ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Автоматты электробайланыс кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Чежимбаева К.С., т.ғ.к., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____«_____»_____20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: CDMA ұялы байланыс жүйесін Шымкент-Бортор желісінде енгізу

мамандығы бойынша _____

Орындаған Есімханов Саншар СТК-10-03
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші _____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:
Экономикалық бөлім бойынша: ЭҒК профессор В. Бозаев
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «05» 05 2014 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша: аға оқыт. Ордамиров Д.М
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» мая 2014 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
т.ғ.к., профессор Тулеманбаева К.Х
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «06» 06 2014 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға. оқытушы Үргенішбаев К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____ 20____ ж.
(қолы)

Пікір жазушы:
_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «____» _____ 20____ ж.
(қолы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Автоматты электрбайланыс кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Есімханов Сапар
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы CDMA ұялы байланыс жүйесін Боржар-Шымкент желісінде енгізу

ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____»_____20___ ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Қамту аумағын есептеу: Базалық станциядағы фидеріндегі мінін = 3. Көлеңкелі шығынға рұқсат $A_1 = 6,2$ дБ. Шалғымалы станцияның қабылдау шегінісі $P_{min} = 0,7$ дБм. Базалық станцияның интерференциясы. $I_{прд} = 10 \cdot \log(10^{0,1 \cdot P_{пр}} - 10^{0,1 \cdot P_{пр}}) = 10 \cdot \log(B_f)$

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

1. CDMA стандартты ұялы байланыс желісін талдау
2. CDMA жүйелеріндегі құрылғыларды таңдау
3. Негізгі есептеу бөлімі
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі.
5. Экономиканың бөлімі

o

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Жиілікті секіріс тәрізді қайта өзгертетін кеңейтілген спектріндегі байланыс жүйесі

Жиілікті баяу қайта өзгертетін спектрдің кеңейтілуі

CDMA стандартты ұялы байланыс жүйесінің жұмыс істеуі қатысқаны.

CDMA қозғалмалы байланыс желісін құру

Қатынау жүктемесінде шешу құрылғысы тиімділігі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1 Архипкин В.Я. В-CDMA: синтез и анализ систем фиксированной электросвязи.

2. Мордухин Л.Г. Радиорелейной линии связи. Курсовое и дипломное проектирование.

3. CDMA: прошлое, настоящее, будущее. Варакин Л.Е

4. Хакимжанова Т.Е. Расчет аппаратурных систем Дипломное проектирование.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Базарова	24.4-29.5.14	
ОТ и ОС	Оразжанова Д.А.	24.05.-28.05	
ЕТ қолдану	Пулманбаева К.Х	20.05-06.06	
Тех. бақылау	Жанаева С.А	30.05.14	
мәлімет бақылау	Үргенішбаев К	10.06.14	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	СДМА жүйесі туралы жалпы мәлімет	25.02.14 ж	Орындалды
2	СДМА жүйелеріндегі құрылғыларды таңдау	2.03.14 ж	Орындалды
3	Бортаар қаласының аумағында СДМА желісі үшін қамту аумағын есептеу	16.03.14 ж	Орындалды
4	Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі	27.04.14 ж	Орындалды
5	Бизнес жоспар	15.04.14 ж.	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ _____
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Есімханов С.Ф
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Бұл бітіру жұмысы CDMA стандартының параметрлерін зерттеуге бағытталған.

CDMA стандартының радиоинтерфейстері, құрылымы, технологиялары, жұмыс істеу қағидалары қарастырылған. Сондай-ақ ұялы байланыс желісінің базалық мүмкіндіктері, BSC жүйелерінің сипаттамалары зерттелді, сонымен бірге Borland Pascal және Mathcad программаларында есептеулер жүргізілді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі тарауында қауіпті және зиянды өндірістік факторлар мен еңбекті қорғау шаралары талданған.

Экономикалық бөлімде жүйені жобалауға, жасауға және енгізуге кеткен шығындар есептелген. Бітіру жұмысының экономикалық тұрғыдан тиімділігі сипатталған.

Аннотация

Данная выпускная работа направлено на исследование параметров стандарта CDMA.

Были рассмотрены следующие вопросы: радиоинтерфейс, структура, технологии стандарта CDMA. Также исследованы базовые возможности сотовой связи, характеристики системы BSC, были произведены математические моделирования на программах Borland Pascal и Mathcad.

В дипломном проекте рассмотрены следующие темы: описание поколений сотовой связи (начиная с NMT-450), описание стандартов 3G, описание стандарта UMTS (архитектура и особенности сети).

В разделе БЖД производится анализ опасных и вредных производственных факторов и защитных мероприятий по охране труда.

В экономической части производится расчет затрат на разработку, проектирование и внедрение системы, из которой видно, что проект является экономически эффективным.

Мазмұны

Кіріспе..... 7
1 CDMA стандартты ұялы байланыс желісін талдау..... 8
1.1 Боржар қаласындағы байланыстың қазіргі кездегі жағдайы……... 8
1.2 CDMA технологиясының ұстанымы…….. 9
1.3 CDMA ұялы байланыс желісінің ерекшелігі……... 15
1.4 CDMA технологиясын суреттеу және жүйені қарастыру…… 19
1.5 CDMA стандартының негізгі қағидалары……. 21
1.6 CDMA стандартты жүйенің жұмыс істеу қағидасы……. 22
2 CDMA жүйелеріндегі құрылғыларды таңдау……. 27
2.1 CDMA арналарының құрылымы…… 27
2.2 CDMA2000 1xEVDO технологиясы……... 28
2.3 CDMA2000 1xEVDO интерфейсі……... 29
2.4 Базалық станциядан бағытталған арна құрылымы……... 32
3 Негізгі есептеу бөлімі……... 35
3.1 Тура қосылу…….. 36
3.2 Кері қосылу……... 42
3.3 Базалық станцияның сыйымдылығына талдау жүргізу……... 44
3.4 Боржар қаласының аумағында CDMA 2000 желісі үшін қамту аумағын есептеу……... 46
3.5 РРЖ пролетін есептеу…….. 50
3.6 «C++ Builder» бағдарлама көмегімен РРЖ интервалында дабыл деңгейін есептеу……... 58
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі…….. 60
4.1Еңбек шартын талдау…… 60
4.2Қауіпті және зиянды өндіріс факторларына талдау…….. 62
4.3Жұмыс орнын орналастыру……. 63
4.4 Микроклимат…… 65
4.5 Өндірістік шудан қорғау…….. 67
4.6 Электр қауіпсіздігі……... 70
4.7Өрт қауіпсіздігі……. 75
5 Экономикалық болім…… 78
5.1Ұялы байланыс нарығының қалыптасуы……... 78
5.2Ұялы байланыс желісінде кәсіпорынның экономикалық тиімділігінің бағасы……..... 80
Қорытынды……..... 89
Әдебиеттер тізімі……. ……..... 90
Қысқартылған сөздер тізімі ……..... 91
А Қосымшасы……..... 92
Б Қосымшасы……..... 94
В Қосымшасы……..... 96

Кіріспе

Қазақстан егеменді және тәуелсіз мемлекет ретінде әлемдік стандарттарға жауап беретін және жоғары сапалы және тұрақты байланыс сұраныстарын қанағаттандыратын телекоммуникация технологияларын дамытуды қолға алуда. Экономикалық жағдайдың жақсаруы елдегі байланыс сапасына, оны кеңейтуге деген сұранысты арттырады. Қазіргі кезде байланыс желілері тарапынан көрсетілетін қызмет түрлеріне деген сұраныс қарқынды өсуде. Әрқашан «қолымызда» болатын жеке байланыс құралдарын пайдаланып, мәліметтер мен сөзді тарату мүмкіндігі пайда болды. Жеке байланыс бәріне ортақ сөйлесу құралы ретінде қолданыла бастады.

Қазіргі кездегі телекоммуникациялық құралдардың ішінде ұялы байланыс желілері ең жылдам дамуда. Оны енгізу жиіліктер жолағын тиімді пайдалану және телекоммуникациялық желілердің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік берді. CDMA технологиясының жоғары сыйымдылық, жоғары бөгеуілге шыдамдылық және жүйе құрылымының қарапайымдылығы секілді артықшылықтары оны пайдалану тиімділігін негіздейді.

Үшінші ұрпақтың ұялы байланыс стандарты болып саналатын CDMA стандарты тұрғындар саны аз және орналасуы бойынша қиын аймақтарға байланыс қызметтерін көрсету үшін өте ыңғайлы. Аудан мен оның қарамағындағы ауылдарды 3G ұялы байланысымен қамту абоненттерге тиімді және аз шығынды қажет ететін байланысты ұсынуға мүмкіндік береді.

Кәдімгі сымды желісін (абоненттік желі) құру, оператор жағынан үлкен шығындарды талап ете қана қоймай, сонымен қатар оны қолдану кезінде де операторды көптеген шығындарға ұшыратады.

Абоненттік желісін тығыздаумен, сымсыз технологияларға негізделген шешімдер жиі қолданылады. Себебі олардың артықшылығы сымды инфраструктура дамылмаған жағдайда білініп шығады.

Сымсыз жүйелер немесе абоненттік радиоқатынас жүйелер желіні қысқа мерзім ішінде құруға мүмкіндігін береді. Яғни, бұл бастапқы қаржы шығындарды қысқартады.

Сонымен қатар желілерді қолдану және техникалық жағынан қамтамасыз етуге кеткен шығындардың көлемі азаяды. Абоненттік желісін құруының басқа әдістермен қатар сымсыз желісін қолдану кез-келген сымды өткізу жағынан ыңғайсыз абонентке жеткізу мәселесін тез арада шешуге мүмкіндігін береді.

Қазіргі кезде телекоммуникациялық нарықта көптеген абоненттік радиоқатынастардың түрлері бар. Олар өздерінің архитектурасы және техникалық параметрлер бойынша бір-бірінен өзгешеленеді.

1 CDMA стандартты ұялы байланыс желісін талдау

1.1 Боржар қаласындағы байланыстың қазіргі кездегі жағдайы

Ордабасы ауданы 1991 жылы 12 мамырда құрылды. Әкімшілік орталығы – Боржар қаласы, облыс орталығынан қашықтығы (Шымкент қ.) 32 км. Көлемі – 12,2 шаршы км.. Елді мекендері - 25, соның ішінде бес кент. Әкімшілік құрамында 11 ауылдық және 3 кенттік округ бар.

Халық саны - 27000 . Ауылдық жерлерде 17000 адам, жұмысшы кенттерінде - 5000 адам мекендейді. Экономикалық белсенді халықтың саны 15000 адам, зейнеткерлер -8124, мүгедектер - 920. Халықтың ұлттық құрамы: орыстар 22,4%, қазақтар 71,5 %, басқа ұлттар 6,1%.

