, төменгі кідірісті және жақсартылған экономиканы қолдау үшін дамуда. Сайып келгенде, OFDM модуляциясы. 3GPP және 3GPP2 әлі күнге дейін технологиялық компаниялардың қолдауына ие және олар қазірдің өзінде ноутбуктер мен басқа қондырылған құрылғыларға біріктірілген.

1.8 4G сымсыз технологиясын көрсету

4G технологиясын сәтті сынаған және енгізген компаниялар бар. Компаниялар NTT DoCoMo, Mobile және Nortel Networks, сондай-ақ Nokia Siemens Networks.

1.8.1 NTT DoCoMo

2007 жылғы ақпанда сәтті тәжірибелерден кейін, NTT DoCoMo 4G аяқталғандығы туралы хабарлады, онда олар 10 км / сағ жылдамдықпен қозғалатын жылжымалы станция үшін 100 МГц өткізу қабілеттілігін қолдана отырып, төмен жылдамдықпен 5 Гбит / с жылдамдық деңгейіне жетті. Қазіргі уақытта 4G) зертханада, сондай-ақ әлемнің түкпір-түкпіріндегі далалық сынақтарда. Кейбір адамдар 4G-тің мақсатты деректерді беру жылдамдығын 100 Мб / с-қа дейін арттыру деп анықтайды. Жақында NTT DoCoMo, жапондық телекоммуникациялық алпауыт және Жапонияның ірі сымсыз байланыс операторы, төмен жылдамдықты беру үшін пакеттің максималды жылдамдығына шамамен 5 Гбит / с жеткенін хабарлады. Берілісте 100 МГц каналдың өткізу қабілеті пайдаланылды және мақсатты қабылдағыш - 10 км / сағ жылдамдықпен қозғалатын мобильді құрылғы. Коммерциализацияға жақын трансферттің максималды жылдамдығы бүгінде 10 Мбит / с-қа жақындап келеді.

1.8.2 T-Mobile и Nortel Networks

T-Mobile және Nortel Networks ұялы байланыс операторы мобильді қосылыстарға арналған, тіркелген желілер сияқты жылдам жоғары жылдамдықты сымсыз жаңа технологияны сәтті сынағаннан кейін. байланыс Германиядағы Бонн қаласындағы тас жолдың үш ұяшық тораптарынан орташа жылдамдығы 67 км / сағ болатын автомобильде жүргізген кезде жүргізілді.Тәжірибе жүктеу үшін деректерді беру жылдамдығын 170 Мбит / с дейін және жүктеу үшін 50 Мбит / с дейін жетті, деді ол. оператор жаңа жылдамдығы жоғары VDSL технологиясымен салыстырғанда үш есе жылдам, қазіргі уақытта бұл ел. Егер Long-Term Evolution (LTE) технологиясы күнделікті жағдайда перспективалы болып көрінсе, Боннда орналасқан компания өз желісін жаңартуды қарастырады, дейді T-Mobile Germany басшысы Филипп Хамм. Шешім алты ай ішінде қабылданады. Төртінші буынның (4G) сымсыз желілерінің өсіп келе жатқан қажеттілігі бар, мұндағы ұялы деректерге деген сұраныстың өсуіне смартфондар мен кіріктірілген ноутбуктер сияқты құралдар себепші болады. Канадалық Nortel Networks компаниясы LTE-ді әлемдегі қолданыстағы ұялы телефондардың 80 пайызына, ал қалғандары WiMAX-ке жаңартудың ең үлкен мүмкіндігі деп санайды.

1.8.3 Nokia Siemens Networks

Nokia Siemens Networks тестілеуден кейін секундына 173 мегабитке дейінгі теориялық жылдамдыққа қол жеткізілгенін жариялады, LTE WiMAX ұялы байланысымен нарыққа шығады, ол тек 70 Мбит / с жылдамдықпен уәде етеді, бірақ айтарлықтай бастапқы іске қосылады. HSDPA жылдам қол жетімді жылдамдығы 7,2 Мбит / с құрайды.

LTE және ұялы WiMAX екеуі де бірнеше антеннаны пайдалануға негізделген OFDM модуляция сызбасын және бірнеше енгізудің бірнеше шығыс технологиясын (MIMO) қолданады. Жақында WiMAX-тің 3GPP стандарттар тобына қосылуы технологиялардың 4G ретінде белгілі болатын бөлікке айналу мүмкіндігін арттырды.

Nokia Siemens Networks өзінің хабарландыруында әлемдегі алғашқы LTE талай қолданушыны қалалық ортада сынақтан өткізгенін мәлімдеді. Берлинде өткен сынақ 2,6 ГГц спектрінде 20 МГц жиілік диапазонын пайдаланды, ол У. келесі жылы. Сынақ LTE жұмысының талаптарын 3GPP стандартталған технологияларды қолдана отырып қанағаттандыруға болатындығын дәлелдеді және ол бірнеше жүз метр қашықтықта 100 Мбит / с-тен жоғары жылдамдықты жүзеге асырды, сонымен қатар әдеттегі қалалық жылжымалы радио ұяшықтардың шетінде өте жақсы өткізу қабілеттілігін сақтап отыр дейді. компания мәлімдемесі. LTE концепциясының маңызды бастапқы дәлелдеу процесіне шақыру, Nokia Siemens Networks Стефан Шольц компаниясына LTE спектрін тиімді пайдалану арқасында 2015 жылға дейін 5 миллиард пайдаланушыны қосу мақсатына жетуге көмектесетінін айтты.

1.9 WiMax, WiFi, 3G және LTE

1.9.1 WiMax және WiFi

WiMax пен WiFi арасындағы байланысқа келетін болсақ, олар бір категорияға кірмейді. WiFi - IEEE802.11x WLAN стандартымен жұмыс істейтін ұйым, WiMax - IEEE802.16x стандартымен байланысты жұмыс істейтін ұйым.

Wi-Fi-пен салыстырғанда, WiMax-да физикалық MAC технологиясы анағұрлым жоғары жылдамдыққа және QoS-қа ие, ал бәсекелестік келесі нәтижеге жетеді. WiFi негізінен WLAN санатында, ал WiMax бір-бірін толықтыратын WMAN санатында қолданылады. WiFi ғимарат ішінде пайдалануға жарамды, ал WiMax қалаларда ашық ауада қолдануға болады деп болжауға болады.

1.9.2 WiMax және Wi-Fi гибридті

WiMax Wi-Fi-дағы мәселелерді шешу үшін Wi-Fi-ны біріктіретін желіні жасайды. WiMax және Wi-Fi қосымша трендте дамуда. Олар ұзақ уақыт бірге өмір сүріп, бірге жұмыс істейді, сонымен қатар 3G-мен үйлесімділікті дамытады. WiMax жылдам және икемді WLAN енгізу үшін біріктірілген деректерге қол жеткізуді ұсынады. Ол кең жолақты деректер шлюзін немесе WLAN AP-ті біріктіре алады, ол орта / шағын кәсіпорындар мен қалалық кіру нүктелеріне кіру және NLOS-ны толық пайдалану, жоғары жиілікті спектрдің тиімділігі және WiMax IP-мекен-жайлары үшін тамаша шешімдер ұсынады. WiMax WLAN-ді толық сымсыз шешіммен қамтамасыз етеді, онда WiMax «Соңғы километрді» және WLAN «Соңғы жүз метрді» шешеді.

1.9.3 3G және WiMax

3G - кең жолақты технология. 3G желісі - ұялы, сымсыз, магистральдық, мобильді деректер, спутниктер сияқты ұялы байланыс жүйелерінің әртүрлі функцияларын біріктіретін ғаламдық ұялы байланысқа арналған ISDN (Integrated Services Digital Network). Тіркелген телекоммуникация желісінің қызметімен үйлесімді, сонымен қатар дауыстық және деректер беру қызметтерін ұсынады. 3G-нің мақсаты кез-келген жерде қолданушыларға жүйелік қызметтерді қол жетімді ету үшін барлық аудандарда (қалалық ашық ел) қамтуды жүзеге асыру болып табылады. 3G сонымен қатар дауыстық және деректер беру қызметтерін ұсынады. Қазіргі контексте, тізбекті коммутациялауға негізделген QoS дауыстық қызметі VoIP-ке қарағанда әлдеқайда жақсы. Төртінші 3G стандарты ретінде WiMax өзінің басқа 3G технологиясынан артықшылығын көп жағынан көрсетеді. 3G желілерінің жылдамдығы қазіргі кездегілерге қарағанда жақсарғанымен, бұл WiMax-қа қарағанда 30 есе баяу. Сонымен қатар, 3G базалық станциясының желілік қамтуы WiMax-тың оннан бір бөлігін құрайды. Соңғы жылдары сымсыз байланыс операторлары 3G лицензиясын алу үшін жүздеген миллиард доллар

инвестициялады. Олар 3G желілеріне әлі де ондаған миллиард доллар жұмсайды. Қазіргі уақытта WiMax жиілік спектрі қосымша шығындарды қажет етпейді және WiMax негізіндегі желі базалық станциялардың 3G-ге қарағанда әлдеқайда аз болуын талап етеді.

1.9.4 WiMax және LTE

Ұзақ мерзімді эволюция (LTE) және WiMax OFDMA және MIMO сияқты озық әдістерді қолданады және екеуі де IP-ге негізделген (Internet Protocol). Деректерді жоғары жылдамдықпен беру функциясы арқасында олар Интернетке жылдам қол жетімділік және бейне сияқты көптеген ескі қосымшаларды қолданады. Екі жүйе қатты бәсекелес болып көрінетін сияқты, бірақ бір жеңімпаз болуы керек. Бұл олай болмауы мүмкін. Деректер беру қызметтері үшін бәсекелестік кейбір аудандарда болуы мүмкін, бірақ бәрі бірдей емес. Бұл екі стандарт әртүрлі тарихи жағдайларда жасалынған және олардың қабілеттері әртүрлі. Әлбетте, LTE UMTS / WCDMA / HSPA және 3G CDMA2000 сияқты ұялы технологияның мұрагері болып табылады, ал WiMax негізінен кең жолақты сымсыз қол жетімділік пен байланыста қолданылады.

1.9.5 LTE

3G эволюциясы нәтижесінде LTE 3G технологиясын жетілдіреді және күшейтеді. Ол сымсыз желінің эволюциясы үшін бірегей стандарттар ретінде OFDM және MIMO қабылдайды. Бұл спектрдің ені 20 МГц жиілікте максималды жылдамдығы 100 Мбит / с және 50 Мбит / с құрайды. Бұл тұрғын ауданның шетіндегі пайдаланушының өнімділігін жақсартады, тұрғын ауданның сыйымдылығын арттырады және жүйенің кідірісін азайтады.

- байланыс жылдамдығы максималды 100 Мбит / с дейін және 50 Мбит / с дейін жоғарылатылды;
- жиілік спектрінің тиімділігі төмендеу үшін 5 (bps) / Гц (R6HSDPA-дан 3 ~ 4 есе) және көтерілу үшін 2,5 (bps) / Гц (R6HSU-PA-ден 2 ~ 3 есе) жақсарды.
- PS доменінің негізгі мақсаты ретінде, жалпы жүйелік архитектуралық пакет коммутациясына негізделген;
- QoS жүйесін және қатаң тетіктерін әзірлеу кезінде QoS нақты уақыттағы сапаға кепілдік береді (мысалы, VoIP);
- жүйенің әртүрлі жиілік диапазондарын 1,25 МГц-тен 20 МГц-ке дейін және жиілік спектрін «жұптастыру» мен «жұптаусыз» таратуды қолдау үшін икемді түрде таратылған. Бұл болашақта жүйенің икемділігін қамтамасыз етеді;
- сымсыз желінің кідірісін азайтады. Қабырғалардың ұзындығы, 0,5 мс және 0,655 мс, үйлесімділік мәселесін шешеді және U-жоспар үшін <5 мс және C-жоспар үшін <100 мс дейін кідіреді;
- тұрғын үй аумағының шекарасындағы бит жылдамдығы қолданыстағы базалық станциялардың орнын өзгертпестен жоғарылайды. Мысалы, MBMS

(Multimedia Broadcast / MulticastService) тұрғын аудан шекарасында 1 бит / с / Гц жылдамдықпен қамтамасыз етеді;

- қолданыстағы 3G жүйелерінің және 3GPP емес стандартты жүйелердің ынтымақтастығын қолдайтын үйлесімділік.

3G-мен салыстырғанда, LTE жоғары техникалық артықшылығы бар, олар деректердің жоғары жылдамдығымен, пакеттік тасымалдармен, кідіріспен, кең қамтумен және үйлесімділікпен үйлеседі.

1.9.6 WiMax және LTE арасындағы бәсекелестік байланыс

LTE және WiMax арасында көп нәрсе ортақ. Көптеген чип өндірушілері, жабдық жеткізушілері және WiMax операторлары LTE-ге бет бұруды немесе алмақ ниетті. WiMax сәтсіздікке ұшырайды деп айтуға әлі ерте болса да, TD-LTE-нің сәтсіздігі жиілік спектрімен бірге WiMax-қа өлім әкеледі. АҚШ-тың Verizon және Жапонияның DoCoMo компаниялары жылдың аяғында кең көлемде қызмет көрсететін болса, 2011 LTE үшін үлкен жетістіктер жылы болады. WiMax-тың басты артықшылығы жойылуы мүмкін. Жақында IHS iSuppli төртінші буындағы ұялы байланыс технологиясындағы екі стандарт арасындағы бәсекелестікті анықтайтын зерттеу есебін жариялады. Ол LTE мен WiMax арасындағы шайқас жақын арада аяқталады деп болжайды және LTE керемет жеңіске жетеді. WiMAX қазір тұрақты дамып келе жатқанына қарамастан, LTE келесі жылы белгілі уақыттардан асып түседі.

Жақында TD-LTE мен WiMax арасындағы «біріктіру» немесе «бәсекелестік» тақырыбы ғаламдық коммуникациялық салада дауыл тудырды. Көптеген адамдар біріктіруді қолдайды немесе ынталандырады, ал кейбір қызықты немесе қарсылықты қиындықтар әзірлеу немесе бірігу сатысында тұр. Нәтижелерді болжау және болжау бойынша жүргізілген бақылауларға сәйкес жазушы TD-LTE мен WiMax үйлесімі олардың стратегиялық бағыттарына байланысты стратегиялық мүдделерге байланысты болады деп санайды.

2009 жылдың қазан айында ХЭБ 3GPP, IEEE, Қытай, Жапония және Корея ұсынған алты 4G ұсыныстарын жинады. Келесі жылы ITU-R WP5D жұмыс тобының нұсқауларына сәйкес 14 тәуелсіз бағалау жұмыс тобы алты үміткер ұсынысы бойынша жүйелерді қатаң бағалау және біріктіру жұмыстарын жүргізеді. 4G үшін IMT.GCS ғаламдық негізгі стандартының алғашқы нұсқасы 2010 жылдың қазан айында аяқталды, ресми 4G технологиясы сол кезде анықталады. Қытай ұсынған TD-LTE Advanced - бұл 4G стандартының күшті бәсекелесі. Беделді дереккөздерді бағалағаннан кейін, Қытайдың жеңетініне сенімдімін. WiMax үміткері 4G стандарты үшін тағы бір бәсекелес болып табылады. Сондықтан болашақта 4G үшін екі TDD стандарты болуы мүмкін. Осы тұрғыда WiMAX және TD-LTE біріктірудің жақтаушысы күшейе түсуде. Біріншіден, Женевадағы ITU TELECOM WORLD 2009, содан кейін Гонконгтағы LTE 2009 халықаралық форумында Қытай мобильді байланыс корпорациясының төрағасы және бас атқарушы директоры Ван Цзянчжоу LTE мен WiMax біріктіруді ұсынды және WiMax

операторларының жетекшілерімен пікір алмасты. Олардың барлығы LTE және WiMax байланыстыру жаңа буынның жаһандық біртұтас байланыс стандартын енгізеді деп сенеді. Оның артынан Vodafone Group компаниясының бас директоры Арун Сарин LTE мен WiMax-ты бір уақытта екі техникалық стандартты әзірлеудегі жүктемені жеңілдету үшін біріктіруді ұсынды. Сонымен қатар, халықаралық байланыс қызметін жеткізушілер де шоғырлануды қолдайды. Олар WiMAX және LTE 23 әдіске қатысты 80% ~ 90% сәйкес келеді деп санайды. WiMAX және LTE бұрын-соңды болмаған байланыс пен альянсқа ие. MOTOROLA тіпті стандартты интеграцияның беталысын болжайды, яғни WiMAX 802.16m және TD-LTE бірыңғай стандартқа біріктіріледі. ZTE бүгінгі WiMax желісі ертеңгі TD-LTE болады деп санайды және бұл бағыт WiMax-тың орнына келеді. Әрине, қарсылықтар бар. Мысалы, Intel WiMax технологиясын жасаушы ретінде LTE мен WiMax мүлдем өзгеше деп санайды. Олардың бірі IT-перстективтен жасалған, екіншісі - дәстүрлі коммуникациялық технологиялар. Алдымен олар терминалдарға біріктірілмейді. Екіншіден, мүлдем басқа коммерциялық режимдер. Тиісінше, LTE мен WiMax арасында біріктіру де, тоқтату да жоқ. Атап айтқанда, кері үйлесімділікті қарастырған жөн. Мысалы, Қытай TD-LTE және TD-SCDMA қос режимінің үйлесімділігін қарастыруы керек, Солтүстік Америкада EV-DO, FDD LTE және WiMAX үйлесімділігін қарастыру қажет. Нәтижесінде WiMax және TD-LTE үйлесімді болмайды. WiMax форумы да, GSMA да TDLTE-ді нақты эволюция стратегиясын ұсынуға шақырмайды. Оның орнына олар өз аудандарында күрделі экожүйелер құруды және пайдаланушылық базалардың кеңеюін жеделдетеді. Нәтижесінде олардың арасындағы бәсекелестік бүгінгі күнге дейін жалғасуда. Болашақта «шаймалауға» немесе «біріктіруге» баға беру қиын.

1.10 WiMax және LTE ғаламдық орналастыру

1.10.1 Ғаламдық WiMax орналастыру

19 қазан 2007 ж. Халықаралық электрбайланыс одағы (ХЭО)

WiMAX CDMA2000, WCDMA және TD-SCDMA (уақытты бөлу, кодқа бірнеше қатынау) кейінгі төртінші жаһандық 3G стандартын жариялады. WiMax пайда болғаннан бері WiMax форумына Қытайдың Huawei, ZTE, Alcatel, Nortel Networks, Motorola, Cisco сияқты компанияларды қамтитын 291 COMS чиптік серіктестіктері және бастамашылардың бірі - Nokia, сонымен қатар кейбір провайдерлер мен операторлар қатысады. мысалы, British Telecom, French Telecom, Qwest Communication, Reliance Telecom. Қазіргі уақытта қызмет жеткізушілері мен операторлары форум орындарының үштен бірін алады.

British Telecom - бұл әдеттегі жағдай. Ұлыбритания үкіметі операторлардан ел аумағындағы елді мекендерге кең жолақты қатынауды ұсынуды талап етеді. Сондықтан, WiMax британдық телекомды тартады, себебі ол ауылдық жерлердің нарықтық сұранысын қанағаттандырады. British

Telecom компаниясы жоғары сапалы және жоғары жылдамдықты сымсыз кең жолақты ADSL және 24 кабельді теледидар тарату желілерінен алыс ауылдық елді мекендерге қол жеткізуге үміттеніп, WiMax-пен байланысты техникалық тестілеуді бастады. WiMax көмегімен British Telecom ұялы байланыс операторларымен виртуалды операциялар арқылы бәсекеге түсе алады. 28 сәуір 2004 жылы British Telecom-дан кейін French Telecom, Qwest, Reliance және XO WiMax форумына бірнеше рет қосылды.