Ордабасы ауданында 11 автоматты телефон станциясы, EDGE және CDMA 450 радио телефон станциясы аудан халқына қызмет көрсетуде. Осы станциялардың барлығы да халықаралық сөйлесу жүйесіне қосылған. Сонымен қатар Боржар қаласына қазіргі уақытта 8, ауылдарда 5 таксофон аппараты іске қосылған. Боржар қаласы бойынша кең жолақты Интернет желісіне қатынау MEGALINE мүмкіндігі бар жабдықталған Meqaline порттары толық іске қосылған. Аудан орталығында орналасқан барлық мектептер Интернетті Megaline арқылы пайдалануда.

DWDM енгізу — «толық оптикалық желілер» бағыты бойынша қозғалыс. Қазірде коммерциялық түрде оптикалық енгізу/шығару мультиплексорлары жұмыс істеуде және алғашқы оптикалық кросс-коннекторлар іске асырылуда.

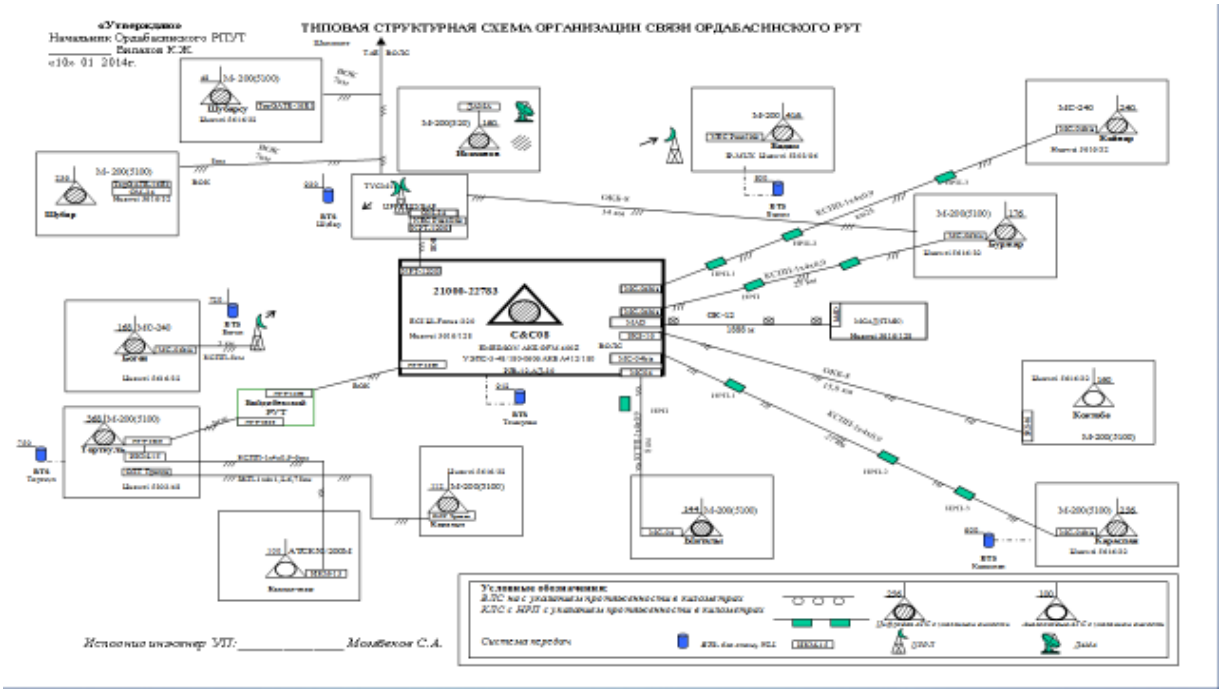
IP-телефония, Интернетке кеңжолақты мүмкіндік, электрондық почта, ағындық бейне және мәліметтерді тарату, бейнеконференция, виртуалдық жеке компьютерлік желілер және т.б. қазіргі кездегі жаңа қызметтерді енгізу қажеттілігі артуда. Қойылған тапсырманы шешу қалааралық және станцияаралық байланысты жаңаша ұйымдастыруға мүмкіндік беретін, электрондық АТС, сонымен қатар талшықты-оптикалық байланыс жолдарын және SDH аппаратураларын кеңінен енгізу арқылы жүзеге асыру көзделген.

Қалада байланыс қызметтерін Оңтүстік Қазақстан облыстық телекоммуникация дирекциясы АҚ «Қазақтелеком» филиалы қамтамасыз етеді. "GSM Kazakhstan" байланыс операторының KCell, Activ брендтері, «ЖШС Кар-Тел» байланыс операторының Beeline брендтері жұмыс істейді. Байланыс желісі толығымен дерлік цифрлық, ҚТС-да абоненттік жолда бессандық нөмірлену жүйесі қабылданған.

«Қазақтелеком» ұлттық байланыс операторының даму бағдарламасына сәйкес, байланыс саласының технологиялық түрленулерінің негізін құрайтын, жүйеқұрушы жобалардың ең ірісі ҰАСМ (НИСМ) құрылысы болады. Бұл жобаның концепциясы SDH сақина технологиясын қолдану арқылы аналогтық магистральдық желіні жерүсті талшықты – оптикалық жоғары жылдамдықты цифрлық магистральдық желіге толығымен ауыстыру қажеттілігіне негізделеді.

Нәтижесінде республиканың барлық аймақтарын, бүкіләлемдік ақпараттық желіге кем дегенде үш шығысы бар үш ірі сақина түрінде байланыстыру жүзеге асырылады. Болжамдарға сәйкес, ҰАСМ құрылысының арқасында магистральдық желіні эксплуатациялау арзандайды, байланыс сапасы жақсарады, сондай-ақ жоғары сапалы цифрлық байланыс арналары мен транспорттық ортаның ұсынылуы негізінде, республикада телекоммуникация нарығының дамуын қамтамасыз етеді.

CDMA2000 байланыс жүйесі байланыс сапасының артуына және интернет тұтынушыларының саны бойынша әлемдегі ең дамыған 50 мемлекеттің қатарына кіруіне себебін тигізеді және біздің мемлекеттің әлемдік ақпараттық кеңістікке интеграциясы процесін жылдамдатуға мүмкіндік береді.



1.1-сурет.Шымкент – Боржар қалаларындағы қазіргі кездегі байланыс жүйелері

1.2 CDMA технологиясының ұстанымы

CDMA-ға негізделген радиоқатынас құру жүйелерінің село телефонизациясының мәселерін шешу тұрғысынан қызметтердің біріктірілген жиынтығы (сөз және мәліметтер) бар абоненттік қатынас құру желісінің ашылуы кезінде максимал жылдамдық пен икемділікті қамтамасыз ететін ең арзан шешім болып табылады.

Ұялы байаныс желісіне арналған арналарды кодты ажырамасы бар жүйелерінің стандарты 1990 жылы пайда болды – бұл Qualcomm компаниясымен жасалған TIA IS-95 болып табылады.

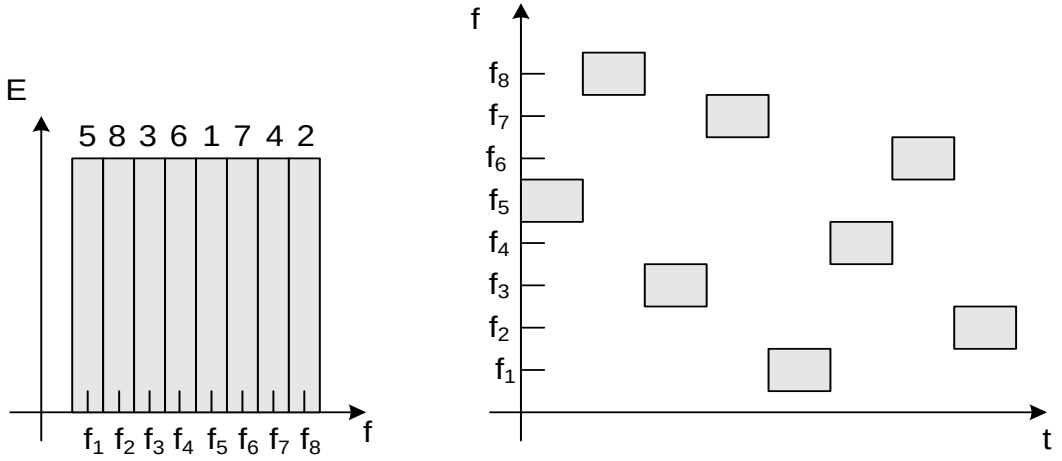
CDMA-да жетекші қосарланған тізбектіліктің модуляциясы жүзеге

асырылады, ол дабылдың спектрін кеңейтеді және оның пішінін өзгертеді. Жиілікті секірістәрізді қайта өзгертетін (frequency-hopping spread spectrum – FHSS) кеңейтілген спектрді пайдалану кезінде дабылды тарату кездейсоқ тізбектілік қасиеті бар жиіліктердің анықталған жиынтығының көмегімен жүзеге асырылады. Барлық дабылдар бірдей жиілікті радиоарнада шығарылады . 1.1 суретте жиілікті секіріс тәрізді қайта өзгертетін дабылдарды таратудың мысалы келтірілген (frequency hopping – FH) .

Қабылдағышта пайдалы дабыл «коррелятордың» көмегімен шоғырланады, ол анықталған қосарлы тізбектілікке сәйкес пішіні бар дабылды таңдауға мүмкіндік береді. Қалған басқа дабылдар қабылдағышпен шу ретінде қабылданады. Мұндай дабылдың жиіліктік спектрі таржолақтымен салыстырғанда айтарлықтай кең. Дабылдардың берілген типі кеңейтілген спектрі бар дабылдар немесе шутәрізді дабылдар (ШТС) деп аталады.

Дабыл/шу арақатынасы сол ақпараттық жылдамдық кезінде жиіліктер жолағын кеңейту есебінен жоғарылатылуы мүмкін. Бұл шутәрізді дабылдың базаларын жоғарылату деп аталады.

Кеңжолақты CDMA-да жиіліктерді қайта пайдалану әрбір ұяшықта/секторда жүзеге асырылады, себебі олардың барлығы да бір жиіліктер жолағын пайдаланады [1].



1.2-сурет. Жиілікті секіріс тәрізді қайта өзгертудің мысалы

Жиілікті қайта пайдалану коэффициенті CDMA үшін таржолақты FDMA жүйелеріне қатысты үштен екіден бірден жетіні құрайды.

Ұялы телефонда көрші ұяшықтардан келетін интерференцияны азайту және аккумулятор зарядының сақталу ұзақтығын мерзімін ұзарту үшін шығарылатын радиодабылдардың қуатын басқару қолданылады. Бұл ұялы станцияның және базалық станцияның жұмыстарын жақсарту үшін таратқышының деңгейін реттеуге мүмкіндік береді .