WiMax тәжірибесінің құны біртіндеп төмендеп келе жатқандықтан, America Telecom операторлары WiMax-ты практикалық коммерциялық режимге айналдыруда, WiMax-ты мыс кабельдері мен IP телефондарына маңызды балама етеді.

Федералды байланыс комиссиясы (FCC) қалааралық телефон операторларының нарықтан шығумен қатар, кабельдік және сымсыз операторлар арасындағы бәсекелестікке, сондай-ақ DSL және кең жолақты байланыс операторлары арасындағы бәсекелестікке бағытталған түрлі байланыс тәсілдерінің арасында АҚШ-тың дауыстық нарығында бәсекелестік дамиды деп болжайды. . WiMax дауыстық қызмет жеткізушілерінің жергілікті бастапқы телефон қызметіне дау тудыратын негізгі емес тасымалдаушылар үшін жақсы таңдау болып табылады.

2005 жылдың сәуірінде WiMax форумы кореялық сымсыз топ WiMax форумының сертификатталған өнімдерін қолдайтынын және алға жылжытатынын жариялады және WMAN технологиясының бірегей жаһандық стандартына кепілдік беру үшін Еуропалық телекоммуникация стандарттары институтымен (ETSI) келісім жасады. Бұл WiMax WMAN WiBro және HiperMAN басқа екі техникалық стандартты біріктіретінін білдіреді.

2005 жылғы маусымда Korean Telecom әлемдегі ең ірі коммерциялық WbFi желісін құрды. WiBro - бұл мобильді Интернет қызметінің кемшіліктерін жақсарту үшін Кореяның қолданыстағы байланыс жүйесіне арнайы жасалған мобильді интернет технологиясы. WiBro мобильді кең жолақты қызметі.

Airspan жапондық телекоммуникация операторымен Йозан қаласында 17 миллион долларға келісімшартқа отырды. Олар WiMax желісін Токиода бірге орналастыруға келісті, олар үшін коммерциялық өнімдер 2005 жылдың желтоқсанында енгізілді, ал базалық станциялары 2006 жылдың наурызына дейін болды. Жоба басында 802.16-2004, содан кейін жаңартудан кейін 802.16e қолдайтын жаңартылатын бағдарламалық қамтамасыздандырумен Airspan радио байланысы қабылданды. 2006 жылдың аяғына дейін Жапония 3 802.16e лицензиясын берді.

1.10.2 LTE ғаламдық орналастыру

25 мамыр 2010 ж. Ericsson және TeliaSonera шведтік операторы

мобильді цифрлық магистральді енгізудегі елеулі ілгерілеушілікті атап өтіп, әлемдегі алғашқы коммерциялық LTE станциясын іске қосты. Швецияның жетекші операторы ретінде TeliaSonera бірнеше жылдар бойы

желіні жаңартып келеді. Оның міндеті пайдаланушыларға жылдамдықты және бай мазмұнды ұсыну және пайдаланушыларға жоғары жылдамдықты және қозғалу кезінде де жылдам қосылуды қамтамасыз ету. Осы мақсатта TeliaSonera қаңтарда Ericsson компаниясымен LTE коммерциялық желісі туралы келісімшартқа қол қойды және Стокгольм астанасы желіні қамтыды.Коммерциялық уақыт - 2010 жыл. Келісімшарт бойынша Ericsson TeliaSonera LTE, соның ішінде жаңа RBS6000 сериялы LTE сымсыз байланыс базалық станцияларын, пакеттік ұялы желіні және Redback SmartEdge1200 роутерімен және EDA Multi-Access Aggregation Switch қосымшасымен қоса, мобильді кері байланыс шешімдерін ұсынады. Сонымен қатар, Ericsson бастапқы кезеңде желіні іске асыру және желі үшін жауап бермейді, сонымен қатар TeliaSonera-мен LTE мобильді кең жолақты байланысын алға жылжытуда ұзақ уақыт бойы жұмыс істейді. Жаһандық экономика қайта көтерілмес бұрын, TeliaSonera әлемдегі алғашқы LTE коммерциялық станциясын орналастыратындығын хабарлады. 2010 жылы ресми түрде іске қосылған коммерциялық желінің бөлігі ретінде, бұл станция LTE-нің бүкіл әлем үшін жақсы демонстрациясын ұсынды. Станцияның ашылуы LTE - бұл қол жетімді емес факт екенін көрсетті.

2009 жылғы 7 мамырда Жапонияның Ішкі істер және коммуникациялар министрлігі LTE-ге 4 лицензия берді. Ірі ұялы байланыс операторлары NTT Docomo, Softbank Mobile, KDDI және e-Mobile стандартты лицензияларды алды. Жапония 4G дәуірінде LTE-дің тез танымал болуына пайдалы, сымсыз кең жолақты байланыс арқылы ендірілген LTE стандартын қолданады. Осы тұрғыдан алғанда, Ішкі істер және коммуникациялар министрлігі LTE-ге 4 лицензия берді. Жапонияның ең ірі үш тасымалдаушысы - NTT Docomo, Softbank және KDDI, сондай-ақ жаңа пайда болған e-Mobile LTE-ді дамыту үшін өткізу қабілеттілігі үшін бәсекеге түсті.

NTT DoCoMo, Жапонияның ең ірі ұялы байланыс операторы, алдағы 5 жылда LTE базалық станциялары мен магистральдық байланыс желісін салуға 300 ~ 400 миллиард иен инвестиция салуды жоспарлап отыр. Ол келесі жылы мүмкіндігінше ертерек қызметке кіріседі. Softbank Mobile 2011 немесе 2012 жылы пайдалануға берілетін жабдыққа 120 миллиард иен инвестиция салады. E-Mobile 2011 жылы пайдалануға берілетін 2013 жылға 300 миллиард иен көлеміндегі жабдықты инвестициялауды жоспарлап отыр. KDDI өз қызметін 2012 жылы 100 млрд иен инвестициясымен бастайды. Кейбір сарапшылардың айтуынша, Жапония үкіметі бұған дейін лицензия берген, себебі ол әлемде 4G таратуға арналған. Жапония үкіметінің жоспарына сәйкес, LTE 5 жылдан кейін жапон халқының 50% -дан астамын қамтиды.

Осы жылы Verizon Communications және Vodafone демеушілігімен Verizon Wireless Corporation компаниясы Ericsson және Alcatel-Lucent-ті АҚШ-та LTE желісін орналастыруды қолдау үшін негізгі желі провайдері ретінде таңдады. Verizon бұған дейін Vodafone компаниясымен АҚШ пен Еуропада LTE желісін кеңінен сынақтан өткізу үшін бірлескен. Осы 26 өндіруші 2010 жылдан бастап АҚШ-та коммерциялық LTE қызметіне

көмектесу үшін Verizon Wireless үшін желілік инфрақұрылымды орналастырады. Сонымен қатар, Verizon Nokia Siemens Networks және AlcatelLucent IP мультимедиа ішкі жүйесінің (IMS) негізгі провайдерлері болуды таңдағаны туралы хабарлайды. Қол жеткізу технологиясына қарамастан, жүйе көптеген мультимедиялық қосымшаларды жүзеге асырады. IMS V қызмет архитектурасының эволюциясында негізгі технология рөлін атқарады.

2 LTE желілік жабдықтарының сипаттамасы

2.1 Базалық станцияны таңдау

Huawei DBS 3900 базалық станциясы жарамды жабдық болып табылады (2.1-сурет). DBS 3900 - негізгі жиілікті өңдеу блогынан (BBU) және сыртқы радиожиілік қондырғысынан (RRU) тұратын жалпы базалық станция. DBS3900 базалық станциясы байланыс аймағымен жабылған кезде бірнеше артықшылықтарға ие:

- RRU үш RRU модулін қатарға қосу мүмкіндігі бар. Бір RRU модулін BBU-дан 40 км қашықтықта орнатуға болады;
- TH / FS арнасының сезімталдығы -113 дБм-ге жетеді (қолайлы температурадағы типтік мән);
- RRU3004 ең жоғары шығу қуаты - 40 Вт;
- 12 ұяшыққа дейін және көп тармақты желіні қолдайды;
- таратылған берілісті және «Antenna hoping» өңдейді.
- BBU3900 72 таратқышты өңдей алады.

Желіні басқару мүмкіндіктері:

- E1 / T1, оптикалық FE, радио және спутниктік хабарларды таратуға мүмкіндік береді;
- топологияларды қолдау: жұлдыз, ағаш, тізбек, сақина және аралас топология, сонымен қатар Flex Abis;
- DBS3900 LTE 2G немесе 3G желілерін пайдалануды қолдайды, LTE және PS GERAN / UTRAN / CDMA2000 PS доменінің арасындағы тұтқаны қолдайды. Бұл LTE желісін 2G немесе 3G желісіне орналастыру процесін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Ол 850/900/1800/1900 МГц (GSM, UMTS) және 1800 МГц (LTE) жиіліктерінде жұмыс істейді.

Артықшылықтары:

- жылдам желіні орнату;
- BBU және RRU-ді бөлек орнату мүмкіндігі, ең аз орын алады және үлестірілген орнату веб-сайтта орынды үнемдеуге және кез-келген жерде BBU және RRU орнатуға мүмкіндік береді;
- таратылған қондырғы тасымалдау мен жылдам желіні құру кезінде де ыңғайлы;
- ең төменгі баға;

- BBU қабырғаға немесе бетон негізге орнатылады, сонымен қатар BBU BTS ішінде, трансмиссиялық механизмдерде немесе электрмен жабдықтау жүйесінде, ашық жерде орнатылады;

- RRU антенналардың жанында орнатылады, бұл өз кезегінде фидерлерді, сымдар мен кабельдерді сатып алу және төсеу шығындарын болдырмауға көмектеседі.

Базалық станциялардың негізгі функциялары:

- радио ресурстарын басқару: радиоарналардың таралуы, ресурстарды ағынды және төмен бағыттар бойынша динамикалық тарату; дисперсия деп аталады;

- абоненттік ақпарат ағындарын шифрлай отырып, IP пакеттерінің тақырыптарын азайту;

- абоненттік терминал желіге соңғы қосылғандығы туралы мәліметтердің жетіспеуі жағдайында қосылған кезде ұтқырлықты басқару блогын таңдау;

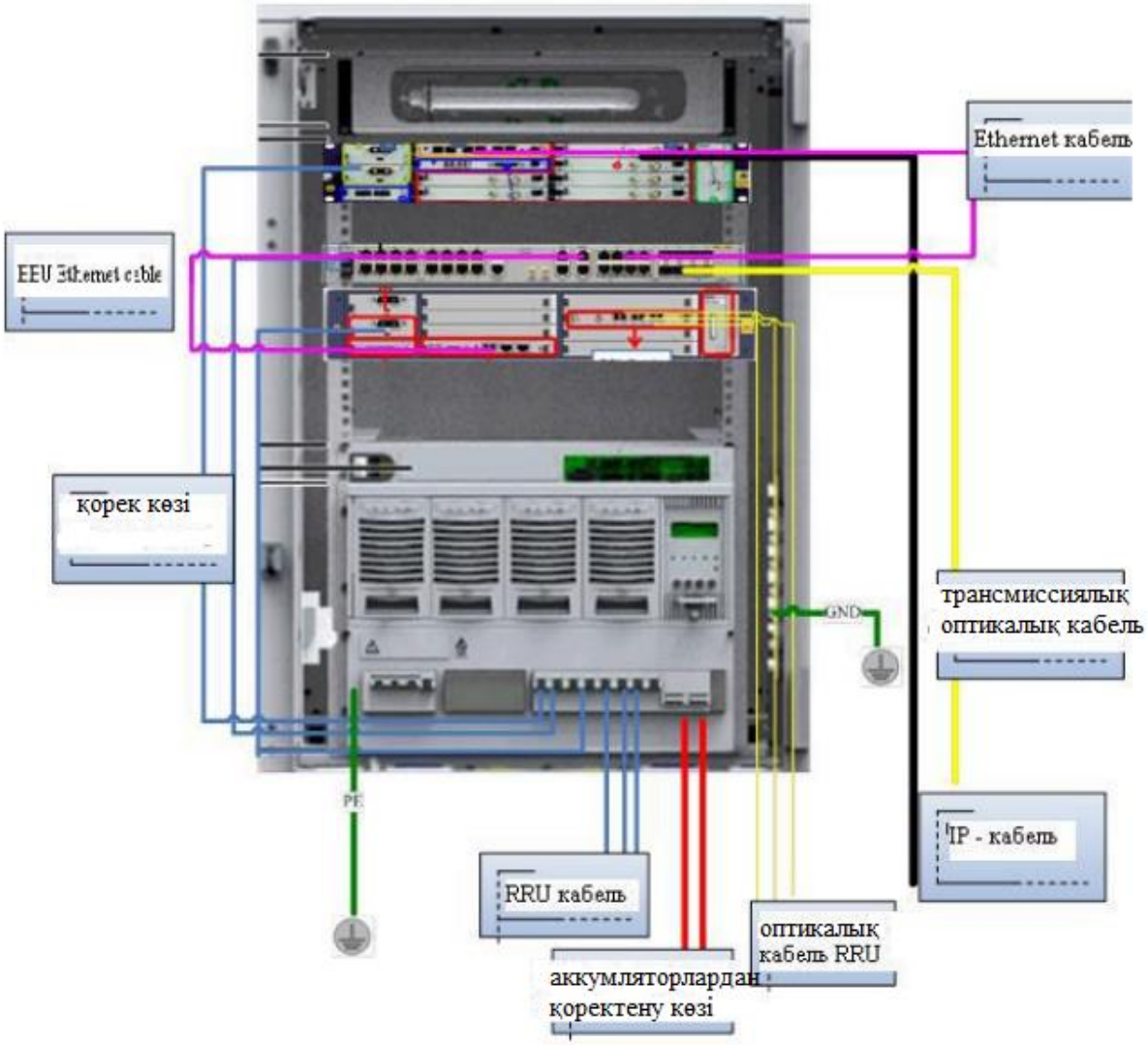
- абоненттік жазықтықта ақпараттық пакеттерді қызмет көрсету шлюзі бағытында анықтау;

- мобильді басқару блогынан (МББ) алынған қоңыраулар мен мәліметтерді тарату және тарату;

- МББ-дан алынған PWS (Publis Warning System, дабыл жүйесі) диспетчерлік және мәліметтерді жіберу.

Антенналар RRU-ға секірулер деп аталатын коаксиалды кабельдермен қосылады . RRU блоктары максималды ыңғайлылық үшін антенналардың жанындағы радиостанцияның үстіне орналастырылған, өйткені алдыңғы базалық станцияларда бұрын таратқыштар арнайы жағдайда жерге орнатылды, ал антенналар үшін үлкен қиманың кеңейтілген коаксиалды кабельдері орнатылды, бұл мүлдем қолайсыз.

RRU және BBU құрылғыларын қосу оптикалық кабель арқылы жүзеге асырылады. BBU вандалға қарсы контейнерге орнатылады және BBU-RRU аймағында оптикалық қосылыстың салдарынан шығындар іс жүзінде нөлге дейін түседі. BBU таратушы жабдыққа (мультиплексор, радио желісі), содан кейін BSC базалық станциясының басқару датчигіне қосылады (E1 арқылы банкомат немесе IP арқылы).



2.1 сурет – Huawei DBS3900 базалық станциясы

2.2 Антеннаны таңдау

Радиоарнаның немесе сымсыз желінің жоғары сапалы жұмыс істеуінің негізгі шарты антеннаны және жалғыз кабельді дұрыс таңдау болып табылады. Байланыс сапасына әсер ететін негізгі сипаттамалардың бірі, жабдықтың шығу қуатына және сезімталдығына қосымша, антенна-фидер құрылғысының сапасы. Антенна қосымша шу шығармайды және дрейфті күшейтпейді, сондықтан сапалы антенна тар сәулені қолдану арқасында дрейфсіз жасауға мүмкіндік береді.

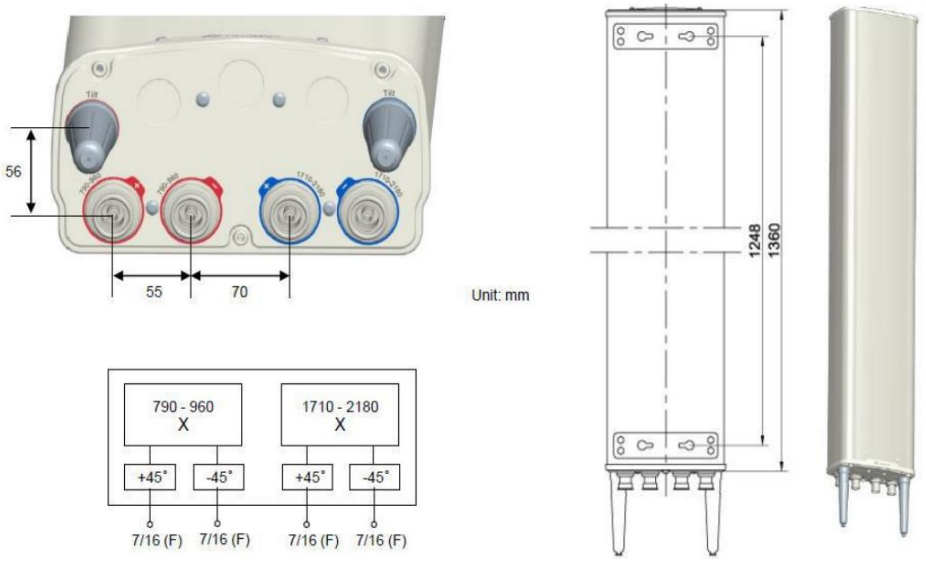
Базалық станция үшін жасырын антенналарды қолданған жөн. Қызмет көрсету бұрышы минимумнан төмен болғандықтан, антенналар кішірек болады. Көбіне антенна ені 60, 90 және 120 градусқа, 17дБ-ден 13дБ-ге дейін күшейтіледі. Әдетте, тік жазықтықта жапырақтың ені алты-сегіз градусқа тең болады, яғни сәуле жерге «басылып», көлденең жазықтық бойымен таралады. Егер негізгі жапырақшаның ені минималды болса, онда оның өсуі артады, бұл

сәулеленетін энергияның шоғырлануына байланысты. Антенналарды таңдау және күйге келтіру кезінде антеннаның орналасу бұрышында дұрыс көлбеуін есептеу үшін сәйкес есептеулерді қолдану қажет. Тік жазықтықта радиацияның минималды бұрышы базалық станциядан абоненттердің қосылыстарының санын азайтуы мүмкін, әсіресе егер олар тым жоғары болса.