CDMA желісінің сыйымдылығын анықтайтын, негізгі шама-шарттар, олар:

- пайдаланылатын шу тәрізді дабылдардың базасы;
- дабылдың/шудың бүркемелі кездейсоқ тізбектіліктегі ақпараттық

битпен арақатынасы (ПСП – Pseudo Noise (PN) code);

- сөздік дабылдарды цифрлық тарату жылдамдығы (voice dute cycle);
- жиіліктерді қайта пайдалануды тиімділігі (frequency reuse efficiency);
- ұяшықтардағы секторлардың саны.

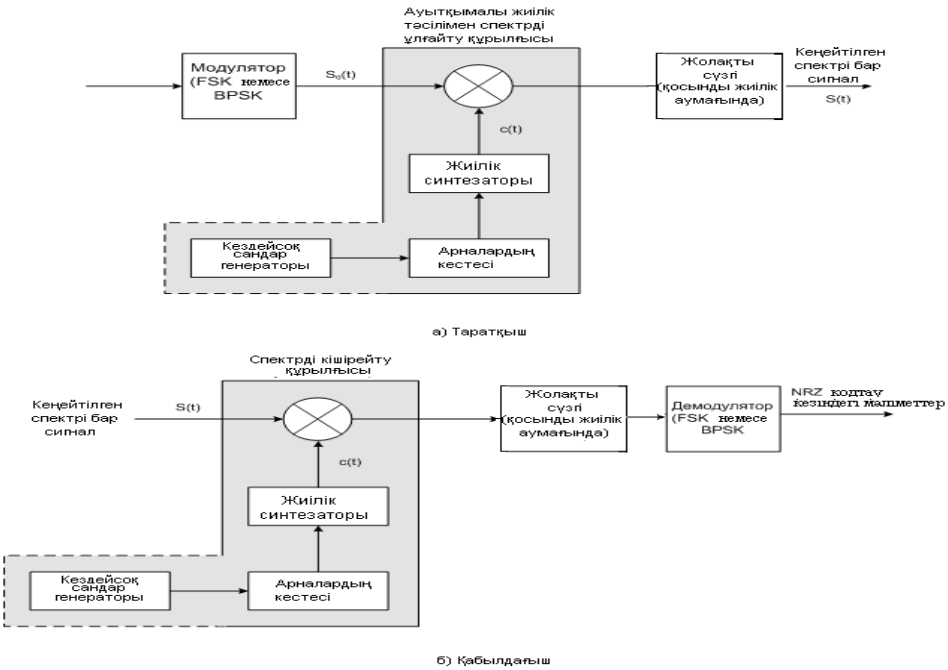
FHSS технологиясымен көп жиілікті манипуляция пайдаланылады (multiple frequency shift keying – MFSK). Схемада MFSK дабылының FHSS жиілігі T_C секунд периодтылықпен өзгереді. Жиілікті қайта өзгерту жетекші FHSS-те MFSK дабылын модуляциялау арқылы жүзеге асырылады. Соның нәтижесінде MFSK дабылы сәйкесінше FHSS арнасы бойынша беріледі. Мұндағы M төртке тең, яғни кіретін мәліметтердің әрбір екі битін кодтау үшін такт кезінде жиіліктің төрт түрі пайдаланылады.

CDMA жүйесінде абоненттердің саны ішкі бөгеуілдердің деңгейіне тәуелді. Базалық станцияның келісілген станциялары «жақын-алыс» эффектісіне өте сезімтал, базалық станцияға жақын орналасқан мобильді станция үлкен қуатта жұмыс істейді де, басқа «алыс» дабылдарды қабылдаған кезде бөгеуілдердің жоғары деңгейін құрып, жүйенің өткізгіштік қабілетін төмендетеді. Бұл жағдай барлық мобильді станцияларда болады, бірақ ортогоналды шусияқты дабылды қолданатын жалпы жиілік жолағында жұмыс істейтін CDMA-жүйесінде дабылдардың бұзылуы ең жоғары дәрежеде болады. Егер осы жүйеде қуатты реттеу болмағанда бұл жүйе сөзсіз TDMA базасындағы ұялы желілердің сипаттамаларына орын беретін еді. Сондықтан, CDMA жүйесінің басты проблемасы әрбір станцияда индивидуалды қуатты басқару.

CDMA стандартындағы көпсәулелікпен күресуді айта кеткен де жөн. Шусияқты дабылдардың қабылдағышында бірнеше сәулелерді бөліктеп өңдеу жүргізіледі. Бұл кезде, базалық станцияның әрбір қабылдайтын арнасында 4 коррелятор, ал қозғалмалы станцияда-3 коррелятор параллельді жұмыс істейді, нәтижесінде әртүрлі бағыттан келген сәулелердің энергиясын қосу мүмкіндігі туады. Бұл қабылдау нүктесінде дабыл деңгейіне деген талапты төмендетеді, оның үстіне бір ұялыдан келесі ұялыға өткенде жұмсақ режимді эстафеталық таратуды жүзеге асырады. CDMA2000 стандартында арнайы кеңістіктік-жиіліктік тасымалдау қолданылады. Көпжиілікті дабыл тасымалданған антенна арқылы таралады және қабылдау нүктесіне бірнеше сәулелер түседі.

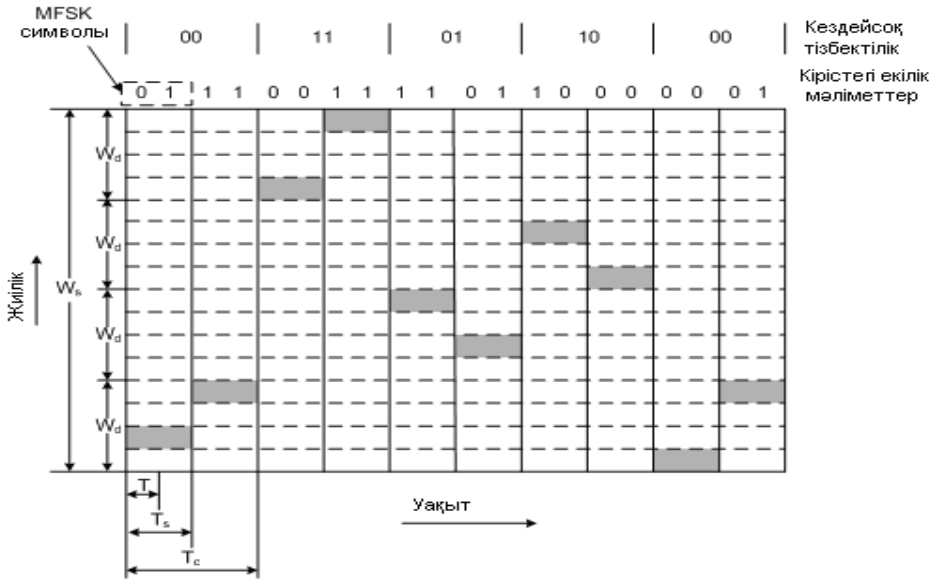
Ев/No – екілік тізбектіліктің битіне келетін дабыл қуатының қатынасы, ол шудың спектрлі қуатына қатысты спектрді кеңейту үшін пайдаланылады. Модуляция технологиясының тиімділігі Ев/No = 7,5 дБ қатынасы кезінде дабылдардың ажыратылуын қамтамасыз етеді.

Бұл шама-шарт толығымен жиілікті модуляциясы бар дабылға арналған дабыл/шу қатынасына ұқсас, ол осы тәрізді қабылдау шартында 18 дБ-ді құрайды [2].

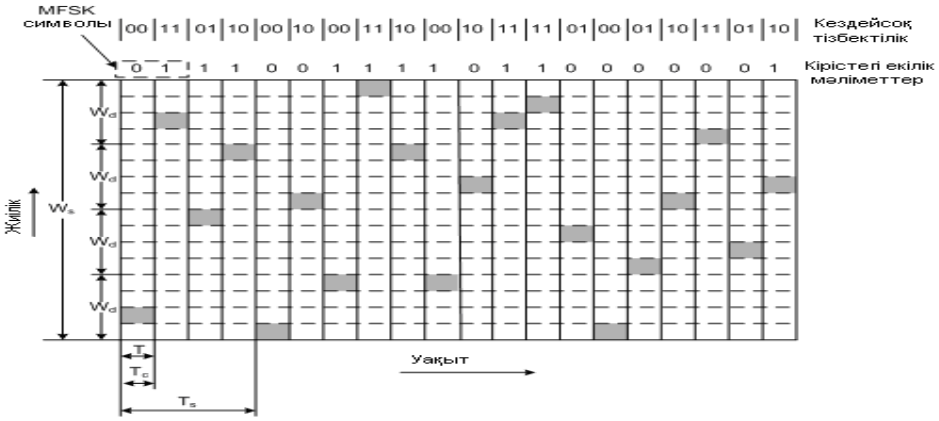


1.3- сурет. Жиілікті секіріс тәрізді қайта өзгертетін кеңейтілген спектрдегі байланыс жүйесі

MFSK (M = 4, k = 2) дабылының өзі пайдаланылған FHSS – тың жедел схемасының мысалы 1.3 суретте келтірілген. Мұндағы әрбір дабылдық хабарлама екі жиіліктік үнге сәйкес келеді. Шу мен елеулі бөгеуілдер болған жағдайда жедел схема баяумен салыстырғанда сапалы байланыс береді.



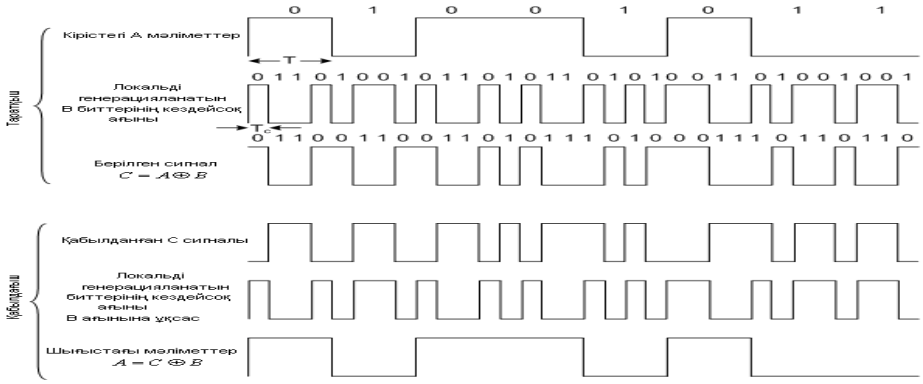
1.4- сурет. Жиілікті баяу қайта өзгертетін спектрдің кеңеюі (модуляция MFSK, M = 4, k = 2)



1.5- сурет. Жиілікті жедел қайта өзгертетін спектрдің кеңеюі

Қуатты басқару қажетті жұмыс сапасын қамтамасыз ету үшін шектеулі минимал жағдай деңгейінен асырмай жылжымалы терминал қабылдағышының кірісінде Ев/No көрсеткішін ұстап тұруға мүмкіндік береді (7,5 дБ).