2.1 кесте - Антеннаның электрлік сипаттамалары

Жиілік диапазоны, МГц	1710-1880
Поляризация, (°)	+45, -45
Электрлік иілу	0 – 10
Күшейту, дБи	16,7
Көлденең бағытталу диаграммасы, (°)	65
Тік бағытталу диаграммасы, (°)	7
Кедергі, Ом	50

Нәтижесінде біз Huawei ADU451503 антенна моделін таңдаймыз, ол қос интерполяциямен 790-960 / 1710-2180 МГц жиілік диапазонында жұмыс істейді (11-сурет). Бұл көптеген диапазондары бар (көп диапазонды) антенна, оларда төмен және жоғары жиілік диапазонында жұмыс істейтін екі антенна массиві біріктірілген. Бұл жағдайда кез-келген жиілік диапазоны үшін бағыт сызбасының көлбеу бұрышын реттейтін тәуелсіз жүйе ескеріледі. Мұндай антенналардың жұмысы антенна орналасқан орынды сақтауға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта электрлік реттеулер көмегімен бағыттық диаграмманың көлбеу бұрышын НАМ ауыстырмай өзгерте алады және бұл процесті өздігінен жүргізуге болады. Бұл әдіс RET –Remote Electric Downtilt деп аталды. Мұны ішінде орналасқан фасо аудармашысын санау арқылы жасады.



2.2 сурет – Huawei ADU451503 антенна

Жоғарыда аталған барлық жаңалықтар сәуленің көлбеу бұрышын дәл бақылауға және ұяшықтың шекараларын кеңейтуге мүмкіндік берді. Электрлік көлбеу 0-ден 10 ° -қа дейін. 2.1 кестеде осы антеннаның электрлік параметрлері көрсетілген.

3 Есептеу бөлімі

Ұялы байланыс жүйесін жобалау кезінде оны шығару қажет келесі есептеулер:

- байланыс қашықтығы;
- таратқыштың оңтайлы қуаты;
- базалық станциялардың саны;
- Алматы қаласының карталарының негізінде аймақтық карта жасау ұялы байланыс жүйесін қамту.

3.1 кесте - Ұялы байланыс жүйесінің техникалық сипаттамалары

Параметр	БС	МС
Орташа берілу жиілігі, МГц	1800	1750
Орташа қабылдау жиілігі, МГц	1750	1800
Толқындардың жіберу орташа ұзындығы, м	0,16	0,17
Толқындардың қабылдау орташа ұзындығы, м	0,17	0,16
Модуляцияның максималді жиілігі, кГц	3,4	3,4
Параметр	БС	МС
Максималды ауытқу, кГц	5	5
Антенна – фидерлі тракттің толқындық кедергісі, Ом	50	50
Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал/шу сезімталдығы 12дБ, мкВ	2,5	2,5
Таратқыштың қуаты, Вт	Прогр.	4
Антенна биіктігі, м	80	1,5
Антеннаның күшейту коэффициенті, дБ	18	0
Көлденең жазықтықтың антеннасының бағыт сызбасының бұзылуы	1	0
Антеннаның бағытталу әрекетінің коэффициенті	3,4	-
Антенна муфтасының қуат бөлу коэффициенті	5	-
Кабельдегі өшу, дБ	3	-
Дуплексті сүзгідегі өшу, дБ	0,5	-
Бөлу құрылғысындағы өшу, дБ	2,5	-
Қосу құрылғысының күшейту коэффициенті, дБ	2	-
Антеннаны беру жолының бұзылуындағы өшу, дБ	1	-
Антенна – фидерлі тракттегі өшу, дБ	-	1
Биіктіктегі орташа тербеліс, м	50	50

3.1 МС - БС бағыты бойынша байланыс ауқымын есептеу

3.1.1 Қабылдау кезінде қажетті өрістің кернеулігін есептеу.

Пайдаланылатын негізгі есептеу әдісі түпнұсқаға негізделген деректер:

- пайдалы сигнал өрісінің күші таратқыш арқылы жасалады
- тиімді сәулелену қуаты 1 кВт;
- қолайлы антенна 10 м биіктікте орнатылды;
- сигнал өрісінің күші қабылдау нүктесінде беріледі, бірақ емес
- қабылдағыштың кірісі;
- пайдалы сигналдың өріс күшінің шамасында Е орны болады
- уақыттың 50% және қабылдаудың 50% үшін.

Пайдалы өрістің кернеулігін табу үшін антенна биіктігі, электрлік сипаттамасы, бастапқы параметрлер және тағы басқа қасиеттері қолданылады.

$$E_{каж} = N_{ш} + (S/N)_{к} + B_{экв} + B_{h2} + B_{\%} + B_{баяу} + B_{рельеф} + \sigma_{каб}, \qquad (3.1)$$

мұндағы $E_{каж}$ - қолданылатын сигнал өрісінің қажетті өріс кернеулігі, дБ/мкВ/м;

$N_{ш}$ - қабылдау пунктіндегі шу деңгейі, дБ/мкВ/м;

$(S/N)_{к}$ - кірістегі сигнал/шу қатынасы, дБ;

$B_{экв}$ - 1 кВт қуаттан эквиваленттік қуаттың айырмашылығын ескере отырып жасалған түзетулер, ол үшін МККР графигі жасалды, дБ;

B_{h2} - антеннаны орнату биіктігі 10 м биіктіктегі айырмашылықты ескере отырып, МККР графигі жасалған сұраныс, дБ;

$B_{\%}$ - ақырын баяулаудың түзетулері – 3.1 кестеде көрсетілгендей өрістің кернеулігі көрсетілген нүктелердің пайыздық айырмашылығымен, 50%-дан бастап, дБ;

$B_{баяу}$ - тез баяулаудың түзетулері – өріс кернеулігінің уақыт бойынша берілген айырмашылығын ескерту, 50% уақыттан бастап, дБ;

$B_{рельеф}$ - МКРР графигі арқылы жасалған және нақты рельеф айырмашылығы, дБ;

$\sigma_{каб}$ - көлденең жазықтықтағы қабылдағыш антеннаның бағыт сызбасының бұзылуы, дБ.

Айта кету керек, бұл жағдайда MS-BS бағыты бойынша беріліс, орнатылатын BS жабдығының сапасы үшін қажетті пайдалы сигнал күші деңгейі есептеледі, ол 1,5 қондырылған МС жанында орнатылады. Жылжымалы станцияның қызмет көрсету аймағының шекарасынан BS антенна аспасының 32 биіктігінде, яғни 80 м орналасқан. Біз базалық станция үшін шу деңгейін оның антеннасы қалыпты биіктікте орналасқан сияқты

қабылдаймыз. Мұндай ауыстыру қандай да бір түрдегі қорытынды нәтижеге әсер етпейді (қамту аймағының радиусы) және ICCR ұсыныстарының нақты материалдарымен анықталады.

Егер есептеу екі бағытта да шатасып кетпеу үшін жүргізілсе, BS жабдықтарының барлық сипаттамалары "1" индексімен, жылжымалы станция - "2" индексімен қамтамасыз етіледі. Осыны ескере отырып, формула (3.2) келесі түрде жазылады:

$$E_{каж} = N_{ш} + (S/N)_{к} + B_{экв} + B_{h2} + B_{\%} + B_{баяу} + B_{рельеф} + \sigma_{каб}. \qquad (3.2)$$

3.1.2 Шудың жалпы деңгейін есептеу

Қабылдау орнындағы шудың жалпы деңгейі мына формула бойынша табылады:

$$N_{ш} = 10\lg(N_{сырт}^{2} + N_{iш}^{2}), \qquad (3.3)$$

мұндағы $N_{ш}$ - қабылдау пунктіндегі шу деңгейі, дБ/мкВ/м;

$N_{сырт}$ - қабылдау пунктіндегі сыртқы шу деңгейі, дБ/мкВ/м;

$N_{iш}$ - қабылдау пунктіндегі ішкі шу деңгейі, дБ/мкВ/м.

Сыртқы шуды есептеу. Егер шу барлық бағыттарда бірдей жіберілсе, онда шу деңгейін мына формула бойынша табылады:

$$N_{1сырт} = \frac{E_{1ш}}{\sqrt{D_{1тк}}}, \qquad (3.4)$$

мұндағы $N_{1сырт}$ - қабылдау орнындағы сыртқы шу деңгейі, мкВ/м;

$E_{1ш}$ - есептеу үшін ұсынылған шу деңгейі (BS үшін алмастыру маржасының көрсеткіші), мкВ/м;

$\sqrt{D_{1тк}}$ - антенна жүйесінің БС бағытының әсер ету коэффициенті, сал.бірл.

$E_{1ш}$=1,5 мкВ/м алса, сыртқы шу деңгейін есептеуге болады:

$$N_{1сырт} = \frac{E_{1ш}}{\sqrt{D_{1тк}}} = \frac{1.5}{\sqrt{2.19}} = 1.01$$

Ішкі шуды есептеу. Қабылдау антенна ұзындығы (жұмыс биіктігі) – бұл орнындағы өрістің кернеулігін оның үйлестірілген жүктемесіндегі кернеумен

біріктіретін коэффициент. Егер қабылдағыштың кіріс құрылғысына бергіштің толқынға төзімділігі туралы келісім болса, кіріс құрылғысындағы сигнал:

$$U = l_б \cdot E, \tag{3.5}$$

мұндағы U - құрылғының кірісіндегі сигнал кернеуі;

$l_б$ - жұмыс антеннаның биіктігі;

E - өріс кернеулігі.

(3.5) формуласына сәйкес қабылдау нүктесімен байланысты қабылдағыштың шу деңгейі:

$$N_{іш} = \frac{U_{шкаб}}{l_б}, \tag{3.6}$$

мұндағы $N_{іш}$ - қабылдау пунктіндегі ішкі шу деңгейі, мкВ/м.

$U_{шкаб}$ - қабылдау пунктіндегі қабылдағыштың ішкі шуы, мкВ;

$l_б$ - жұмыс антеннаның биіктігі;

$U_{шкаб}$ - қабылдағыштың кірісіндегі сигнал / шу қатынасы және оның сезімталдығы белгілі болған жағдайда білуге болады.

Тар жиілікті модуляциялау кезінде сигналдан шуылға дейінгі шығыс сигналынан қабылдағышқа қатынасын есептеу мына формула бойынша жүргізіледі:

$$(S/N)_к = \frac{(S/N)_ш \cdot F_{\max}}{\Delta f \cdot \sqrt{3}}, \tag{3.7}$$

мұндағы $(S/N)_к$ - кірістегі сигнал/шу қатынасы, сал.бірл.;

$(S/N)_ш$ - шығыстағы сигнал/шу қатынасы, сал.бірл.;

$F_{\max}$ - максимальді дыбыс жиілігінің модуляциясы, кГц;

Δf - ауытқу мөлшері, кГц.

$$(S/N)_к = \frac{(S/N)_ш \cdot F_{\max}}{\Delta f \cdot \sqrt{3}} = \frac{3.98 \cdot 3.4}{5 \cdot \sqrt{3}} = 1.56$$

ЖМ үшін түзету сыйымдылығының шекарасын есептеу және релелік резервті ескере отырып табу мүмкін болмағандықтан, $(S/N)_к$ мәні кез-келген жағдайда 8 дБ-ден артық қабылдануы керек (2.51 сал.бірл.)

Қабылдағыш кірісіне қолданылатын шу деңгейі:

$$U_{шкаб} = \frac{G_{каб}}{(S/N)_ш}, \qquad (3.8)$$

мұндағы $U_{шкаб}$ - қабылдау пунктіндегі қабылдағыштың ішкі шуы, мкВ;

$G_{каб}$ - қабылдағыш сезімталдығы, мкВ;

$(S/N)_ш$ - шығыстағы сигнал/шу қатынасы, сал.бірл.

$$U_{шкаб} = \frac{G_{каб}}{(S/N)_ш} = \frac{2.5}{2.51} = 1, \text{ мкВ.}$$

Антеннаның жұмыс биіктігі, м:

$$l_б = \frac{\lambda \cdot \sqrt{1.64 \cdot \varepsilon_{каб} \cdot W_ф \cdot \eta_{АФТ} / 120}}{2\pi}, \qquad (3.9)$$

мұндағы λ - сигнал толқынының орта ұзындығы, м;

$\varepsilon_{каб}$ - қабылдағыш антеннаның күшейту коэффициенті , салс.бірл.;

$W_ф$ - фидердің толқындық кедергісі, Ом;

$\eta_{АФТ}$ - антенна – фидерлі тракттің қабылдағышының пайдалы әрекет коэффициенті, салс.бірл.

Сигналдың өшуін біліп базалық станцияның ПӘК-ін есептеп табуға болады:

$$\alpha_{1АТФкаб} = \alpha_{1ДФ} + \alpha_{1к} - G_{1КБ}, \qquad (3.10)$$

мұндағы $\alpha_{1АТФкаб}$ - антенна – фидерлі трактінің қабылдағындағы сигналдың өшуі, дБ;

$\alpha_{1ДФ}$ - дуплексті фильтрдегі өшу, дБ;

$\alpha_{1к}$ - кабельдегі өшу, дБ;

$G_{1КБ}$ - бөлу қабылдағышының пайдасы, дБ.

$$\alpha_{1АТФкаб} = \alpha_{1ДФ} + \alpha_{1к} - G_{1КБ} = 0{,}5 + 3 - 2 = 1{,}5, \text{ дБ.}$$

Антенна – фидерлі трактінің қабылдайтын антеннаның пайдалы әрекет коэффициенті :

$$\eta_{АФТ} = 10^{-0{,}1\alpha_{АФТкаб}}, \qquad (3.11)$$

мұндағы $\eta_{АФТ}$ - антенна – фидерлі тракттің қабылдағышының пайдалы әрекет коэффициенті, салс.бірл.;

$\alpha_{1АТФкаб}$ - антенна – фидерлі трактінің қабылдағындағы сигналдың өшуі, дБ.

$$\eta_{АФТ} = 10^{-0,1\alpha_{АФТкаб}} = 10^{-0,1\cdot 1,5} = 0,708.$$

БС жұмыс антеннасының қабылдағыш антеннаның биіктігі:

$$l_б = \frac{\lambda \cdot \sqrt{1.64 \cdot \varepsilon_{каб} \cdot W_ф \cdot \eta_{АФТ} / 120}}{2\pi} = \frac{0.17 \cdot \sqrt{1.64 \cdot 63 \cdot 50 \cdot 0.708 / 120}}{2\pi} = 0.149, \text{ м.}$$

Формула бойынша есептелген қабылдау пунктіне қолданылатын қабылдағыштың ішкі шуын реттеу:

$$N_{iш} = \frac{U_{шкаб}}{l_б} = \frac{1}{0,149} = 6,711, \text{ мкВ.}$$

(3.3) формуласына сәйкес қабылдау нүктесінде шудың жалпы деңгейін есептеуге болады:

$$N_ш = 10\lg(N_{сырт}^2 + N_{iш}^2) = 10\lg(1.01^2 + 6.711^2) = 16.633, \text{ дБ.}$$

3.1.3 Түзетулер анықтамасы

Таратқыштың 1 кВт қуаттан эквивалентті қуатының айырмашылығын ескеру өтемақысы, дБ:

$$\beta_{экв} = \beta_{ном} + \alpha_ф + \alpha_н + \alpha_{тар} - \sigma_{тар} - \varepsilon_{тар}, \qquad (3.12)$$

мұндағы $\beta_{ном}$ - МККР сызбалары салынған 1 кВт номиналды қуаттан айырмашылықты ескере отырып, жәрдемақы, дБ;

$\alpha_ф$ - резонанстық және көпірлі фильтрлердегі, антеннаны таратушыларда және т.б. өшулері, дБ;

$\alpha_н$ - антенна – фидерлі трактінің біртексіздігінен өшулері, дБ;

$\alpha_{тар}$ - таратқыш антеннаның фидеріндегі өшулері, дБ;

$\sigma_{тар}$ - таратқыш антеннаның горизонталь жазықтықтағы бағытталу диаграммасының біркелкісіздігі, дБ;

$\varepsilon_{тар}$ - таратқыш антеннаның күшейту коэффициенті, дБ;

$\alpha_ф + \alpha_н + \alpha_{тар}$ - бұл портативті станцияның антенна-фидер тарату желісіндегі сигналдың жалпы өшуін білдіреді $\alpha_{АФТ} = 1$ дБ.

Нақты таратқыштың қуатын ескеретін түзету, дБ:

$$\beta_{ном} = 10\lg\frac{10^3}{P_{ном}}, \qquad (3.13)$$

мұндағы $P_{ном}$ - Нақты таратқыштың қуаты, Вт.

$$\beta_{ном} = 10\lg\frac{10^3}{P_{ном}} = 10\lg\frac{10^3}{4} = 24, \text{ дБ.}$$

Осыдан кейін, (3.12) формула бойынша таратқыштың 1 кВт қуатындағы айырмашылықты ескереміз:

$$\beta_{экв} = \beta_{ном} + \alpha_ф + \alpha_н + \alpha_{тар} - \sigma_{тар} - \varepsilon_{тар} = \beta_{ном} + \alpha_{АФТ} - \sigma_{тар} - \varepsilon_{тар} = 24 + 1 - 0 - 0 = 25, \text{ дБ}$$

№ 370 ұсыныста келтірілген 3.1 суретте MS антеннасының биіктігі 10 м-ге тең болады. Мұндай жағдайларда, MS антенна басқа биіктікке орнатылса, формулаға сәйкес есептелетін түзетуді жасау керек:

$$\beta_h = 10\lg\frac{10}{h}, \qquad (3.14)$$

мұндағы β_h - МС антеннасын орнату биіктігінен 10 м биіктіктегі айырмашылықты ескере отырып, ICCR графиктері құрастырылған, дБ;

h - МС антеннасының орнату биіктігі, м.

$$\beta_h = 10\lg\frac{10}{h} = 10\lg\frac{10}{1.5} = 8.24, \text{ дБ.}$$

Қабылдау пункттерінің 50% -дан айырмашылығы үшін байланысты қамтамасыз ету қажеттілігі үшін түзетіледі.