Көбінесе сөзді екі жақты беретін толықдуплексті жүйеде сөйлеп тұрғанның белсенділік коэффициенті 35 пайыз шамасынан аспайды (сөз ұзақтылығының сөйлесу ұзақтығына пайыздық қатынасы).



1.6-сурет.Тікелей тізбектілік тәсілімен кеңейтілген спектрді пайдалануы

CDMA жүйесінде үзіліс детекторлары пайдаланылады, олар үзілістерді бермей, тек қана активті сөздерді беруге мүмкіндік береді.

Өзара әсерлесетін кедергілерді ескермей-ақ түрлі абоненттердің дабылдық интерференциясынан жүйенің сыйымдылығы екі – екі жарым есе көбейеді.

Шығыстағы дабылды кеңею кодымен өңдегеннен кейін тікелей тізбектілік тәсілімен спектрдің кеңеюі кезінде (direct sequence spread spectrum – DSSS) әрбір битке берілетін дабылға сәйкес бірнеше биттер қойылады. Спектрдің кеңею дәрежесі кодтағы биттер санының мөлшеріне тура прпорционал болады .

DSSS-ты пайдалану тәсілдерінің бірі – жоққа шығаратын НЕМЕСЕ – ні пайдаланатын цифрлық ақпараттық ағынды және битті тізбектіліктегі кодты кеңейтуді біріктіру болып табылады. Жоққа шығаратын НЕМЕСЕ операциясы

келесі ережелерге сәйкес жүзеге асырылады:

$$0 \oplus 0 = 0,\ \ 0 \oplus 1 = 1,\ \ 1 \oplus 0 = 1,\ \ 1 \oplus 1 = 0$$

BPSK схемасы бойынша d(t) мәліметтер ағынынан алынған $s_d(t)$ функциясын c(t) функциясына көбейту арқылы модуляцияны пайдалану шамасы 1.6 суретте келтірілген.

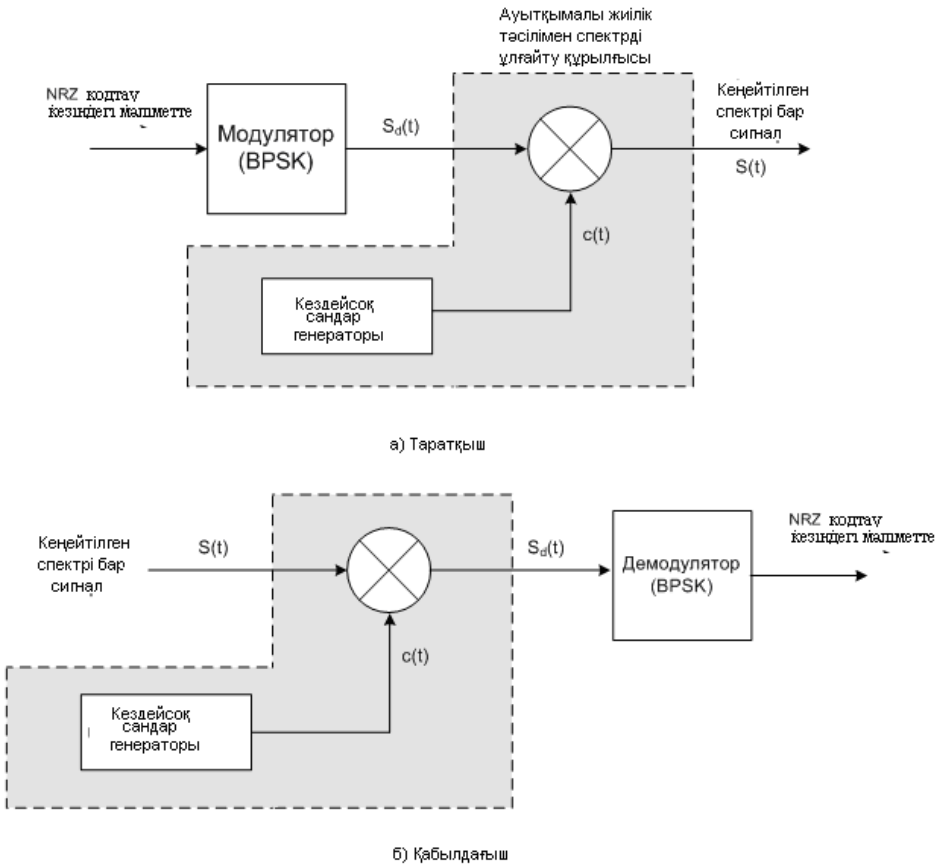
Жүйедегі ортақ интерференция бір ұяшықтың ішіндегі абоненттер дабылдарының, көрші ұяшықтағы абоненттер дабылдарының интерфейстерінен және шу аясының деңгейлерінен құралады.

Толығымен іске қосылып тұрған жүйедегі көрші ұяшықтағы абоненттердегі интерференциялық дабылдардың қуаты қарастырылатын ұяшықтағы интерференциялық дабылдар қуатының жартысын құрайды.Жан-жаққа бағытталған (omni) антенналары бар жүйедегі жиілікті қайта пайдалану коэффициенті қарастырылатын ұяшықтардағы басқа абоненттердің интерференциялық дабылдарының қалған барлық басқа ұяшықтардағы интерференциялық дабылдардың қосынды қуатына қатынасы ретінде анықталады. Көршілес ұяшықтары бар, ұяшықтың сыйымдылығы оқшауланған ұяшық сыйымдылығының үштен екі ретін құрайды.

Бағытталған антенналарды пайдалану кезінде (мысалы, 120 градус болатын секторлы антенналары бар үшсекторлы ұяшық) интерференция шамамен үш есе азаяды, себебі антеннаның секторында абоненттердің берілген ұяшықта болған санынан шамамен үш бөлігі болады. CDMA желісінің сыйымдылығы сәйкесінше үш есе жоғарылайды.

CDMA жүйелері өте берік және қорғалған байланысты құруға мүмкіндік береді. Байланыс ұяшықты желісі CDMA технологиясының көмегімен IS-95 стандартында шағылған дабылдардың басылуына қол жеткізіледі, бұл осы желілерді қалалық тығыз құрылыс жағдайында тиімділігін арттырады. Синхронды кодты ажырама кезінде синхронды өңделуші дабылға қатысты кідіріс уақыты бір микросекундтан аспайтын кез-келген дабыл шудың құраушысы ретінде қабылданады [3].

Шу тәрізді дабылдардың қабылдағышы шағылған дабылдарды жеке-жеке өңдеу мүмкіндігіне ие, бұл олардың энергиясын пайдалы дабылдарды қабылдаған кезде пайдалануға мүмкіндік береді. Радиодабылды өңдеу тиімділігін жоғарылату үшін максимал қуаты бар алты сәулені когерентті шоғырландыру пайдаланылады.



1.7-сурет. Тура тізбектілік тәсілі бойынша спектрдің кеңею жүйесі

Әртүрлі кідірістері бар алты сәулелерден тұратын дабылдар алты корреляторлармен параллель өңделеді және одан кейін кідірістің тізбектелген элементтерінің көмегімен біріктіріледі. Бұл шағылған дабылдардың энергиясын қабылдау кеінде пайдалануға мүмкіндік береді. Оңай берілу кезінде әртүрлі БС – дың бірнеше сәулелері пайдаланылады. Қабылданатын дабылдардың жалпы саны алтыға тең болып қалады. Оңай берілу аймағының ауқымы желінің келтірілген нақшысына байланысты. Кеңжолақты шутәрізді дабылдар жүйенің бөгеуілге орнықтылығын арттыруға болады.

1.3 CDMA ұялы байланыс желісінің негізгі ерекшеліктері

Code Division Multiple Access – арналары кодпен бөлуге негізделген көпарналы рұқсат. CDMA жүйелерінде әрбір дауыстық ағын өзінің ерекшеленетін кодымен белгіленеді және бір арнада бір уақытта өзге де кодталған дауыстық ағындармен бірге таралады[1]. Қабылдау жағы шуылдан дабылды бөліп алу үшін дәл сол кодты қолданады. Көптік дауыс ағындарының арасындағы жалғыз ерекшелік бұл тек қана жеке код. Арна өте кең болады және әрбір дауыс ағыны барлық диапазонды алып жатады. Бұл жүйе ені 1,23 МГц арналық диапазонды пайдаланады. Дауыс 5,55 кбит/с жылдамдықта кодталады. CDMA жүйелері өте берік және қорғалған байланысты құруға мүмкіндік береді.

Сондықтан ол ондаған жылдар бойы АҚШ қарулы күштерінде қолданылды [4].

Жүйенің атап өтуге тұратын бірнеше ерекшеліктері бар. CDMA жүйелерінің сыйымдылығы аналогты жүйелермен салыстырғанда жиырма есе көп, өзге сандық жүйелерге қарағандауш-алты есе көп. Оның негізінде құрылған жүйелер желіде бір жиіліктер диапазонын көп есе пайдалану мүмкіндігінің арқасында радиожиілікті қорды тиімді пайдаланады. CDMA пайдалану бөгеуілдерді жоюдың арқасында байланыс сапасын арттырады. «Код» тұтынушының сөйлеуін тіркеу үшін ғана емес, сонымен бірге бұрмаланулар мен бөгеуілдерді жоятын сүзгі қызметін де атқарады. Енгізілген кодтау алгоритмі құпиялылықтың жоғары деңгейін қамтамасыз етеді, ал қателерді жөндеудің тиімді әдісі дабылдың көптолқындық таралуымен күресуге мүмкіндік береді. Бұл қасиет жүйені таулы аймақтарда және биік құрылыс нысаналары көп қалалық жерлерде тиімді пайдалануға рұқсат етеді.

Сөзді тарату сапасының сипаттамалары бойынша CDMA параметрлері сымды арналар сапасымен тепе-тең болады. Қазіргі кезде CDMA жүйелерінің көбі 13 кбит/с-қа, жоғары сапалы 8 кбит/с-қа арналған вокодерлерді пайдаланады.

CDMA арналары бойынша тек қана дауыс емес, сонымен қатар өзге де сандық ақпарат таратындықтан онда бөгеуілдердің болмауы үлкен маңызға ие. Стандарт қосымша қызмет түрлерін қамтамасыз етеді, себебі тұтынушы бір арна арқылы бір арна арқылы дауыс пен факсті тарата алады[4]. CDMA технологиясында мәліметтерді жоғары жылдамдықпен тарату үшін оларды біріктірудің тиімді алгоритмі қолданылады.

Ұялы байланыстың сандық жүйелері екінші ұрпақ жүйелеріне жатады. Аналогты жүйелермен салыстырғанда олар абоненттер үшін үлкен қызметтер жиынын ұсынады және жоғары сапалы байланысты қамтамасыз етеді. Сонымен қатар бұл жүйелер қызметтер интеграциясы бар сандық желілермен (IDSN) және мәліметтерді пакетті тарату (PDN) желілерімен әсерлеседі. Екінші ұрпақ жүйелерінің ішінде GSM (DCS 1800), D-AMPS (ADC), JDC, CDMA стандарттарына негізделген жүйелер кең таралған. Стандарттардың салыстырмалы сипаттамалары 1.1-кестеде келтірілген[5].

Цифрлық радиобайланыс көпстанциялық рұхсат немесе мультирұхсат мүмкінділігімен сипатталады. Ол бір уақытта ақпарат ортақ арнада бір құрылғы арқылы бірнеше пайдаланушының ақпаратын таратуға мүмкіндік береді. Бұл кезде ортақ арнаны бөлу жиілік (FDMA), уақыт (TDMA) және код (CDMA) бойынша орындалуы мүмкін.

Жиіліктік бөліну кезінде тарату спектрі әртүрлі пайдаланушыға арналған аймақтарға бөлінеді. Тек қана осы әдіс аналогты байланыста пайдаланылуы мүмкін.

1.1- к е с т е . Стандарттардың салыстырмалы сипаттамалары

Сипаттама	GSM (DCS 1800)	D-AMPS (ADC)	JDC	CDMA
Рұқсат әдісі	TDMA	TDMA	TDMA	CDMA
Тасушыдағы дау арналарының сан	8(16)	3	3	32
Жұмыс жиілікт диапазоны, МГц	935-960; 890-9 (1710-1785) (180 1880)	824-840 86 894	8 10-826; 940-9 1429-1441; 144 1489; 1501-1513	824-840 869-894
Арналардың ығысуы, кГц	200(12.5)	30	25	1250
Бір сөйле арнасына эквивалентті жиіл жолағы, кГц	25	10	8,3	-
Модуляция түрі	0,3 GMSK	п/4 DQPSK	п /4 DQPSK	QPSK
Ақпаратты тара жылдамдығы, кбит/с	270	48	42	57,6
Сөзді түрленді жылдамдығы, кбит/с	13(6.5)	8	11,2(5,6)	9,6
Сөзді түрленді алгоритмі	RPE-LTR	VSELP	VSELP	-
Ұяшық радиусы, к	0,5-35,0	0,5-20,0	0,5-20,0	0,5-25,0

Осы әдіспен барлық аналогты ұялы байланыс стандарттары орындалады: NMT, AMPS, TACS және т.б. мұндай жүйелердің кемшіліктері: бөгеуілден қорғанысы төмен және осыған байланыстысөзді тарату сапасының төмендігі, радиоспектрді пайдаланудың тиімсіздігі, тыңдаудан қорғаныстың болмауы және т.с.с. Сонымен бірге, аналогты жүйелер аз пайдаланылады. Қазіргі кезде әлемде ең кең таралған аналогты стандарт AMPS. Өзге екі әдіс жиіліктік бөлумен бірге цифрлық технологияда қолданылады[5].

Өндіруші-компаниялар жүргізген зерттеулер нәтижелері бойынша абоненттің денсаулығына әсер ететін электромагниттік сәулелену деңгейі CDMA стандартында әлдеқайда аз болады. Абоненттік аппараттардың электромагниттік сәулеленуі деңгейінің салыстырмалы мәндерін 1.2-кестеден көруге болады.

1.2- к е с т е . Абонеттік аппараттардың ЭМС деңгейі

Мәндер	Электомагниттік энергия ағыны тығыздығының мән мкВт/см^2		
	CDMA	GSM-900	GSM-1800
Орташа	2,4	58	34
Минималды	2,2	25	12,6
Максималды	5,6	105	48

Абоненттік терминалдың базалық станциядан қандай да бір қашықтықта электромагниттік сәулеленуінің өзге стандарттармен салыстырғандағы шамасы 1.3-кестеде келтірілген.

1.3- к е с т е .Базалық станциядан қашықтықта абонеттік терминалың ЭМС деңгейі

Базалық станцияға дейін қашықтық, км	Электромагниттік сәулелену деңгейі, мкВт/см^2	
	GSM стандарты	CDMA стандарты
0,5	22-25	1-1.5
1	28-30	1,5-2
2	50-55	4-5
3	100-110	12-14
5	210-220	25-30
7	400-500	60-70
10	500-600	80-100
15	500-600	200-220
20	500-600	400-450
25	500-600	400-450

Арналары уақытпен бөлінген мультирұхсат кезінде саны көп абоненттер өз хабарламаларын бір радиожиілікте, бірақ әртүрлі уақытта таратады. Бұл сөздік трафик көлемін ұлғайтуға және онымен байланысты цифрлық байланыс жүйелеріне тән артықшылықтарға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл әдіспен GSM және оның бір түрі DCS, AMPS стандартының логикалық жалғасы болған D-AMPS стандарттары орындалған.

CDMA стандартының тағы бір ерекшелігіне тоқталатын болсақ, бұл жүйенің базалық және абоненттік станцияларының қазірде кең қолданыстағы GSM стандартымен салыстырғандағы экологиялық – техникалық ерекшеліктері.

Қазіргі кезде Қазақстандағы алғашқы ұлттық ұялы байланыс операторы «АЛТЕЛ» компаниясы 800 МГц диапазонында жұмыс істейтін CDMA2000 1X желісін іске қосқан. Елімізде бүгінде берілген стандарттағы желі осы диапазонда жұмыс істейді. Атап айтқанда, CDMA2000 1X технологиясы үшінші ұрпақ технологиясына жатады. Оның негізгі ерекшелігі жаңа қадамдарға дамуға және екінші ұрпақ технологияларымен бірігуге мүмкіндік беруінде. Сондықтан берілген дипломдық жобада 800 МГц диапазонындағы

желіні одан әрі дамытып, кеңейту мәселесі қарастырылады.

1.4 CDMA технологиясын суреттеу және жүйені қарастыру

CDMA-дің жоғары спектрлі тиімділігі,ұялы байланыс эволюциясының одан әрі дамуының радикалды шешімі болып табылады. CDMA2000 cdmaOne желісінің эволюциялық дамуында 3G стандарты болып табылады.

CDMA технологиясының бұдан әрі дамуы CDMA2000 технология негізінде дамиды.

Мобилдік байланыс жүйесінің CDMA2000 1X технологиясы негізінде тұрғызылуы ақпараттарды 153 кбит/с жылдамдықпен, қысқа хаттарды тарату, электронды почтамен, интернетпен жұмыс істеу, ақпараттар базасымен, ақпараттарды тарату және қозғалмайтын бейнелерді таратумен қамтамассыз етеді. CDMA2000 1X екінші фазаға өтуде 1,23 МГц жиіліктегі жолақты және арнаны қолданумен болады. Ақпараттарды тарату жылдамдығы 384 кбит/с болуы, қызмет көрсету аясының өте кең көлемде көрсетілуіне яғни, нақты уақытта видео ақпараттарды жіберуге мүмкіндік береді. Ақпарат тарату жылдамдығының одан әрі өсуі және 3G ұялы байланыс жүйесіне өту, бірнеше тасушыларды (CDMA2000 3X-2,4Мбит/с) пайдалану жолымен немесе CDMA2000 1XTREME (лабораториялық жағдайда 5,1 Мбит/с жылдамдық алынған) технологиясын қолдану негізінде болады.

CDMA2000 жүйесінің коммерциялық жетістіктерінің негізгі компоненті болып қызмет көрсету аясының кеңдігі, сөйлеу сапасының өте жоғары болуы, икемді және жаңа қызмет түрін енгізу арзандығы. Бұл технологияның бөгеуілге тұрақтылығы жоғары, байланыс арнасы тыңдалудан қорғалған. Мұндай қасиеттері кез-келген абоненттің қолдануына ыңғайлы етеді.

- EV-DO технологиясының артықшылықтары қолданушылырға жаңа мүмкіндіктер есігін ашады:
- Интернет желісіне тез уақытта тұрған жерге және тәулік уақытына қарамастан қосылу, жоғары жылдамдықты корпоративті VPN-желісін ұйымдастыру, мобилдік мультимедиа қызметінің кең көлемді болуы.

EV-DO технологиясын қолдану корпоративті клиенттерге корпоративтік ақпараттарға кез-келген уақытта кіріп біле алу есебінен, жұмыс істеу деңгейінің өсуіне мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда бұл технология әртүрлі аймақта қолданылады: банктерде және сақтандыру компанияларында, мекемелерде және мемлекеттік қызмет орындарында.

TDMA мен FDMA технологияларының кемшіліктерін болдырмау үшін цифрлық жүйенің өндірушілері арналары кодпен бөлінген көпстанциялы қатынау технологиясына, басқаша айтқанда, CDMA-ге (Code Division Multiple Access) көңіл аударуға тура келді. CDMA – шу тәріздес дабылдарды кеңейтілген спектрде қолданады. Барлық жаңалар – ескілердің жақсы бөлігі, біздің жағдайда әзірге ұмытыла қоймаған ескінің. Дабылдары ортогоналді бөлінуі негізінде арналары кодпен бөлінген мультиқатынау технологиясы бізге

бұрыннан белгілі. ССРО-да осы тақырыпқа арналған бірінші жұмыс «Сызықты селекция теориясының негізі» («Основы теории линейной селекции») деп аталып, ЛЭИС жинағында 1935 жылы жарыққа шықты, оның авторы Дмитрий Васильевич Агеев. CDMA технологиясын соғыстан кейін ұзақ уақыт бойы ССРО мен АҚШ-тың әскери байланыс жүйелерінде қолданылды [6].

CDMA принципі бастапқы ақпараттық дабылдың (біздің жағдайда сөз дабылының) спектрін кеңейтуден тұрады, олар екі әртүрлі әдіспен жүзеге асады, біріншісі «жиілік бойынша секіру», екіншісі «тура тізбек». «Жиілік бойынша секіру» (немесе FH – Frequency Hopping) келесі түрде жүзеге асады, кездейсоқ заң бойынша берілген аралықта таратқыштағы тасымалдаушы жиілік тұрақты түрде өзінің мәнін әрбір сөйлесу арнасына салыстырмалы түрде үлкен емес уақыт интервалында өзгертіп отырады. Жүйенің қабылдағышы да таратқыш сияқты гетеродин жиілігін тура сол алгоритммен өзгертіп, тек керекті арнаны болашақта өңдеу мен бөлінуді қамтамасыз етеді. FH көмегімен цифрлық ұялы байланыс жүйесінде техникалық сипаттамаларды жақсарту үшін, атап айтқанда GSM-де қолданады.