Қабылдау пункттерінің 90% байланысын қамтамасыз ету үшін түзетіледі:

$$\beta_{\%мест} = -11, \text{ дБ.} \qquad (3.15)$$

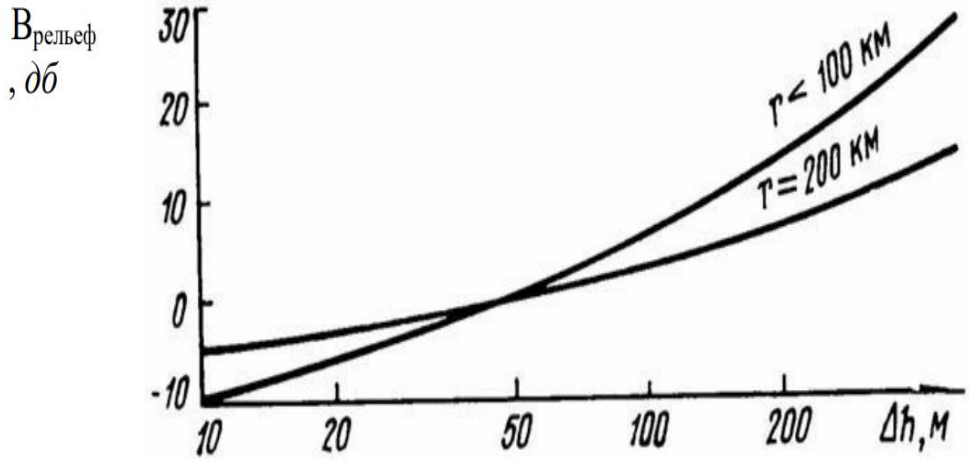
Ағымдағы кернеудің 50% * жоғарылауының пайыздық айырмашылығын ескере отырып, тез жоғалуын анықтау үшін Буллингтон бойынша графиктер пайдалы. Осы графиктерді қолдана отырып есептеулерді ең жоғары дәлдікпен жасауға болады. 90% уақыт ішінде жылдам өшулер:

$$\beta_{ошу} = 3.5, \text{ дБ.} \tag{3.16}$$

Нақты рельеф пен МККР графиктері бойынша рельефтің айырмашылығын ескеретін, 10 км-ден көп БС биіктігіне тәуелді. Жазық рельеф үшін ($\Delta h = 35$ м) график бойынша табылған (12-сурет):

$$\beta_{рельеф} = -2, \text{ дБ.} \tag{3.17}$$

Көлденең жазықтықта BS қабылдайтын антеннасының бағытының диафрагмасының біркелкі еместігі $\sigma_{каб} = -1$ дБ. [18]



3.1 сурет – Түзету коэффициенттің орташа жер тербелісіне тәуелді график

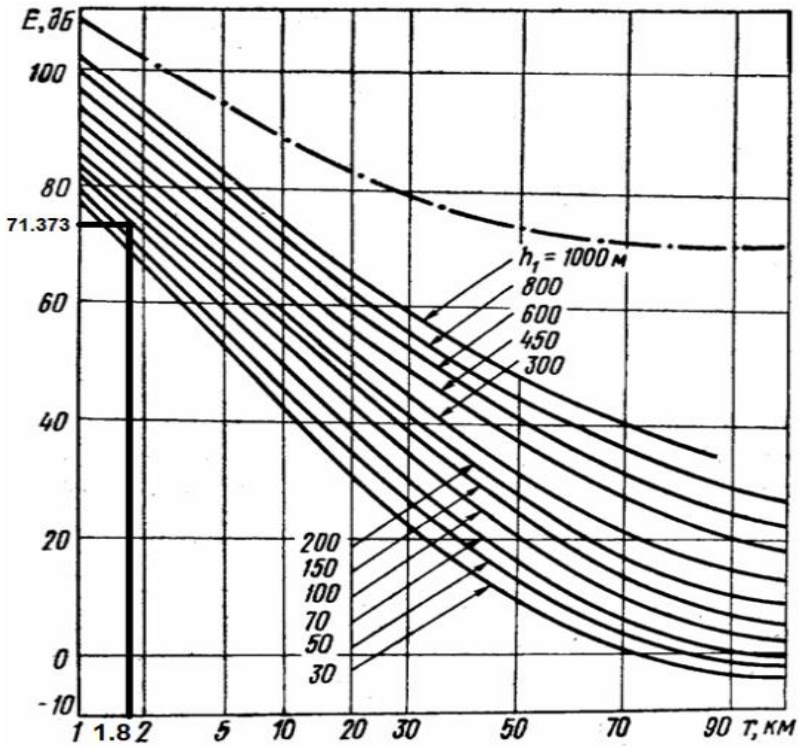
3.1.4 Қызмет көрсету аймағының радиусын есептеу

(3.2) формуласына сәйкес пайдалы сигнал өрісінің қажетті кернеулік деңгейін табуға болады:

$$E_{кож} = N_{ш} + (S/N)_{к} + B_{экв} + B_{h2} + B_{\%} + B_{баяу} + B_{рельеф} + \sigma_{каб} =$$
$$= 16{,}633 + 8 + 25 + 8{,}24 + 11 + 3{,}5 - 2 + 1 = 71{,}373, дБ.$$

CCIR кестесіне сәйкес, BS антеннасын орнату үшін қызмет көрсету аймағының радиусы 80 м құрайды.

$$R = 1.8, \text{ км.} \tag{3.18}$$



3.2 сурет – Антенна биіктігіне және қашықтыққа тәуелді өріс кернеулігі

Нәтижесінде есептеу көмегімен осы байланыс жабдығын пайдалану кезінде шамамен 1,8 км радиусты сақтаған кезде MS-BS бағыты бойынша байланыс уақыттың 90% -ына орнатылатындығы анықталды. Есеп BS орналасқан жердегі сыртқы шуылдың қарқындылығының деңгейі үшін жасалды, 1,5 мкВ / м. [18]

3.2 БС таратқыштың оңтайлы қуатын анықтау

Есептеудің екінші бөлігі - BS - NS бағытында 1,8 км қашықтықта байланыс орнатуды қамтамасыз ететін, BS-нің оңтайлы таратқыш қуатын анықтау. Қажетті қуатты есептеу әдісі (3.1) формула бойынша белгісіз $\beta_{экв}$ анықтауға және таратқыштың қажетті номиналды қуатын (3.12) және (3.13) формулаларымен табылады.

3.2.1 Қуаттың эквивалентті түзетуін есептеу

(3.1) формуласынан 1 кВт қуаттағы эквивалентті таратқыштың айырмашылығын ескеретін түзету:

$$\beta_{экв} = E_{каж} - N_{ш} - (S/N)_{к} - B_{h} + B_{\%} - B_{баяу} - B_{рельеф} + \sigma_{каб}, \qquad (3.19)$$

мұндағы $\beta_{экв}$ - таратқыштың 1 кВт қуаттан эквивалентті қуатының айырмашылығын ескеру өтемақысы, дБ;

$E_{каж}$ - - қолданылатын сигнал өрісінің қажетті өріс кернеулігі, дБ/мкВ/м;

$N_ш$ - қабылдау пунктіндегі шу деңгейі, дБ/мкВ/м;

$(S/N)_к$ - кірістегі сигнал/шу қатынасы, дБ;

$B_{экв}$ - 1 кВт қуаттан эквиваленттік қуаттың айырмашылығын ескере отырып жасалған түзетулер, ол үшін МККР графигі жасалды, дБ;

B_h - антеннаны орнату биіктігі 10 м биіктіктегі айырмашылықты ескере отырып, МККР графигі жасалған сұраныс, дБ;

$B_{\%}$ - ақырын баяулаудың түзетулері - кестеде көрсетілгендей өрістің кернеулігі көрсетілген нүктелердің пайыздық айырмашылығымен, 50%-дан бастап, дБ;

$B_{баяу}$ - тез баяулаудың түзетулері – өріс кернеулігінің уақыт бойынша берілген айырмашылығын ескерту, 50% уақыттан бастап, дБ;

$B_{рельеф}$ - МКРР графигі арқылы жасалған және нақты рельеф айырмашылығы, дБ;

$\sigma_{каб}$- көлденең жазықтықтағы қабылдағыш антеннаның бағыт сызбасының бұзылуы, дБ.

Өрістің кернеулігінің қажетті деңгейі бірінші есептеу сатысымен анықталады:

$$E_{каж} = 71.373, \text{ дБ.}$$

3.2.2 Шудың жалпы деңгейін бағалау.

Қабылдау орнындағы шу деңгейі сыртқы шуды шығарады және байланысты қабылдағышының шуы қабылдау пунктіне есептеледі және оны (3.3) формула бойынша табуға болады.

Қабылдағыш ішіндегі шу деңгейі қайта қабылданады:

$$N_{iш} = \frac{G_{ном} \cdot \alpha_{АТФ}}{(S/N)_к \cdot l_б}, \qquad (3.20)$$

мұндағы $N_{iш}$ - қабылдау пунктіндегі ішкі шу деңгейі, мкВ/м;

$\alpha_{АТФ}$ - антенна – фидерлі трактінің сигналының өшуі, дБ;

$(S/N)_к$ - кірістегі сигнал/шу қатынасы, дБ;

$l_б$ - жұмыс антеннаның биіктігі, м.

Есептің бірінші бөлігіндегідей $(S/N)_к$ мәні 8 дБ ретінде қабылдануы керек.

МС – тің антенна қызметін төрт толқындық дірілдеткіш атқарады, оның жұмыс биіктігін мына формула арқылы табамыз:

$$l_б = \frac{\lambda_{БС-МС}}{\pi}, \qquad (3.21)$$

мұндағы $l_б$ - МС жұмыс антеннасының биіктігі, м;

$\lambda_{БС-МС}$ - БС-МС бағытындағы толқындардың орташа ұзындығы, м.

$$l_б = \frac{\lambda_{БС-МС}}{\pi} = \frac{0.16}{\pi} = 0.05, \text{ м.}$$

Енді МС-тің қабылдағышының ішкі шуын табуға болады:

$$N_{іш} = \frac{G_{ном} \cdot \alpha_{АТФ}}{(S/N)_к \cdot l_б} = \frac{2.5 \cdot 1.12}{2.51 \cdot 0.05} = 22.3, \text{ мкВ/м.}$$

Бөгеуілдер жағдайын бағалау. Қызмет көрсету аймағында сыртқы шу деңгейі уақыт бойынша да, кеңістікте де әр түрлі болуы мүмкін. Шудың әсері және байланыс сапасынан басқа, қызмет көрсету аймағының табалдырығында қатты сезілетіні анық. Бүкіл аймақта уақытша есеп айырысуды есептеу қиын және біркелкі емес. Эксперименттік өлшеулер бұл ақпаратты алудың ең жақсы әдісі болып табылады. Сонымен қатар, шу деңгейін модельдеудің әдістерінің бірі келтірілген, ал белгілі бір жағдайлар үшін нәтиже берсе де, бұл жағдайлар ең нашар деп саналатындығын ескере отырып, олармен күресу керек.

30 - 1000 МГц жиілік диапазонындағы құрлықтағы жылжымалы радио байланысының қамту аймағындағы бөгеуілдер жағдайы автомобильдің электр жылдамдығының негізгі электромагниттік эмиссиясымен анықталатындығы белгілі.

Төменде көптеген эксперименттерден тұратын статистикалық сипаттама жүйесін қолдана отырып, бөгеуілдер ортасының бағасы келтірілген. Статистикалық сипаттамалардың жүйесі дегеніміз - мәліметтер жиынтығын айтамыз, олардың көмегімен алмасу процесінің мәндерін және олардың өзгермелілігін бір уақытта, ең аз дегенде бағалауға болады.

Пайдаланылған әдістемеде компоненттер деңгейіне байланысты автомобильдегі кедергінің көптеген көздері (жиырмаға жуық) бөлек екі топқа бөлінеді: 1) «жоғары деңгей» көздері, 2) «төмен деңгей» көздері.

Бұл жағдайда өріс кернеулігінің орташа тиімді мәні келесідей болады.

$$\overline{E}_{от} = \sqrt{(10^{0.1\cdot\overline{E}_{1от}} + 10^{0.1\cdot\overline{E}_{2от}})}\,, \qquad (3.22)$$

мұндағы $\overline{E}_{от}$ - өріс кернеулігінің орташа тиімді мәні, мкВ/м;

$\overline{E}_{1от}$ - бірінші топтың өріс кернеулігінің орташа тиімді мәні, дБ;

$\overline{E}_{2от}$ - екінші топтың өріс кернеулігінің орташа тиімді мәні, дБ.

Қайнарлардың бірінші және екінші топтарын өріс кернеуліктерінің орташа тиімді мәні келесідей:

$$\begin{aligned}\overline{E}_{(1,2)от} &= \overline{E}_{(1,2)} + 0.115\cdot S^2_{E(1,2)} + 10\lg F_{имп(1,2)} + \\ &+ 10\lg П_{ож} - 20\lg П_{ол} + 20\lg P_0 + S - 2.7\end{aligned} \qquad (3.23)$$

мұндағы $\overline{E}_{(1,2)от}$ - бірінші және екінші топтардың көздері құрған бөгеуілдер импульстарының амплитудасының мәні, дБ;

$S_{E(1,2)}$ - импульстің амплитудасының сәйкес келетін бірінші және екінші топтардың көздерімен пайда болған орташа ауытқуы, дБ;

$F_{имп(1,2)}$ - нөлдік деңгейде бірінші және екінші топтардың көздерімен пайда болатын импульстердің амплитудасының импульстарының орташа қайталану жиілігі, имп/с;

$П_{ож}$-бөгеуілдері ізделіп жатқан қабылдағыштың өткізу жолағы, Гц;

$П_{ол}$ - бөгеуіл жағдайы есептелген өткізу жолағы – 120 кГц;

P_0 - топтық импульстардың 0 дБ деңгейін асып түсі ықтималдығы, сал.бірл.;

S - процестің өшуінің қабылдау көзі мен қабылдағыш арасындағы қашықтыққа тәуелділігінің көрсеткіші, дБ.

Импульстердің амплитудасының орташа мәні мен орташа ауытқуын, сонымен қатар, бірінші топтың көздері арқылы жиілікті-амплитудалық диаграммадан бөлуге болады. Екінші топтың көздері үшін дәл осындай көрсеткіштер эмпирикалық қатынастардың көмегімен анықталады:

$$\overline{E}_2 = \overline{E}_1 - \left[24 - 14\left(\left|\frac{\lg f_0 - 2}{16}\right|\right)\right], \qquad (3.24)$$

мұндағы $\overline{E}_2$ - екінші топтың импульстерінің бөгеуілдерінің орташа амплитудасы , дБ;

$\overline{E}_1$ - бірініші топтың импульстерінің бөгеуілдерінің орташа амплитудасы , дБ;

f_0 - жұмыс жиілігі, Гц.

$$S_{E2} = S_{E1} - 4, \tag{3.25}$$

мұндағы S_{E2} - импульстардың амплитудасының орташа ауытқуы, екінші топтың көздерінен, дБ;

S_{E1} - импульстардың амплитудасының орташа ауытқуы, бірінші топтың көздерінен, дБ.

Нөлдік деңгейдегі топтардағы бөгеуіл импульстарының орташа қайталану жиілігі кестедегі жиілік диапазоны бойынша анықталады.

$F_{имп}$ нөлдік деңгейінде әрбір көздер тобы құратын бөгеуіл импульстарының орташа қайталану жиілігі кестеден алынған жиілік диапазонымен анықталады.

Әр көздер тобы құрған бөгеуіл импульстарының орташа қайталану жиілігі нөлдік деңгейде, имп/с:

$$F_{имп1} = F_{имп} \cdot q_1, \tag{3.26}$$

$$F_{имп2} = F_{имп} \cdot q_2, \tag{3.27}$$

мұндағы q_1 және q_2 - сәйкесінше бірінші және екінші топтар үшін импульс амплитудасының ықтималдылықты бөлу заңының салмақтық коэффициенттері.

Бұл коэффициенттерді эмпирикалық қатынастардың көмегімен табуға болады:

$$q_1 = 0.164 + 0.034 \cdot (\lg f_0 - 1.48), \tag{3.28}$$

$$q_2 = 1 - q_1. \tag{3.29}$$

Қаралған жағдайда импульстер тобының ODB Po = 0,935 деңгейінен асу ықтималдығы.

Өшудің көзі мен қабылдағыш арасындағы қашықтыққа тәуелділігі, дБ:

$$S = 42.2 \cdot \lambda^{0.895} \cdot \lg \frac{r_0}{r_i}, \tag{3.30}$$

мұндағы λ - толқын ұзындығы, м;

$r_0 = 5$ м – өлшеу кешенінің антеннасы мен қозғалмалы көз арасындағы ең қысқа қашықтық, м;

r_i - бастапқы антеннаға қосымша MS көзінен қашықтық, м.

Болашақта кернеулік деңгейі, қажетті радиостанциядан басқа, қызмет көрсету аймағының шегінде өзгеретіні анықталады. Сонымен, қызмет көрсету аймағы бүкіл қаланы қамтып, оның шекарасы артта қалады деген болжам бар. Осының негізінде шу деңгейі автомобиль жолынан 8 м қашықтықта орналасқан радиостанция үшін есептеледі.

Графиктерден бірінші топтың көздері құрған кедергі импульстерінің амплитудасының орташа мәні табылған.

$$\overline{E}_1 = 71.373, \text{ дБ};$$

және импульстардың амплитудасының орташа ауытқуы, бірінші топтың көздерінен туындайтын:

$$S_{E1} = 10.2, \text{ дБ}.$$

(3.24) және (3.25) формулаларға сәйкес екінші топтың көздеріне ұқсас көрсеткіштерді табуға болады:

$$\overline{E}_2 = \overline{E}_1 - \left[24 - 14\left(\left|\frac{\lg f_0 - 2}{16}\right|\right)\right] = 71.373 - \left[24 - 14\left(\left|\frac{\lg 1800 - 2}{16}\right|\right)\right] = 48.4, \text{ дБ};$$

$$S_{E2} = S_{E1} - 4 = 10.2 - 4 = 6.2, \text{ дБ}.$$

Нөлдік деңгейдегі кедергілер импульстарының орташа қайталану жиілігі:

$$F_{имп} = 1300, \text{ имп/с}.$$

(3.26) – (3.29) формулаларын қолдана отырып, әр көздер тобы құратын бір-біріне қосымша импульсті қайталау жиіліктері табылды:

$$q_1 = 0.164 + 0.034 \cdot (\lg f_0 - 1.48) = 0.164 + 0.034 \cdot (\lg 1800 - 1.48) = 0.224;$$

$$q_2 = 1 - q_1 = 1 - 0.22 = 0.78,$$

$$F_{имп1} = F_{имп} \cdot q_1 = 1300 \cdot 0.224 = 291, \text{ имп/с};$$

$$F_{имп2} = F_{имп} \cdot q_2 = 1300 \cdot 0.78 = 1014, \text{ имп/с}.$$

(3.30) формуласымен анықталған процестің өшуі қайнар көзі мен қабылдағыштың қашықтыққа тәуелділігі:

$$S = 42.2 \cdot \lambda^{0.895} \cdot \lg \frac{r_0}{r_i} = 42.2 \cdot 0.16^{0.895} \cdot \lg \frac{5}{8} = -1.671, \text{ дБ.}$$

МС-тің қабылдағышының өткізу жолағын мына формула бойынша табуға болады:

$$П_{ож} \approx 2(\Delta f + F_{\max}), \qquad (3.31)$$

мұндағы $П_{ож}$ - қабылдағыштың өткізу жолағы, кГц;

Δf - ауытқу мәні, кГц;

$F_{\max}$ - максимальді модуляцияның дыбыстық жиілігі, кГц.

$$П_{ож} \approx 2(\Delta f + F_{\max}) = 2(5 + 3.4) = 16.8, \text{ кГц.}$$

Бірінші және екінші көздер тобының шу өрісінің кернеулігінің орташа тиімді мәні (3.23) формула бойынша табылды:

$$\overline{E}_{1от} = \overline{E}_1 + 0.115 \cdot S_{E1}^2 + 10\lg F_{имп1} + 10\lg П_{ож} - 20\lg П_{ол} + 20\lg P_0 + S - 2.7 =$$
$$= 71.737 + 0.115 \cdot 10.2^2 + 10\lg 291 + 10\lg 16800 - 20\lg 120000 + 20\lg 0.935 - 1.671 - 2.7 = 11.6, дБ$$

$$\overline{E}_{2от} = \overline{E}_2 + 0.115 \cdot S_{E2}^2 + 10\lg F_{имп2} + 10\lg П_{ож} - 20\lg П_{ол} + 20\lg P_0 + S - 2.7 =$$
$$= 48.4 + 0.115 \cdot 6.2^2 + 10\lg 1014 + 10\lg 16800 - 20\lg 120000 + 20\lg 0.935 - 1.671 - 2.7 = 18.2, дБ$$

Бөгеулідер өрісінің кернеулігінің орташа тиімді мәні (3.22) формуламен анықталады:

$$\overline{E}_{от} = \sqrt{(10^{0.1 \cdot \overline{E}_{1от}} + 10^{0.1 \cdot \overline{E}_{2от}})} = \sqrt{(10^{0.1 \cdot 11.6} + 10^{0.1 \cdot 18.2})} = 10.239, \text{ мкВ/м.}$$

МС антеннасында дөңгелек бағыт диаграммасы және 0 дБ пайда болғандықтан, кіріс сигналдан шу деңгейіне қарағанда үлкен болады, бұл айтарлықтай айырмашылықты береді. Осындай сыртқы шу деңгейімен MS:

$$N_к = \overline{E}_{от} = 10.239, \text{ мкВ/м.}$$

(3.3) формуласына сәйкес шудың жалпы деңгейі келесідей:

$$N_ш = 10\lg(N_{сырт}^2 + N_{iш}^2) = 10\lg(10.239^2 + 22.3^2) = 27.797, \text{ дБ.}$$

3.2.3 Түзетулер анықтамасы

MS антеннасының антеннасының Юм биіктігі арасындағы айырмашылықты ескере отырып, түзету есептеудің бірінші бөлігі үшін және формула бойынша құрастырылды (3.14)

$$B_{h2} = 8.24, \text{ дБ.}$$

Өрістердің кернеулігі ICCR кестесіне сәйкес (90%) көрсетілген өрістердің беріктігі қамтамасыз етілетін, қабылданған нүктелердің белгіленген пайыздық айырмашылығымен баяу түсуді түзету (3.15)

$$B_{\%} = -11, \text{ дБ.}$$

Есептің бірінші бөлігінде уақыттың 50% -ынан уақыттың берілген өрісінің беріктігінен (90%) асқан уақыттың айырмашылығын ескере отырып, тез сөну үшін түзету табылды және (3.16).

$$B_{баяу} = 3.5, \text{ дБ.}$$

Нақты жер бедері мен ICCP графигін құрастыру кезінде алынған айырмашылықты ескеретін түзету есептеудің бірінші бөлігінде және (3.17) формула бойынша табылды.

$$B_{рельеф} = -2, \text{ дБ.}$$

Нақты станцияның антеннасының бағыттық диаграммасының біркелкі еместігі

$$\sigma_{каб} = 0, \text{ дБ.}$$

Енді (3.19) формула бойынша BS бергіштің эквивалентті қуатының 1 кВт қуаттан айырмашылығын ескеретін түзетуді анықтауға болады:

$$\beta_{экв} = E_{каж} - N_{ш} - (S/N)_{к} - B_h + B_{\%} - B_{баяу} - B_{рельеф} + \sigma_{каб} =$$
$$= 71.373 - 27.797 - 8 - 8.24 - 11 - 3.5 + 2 + 0 = 14.836, дБ$$

3.2.4 Таратқыштың номиналды қуатын анықтау

(3.12) формуласынан базалық станцияға дейінгі номиналды қуатты ескере отырып түзету енгізілді. [18]:

$$\beta_{экв} = \beta_{ном} + \alpha_{ф} + \alpha_{н} + \alpha_{тар} - \sigma_{тар} - \varepsilon_{тар}, \qquad (3.32)$$

мұндағы $\beta_{ном}$ - МККР сызбалары салынған 1 кВт номиналды қуаттан айырмашылықты ескере отырып, жәрдемақы, дБ;

$\alpha_{ф}$ - резонанстық және көпірлі фильтрлердегі, антеннаны таратушыларда және т.б. өшулері, дБ;

$\alpha_{н}$ - антенна – фидерлі трактінің біртексіздігінен өшулері, дБ;

$\alpha_{тар}$ - таратқыш антеннаның фидеріндегі өшулері, дБ;

$\sigma_{тар}$ - таратқыш антеннаның горизонталь жазықтықтағы бағытталу диаграммасының біркелкісіздігі, дБ;

$\varepsilon_{тар}$ - таратқыш антеннаның күшейту коэффициенті, дБ.

Сүзгіде және антенна берілісі жолындағы құрылғыларда жойылу, дБ:

$$\alpha_{ф} = \alpha_{кс} + \alpha_{дф} - K_{AP}, \tag{3.33}$$

мұндағы $\alpha_{кс}$ - қосымша құрылғыдағы сигналдың өшуі, дБ;

$\alpha_{дф}$ - дуплексті фильтрдегі сигналдың өшуі, дБ;

K_{AP} - антенна муфтасының қуатының бөліну коэффициенті, дБ.

$$\alpha_{ф} = \alpha_{кс} + \alpha_{дф} - K_{AP} = 2.5 + 0.5 + 5 = 8, \text{ дБ.}$$

Егер $\alpha_{н} = -1$, дБ деп алсақ, (3.32) формула бойынша номиналды таратқыштың қуатын ескеретін түзету:

$$\beta_{экв} = \beta_{ном} + \alpha_{ф} + \alpha_{н} + \alpha_{тар} - \sigma_{тар} - \varepsilon_{тар} =$$
$$= 14.836 - 8 - 1 - 3 - 1 + 18 = 19.836, дБ$$

(3.13) формуласынан базалық станцияның қажетті бергіштік қуаты:

$$P_{ном} = 10^{3-0.1 \cdot B_{ном}}, \tag{3.34}$$

мұндағы $P_{ном}$ - БС таратқыштың номиналды қуаты, Вт;

$\beta_{ном}$ - таратқыштың номиналды қуатын түзету, дБ.

$$P_{ном} = 10^{3-0.1 \cdot B_{ном}} = 10^{3-0.1 \cdot 19.836} = 10, \text{ Вт.}$$

3.3 Базалық станциялардың санын анықтау

3.3.1 Базалық станцияның қамту аймағын анықтау

$$S_{б} = \pi \cdot R^{2}, \tag{3.35}$$

мұндағы $S_б$ - базалық станцияның қамту аймағы, км^2;
R - қызмет көрсету аймағының радиусы.

$$S_б = \pi \cdot R^2 = 3.14 \cdot 1.8^2 = 10.17 \text{, км}^2.$$

3.3.2 Базалық станциялардың санын анықтау

$$N = 1.2 \cdot \frac{S_к}{S_б}, \qquad (3.36)$$

мұндағы N - базалық станциялар саны,
$S_к$ - Медеу ауданының аймағы;
$S_б$ - базалық станцияның қамту аймағы, км^2.

$$N = 1.2 \cdot \frac{S_к}{S_б} = 1.2 \cdot \frac{58.3}{10.17} = 6.91 \approx 7.$$

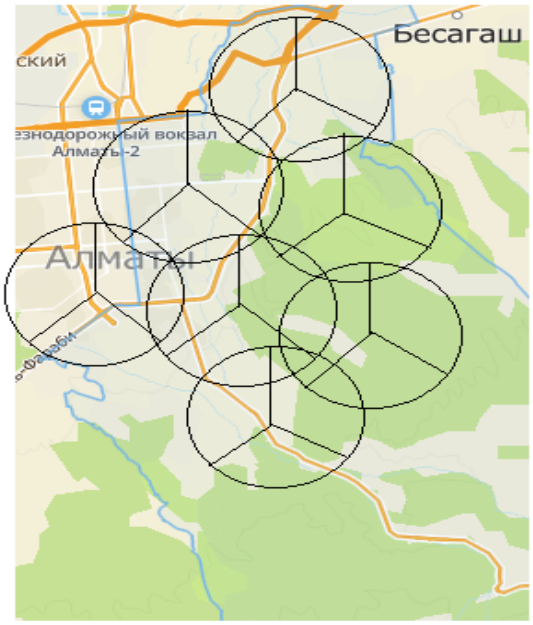
3.3.3 Базалық станциялардың арасындағы қашықтықты анықтау:

$$L_б = \frac{2 \cdot R}{1.2}, \qquad (3.37)$$

мұндағы $L_б$ - базалық станциялар арасындағы қашықтық;
R - қызмет көрсету аймағының радиусы.

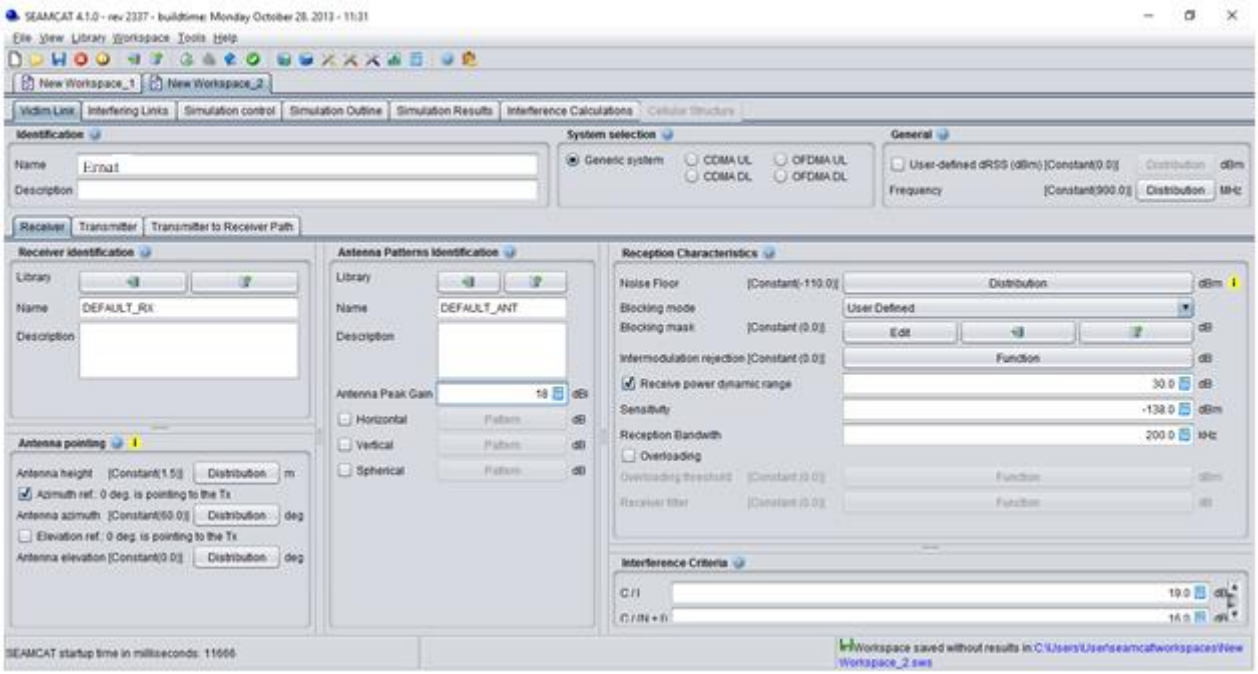
$$L_б = \frac{2 \cdot R}{1.2} = \frac{3.6}{1.2} = 3 \text{, км.}$$

3.4 Алматы картасында базалық станциялардың орналасу сызбасын әзірлеу

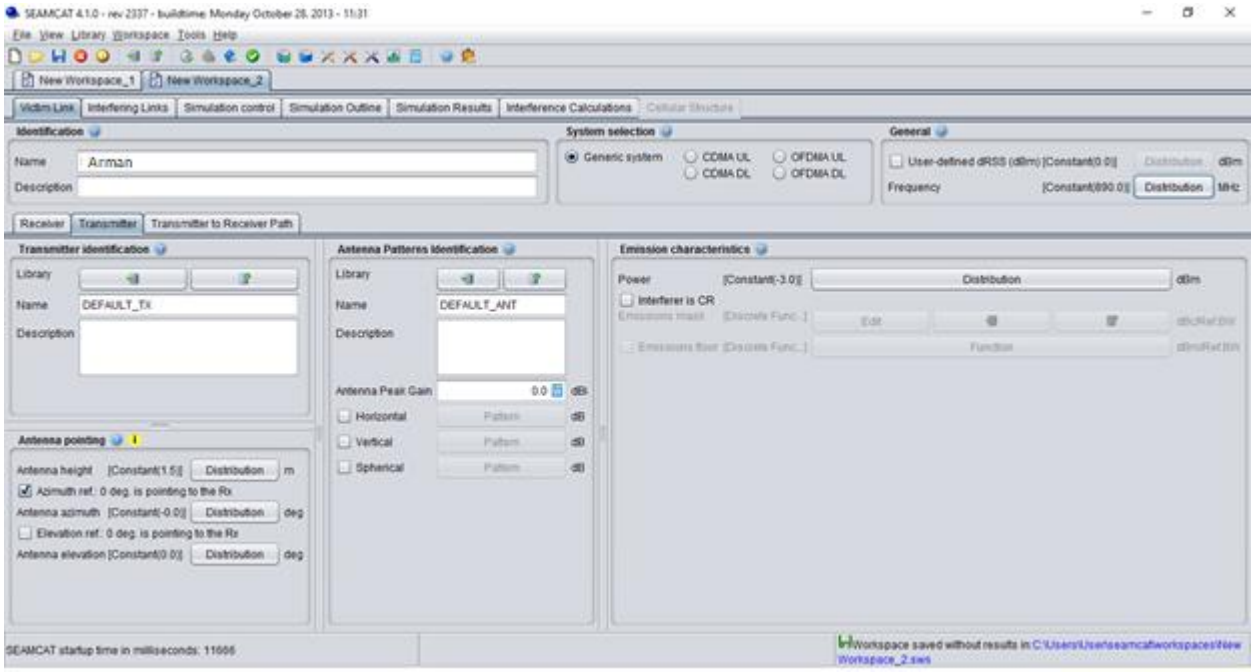


3.3 сурет – Базалық станциялардың Алматы картасында орналасуы.

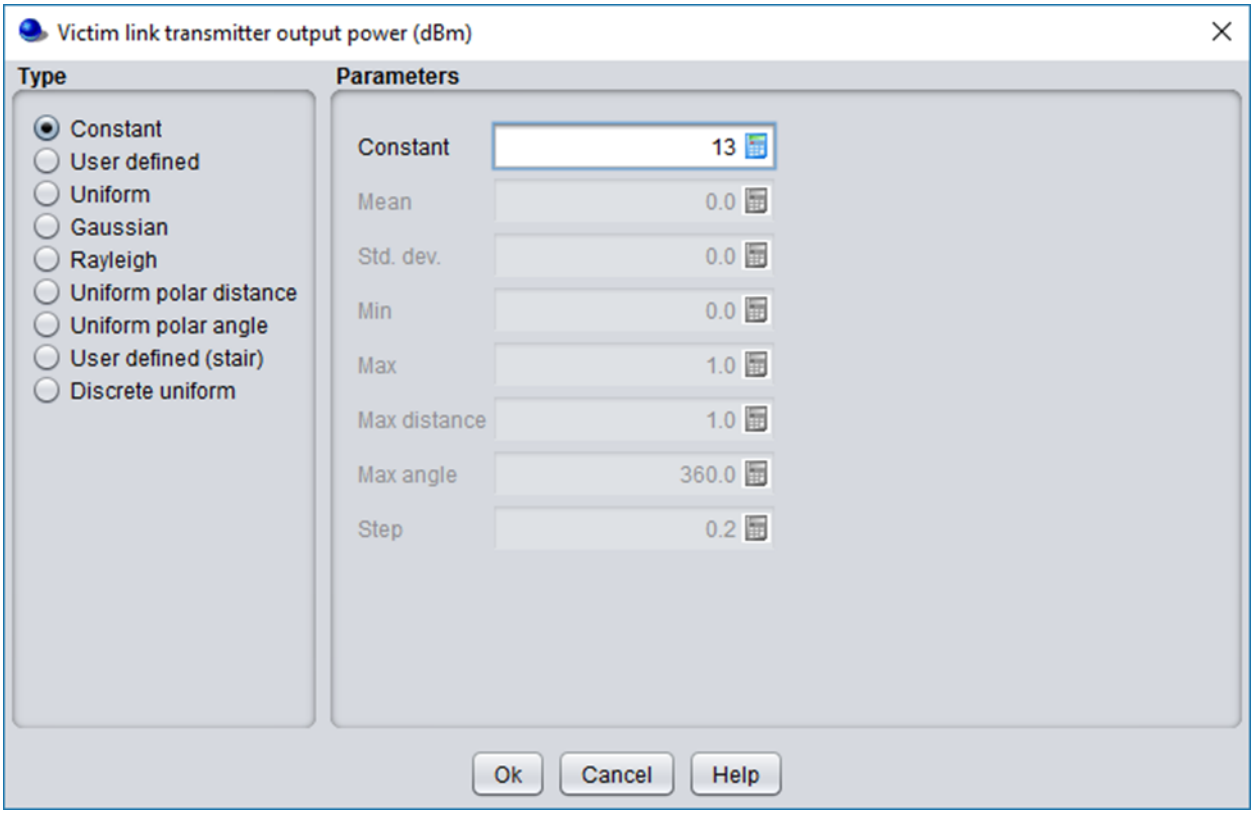
3.5 SEAMCAT программасында имитациялық модельдеу жүргізу



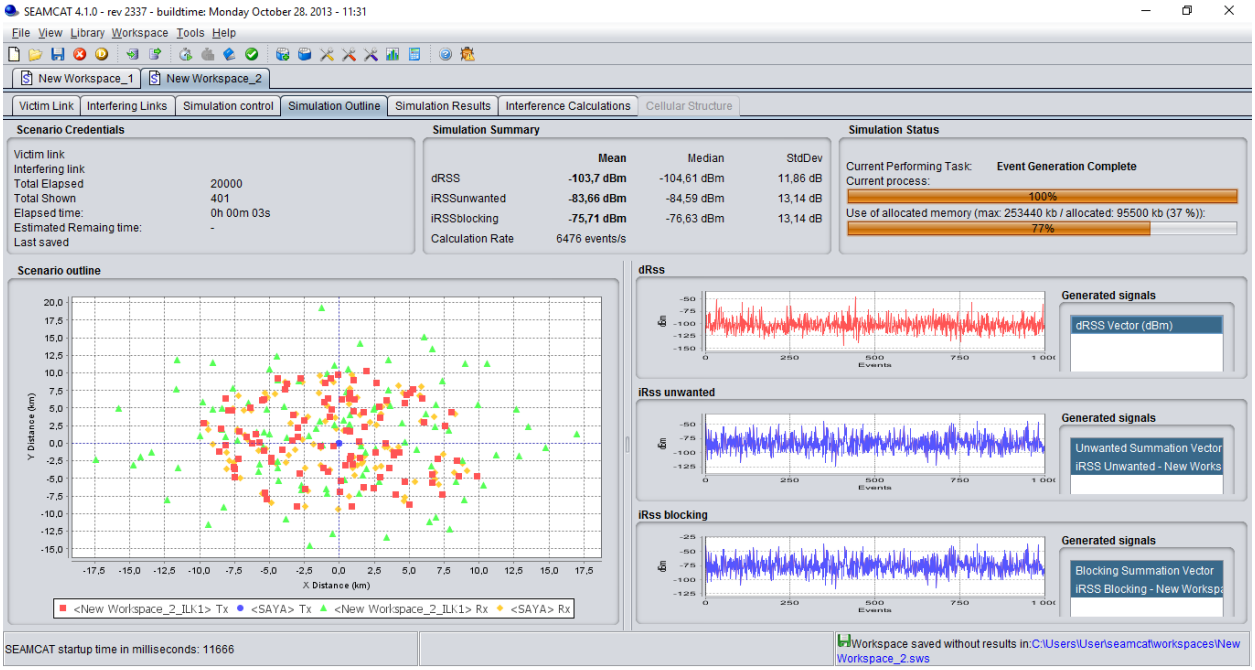
3.4 сурет – Қабылдағыш туралы мәліметтерді енгізу