Екінші әдіс «тура тізбекті» (немесе DS – Direct Sequence) жұмыс істейтін және перспективті CDMA желілерінде қолданатын шу тәріздес дабылдарды қолдануға негізделген әдіс. Әрбір абоненттің ақпараттық дабылын жалғыз және қайталанбайтындай шу тәріздес дабылға модуляциялайды, осыны бастапқы ақпараттық дабылды кеңейту деп атайды. Осы жерде осындай кодтардың нұсқа сандары миллиардқа жетеді, бұл біздің планетада әрбір адамға жеке байланыс құруға болатынын айта кету керек. Әрбір абоненттің жіңішке жолақты ақпараттық дабылы желідегі тұтынушыларға бөлінген жиіліктік спектрдің барлық еніне кеңейтіледі. Қабылдағышта дабыл теңестіруші кодтың көмегімен қалпына келетін еді, нәтижесінде бастапқы ақпараттық код қалпына келеді. Осы уақытта айтылған қабылдағышта басқа тұтынушылардың дабылдары «ақ шу» сияқты болып табылады да кеңейтілген күйінде қалып, қабылдағыштың қалыпты жұмыс істеуіне кішкене ғана кедергі келтіреді.

Бөлмеде бір-бірімен әртүрлі тілде бір мезетте сөйлесетін көп қос адамдарды елестетейік. Олардың әрқайсысы өзінің әңгімелесіп отырған адамын ғана жақсы түсініп, басқалардың сөздері жай фон сияқты қалады, әрі әңгімеге кедергі келтірмейді. Оның үстіне активті және пассивті бөгеуілдерден қорғау жоғары деңгейде қамтамасыз етіледі, осының арқасында дабыл/шу қатынасының төменгі мәнінде (3-5 дБ) беріліп отырған дабылдың төменгі қуатында жұмыс істеу мүмкіндігін береді. Сонымен, бір радиожиіліктік арнада бір мезетте көп пайдаланушылар тобының ақпараттық дабылдары беріледі.

CDMA әскери байланыс жүйелерінде жайдан-жай қолданылған жоқ, ол дабылдардың спектрін кеңейту алдын-ала дайындалған жасанды бөгеуілдерге қарсы тұра алатын қасиеті де бар. Егер радиодабылдың базасын өте үлкен шамаға кеңейтсек, онда оны шу деңгейінен төмендетуге болады, мұны потенциалды қарсылас та байқайды. Қабылдау жағында бастапқы дабыл қалпына келеді. Сонымен, осыған ұқсас жүйелерді осы жиілік диапазонын қолданатын радиоқұрылғылардың жұмысына кедергі келтірместей етіп қолдануға болады.

1.5 CDMA стандартының негізгі қағидалары

TDMA мен FDMA технологияларының кемшіліктерін болдырмау үшін цифрлық жүйені өндірушілер арналары кодпен бөлінген көпстанциялы қатынау технологиясына, басқаша айтқанда, CDMA-ге (Code Division Multiple Access) көңіл аударуға тура келді. CDMA – шусияқты дабылдарды кеңейтілген спектрде қолданады. Барлық жаңалар – ол ескілердің жақсы бөлігі, біздің жағдайда әзірге ұмытыла қоймаған ескінің. Дабылдары ортогональды бөлінуі негізінде арналары кодпен бөлінген мультиқатынау технологиясы бізге бұрыннан белгілі. СССР-да осы тақырыпқа арналған бірінші жұмыс «Основы теории линейной селекции» деп аталып, ЛЭИС жинағында 1935 жылы жарыққа шықты, оның авторы Дмитрий Васильевич Агеев. CDMA технологиясын соғыстан кейін ұзақ уақыт бойынша СССР мен АҚШ-тың әскери байланыс жүйелерінде қолданылды, артықшылықтары төменде келтіріледі.

CDMA принципі бастапқы ақпараттық дабылдың (біздің жағдайда сөз дабылының) спектрін кеңейту ден тұрады, олар екі әртүрлі әдіспен жүзеге асады, біріншісі «жиілік бойынша секіру», екіншісі «тура тізбек». «Жиілік бойынша секіру» » (немесе FH - Frequency Hopping) келесі түрде жүзеге асады,кездейсоқ заң бойынша берілген аралықта таратқыштағы тасымалдаушы жиілік тұрақты түрде өзінің мәнін әрбір сөйлесу арнасына салыстырмалы түрде үлкен емес уақыт интервалында өзгертіп отырады. Жүйенің қабылдағышы да таратқыш сияқты гетеродин жиілігін тура сол алгоритммен өзгертіп, тек керекті арнаны болашақта өңдеу мен бөліңуді қамтамасыз етеді. FH көмегімен цифрлық ұялы байланыс жүйесінде техникалық сипаттамаларды жақсарту үшін, атап айтқанда GSM-де қолданады

Екінші әдіс «тура тізбекті» (немесе DS - Direct Sequence) жұмыс істейтін және перспективті CDMA желілерінде қолданатын шусияқты дабылдарды қолдануға негізделген әдіс. Әрбір абоненттің ақпараттық дабылын жалғыз және қайталанбайтындай шусияқты дабылға модуляциялайды, осыны бастапқы ақпараттық дабылды кеңейту деп атайды. Осы жерде осындай кодтардың нұсқа сандары миллиардқа жетеді, бұл біздің планетада әрбір адамға жеке байланыс құруға болатынын айта кету керек. Әрбір абоненттің жіңішке жолақты ақпараттық дабылы желідегі тұтынушыларға бөлінген жиіліктік спектрдің барлық еніне кеңейтіледі. Қабылдағышта дабыл теңестіруші кодтың көмегімен қалпына келетін еді, нәтижесінде бастапқы ақпараттық қод қалпына келеді. Осы уақытта айтылған қабылдағышта басқа тұтынушылардың дабылдары «ақ шу» сияқты болып табылады да кеңейтілген күйінде қалып, қабылдағыштың қалыпты жұмыс істеуіне кішкене ғана кедергі келтіреді.

Бөлмедегі бір-бірімен әртүрлі тілде бірмезетте сөйлесетін көп қос адамдарды елестетейік. Олардың әрқайсысы өзінің әңгімелесіп отырған адамын ғана жақсы түсініп, басқалардың сөздері жай фон сияқты әрі әңгімеге кедергі келтірмейді. Оның үстіне активті және пассивті бөгеуілдерден қорғау жоғары деңгейде қамтамасыз етіледі, осының арқасында дабыл/шу қатынасының төменгі мәнінде (3-5 дБ-да) беріліп отырған дабылдың төменгі қуатында жұмыс

істеу мүмкіндігін береді. Сонымен, бір радиожиіліктік арнада бір мезетте көп тұтынушылар тобының ақпараттық дабылдары беріледі.

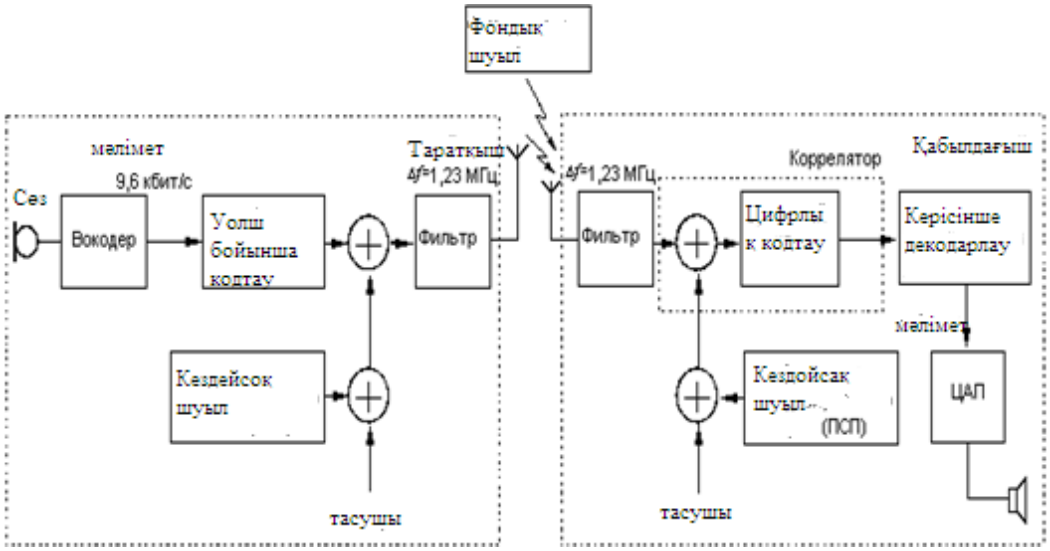
CDMA әскери байланыс жүйелерінде жайдан-жай қолданылған жоқ, ол дабылдардың спектрін кеңейту алдын-ала дайындалған жасанды бөгеуілдерге қарсы тұра алатын қасиеті де бар. Егер радиодабылдың базасын өте үлкен шамаға кеңейтсек, онда оны шу деңгейінен төмендетуге болады, мұны потенциалды қарсылас та байқайды. Қабылдау жағында бастапқы дабыл қалпына келеді. Сонымен, осыған ұқсас жүйелерді осы жиілік диапазонын қолданатын радиоқұрылғылардың жұмысына кедергі келтірместей етіп қолдануға болады.

1.6 CDMA стандартты жүйенің жұмыс істеу қағидасы

CDMA стандартты жүйенің жұмыс істеу қағидасын түсіндіретін құрылымдық сұлба 1.9 - суретте көрсетілген. Тасымалдаушысының спектрі алдын-ала кездейсоқ шу көзінің дабылымен көбейтіліп, кеңейген ақпаратты дабыл Уолш бойынша кодталып, осы тасымалдаушымен араластырылады. Әрбір ақпараттық дабылға өзінің Уолш коды арналады, кейіннен олар таратқышта бірігіп, сүзгі арқылы өткізіледі және жалпы шусияқты дабыл таратушы антеннамен сәулелендіріледі.

Қабылдағыштың кірісіне пайдалы дабыл, фондық шу, көрші ұяшықтағы базалық станциядан келетін бөгеуілдер және басқа абоненттердің кездейсоқ дабылдары түседі. ВЧ-сүзгілеуден кейін дабыл корреляторға түсіп, осында спектрді қысу мен берілген Уолш кодының көмегімен цифрлық сүзгіде пайдалы дабылдың бөлініп алуы жүреді. Бөгеуілдің спектрі кеңейтіледі, және коррелятордың шығысында шу түрінде пайда болады.

Айта кететін жай, тура арнадағы дабылдардың бұзылуы кері арнаға қарағанда аздау болады, себебі ішкіжүйелік бөгеуілдер мен көпсәулелі тына қалудың арқасында, базалық станцияда қуат бойынша қордың болуы есебінен деп айтуға болады. Сондықтан, кері арнада, яғни абоненттен базалық станцияға берілгенде қуатты реттеу кезінде негізгі проблемалар туындайды.