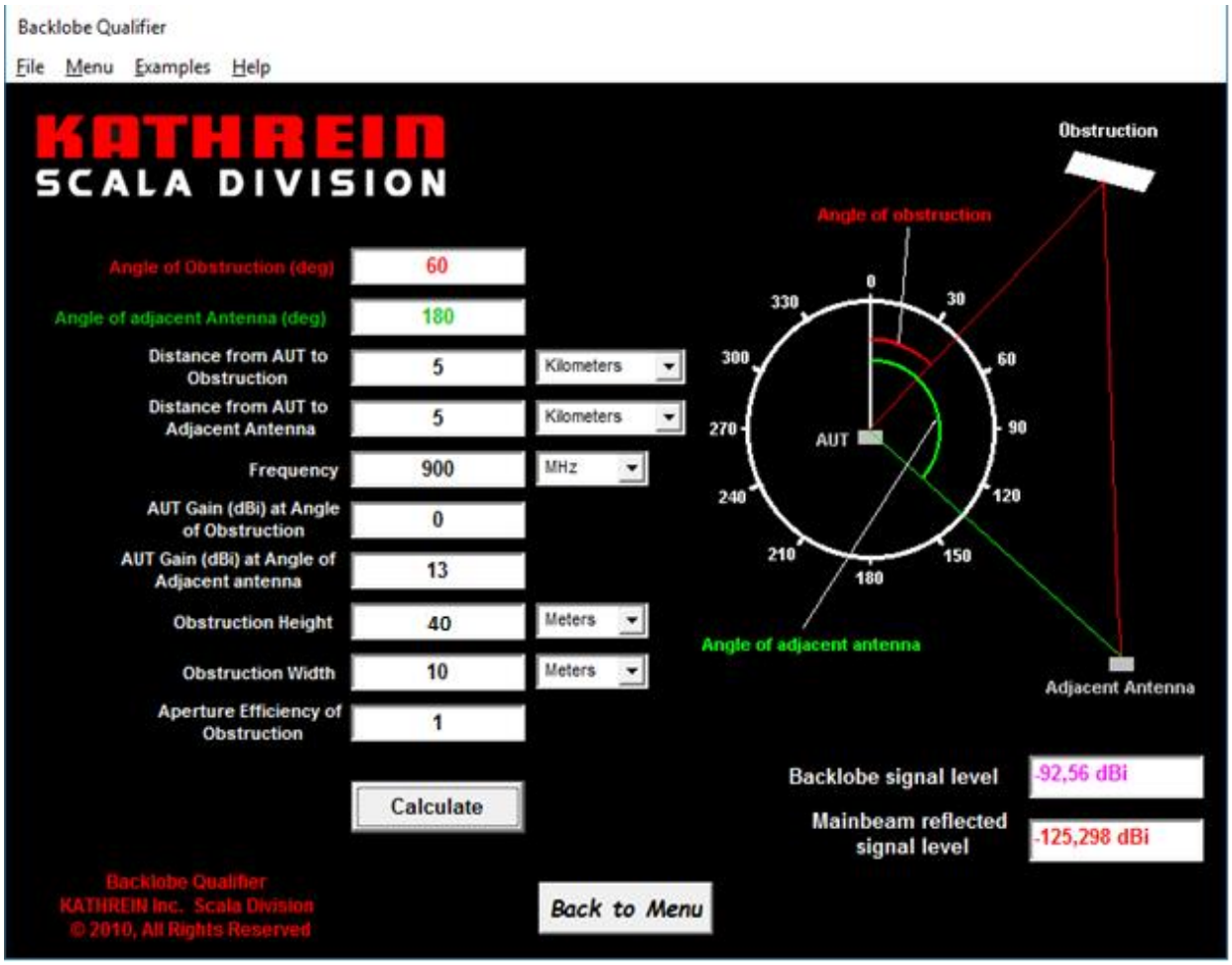
3.5 сурет – Тараткыш туралы мәліметтерді енгізу



3.6 сурет – Таратқыштың қуат мәні



3.7 сурет – Деректерді шығару



3.8 сурет – Kathrein антеннасының бағытталу диаграммасы

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

4.1 Еңбек шартын талдау

Бұл дипломдық жұмыста «Медеу ауданында ұялы желіні жобалау және есептеу әдісін зерттеу және жасау» қарастырылады. Жұмыстың негізгі мақсаты аудандағы байланыты орнату. LTE байланысы – интернет қолданушыларды жоғары жылдамдықты интернетпен қамтамасыз ететін мобильді интернеттің төртінші кезеңі. Ұялы байланыстың аталмыш үлгісі ұялы қондырғыларды IP бойынша дыбыстық сөйлесу, байланысу, мәліметтермен алмасу, ойын ойнау және кабельдікке жақын жылдамдықтағы жоғары сапалы тізбекті мультимедиамен қамтиды. LTE технологиясын құру және оның жұмысын қадағалау күрделі процесс болып табылады. Осы мақсатта 8100×7200×2500 мм көлемдегі кеңсе (4.1 – сурет) таңдап алынды.

Кеңседе 6 адам жұмыс істейді: 1 инженер, 2 монтер, 1 оператор және 1 бас инженер. Олардың әрбірінің белгіленген жұмыс орындары бар. Кеңсе 5 бөлмеден тұрады. 1 бөлме серверге бөлінді, 1 бөлмеде жұмысшылар отырады, сонымен қатар жуынатын бөлме бар. Әрбір жұмыс орнында денсаулыққа зиянды факторлардан қорғау шаралары сақталды. Жұмыс орнындағы жабдықтар:

- 1 принтер, 3 коммутатор, 1 маршрутизатор, 1 Wi-Fi қатынау нүктесі;
- жуынатын бөлме;
- 6 дербес компьютер, 3 принтер;
- 6 жұмсақ креслолар;
- 1 үстел, 1 диван, 6 орындық.

Жұмыс орнындағы жарықтандыруды дұрыс жобалау өте маңызды болып табылады деп ойлаймын. Ол жұмысшылардың өнімділігін және еңбек қабілеттілігін арттыруға пайдасын тигізеді. Жарықтандыру инженерлер мен басқа жұмысшылардың орнында тиімді түрде жобаланды деп ойлаймын.

Ақпараттарды талдау орталығындағы бөлме (серверлер орнатылған бөлме) келесідей инженерлік жүйелермен қамтамасыздандырылған:

–өрт қауіпсіздік сигнализациясы;

–кондиционерлеу;

–жарықтандыру.

4.1 сурет – Кеңсе жоспары

Жұмыс орнындағы жарықтандыруды дұрыс жобалау өте маңызды болып табылады деп ойлаймын. Ол жұмысшылардың өнімділігін және еңбек қабілеттілігін арттыруға пайдасын тигізеді. Жарықтандыру инженерлер мен басқа жұмысшылардың орнында тиімді түрде жобаланды деп ойлаймын.

Ақпараттарды талдау орталығындағы бөлме (серверлер орнатылған бөлме) келесідей инженерлік жүйелермен қамтамасыздандырылған:

–өрт қауіпсіздік сигнализацияся;

–кондиционерлеу;

–жарықтандыру

4.1.1 Өндірістік бөлмелердің микроклиматтық жағдайлары

Бұлар келесі көрсеткіштермен сипатталады:

- температура;
- қатысты ылғалдылық;
- ауаның қозғалыс жылдамдылығы;
- жылу сәулеленуі.

Көрсеткіштердің әрқайсысының нормаларының сақталынбауы адамның жұмыс істеу қабілетінің төмендеуіне және денсаулығының нашарлауына алып келеді. Орындалатын жұмыстардың қиындық дәрежесіне байланысты өндірістік бөлмелердегі оптималды микроклимат көрсеткіштері анықталады.

Серверлер орналасқан бөлмедегі орындалатын жұмыстардың қиындық дәрежесі Іа (жеңіл физикалық жұмыс) категориясына жатады.

Бөлмеде +20...+25С арасындағы температура сақталынған. Сондай-ақ бөлмеде оптималды ауа ылғалдылығы 40 – 50 % арасында сақталынған. Ауаның қимыл жылдамдығы 0,08 м/с. Жылу сәулеленуі бойынша ешқандай мәселе жоқ.

Жыл мезгіліне байланысты оптимальді параметрлер ГОСТ 12.1.055.88 ССБТ [31] 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – Жыл мезгілінің жылы күндеріндегі оптимальді көрсеткіштер

Мөлшер	Оптимальді						
Жұмыс периоды	Оптимальді ауа температурасы ^{0}С	Рұқсат етілген температура ^{0}С				Салыстырмалы ылғалдылық %	Ауаның қимыл жылдамдығы, м/с, одан көп емес
		Тұрақты үстіңгі шекара	Тұрақсыз үстіңгі шекара	Тұрақты төменгі шекара	Тұрақсыз төменгі шекара		
Жылы	+23...+25	28	30	22	20	40-60	0,1

4.1.2 Кеңседегі жасанды жарықтандыру

Жасанды жарықтандыру нормалары. Табиғи жарықтан жарық жеткіліксіз болған кезде электр жарық көздерімен жасалатын жасанды жарықты пайдаланады. Жалпы жарықтандыру кезінде бөлмедегі барлық орындар жалпы жарықтандыру қондырғысынан жарық алады. Бұл жүйеде жарық көздері жұмыс орындарының орналасуын есепке алмай біркелкі бөлінген. Жарықтандырудың орташа деңгейі алдағы жұмысты орындау үшін қажетті жарық деңгейіне тең болып жасалынған [32].

Жарықтандырудың қажетті деңгейлері "табиғи және жасанды жарықтандыру" СНиП ҚР 2.04-05-2002 [33] сәйкес орындалатын өндірістік операциялардың дәлдігіне, жұмыс бетінің және қарастырылатын бөлшектің жарықтық қасиеттеріне, жарықтандыру жүйесіне байланысты нормаланады.

Өндірістік үй-жайларда жалпы және аралас (жалпы және жергілікті) жарықтандыру қолданылады:

- жалпы - барлық үй-жайды жарықтандыру үшін;
- құрамдастырылған - жабдықтың тек жұмыс беттерін немесе жекелеген бөліктерін жарықтандыруды арттыру үшін.

Шамдардың жұмыс істеу принципі:

Люминесцентті лампалар, оларды флуоресцентті лампалар деп те атайды, олардың жарық параметрлері бойынша ең жоғары шамдары бар лампаларға және төменгі жарық ағынымен лампаларға, бірақ түсінің жақсару сапасына қарай бөлінеді. Мұндай лампалар әртүрлі түстер шығаруы мүмкін,

ол жарықтандыру кеңселерінде, дүкен терезелерінде және көрме залдарында кеңінен қолданылады.

4.2 сурет – Люминесцентті лампалар

Люминесценті лампалардың артықшылықтары:

- дәстүрлі қыздыру шамдарымен салыстырғанда тиімділік жоғарылайды, тиімділігі бірнеше есе жоғары;
- бөлмелердегі және іргелес аудандардағы үлкен аумақтарды жарықтандыруға мүмкіндік беретін жарықтың жоғары шығуы;
- шамның температурасы төмен;
- жарық шамның үлкен беткі аймағынан шашыраңқы болады және бөлмеде біркелкі таралады;

Люминесценті лампалардың кемшіліктері:

- уақыт өте келе фосфордың қасиеттері жоғалып, оның тиімділігі төмендейді.;
- құрамында сынап болғандықтан, көптеген люминесцентті лампалар қауіпті қалдықтар санатына жатады;
- флуоресцентті лампалар ауа температурасы 15-20 ° С-тан төмен температурада жұмыс істеуге жарамайды.
- Олар жыпылықтап кетуі мүмкін, бұл жұмыс процесіне және көз нервтеріне теріс әсер етеді.

Көптеген сарапшылардың пікірінше, жарықтандырудың болашағы шамдар мен жарықдиодты шамдарға арналған. Жарық диодтары құрылғыларда жарық көзі ретінде пайдаланылады, олар ток өткізетін уақытта жартылай өткізгіш кристалдардан өтеді.

- Жарықдиодты шамдар әдеттегі қыздыру немесе галогендік баламаларға қарағанда 4-7 есе тиімді.
- Жарық диодты шамдардың өмір сүру ұзақтығы 15 000-нан 50 000 сағатқа дейін.

- Жарық диодты шамдар галогендік лампаларға қарағанда 5-10 есе көп жарықтандырады.

- Жарықдиодты шамдарды сатып алу қымбатырақ, бірақ өмір бойы энергияны пайдалану шығындарын қарастырған кезде арзанырақ.

Жарықдиодты шамдарды ландшафты жарықтандыру үшін, интерьерді безендіру үшін пайдалануға болады, сіз оны асфальт төсеуге, асфальтқа немесе қабырғаға орнатуға болады. Бұл жарықтандыру және жолдарды, көлік тұрақтарын және шамдарды ауыстыру өте қиын болатын жерлерді, мысалы, аквариумдар мен бассейндерді жарықтандыру үшін өте ыңғайлы құрал.

Жарық диоды - бұл электр тогын көрінетін шамға түрлендіретін жартылай өткізгіш құрал. Жарық диодында жалпы қабылданған аббревиатура бар - LED (light-emitting diode). Жарық диоды жартылай өткізгіш кристалдан, контактілі шықпалары бар корпустан және оптикалық жүйеден тұрады. Тікелей жарық сәулесі осы кристалдан, ал көрінетін сәуленің түсі оның материалы мен түрлі қоспаларына байланысты болады. Әдетте, жарық диод корпусында бір кристал бар, бірақ жарық диодының қуатын арттыру болған жағдайда немесе түрлі түстердің сәулеленуі үшін бірнеше кристалдар орнатылған.

4.3 сурет – Жарық диодтары

4.1.3 Жұмыс орнындағы өрт қауіпсіздігі және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Өрт қауіпсіздігі деп құқықтық нормаларды, өртке қарсы және инженерлік-техникалық іс-шараларды орындау арқылы өрттің пайда болу және даму ықтималдығы, адамдарға өрттің қауіпті факторларының әсер етуі жойылатын немесе төмендейтін, сондай-ақ материалдық құндылықтарды қорғау қамтамасыз етілетін кеңселердің немесе өзге де мақсаттағы жай-күйін айтамыз [34].

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз етуге өрттің пайда болу жағдайларын және өрттің қауіпті факторларының адамдарға әсер етуін болдырмауға немесе оны барынша азайтуға, сондай-ақ материалдық құндылықтарды қорғауды қамтамасыз етуге бағытталған ұйымдастырушылық, өртке қарсы және арнайы іс-шаралар кешенімен қол жеткізілген:

ықтимал өрт қауіптілігін болжау;қалалардың, басқа да елді мекендердің өртке қарсы тұрақтылығын арттыру жөніндегі инженерлік-техникалық және өрт-профилактикалық іс-шараларды жүргізілді;

- халықтың өрт сөндіру қызметтеріне тиісті дайындығы бар,
- өрт жағдайын бағалау және оны бақылау икемі бар;
- өрт сөндіру құралдарының қажетті санымен қамтамасыз етілген;
- өрт ошақтарын барлау шаралары жүргізілді;
- сигнал беру және хабарлау құралдарымен қамтамасыз етілген;
- өртті оқшаулау және сөндіру сабақтары жүргізілді.

Өрт шыққан кезде кез келген ТЖ сияқты басты міндет адамдарды құтқару болып табылады. Өрттің ерекшелігі -түтін және басқа да газ тәрізді жану өнімдерінің пайда болуы, олар бірінші кезекте адамдардың қаза болуы немесе ауыр зақымдануының себептері болып табылады. Тағы бір ерекшелігі-адамның өз-өзіне ие болудың толық жоғалуынан және жалыннан "қашып кету" деген шексіз ниетінен көрінетін өрт алдындағы үрейінен көрінеді. Бұл жағдайда адамдар кез келген қабаттан, суға және т. б. жерлерге секіріп кетеді.

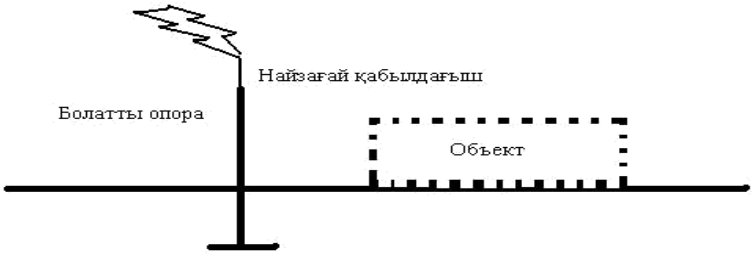
Қарапайым, бірақ сенімді іс-шаралар қатарына алдын ала әзірленген және адамдардың назарына жеткізілген, көрінетін жерде графикалық түрде бейнеленген жұмыс орнынан шығару жоспарын, шығу орындарын жарық сигналдарымен белгілеуді қоса алғанда, өрт аймағынан эвакуациялау жолдары қамтамасыз етілген; белгіленген өту жолдары мен өту жолдарын еркін қамтамасыз етілген.

Базалық станцияларға, линиялық қондырғыларды найзағайдан қорғалынған. Найзағайдың тура түсуінен қондырғының механикалық бұзылуын тудырады. Найзағай тоғы өте көп жылуды бөледі, яғни өрт пайда болады, ал аппаратураға түскенде (антеннаға, антена блогына) аппаратура зақымдалады.

Найзағайдың электрлік разрядын қабылдау үшін жайратқыш құрылғысы қолданылады, олар тасымалдаушы бөлімнен (мысалы опора), найзағай қабылдағыштан, тоқтартқыш және найзағайдың тура түсуінен қорғайтын жерге қосқыштан тұрады. Әрбір жайратқыш өзінің конструкциясына және биіктігіне қарасты анықталған қорғаныс зонасы бар, сол зонаның ішінде объектілер найзағай ұруларынан сақталған.

Найзағайдың түзу ұруынан жайратқыш құрылғыларының бірінші категориялы жеке тұратын стерженьдік және тростық жайратқыштар немесе бөлек ғимаратта орналасқан оқшауланған стерженьдік жайратқыштар қолданылады. 30 метрден жоғарғы ғимараттарға бөлек тұратын жайратқыштарды орнатқан қиындаса, онда найзағайдың түзу ұруларынан қорғану сақтандырылған ғимаратта орнатылады немесе жеткілікті қорғау

зонасын қамтамасыз ететін оқшауланбаған стерженьдік немесе тростық жайратқыштар құрылыстар немесе ғимараттың металлды емес астына найзағай қабылдағыш торын орнату жолы немесе 15 метр қашықтықта орналасқан екі тоқтартқыш найзағай қабылдағыш түрінде қолданылады, ал найзағай қабылдағыш тор 6–8 мм диаметрлі, ұяшығының ауданы 36 кв.м болатты сымнан орнылалады. Тордың түйіндері сваркаланады. Тоқтартқыш ретінде оның үздіксіз электрлік байланыс шарттары болған кезінде, ғимараттың барлық болатты конструкциясы қолданылады. 4.4 суретте – стержньді бөлек тұрғызылған жайратқыш көрсетілген.



4.4 сурет – Стержньді бөлек тұрғызылған жайратқыш

Алғашқы өрт сөндіру құралдарын таңдау:

Өртті сөндірудің бастапқы құралдарын орналастыру оларды неғұрлым ықтимал қолдану орындарына жақын жерде, олардың еркін қол жеткізуін қамтамасыз ете отырып, есте сақтау қажет. Бұл ретте өрт сөндірудің бастапқы құралдарын бір қабатты қоймаларда сыртынан кіреберістерде, ал көп қабатты ғимараттарда – қабаттарға кіру кезінде баспалдақ алаңдарында орналастыру орынды.

Сервер бөлмесінің ауданы егер 24 м^2 көп болса, онда бұл бөлмеде автоматты өрт сөндіру құралдары мен жүйесімен қамтамасыз етілуі керек. Біздің сервер бөлмесінің ауданы 60 м^2, сондықтан біз бұл бөлмеде бұл жүйені орнаттық. Және де бұл жүйемен бірге сервер бөлмесінде әр 20 м^2-қа 2 көмірқышқылды өрт сөндіргіштерден(ОУ-2), яғни барлығы 6 көмірқылды өрт сөндіргіш құралдарын қойдық. ОУ-2 ауасыз жанатын заттарды қоспағанда, әртүрлі химиялық заттар мен материалдардың аздаған жану ошақтарын сөндіруге арналған (4.5 сурет).

Әр бөлмелерде өрт дабылы жүйесі қондырылған және өрт сөндіргіштер қойылған. Сервер бөлмесінен басқа бөлмелердің ортақ ауданы 90 м^2, бұл жерлерге 5 көмірқышқыл өрт сөндіргішін 5 жұмыс бөлмелеріне, 1 ұнтақты өрт сөндіргішті (4.6 сурет) демалыс бөлмесіне және тағы біреуін корридорға қоямыз. Барлығы 11 көмірқышқыл, 2 ұнтақты өрт сөндіргіш [35].

4.5 сурет – Қолданбалы көмірқышқыл өрт сөндіргіші: ОУ-2

Ұнтақтың маркасына байланысты ұнтақты өрт сөндіргіштер жанғыш сұйықтықтар мен газдарды, кернеуі 600 В дейінгі электр қондырғыларын (ПСВ ұнтағы) сөндіруге, сілтілі металдарды (ПС-1, СИ ұнтақтары) сөндіруге, барлық жанғыш сұйықтықтар мен газдарды, бықсыған материалдар – ағашты, қағазды (П-1 және ПФ ұнтақтары) сөндіруге арналған.

4.6 сурет – Ұнтақты өрт сөндіргіш

Алғашқы өрт сөндіру құралдарының түрлері мен санын анықтау кезінде жанғыш заттардың физика-химиялық және өрт қауіпті қасиеттерін, олардың өрт сөндіргіш заттарға қатынасын, сондай-ақ өндірістік үй-жайлардың, ашық алаңдардың және қондырғылардың ауданы ескерілді.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жасанды жарықтандырудың есептеу бөлімі әдістемелік нұсқауық бойынша жасалынған [36]. Жұмыс орнының жарықтандырылуын есептеу жарықтандыру жүйесін таңдауға, шамдардың қажетті санын, олардың түрін

және орналасуын анықтауға негізделеді. Осыған байланысты жасанды жарықтандыру параметрлерін есептейміз.

Әдетте жасанды жарықтандыру екі түрлі жарық көздері арқылы орындалады: қыздыру шамдары және люминесцентті шам. Қыздыру шамдарымен салыстырғанда бірқатар маңызды артықшылықтары бар люминесцентті шамдарды пайдаланамыз:

- жарықтың спектрлік құрамы бойынша олар күндізгі, табиғи жарыққа жақын;
- жоғары ПӘК бар (қыздыру шамдарының ПӘК-нен 1,5-2 есе жоғары);
- жоғары жарық бергіштері бар (қыздыру шамдарына қарағанда 3-4 есе жоғары);
- ұзақ қызмет ету мерзімі.

Жарықтандыруды есептеу ауданы 47,85 м^2 кеңсе үшін жүргізіледі, ені- 7,2 м, биіктігі – 2,5 м. Жарық ағыны әдісін қолданамыз.

Шамдардың санын анықтау үшін мына формула бойынша жер бетіне түсетін жарық ағынын анықтаймыз:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n}, \qquad (4.1)$$

мұндағы F - есептелген жарық ағыны, Лм;

E- нормаланған ең аз жарық, Лк (кесте бойынша анықталады). Осы кестеге сәйкес инженер жұмысын дәл жұмыс дәрежесіне жатқызуға болады, демек, минималды жарықтандыру E = 300Лк болады;

S - жарықтандырылатын үй-жайдың ауданы (біздің жағдайда S = 47,85 м2);

Z-орташа жарықтанудың ең аз шамаға қатынасы (әдетте 1,1...1,2 тең қабылданады, Z = 1,1 болсын);

К - пайдалану процесінде шамдардың ластануы нәтижесінде шамның жарық ағынының азаюын ескеретін қор коэффициенті (оның мәні жұмыс орнының түріне және онда жүргізілетін жұмыстардың сипатына байланысты және біздің жағдайда К = 1,5);

n-пайдалану коэффициенті, (барлық шамдардың жиынтық ағынына есептік бетке түсетін жарық ағынының қатынасымен көрсетіледі және бірлік үлесінде есептеледі.

Шамның сипаттамасына, жұмыс орнының көлеміне, қабырғалар мен төбенің бояуына байланысты, қабырғалар мен төбенің (РС) және төбенің (РП) шағылысу коэффициенттерімен сипатталатын, РС және РП коэффициенттерінің мәні жоғарыда көрсетілген: РС = 40%, РП = 60%. n мәнін әр түрлі шамдарды пайдалану коэффициенттерінің кестесі бойынша анықтаймыз. Ол үшін бөлменің индексін формула бойынша есептейміз:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \qquad (4.2)$$

мұндағы, S – кеңсенің ауданы, S = 47,85 м2 ;

h - аспаның есептік биіктігі, h = 2.92 м;

A – кеңсенің ені, A = 7,2 м;

B – кеңсенің ұзындығы, B = 8,2м. Мәндерді қойып, біз аламыз:

$$I = \frac{47,8}{2,5 \cdot (7,2 + 8,1)} = 1.25.$$

I бөлменің индексін біле отырып, n = 0,22 біле аламыз

F жарық ағынын анықтау үшін формулаға барлық мәндерді қойыңыз :

$$F = \frac{300 \cdot 1.5 \cdot 47,85 \cdot 1.1}{0.22} = 106537,5 \text{ Лм.}$$

Жарықтандыру үшін ЛБ40-1 типті люминесцентті шамдарды таңдаймыз, жарық ағыны F = 4320 Лк.

Шамдардың қажетті санын мына формула бойынша есептейміз:

$$N = \frac{F}{F_Л}, \qquad (4.3)$$

мұндағы N - шамдардың анықталатын саны;

F - жарық ағыны, F = 106537,5 Лм;

Fл - шамның жарық ағыны, Fл = 4320 Лм.

$$N = \frac{106537,5}{4320} = 24 \text{ дана.}$$

Жарықтандыру құралдарын таңдау кезінде ОД типті шамдарды қолданамыз. Әрбір шам екі шаммен жинақталады.

4.2.2 Өрт қатерінің есептік шамаларын анықтау

Қарастырылып отырған кеңседегі адамдар үшін Q_B жеке өрт қауіпінің есептік шамасы формула бойынша анықталады [37].

Әдістемеге сәйкес, ғимаратта өрттің туындау жиілігі (статистикалық деректердің жоқтығына байланысты) Q_n=4x10^{-2}.

Ғимаратта адамдардың болу ықтималдығы адамдардың тәулік ішінде болу уақытының негізінде анықталады және 9 сағат 00 мин құрайды.
Демек:

$$P_{ПР} = \frac{t}{24} = \frac{9}{24} = 0.38.$$

Адамдарды көшіру ықтималдығының мәні $P_э$ = 0,999.

Ғимарат өрт қауіпсіздігі жөніндегі нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес АБҚ жүйесімен жабдықтау талап етілмегендіктен, автоматты өрт сөндіру қондырғыларының тиімді іске қосылу ықтималдығы $K_{ап}$ = 0,9 тең болып қабылданады.

Өртке қарсы қорғау жүйесінің тиімді жұмыс істеу ықтималдығы $K_{п.з}$, өрт кезінде адамдарды қауіпсіз эвакуациялауды қамтамасыз етуге бағытталғануы мынадай формула бойынша анықталады (4.2):

$$K_{П.З} = 1 - (1 - 0.64) \cdot 1 = 0.64$$

Бұл ретте:

- өрт дабылы жүйесінің тиімді жұмыс істеу ықтималдығы $K_{обн}$ 0,8 ;
- адамдарды өрт туралы хабардар ету және адамдарды эвакуациялауды басқару жүйесінің тиімді іске қосылуының шартты ықтималдығы $K_{СОУЭ}$ 0,8;
- түтінге қарсы қорғау жүйесінің тиімді іске қосылуының шартты ықтималдығы $K_{ПДЗ}$ = 0, өйткені ПДЗ жүйесі өрт қауіпсіздігі бойынша нормативтік құжаттардың талаптарын бұзуға қатыспайды.

Өрт қаупін есептеу (4.3) формуласына алынған мәндерді қосамыз:

$$Q_B = Q_n \cdot (1 - K_{ап}) \cdot P_{ПР} \cdot (1 - P_Э) \cdot (1 - K_{п/з}). \qquad (4.4)$$

$$Q_B = 4 \cdot 10^{-2} \cdot (1 - 0.9) \cdot 0.38 \cdot (1 - 0.999) \cdot (1 - 0.64) = 5.47 \cdot 10^{-7}.$$

Осылайша, $Q_B = 5.47 \cdot 10^{-7} < Q_{BH} = 10^{-6}$ қатынас орындалады.

Біз бұл жерде өрт қатерінің есептік шамаларын, өртке қарсы қорғау жүйесінің тиімді жұмыс істеуін анықтадық.

5 Бизнес жоспар

5.1 Жобаның мәні мен міндеттері

Жобаның мәні - LTE технологиясының 4-буыны негізінде байланыс желісін ұйымдастыру. Интерфейс байланысында LTE провайдерлері LTE технологиясымен, атап айтқанда, LTE желісін құрумен байланысты, бұл 3 ұрпақтың желісіне қарағанда әлдеқайда тиімді. LTE жиілік диапазонын қолданған дұрыс (максималды сыйымдылық және сигналдың минималды кідірісі).

LTE технологиясы жеткізушілерге капиталдың және функциялардың құнын төмендетуге, желінің құнын төмендетуге, жылдамдығы жоғары каналдар арқылы ақпаратты берумен байланысты қызметтер спектрін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Деректер беру тарифінің жылдам өсуі анық көрсетілетін қызметтердің сапасын жақсартады, сонымен қатар жаңа ақылы Мультимедиялық қызметтердің (интерактивті Интернет қосымшалары, әлеуметтік желілер, Multiuser онлайн ойындары, бақылау жүйелері, бейнеконференциялар және т.б.) танымал болуына ықпал етеді.)

Цифрлық байланыстың сапасын жақсарту, телекоммуникация қызметтерінің сапасы мен санын жақсарту бойынша міндеттер, бұл әлеуетті тұрғындардың қажеттіліктерін қанағаттандыруға және олардың санын көбейтуге мүмкіндік береді.

LTE желісінің іскери жағдайы - базалық станцияларға қажетті қаражатты, жаңартылатын энергия көздерінің құнын және ұйымдағы LTE желісінің нәтижесін табу [30].

5.2 Қызметтің функциялары

Ақпаратты беру және интернетке қол жетімділік санының өсуіне және инфрақұрылымды жаңартуға сәйкес Қазақстанның телекоммуникация нарығының өсіп келе жатқан сегменттерінің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта Интернет жылдық өсімнің шамамен 50% құрайды. Соңғы жылдары елдегі Интернет абоненттерінің саны төрт және бес есе өсті. Біздің елімізде бірнеше жүз мың белсенді интернет пайдаланушылар бар.

Мобильді Интернет трафигі бір абоненттің алынған мәліметтерінің көбеюіне байланысты және пайдаланушының желіде өткізген уақытына байланысты өседі деп есептеледі.

LTE желісі кез-келген мобильді құрылғыдан 10 Мбит / с-қа дейінгі жылдамдықтағы Интернетке жоғары жылдамдықты қатынауды қамтамасыз етеді және тұрақты құрылғыға қарағанда 100 Мбит / с-қа дейін жылдамдықты қамтамасыз етеді. Интернетке жоғары жылдамдықты қосылу пайдаланушыларға музыка тыңдауға және Интернеттегі жоғары сапалы бейнені қарауға, ақпаратты жүктеуге және қателіктердің ең аз мөлшерімен деректерді жіберуге мүмкіндік береді [41].

5.3 Нарық

Ұялы байланыс нарығында 4 оператор басым: ұялы байланыс, жаңа брендтегі телекоммуникациялық жүйелер, Beeline компаниясымен «Кар-тел» компаниясы, Kcell / Activ бренд атауы бар GSM Қазақстан.

2011 жылдың қазан айында Huawei-дің 50% қатысуымен LTE құрылғылар нарығында көшбасшы орынға ие болды. IHS iSuppli болжамына сәйкес, 2014 жылы ол 27,9 млрд доллардан асты, бұл 2010 жылмен салыстырғанда 18,6 есе көп. Сарапшылардың пікірінше, LTE-оператордың алғашқы сатылымдары 2015 жылы пайда болады. Бір жылдан кейін бұл OIBDA-ның оң көрсеткіші болып табылады, ал екінші жұмыс жылында OIBDA-дың кірістілігі «Үлкен төрттік» деп аталатын операторларға қарағанда жоғары болады. Консорциумның болжамы бойынша, 2020 жылға қарай LTE трафигі 3G-ді біртіндеп өшіреді [29].

Сонымен қатар, үлкен нарықта ZTE, Zoho, Alcatel - Lucent, Huawei сияқты құрылғылар қажет. LTE-ге қабілетті абоненттер - бұл Sony, Nokia, ZTE, Huawei.

5.4 Басқару

«Қазақтелеком» АҚ - Қазақстан Республикасының ірі телекоммуникациялық операторы, республиканың барлық аймақтарында аймақтық филиалдары бар және бүкіл ел бойынша ақпараттық-коммуникациялық қызметтердің кең спектрін ұсынады.

«Altel» АҚ, 2006 жылдан бастап, «казтелеком» АҚ-ның бөлімшесі, Қазақстан нарығына жаңа технологияларды енгізудің көшбасшысы. 2010 жылы, ALTEL өзінің алғашқы 3G интернетін ұсынды, ал 2012 жылы 4G басталды. Қазіргі уақытта, altel - мобильді деректер беру нарығының көшбасшысы.

Дүние жүзіндегі мамандар 4G мен телекоммуникацияның болашағы осы пікірлерді қолдайды деп сендіреді.

5.5 Қаржылық жоспар

5.5.1 Инвестициялық шығындарды есептеу

Күрделі салымдар жабдықтардың, монтаждау жұмыстарының және көлік қызметтерінің құнынан тұрады.

Күрделі салымдар формула бойынша есептеледі: [38]

$$K = K_{ж} + K_{М} + K_{ТР} + K_{К} + K_{ПР}, \qquad (5.1)$$

мұндағы $K_{ж}$ - жабдықтың құны;

$K_{М}$ - монтаж жұмыстарына капиталды салым;

K_{TP} - көлік шығындарына күрделі салымдар (жабдық құнынан 5-10%);

K_K - күтпеген шығыстар бойынша күрделі салымдар (жабдық құнынан 10%);

$K_{ПР}$ - жобаны құру және жобалық шығындар (жабдық құнынан 4%).

5.1 кесте - LTE желісінің жобасын іске асыру үшін негізгі жабдықтардың құны [39]

Аты	Бірлік бағасы	Саны, дана	Жалпы құны, тг
DBS 3900 базалық станциясы	850 000	7	5 950 000
Секторлық антенна	25 000	21	525 000
Аккумляторлар	55 000	56	3 080 000
Барлығы	930 000	84	9 555 000

Көлік шығындары барлық жабдық құнының 5% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_{TP} = K_0 \cdot 0.05 = 9555000 \cdot 0.05 = 477750, \text{ теңге} \quad (5.2)$$

Жабдықты монтаждау инженері жүзеге асырады, шығындар барлық жабдық құнынан 10% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_M = 0.1 \cdot K_0 = 0.1 \cdot 9555000 = 955500, \text{ теңге} \quad (5.3)$$

Жобаны құру және жобалау шығындары барлық жабдық құнының 4% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_{ПР} = K_0 \cdot 0.04 = 9555000 \cdot 0.04 = 382200, \text{ теңге} \quad (5.4)$$

Күтпеген шығындар барлық жабдық құнының 10% құрайды және формула бойынша есептеледі:

$$K_K = K_0 \cdot 0.01 = 9555000 \cdot 0.01 = 955500, \text{ теңге} \quad (5.5)$$

Нәтижесінде К жалпы капиталды салымдар:

$$K_\Sigma = 9555000 + 955500 + 477750 + 955500 + 382200 = 12325950, \text{ теңге.}$$

5.2 кесте - Күрделі салымдар

Аты	Бағасы, тг
Жабдықтың құны	9 555 000

5.2 кестенің жалғасы

Аты	Бағасы, тг
Монтаж жұмыстарына капиталды салым	955 500
Көлік шығындарына капиталды салымдар	477 750
Жобаны құру және жобалық шығындар	382200
Күтпеген шығыстар бойынша күрделі салымдар	955 500
Жалпы капиталды шығындар	12 325 950

5.5.2 Пайдалану шығындарын есептеу

Қызмет көрсету және байланыс қызметтерін көрсету барысында кәсіпорынның ресурстарын жұмсауды қажет ететін іс-шаралар қажет. Бір жылдағы шығындар сомасы және өндірістің нақты өзіндік құнына немесе жылдық пайдалану шығындарының шамасына тең. [40]

$$\Sigma П = Ж + С + Э + АА + М + Ш, \quad (5.6)$$

мұндағы $Ж$ - кәсіпорынның барлық жұмысшыларының жалақы қоры;
$С$ - әлеуметтік салық;
$Э$ - электроэнергия шығындары;
$АА$ - амортизациялық аударымдар;
$М$ - материалдық шығындар және қосалқы бөлшектер;
$Ш$ - үстеме шығындар (жанама шығындар, бұл есепке алынбаған барлық шығындарды қамтиды – басқару, экономикалық, оқу шығындары, көлік шығындары).

Жалақы қорын анықтаймыз:

$$Ж = Ж_Н + Ж_К, \quad (5.7)$$

мұндағы $Ж_Н$ - негізгі жалақы қоры;
$Ж_К$ - қосымша жалақы қоры.