1.8-сурет. CDMA стандартты ұялы байланыс жүйесінің жұмыс істеу қағидасы

Берілген суретте CDMA әдісін қолданатын жүйелерде,кездейсоқ шу көзінің синхронизациясын өзгерте отырып, жиілік жолағының бір бөлігін желінің барлық ұяшықтарында қолдануға болады. Такое 100%-тік жиіліктік ресурсқа қол жеткізуді пайдалануы – бұл CDMA стандартты желінің абоненттік сыйымдылығының жоғары екендігінің және ұйымдастыруды оңайлататын бір фактор көрсетілген. Уолш кодында 64 болғанындықтан, бұл теориядағыдай шын мәнінде жүзеге аспайды, жүйенің абоненттік сыйымдылығы ішкіжүйенің интерференциясымен шектеледі, ол интерференция көрші ұяшықтағы базалық станциялардың және қозғалмалы станциялардың бірмезеттегі жұмысынан туындайды.

CDMA жүйесінде абоненттердің саны ішкі бөгеуілдердің деңгейіне тәуелді. Базалық станцияның келісілген станциялары «жақын-алыс» эффектісіне өте сезімтал, базалық станцияға жақын орналасқан мобильді станция үлкен қуатта жұмыс істейді де, басқа «алыс» дабылдарды қабылдаған кезде бөгеуілдердің жоғары деңгейін құрып, жүйенің өткізгіштік қабілетін төмендетеді. Бұл жағдай барлық мобильді станцияларда болады, бірақ ортогоналды шусияқты дабылды қолданатын жалпы жиілік жолағында жұмыс істейтін CDMA-жүйесінде дабылдардың бұзылуы ең жоғары дәрежеде болады. Егер осы жүйеде қуатты реттеу болмағанда бұл жүйе сөзсіз TDMA базасындағы ұялы желілердің сипаттамаларына орын беретін еді. Сондықтан CDMA жүйесінің басты проблемасы әрбір станцияда индивидуалды қуатты басқару.

Кодпен қатынайтын жүйенің тиімді жұмысы тек базалық станцияның кірісінде әртүрлі абоненттердің дабылдары түзетілген жағдайда ғана жүзеге асады. Түзету дәлдігі жоғары болған сайын, жүйенің қамту аумағы да көп болады.

Қуатты басқарудың дәлдігі жоғарылаған сайын, ішкі бөгеуілдердің деңгейі төмендейді. IS-95 стандартында мобилді станциялардағы қуатты реттеу динамикалық диапазон 84 дБ-де 1 дБ қадамымен, яғни ±0,5 дБ дәлдігімен

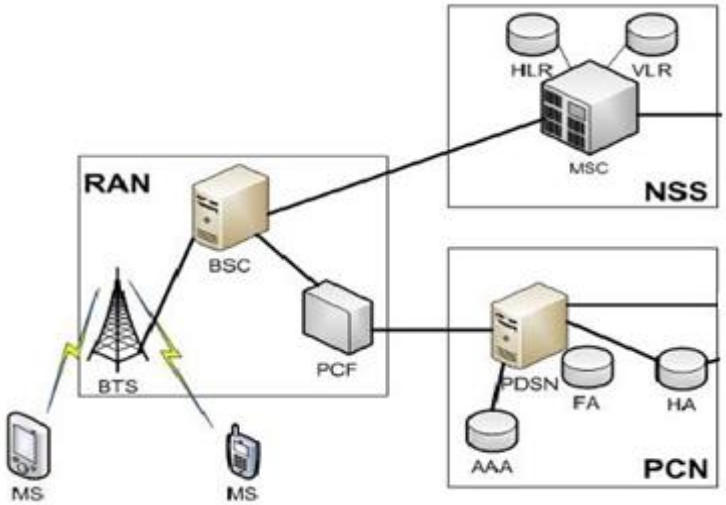
жүзеге асады. Көрші өлшемдер арасындағы интервал 1,25 мс-қа тең. Қуатты басқаратын биттер 800 бит/с жылдамдықпен трафик арнасы бойынша таратылады. Тізбектеп қосылулы көпсәулелі дабылдарды бөліктеп өңдеу талап етілетін дабыл/шу қатынасын 6-7 дБ қамтамасыз етеді. Кезінде параллельді жұмыс істейтін бірнеше арналарда сәулелерді әртүрлі өңдеу мобилді станцияның қайтақосылуының «жеңіл» режимін қамтамасыз етеді.

CDMA жүйе ұяшығының абоненттік сыйымдылығы реттеуші алгоритмді пайдалану арқылы оптимизацияланады. Бұл алгоритм әрбір абоненттік терминалдың сәулелендіруші қуатын жіберілетін қатенің болу ықтималдығы деңгейін алуға болатындай етіп шектейді. Жүйеде қуатты реттеудің үш механизмі қарастырылған: тура арнада- тұйықталмаған иілім, кері арнада – тұйықталған иілім, кері арнада – сыртқы реттеу иілімі.

CDMA стандартты қозғалмалы байланыста сандық желілер келесі элементтерден тұрады (сурет):

- Қозғалмалы байланыстың коммутациялық орталығы MSC(Mobile Switching Center) – СПС желісіндегі қозғалмалы абонентердің арасындағы қосылу мен СПС пен ТФОП желісіндегі абоненттердің қосылуын қамтамасыз етеді;
- базалық станция BS(Base Station) – қозғалмалы абоненттермен радиоинтерфейсті жүзеге асырады;
- базалық станцияның контроллері BSC(BASE Station Cintroller) – базалық станцияларды басқару мен коммутациялық орталықпен байланысты қамтамасыз етеді;
- орналасқан орынның негізгі немесе үйдік регистрі HLR (Home Location Register) – берілген коммутациялық орталықта тіркелген абоненттер туралы мәліметтердің базасынан тұрады ;
- орналасқан орынның қонақтық регистрі VLR (Vision Location Register) – берілген коммутациялық орталықтың қызмет көрсететін аумағында болған абоненттер жайында мәліметтер базасынан тұрады;
- аутентификация орталығы AC(Authentication Center) – қозғалмалы абоненттің полномочиясын тексеруді қамтамасыз етеді және оны байланыс желісіне қатынауды жүзеге асырады;
- құрылғының теңестіру регистрі EIR(Eguipment Identity Register) – құрылғының идентификациясын басқаруға қажетті мәліметтер базасынан тұрады.

Ұялы телефондық желілердің дұрыс жұмыс істеуін қолдау протоколының бірі болып қосымша ОКС жүйесі 7 MAP номерлі болып қосылады. Бұл қосалқы жүйе TCAP протоколында негізделеді және роумингтің ақпаратты тарату мен басқа ұялы желідегі басқа дабылды ақпаратты келесі желіге тарату үшін пайдаланылады. Роуминг – қозғалмалы абоненттердің әртүрлі операторлар желісінде орын ауыстырғанында байланысты ұсынуы.



1.9 -сурет. CDMA қозғалмалы байланыс желісін құру сұлбасы

Берілген суретте қосалқы жүйе MAP ұялы байланыс арасында ақпараттарды таратуды ғана қамтамасыз етпейді, алыстатылған түйінде активацияны ұйымдастырады. Мысалы, басқа бір ұялы желіден белгілі бір хабарламалардың түсуі кезінде шақырылып отырған абоненті бар ұялы желінің қызмет көрсетуі активтендіріледі, сонымен қатар кері бағытта активацияның нәтижесі жеткізіледі.

MAP –тың негізгі процедураларына мыналар жатады:

- роуминг мүмкіндігімен қамтамасыз етілетін, желі бойынша кіретін және шығатын шақыруларды қабылдау мүмкіндігін сақтау үшін абоненттің орналасқан орнын тіркеу;
- абоненттің орналасқан орны жайындағы ақпаратты өшіру мен қайтатіркеу;
- HLR мен VLR регистрларында абонентердің мәліметтерін өзгертуі;
- тарификация жайында ақпаратты тарату және т.б.

HLR регистрында тұтынушының орналасу орны жайындағы ақпарат бірнеше минут сайын жаңартылып отыруы керек. Осы мақсатта қосалқы MAP жүйесі коммутациялық түйін VLR –дың мәліметтер базасынан TCAP хабарламасының көмегімен HLR-дың мәліметтер базасына ақпаратты таратып отырады. Шақырылатын абонентке шақыру түскен кезде HLR регистрі оның қазіргі кездегі орнына тәуелді қосылуды осы жолмен анықтайды. HLR құрамындағы абоненттің бір аумақтан келесіге орын ауыстыруы 7 нөмірлі ОКС хабарлауының көмегімен тұрақты түрде жаңартылып отырады [7].

CDMA принципі бастапқы ақпараттық дабылдың (біздің жағдайда сөз дабылының) спектрін кеңейту ден тұрады, олар екі әртүрлі әдіспен жүзеге асады, біріншісі «жиілік бойынша секіру», екіншісі «тура тізбек». «Жиілік бойынша секіру» » (немесе FH - Frequency Hopping) келесі түрде жүзеге асады,кездейсоқ заң бойынша берілген аралықта таратқыштағы тасымалдаушы жиілік тұрақты түрде өзінің мәнін әрбір сөйлесу арнасына салыстырмалы түрде үлкен емес уақыт интервалында өзгертіп отырады. Жүйенің қабылдағышы да таратқыш сияқты гетеродин жиілігін тура сол алгоритммен өзгертіп, тек керекті

арнаны болашақта өңдеу мен бөліңуді қамтамасыз етеді. FH көмегімен цифрлық ұялы байланыс жүйесінде техникалық сипаттамаларды жақсарту үшін, атап айтқанда GSM-де қолданады.

2. CDMA жүйелеріндегі құрылғыларды таңдау

2.1 CDMA арналарының құрылымы

CDMA негізінде радиоқатынау желісінің ауылдық жерді телефонмен қамту мәселесі өте арзанға түсетін шешім болып табылады, аралас пакетті қызметтік абоненттік қатынау желісін өрістету ыңғайлы және максималды жылдамдықты қамтамассыз етеді.

Ұялы байланыс үшін кодты арналарды бөлу жүйесінің стандарты 1990 жыл болып табылады – бұл TIA IS-95 Qualcomm компаниясының ойластыруымен CDMA-де екілік жүйеліліктегі модуляция жүреді, яғни ол дабыл спектрін кеңейтеді және оның формасын өзгертеді. Секірмелі жиілікті кеңейтілген спектрді қолданған кезде (frequency-hopping spread spectrum – FHSS) дабыл тасымалы кездейсоқ жиіліктен құралған нақты бір жиіліктерді таңдау арқылы жүзеге асады. Барлық дабыл бір ғана радтоарналы жиілікті шығарады. Қабылдағышта пайдалы дабыл нақты екілік жтілікке сәйкес формадағы дабылдарды таңдап «коррелятор»көмегімен жинақталады. Қалған барлық дабылдар шу ретінде қабылдағышқа енгізіледі. Ондай дабылдарды жиілікті спектрі жіңішкесіне қарағанда айтарлықтай жалпақ. Мұндай дабылды таралған спектрлі дабыл немесе шу тәріздес дабыл (ШПС) деп атайды.