Жобаны жүзеге асыру үшін мамандардың болуы қажет:

5.3 кесте - Қызметкерлердің жалақысы [42]

Қызметкерлер санатының атауы	Қызметкерлер саны	Жалақы айына, тг	Санат бойынша бағасы, тг	Жылдық жалақы, тг
Электромонтер	2	120 000	240 000	2 880 000
Оператор	3	100 000	300 000	3 600 000

5.3 кестенің жалғасы

Қызметкерлер санатының атауы	Қызметкерлер саны	Жалақы айына, тг	Санат бойынша бағасы, тг	Жылдық жалақы, тг
Инженер	3	140 000	420 000	5 040 000
Барлығы	8	360 000	960 000	11 520 000

Енді негізгі жалақының 20% құрайтын қосымша жалақыны анықтаймыз:

$$Ж_К = 11520000 \cdot 0.2 = 2304000 \text{, тг}$$

Осылайша, жалақы қоры:

$$Ж = 11520000 + 2304000 = 13824000 \text{, тг}$$

Зейнетақы қорына жарналар жалақының 10% құрайды:

$$З = 0.1 \cdot Ж; \quad (5.8)$$

$$З = 0.1 \cdot 13824000 = 1382400 \text{, тг.}$$

Әлеуметтік салық жалақының 9.5% құрайды, содан кейін зейнетақы қорын ала отырып, әлеуметтік салық:

$$С = 0.095 \cdot (Ж - З); \quad (5.9)$$

$$С = 0.095 \cdot (13824000 - 1382400) = 1181952 \text{, тг.}$$

Амортизация мөлшері негізгі қорлар құнына пайызбен белгіленген бірыңғай мөлшер бойынша есептеледі. Жабдықтар бойынша амортизация мөлшері 25% құрайды. Амортизациялық аударымдар мына формула бойынша есептеледі:

$$АА = К \cdot 0.25; \quad (5.10)$$

$$АА = 12325950 \cdot 0.25 = 3081487 \text{, тг.}$$

Ағымдағы жөндеу және қосалқы бөлшектер үшін материалдық шығындар мен шығындар күрделі салымдардың 0,5% құрайды:

$$М = К \cdot 0.005, \quad (5.11)$$

$$М = 12325950 \cdot 0.005 = 61630 \text{, тг.}$$

Жабдықтың қуат шығыны келесі формула бойынша есептеледі:

$$Ш_{ЭЛ.ЭН.КУРЫЛ.} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.12)$$

мұндағы W - тұтынылатын қуат, 6.94 кВт;
T – жұмыс уақыты, T=8760 сағ/жыл;
S - тариф, күнделікті тарифтік мөлшерлеме 17.12 теңге 1кВт/сағ.

$$Ш_{ЭЛ.ЭН.КУРЫЛ.} = 6.94 \cdot 8760 \cdot 17.12 = 1040800, \text{ тг.}$$

Қосымша қажеттіліктердің шығындарын анықтаймыз:

$$Ш_{КОС.КАЖ} = 0.05 \cdot 1040800 = 52040, \text{ тг.}$$

Электр энергиясына шығындарды формула бойынша анықтайық:

$$Э = 1040800 + 52040 = 1092840, \text{ тг.}$$

Үстеме шығынсыз пайдалану шығындары 5.4 кестеде көрсетілген.

5.4 кесте - пайдалану шығындары (үстеме шығындарды қоспағанда)

Аты	Бағасы, тг
Жалақы	13 824 000
Зейнетақы қоры	1 382 400
Әлеуметтік салық	1 181 952
Электр энергия шығындары	1 092 840
Амортизациялық аударымдар	3 081 487
Материалдық шығындар	61 630
Барлығы	20 624 309

Үстеме шығындар пайдалану шығындарының 70% құрайды.

$$Н = 0.7 \cdot С; \quad (5.13)$$

$$Н = 0.7 \cdot 20624309 = 14437016, \text{ тг.}$$

Нәтижесінде операциялық шығындар құрайды:

$$\Sigma О = 20624309 + 14437016 = 35061325, \text{ тг.}$$

5.5.3 Тарифтік кірісті есептеу

Медеу аймағында жобаланған LTE желісі іске қосылған алғашқы жылы, желіге қол жеткізу үшін, жалпы халықтың 45% -ы Интернетке қосылады делік. Оның 30% -ы жеке тұлғалар, 15% -ы заңды тұлғалар. Медеу өңіріндегі халық саны 38 065 адамды құрайды. Интернетке USB-LTE модемі мен WiFi арқылы желіге қосылу үшін желіге қосылған пайдаланушылардың шамамен санын қарастырайық.

$$N_{инт} = 209836 \cdot 0.45 = 17129 \text{, адам}$$

$$N_{ж} = 209836 \cdot 0.3 = 11420 \text{, адам}$$

$$N_{З} = 209836 \cdot 0.15 = 5709 \text{, адам}$$

Сонымен, отбасы ретінде бір режим және біреуі сатып алынады, ал отбасы әдетте төрт адамнан тұрады, сондықтан жеке жазылушылардың санын есептеу келесі түрде жүзеге асырылады:

$$N_{ж} = 11420 / 4 = 2855 \text{, адам}$$

Жеке тұлғаларға LTE модемдері мен индикаторларын қолдана отырып Интернетке қол жеткізу арқылы ұсынылатын тарифтік жоспарлар 5.5 кестеде көрсетілген.

5.5 кесте - Жеке тұлғаларға арналған тарифтік жоспарлар және олардың шығындары

Тарифтік жоспар	LTE бағасы (ҚҚС қоспағанда), тг	Бір жылға пайдалану бағасы, тг	Абоненттер пайызы $N_{ж}$,%	Абоненттердің шамалы саны
“Unlim LTE”	4500	54 000	15	429
3 ГБ Топтама	1190	14 280	35	1000
5 ГБ Топтама	2290	27 480	25	713
7 ГБ Топтама	3290	39 480	25	713

LTE (D_1) құрылғылары арқылы Интернетке кіру қызметтерін ұсынудан түскен жалпы тарифтік кіріс формула бойынша анықталады:

$$D_i = \Sigma T_i \cdot N_i, \tag{5.14}$$

мұндағы T_i - тарифтік жоспардың бағасы;

N_i - тарифтік жоспарға қосылған абоненттердің шамалы саны.

Сонда жеке тұлғалар үшін жалпы тарифтік кіріс:

$$D_1 = 54000 \cdot 429 + 14280 \cdot 1000 + 27480 \cdot 713 + \cdot 39480 \cdot 713 = 85188480$$, тг.

5.6 кесте - Заңды тұлғаларға арналған тарифтік жоспарлар және олардың құны

Тарифтік жоспар	LTE бағасы (ҚҚС қоспағанда), тг	Бір жылға пайдалану бағасы, тг	Абоненттер пайызы $N_з$,%	Абоненттердің шамалы саны
Business 4	2190	26 280	60	3425
Corporate 10	4000	48 000	40	2284

Заңды тұлғалар үшін жалпы тарифтік кірістер:

$$D_2 = 26280 \cdot 3425 + 48000 \cdot 2284 = 199641000$$, тг.

USB-LTE (D_3) модемдерін сатудан түскен кіріс мына формула бойынша табылады:

$$D_3 = N_{ж} \cdot Z_1, \quad (5.15)$$

мұндағы Z_1 - бір USB-LTE модемнің құны, $Z_1 = 6280$ теңге;

$N_{ж}$ - USB-модемдермен пайдаланатын абоненттердің 40% .

$$D_3 = 2855 \cdot 0.4 \cdot 6280 = 7171760$$, тг.

WiFi маршрутизаторын сатудан түскен кіріс (D_4):

$$D_4 = N_{ж} \cdot Z_2,$$

мұндағы Z_2 - бір WiFi маршрутизатордың құны, $Z_2 = 14990$ теңге;

$N_{ж}$ - WiFi маршрутизаторлармен пайдаланатын абоненттердің 60%.

$$D_4 = 2855 \cdot 0.6 \cdot 14990 = 25677870$$, тг.

Қызметтерді сатудан түскен жалпы кірісті есептеңіз:

$$D_5 = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 = 85188480 + 199641000 + 7171760 + 25677870 = 317679110$$, тг.

Салық салғанға дейінгі пайда:

$$П = D_5 - \Sigma O; \quad (5.16)$$

$$П = 317679110 - 35061325 = 282617785.$$

Заңды тұлғалардың табыс салығы 20% құрайды, ал таза пайда:

$$ТП = П \cdot 0.8; \quad (5.17)$$

$$ТП = 282617785 \cdot 0.8 = 226094228, \text{ тг.}$$

Инфляция (дисконттау) таза кірістің 15% құрайды және келесідей:

$$In = ЧП \cdot 0.15; \quad (5.18)$$

$$In = 226094228 \cdot 0.15 = 33914134, \text{ тг.}$$

5.6 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Өтемді қайтару мерзімін анықтау үшін абсолютті экономикалық тиімділіктің шамасын білу қажет.

Абсолютті экономикалық тиімділік дегеніміз – инфляция (дисконттау) мен күрделі салымдар құнының арақатынасы:

$$E = In / K; \quad (5.19)$$

$$E = 33914134 / 12325950 = 2.75.$$

Шамамен қайтару мерзімі экономикалық тиімділіктің кері мәні ретінде есептеледі:

$$T = 1 / E; \quad (5.20)$$

$$T = 1 / 2.75 = 0.36.$$

Нәтижесінде жобаның құнын өтеу мерзімі - 0,36 жыл.

Деректерді беру жүйесінің экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері 5.7 кестеде келтірілген.

5.7 кесте - Мәліметтерді беру жүйесінің экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері

Аты	Бағасы, тг
Жалпы капиталды шығындар, тг	12 325 950
Операциялық шығындар, тг	35061325
Қызметтер сатудан түскен кірістер, тг	317679110

5.7 кестенің жалғасы

Аты	Бағасы, тг
Пайда, тг (салыққа дейін)	282617785
Таза пайда, тг (салықтан кейін)	226094228
Инфляция	339114134
Жобаның құнын өтеу мерзімі	0.36 жыл

4G желісіндегі қызметтерге ақы төлеу мерзімін есептеу бір жылдан аз уақытқа созылды, сондықтан жобаның дисконтталған құнын, инвестициялардың экономикалық тиімділігін, кірістіліктің ішкі нормасын және кірістердің дисконтталған мөлшерлемесін есептеу.

5.7 Бөлім бойынша қорытынды

Техникалық-экономикалық негіздеме бұл жобаның экономикалық тиімді екенін растайды.

Бұл бөлімде менің жобамның пайдалылығы есептелді, Медеу аудынының тұрғындарына статистикалық талдау жүргізілді, халықтың осы қызметтерді алуға қажеттіліктерін маркетингтік зерттеу жүргізілді.

Күрделі шығындар айтарлықтай болғанымен, сонымен бірге бір жылдан кейін пайда жақсы, тұрақты өсіп отырады.

Қорытынды

Ұялы байланыс жүйелерінің төртінші буынын ойдағыдай іске қосу үшін инфрақұрылымдық шешімдер мен пайдаланушы жабдықтар қажет. 2012 жылдың басында нарықта LTE қолдауымен құрылғылардың 50 моделі пайда болды. Бүгінгі таңда LTE желілерін толығымен іске асыруда ешқандай кедергілер жоқ деп айтуға болады. Ережелерді қабылдау жеткілікті, содан кейін барлық ұялы байланыс операторлары өздерінің қолданыстағы жиіліктер диапазонында бұрыннан бар стандартты байланыс қызметтерін ұсына алады. Бұл жаңа технологияларды тезірек енгізуге мүмкіндік береді.

Дипломдық жобаның тақырыбы «Медеу ауданында ұялы желіні жобалау және есептеу әдісін зерттеу және жасау» қазіргі таңда тиімді жоба болып келеді, себебі телекоммуникациялық нарық жаңадан технологиялардын енгізуін қажет етеді. Сондықтан, дипломдық жобада 4-буын технологиялары қарастырылды. Базалық станцияның камту аймағы және байланыс қашықтығы есептелді. Қалыпты жұмыс орнату үшін 7 базалық станция қажет, әр базалық станцияның қамту аймағы 1.8 км.

Экономикалық бөлімде байланыс нарығына талдау жүргізіліп, жобаланған жүйеге арналған бизнес-жоспар ұсынылды, бұл инвестицияның жылдам қайтарымы 0,36 жылды құрайды.

Дипломдық жобаның өмір қауіпсіздік бөлімі жұмысшылардың еңбек жағдайларына әсер ететін факторларды бағалауға мүмкіндік береді, онда еңбек жағдайларын талдау, электр қауіпсіздігі мәселелері, найзағайдан қорғау және өрт сөндіру жүйелері жасалады, сонымен қатар есептер найзағайдан қорғаудың қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшін жағдайды үнемі тексеріп отыру қажет екендігін көрсетеді. жұмыс кезінде найзағайдан қорғайтын құрылғылар.

Қысқартулар тізбесі

ҚА – қозғалмалы абоненттер;
БС – базалық станция;
ҰБҚ – ұялы байланыс қызметтері;
ҰБКТ – ұялы байланыстың коммутациялық тораптары;
КР – күй регистрлері;
ҚР – қозғалыс регистрлері;
АО – аутентефикация орталығы;
ЖСР – жабдықтарын сәйкестендіру регистрлері;
ҰМЖ – ұялы мобильді желілер;
ӘМЖ – әмбебап мобильді желілер;
ПӨК – пакеттер өңдеу кешені;
ПДЖ – пакеттік деректер желісі;
ҚЖТЖ – жалпыға қол жетімді телефон желісі;
КАКЖ – кең ауқымды компьютерлі желі;
ЖКЖ – жергілікті компьютерлі желі;
МЖИ – мобильді желінің инфрақұрылымы;
СЖКЖ – сымсыз жергілікті компьютерлік желі;
BBU – негізгі жиілікті өңдеу блогынан;
RRU – сыртқы радиожиілік қондырғысынан .

Әдебиетттер тізімі

1. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи// Санкт-Петербург, В надзаг.:ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998, с. 239.

2. Зимин Д. Б. Основы сотовой связи, 1998.

3. Горелов Г. В., Казанский Н. А., Неклюдов А. Б. Перспективные технологии в средствах передачи информации - ПТСПИ'99// Владимир, МНТОРЭС им. А. С. Попова, 1999, стр. 13-14.

4. Нейман В. И. Сотовая система подвижной радиосвязи // Уч. пособие, Москва, В надзаг.: Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 1996, с. 44.

5. H.-C. Shin, H.-S. Jang, K.-H. Kang. Perfomance Analysis of Fixed Optimal Area Scheme with Minimizing Radio and Switch Cost// 11* ITC Specialist Seminar, Yokohama, Oct 1998, pp. 278-284.

6. Ю.Невдяев Л. М. Под ред. Горностаева Ю. М. Мобильная связь третьего поколения// М.: Связь и бизнес, 2000, с. 208.

7. И.Горностаев Ю. М. Мобильные системы третьего поколения// Москва, 1998, с. 164.

8. Шорин О. А. Метод частотно-территориального планирования систем подвижной радиосвязи// Электросвязь, 1993, №10, с. 12- 14.

9. Bocquet C11.,28c11ефе E.-C. Planung der optimalen funkbedeckung in mobilfimknetzen.: Telcom Report, 1986, Vol. 9, pp. 409-413.

10. БЫХ0ВСКИЙ М . А. Методика анализа ЭМС сотовых систем подвижной связи, развернутых в городах, с радиостанциями других служб// Электросвязь, 1993, №8, с. 25-28.

11. G. E. Fry, A. Jordan, D. Y. Lee, A. S. Sawkar, N . J. Shan, W. C. Wiberg. Next Generation Wireless Networks// Bell Labs Technical Journal, Autumn 1996, pp. 88-96.

12. Jack M . Halzman. Wireless Information Networks: Architecture, Resource Management and Mobile Data// Kiuwer academic Publishers: Boston, et al, 1996.

13. H. Nakamura, H. Tsuboya, M . Nakano, A. Nakajima. Applying AT M to Mobile Infrastructure Networks// IEEE Comm. Mag., 1998, vol. 36, January, №1, pp. 66-73.

14. T. Ojanpera, R. Prasad. An Overview of Third ~ Generation Wireless Personal Communications: A European Perspective// IEEE Personal Communications, February, V. 5, № 6,1998, pp. 59.

15. Аманжолова К. Б., Алибаева С. А. Экономика предприятий телекоммуникаций: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2003. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей// СПб.: Питер, 1999, с. 704.

16. Назаров А. Н., Симонов М. В. АТМ : технология высокоскоростных сетей// Санкт-Петербург, В надзаг.:ЭКОТРЕНДЗ, 1998.

17. Клочковская Л.П., Коньшин С.В. Технологии беспроводной связи. Расчет параметров мобильной связи: Учебное пособие. Алматы: АИЭС, 2007. – 75 с

18. R. Ghai, S. Singh. An Architecture and Communication Protocol for Picocellulsr networks// IEEE Personal Communications, Third Quater, V. 1,№ 3,1994.

19. R. M . Bueln-er, A. G. Kogiantis, S.-C. Liu, J. Tsai, D. Uptegrove. IntelUgent Antennas for Wireless Communications - Uplink// Bell Labs Technical Journal, July-September, 1999.

20. J. H. Winters. Smart Antennas for Wireless Systems// IEEE Personal Communications,, V. 5,, 1998, №1, February, pp. 23.

21. Wilham C. Y. Spectrum Technology of Wireless Local Loop System// IEEE Personal Communications, February, V. 5, № 1,1998, pp. 49.

22. Rappaport T. S., Wireless Communications: Principles and Practice// Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1996.

23. G. Anastasi, L. Lenzini, E. Mingozzi, A. Hettich, A. Kramling. MA C Protocols for Wideband Wireless Local Access: Evolution Toward Wireless ATM/ / IEEE Personal Communications, February, V. 5, № 5,1998, pp. 53.

24. Karol M . J., Liu Z., Eng K. Y. Distributed-Queuing Request Update Multiple Access (DQRUMA) for Wireless Packet (ATM) Networks// Proc. Of ICC"95, Seattle, June, 1995, pp. 1224-1231.

25. J. Jiang, T.-H. Lai, M.-T. Sun. Considerations on preestablished tree rerouting handoff protocols for wireless AT M PCN// Computer Networks, 1999, № 31, pp. 999-1009.

26. Быховский М . А. Частотное планирование сотовых сетей подвижной радиосвязи // Электросвязь, 1993, №8, с. 30-32.

27. Чеканов С. А. Модели телетрафика для сотовых сетей// L V научная сессия, посвященная дню радио. Радиотехника, электроника и связь на рубеже тысячелетия. Тез. докл., Москва, 2000, с. 280.

28. Голубицкая Е. А., Жигульская Г. М. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2000.

29. Базылов К. Б., Алибаева С. А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов специальности 050719 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

30. ГОСТ 12.1.055.88 ССБТ – «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» - Всесоюзный Центральный Совет Профессиональных Союзов, 1988.

31. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с.

32. СНиП РК 2.04-05-2002 – «Естественное и искусственное освещение» - Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства, 2003.

33. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

34. СНиП РК 2.02-05-2009 – «Пожарная безопасность зданий и сооружений» - Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства, 2010.

35. Т.С. Санатова, С.Е. Мананбаева, А.С. Бегимбетова. Еңбекті қорғау. Күндізгі-сырттай оқу түрінің барлық мамандықтар суденттері үшін зертханалық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау.- Алматы: АЭжБИ, 2008.-22 б.

36. Абикенова А.А., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Пожарная профилактика» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 32 с.

37. Бекишева А.И. Экономика и организация производства. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 5В070300 - Информационные системы – Алматы: АУЭС; 2012. –51 с.

38. Рузавин П.И. Экономика предприятия. - М., 2002.

39. Ушаков И.И. Бизнес- план. - СПб., 2008.

40. Шевчук. А. Как составить бизнес-план.- М., 2008

41. Заработная плата работников по профессиям и должностям в 2020 году: http://stat.gov.kz