Базалық станциядан таратын CDMA каналдарын түзу (Forward), базалық станция қабылдағышын – кері (Reverse) деп атайды. IS-95 стандартындағы CDMA каналдар каналдарының құрлымы 2.1 суретте көрсетілген.

CDMA - ғы түзу арналар:

- негізгі арна бұл желімен синхронизациялау үшін жылжымалы станцияларда қолданылады және базалық станцияда уақыт, жиілік және фазалық бойынша дабылдарды бақылау үшін;
- синхронизация арнасы – базалық станциясының идентификациясын, ұшқыш дабылдың сәулелену дәрежесін, сонымен қатар базалық станциясының жүйелілік фазасын қамтиды.көрсетілген синхронизация кезеңі аяқталған соң қосу процестері жүреді;
- шақыру арнасы – жылжымалы станцияны шақыру үшін қолданады. Шақыру дабылы қабылданғаннан кейін жылжымалы стнация базалық станцияға растайды, содан соң шақыру арнасы бойынша жылжымалы станциясына қосу туралы ақпаратын және арна міндетін жеткізеді. Жеке шақыру арнасы жылжымалы станция барлық жүйелік ақпаратты алғаннан кейін жұмыс жасай бастайды (келген жиілік, ырғақты жиілік, арна синхронизациясы бойымен дабыл тоқтауы);
- түзу трафик арнасы – бұл арна сөздік хабарлама және мәліметті тасымалдауға арналған, сонымен қатар ақпаратты басқарады;
- CDMA кері арналары:
- қатынау арнасы – жылжымалы станция трафик арнасын қолданбай

тұрғанда жылжымалы станция мен базалық станция арасында ғы байланысты қамтиды. Қатынау арнасы шақыруды және хабарламаға жауапты қалпына келтіру үшін, шақыру арнасы бойынша келетін бұйрықты және сұранысты желінің тіркеуіне қолданады. Қатынау арнасы шақыру арнасына сәйкес келеді;

- кері трафикті арна жылжымалы станциясынан базалық стнациясына тасымалданатын сөздік хабарлама мен ақпаратты қамтамассыз етеді.

2.2 CDMA 1xEVDO технологиясы

Мәліметтердің жоғары жылдамдықты радиоқатынаудың желімен байланысы, мысалы, Интернет. Мұны кәсіпқойлар да, қарапайым тұтынушылар да қолдануына болады, CDMA желісіне сәйкес. CDMA 1xEVDO жүйелер арасында жылжымалы және тіркелген радиобайланыс қызметін көрсететін бұған ұқсасы жоқ.

Бұл технология шығару қабілеті жоғары интерфейс ақпаратты тасымалдау өзіндік құнын қамтиды (GSM GPRS, CDMA 2000 1xEVDO және тіпті WCDMA жүйелерімен салыстырғанда) CDMA 2000 1xEVDO мұндай сипаттамалар минимальды желі ресурс көлемін және радтожиіліктерді спектр кезінде болады, яғни бұл технология спектрді қолдану жөнінен жоғары дәрежелі тиімді технология болып табылады.

Атауының өзінде де 1xEV «эволюция»сөзінен шыққан, стандартты жасау кезінде түзілді.

CDMA 2000 1xEVDO - Evolution Data Optimized құрамы екі өзара жақын режимнен тұрады:

- интегралды режим, сөздік және орташа жылдамдықты мәлімет үшін оңайлатылған;

- 1xEVDO режим – жоғары жылдамдықты желі және Интернетке қатынау үшін оңайлатылған.

Көптеген техникалық құралдарды өндірушілер инфраструктуралы желі үшін CDMA 2000 1xEVDO мен бірге 1x режимін ұсынды. Соның ішінде мынадай белгілі компаниялар: Lucent, Hitachi, LGIC, Samsung, Nortel, Ericsson, Airvana, ComDev, Motorola, Huawei.

Ақпараттық технологиялардың және Интернет желісінің құралдарының таңқаларлықтай өсуі сонымен қатар ақпаратты алу қызметін керек ететін тұтынушылардың санының өсуі жоғары дәрежелі сымсыз Интернетке қатынау технологиясының дамуын қалап отыр.

CDMA 2000 1xEVDO жүйесі мұның алдындағы CDMA жүйесімен толықтай сәйкес келеді (CDMA One TIA IS-95). Дәл сондай радиоинтерфейстердің физикалықсипатына бағынады. Сондықтан CDMA 2000 1xEVDO ыңғайлы, экономикалық жағынан тиімді әртүрлі режимдегі абонент терминалдарын IS-95/1x CDMA және CDMA 2000 1xEVDO қолдана алады.

IS-95/1x CDMA желісінен CDMA 2000 1xEVDO желісіне көшу кезеңінде екі режимді қондырғысы IS-95/1x CDMA және CDMA 2000 1xEVDO

тұтынушыларға сөздік қызметке және жиілігі CDMA 2000 1xEVDO ақпаратқа қатынауына мүмкіндік береді.

2.3 CDMA 2000 1xEVDO радиоинтерфейсі

CDMA 2000 1xEVDO радиоинтерфейсінің параметрлі тиімді пакетті мәліметін тасымалдау үшін жасалынған. Ол радиожиілікті спектрді тиімді қолданады және базалық станцияға бағыттау үшін 7,4 Мбит/с ең жоғары қабілетінің жиынтығымен қамтылған.

CDMA 2000 1xEVDOжүйесін жасағанда алдынала жағдайдың бірі желі байланысындағы дабылдар тасымалда шартты сөздік және мәлімет қызметі үшін айырмашылығы бар. Сондықтан осы екі қызметті біріктіргенде олардың сапасы төмендейді. Сонымен қатар CDMA 2000 1xEVDO интерфейсі CDMA бөлектенгенін құрайды. Айтатын жағдай радиотасымалдау жағынана қарағанда CDMA 2000 1xEVDOдабылының формасы IS-95/1x -ге 100 пайыз ұқсас.

CDMA 2000 1xEVDO дабылының формасы дәл сондай типті тасымалдау жылдамдығын (секундыеа 1,228 мегачип) тасымалдау тізбегінің энергетикалық потенциалын және жиілік –аймақтық жобалау параметрін абонентті терминал үшін де, инфраструктуралық желі үшін де береді.

Сөздік және мәліметті әртүрлі жиілікте тасымалдау екі қызметке де тиімді ол жүйелік бағдарламалық жұмысын қысқартады және әртүрлі қиын жұмыстардан құтылуға

CDMA One желісінен 1x/1xEVDO технологиялық жүйесіне көшу кезеңінде аз ғана балама қауіп-қатер болады. Қазіргі кезде CDMA 2000 1xEVDOжүйесі тізбекті жағдай сыналып көрінді және әртүрлі елдерде комм ерциялық ұқиын жұмыстардан құтылуға жол береді.

CDMA 2000 1xEVDO интефейсі базалық станциясына бағыттағанда радиодабылдың қуатын тиімді пайдаланады. Абонентті терминал қатынау желісіне үздіксіз жаңаланған дабыл тасымалдарының жылдамдық ақпаратын беріп отырады. Осы ақпарат арқылы жүйе кез-келген уақытта кез-келген жеке тұтынушыға қызмет көрсете алады.

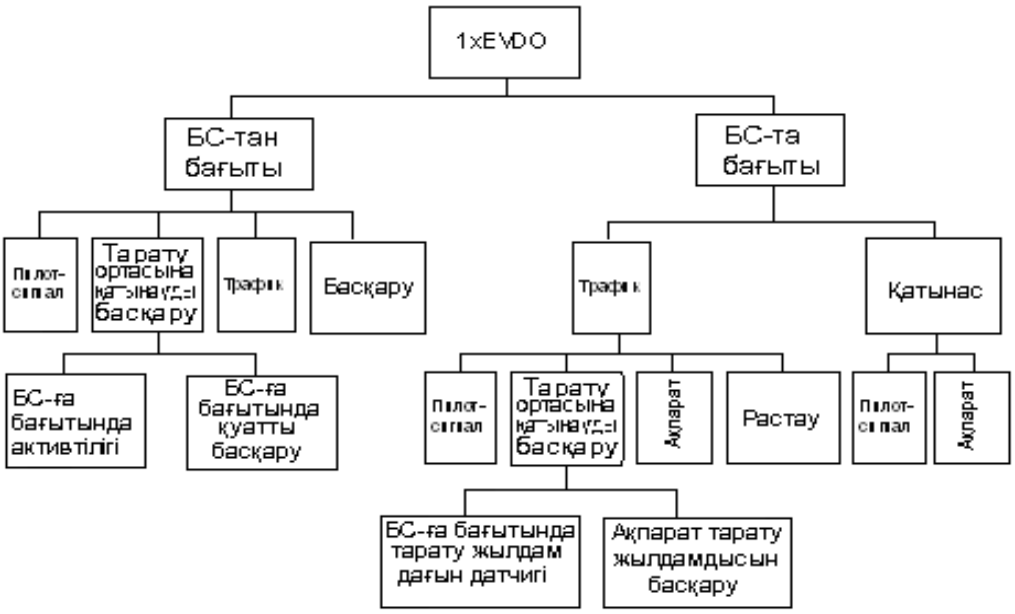
Тасымал жылдамдығын басқару сипаты CDMA 2000 1xEVDOқатынау нүктесіне максималды қуатпен жұмыс жасауына мүмкіндік береді.

Абонент терминал және қатынау нүктесі бірігіп, базалық станциядан бағытталған мәлімет звеносын әр тұтынушы үшін анықтап бере алады. Абонент терминалы арна жағдайына сүйене отырып ұшқыш-дабылдың қабылдау дәрежесін өлшейді. Мәлімет тасымал жылдамдығының ыңғайлы мәнін үздіксіз көрсетіп отырады.

CDMA 2000 1xEVDO арна құрлымы сурет 2.2 бейнелеген.

Көптеген ақпараттық анықтамаларда радтожелінің инфраструктурасынан мәліметтін көп мөлшері қабылданады, яғни кері бағытта тасымалданудан қарағанда. Сондықтан CDMA 2000 1xEVDO базалық станциясынан және базалық станциясына дейін ассиметриялық тасымалдау жылдамдығын

ұсынады.



2.2 -сурет. CDMA 2000 1xEVDO арнасының құрлымы

CDMA 2000 1xEVDO жүйесінің тарату жылдамдығының ең үлкен мәні мынаны құрайды:

- базалық станциядан бағытталған - 2457 кбит/с секторге;
- базалық станцияға бағытталған 153,6 кбит /с секторге.

CDMA(1,25 МГц)жүйесінің тек қана бір жиіліктегі арнаны пайдаланған кезде ақпараттық қызмет үшін жоғары өткізгіш қабілеті арқылы желі ресурсын тиімді пайдаланады. CDMA2000 1x EVDOжүйесі қамтитын аймақта тұтынушылар біртекті орналасса, онда үшсекторлы соттағы орташа өткізу қабілеті базалық стнацияға бағыттау үшін сотқа 600 кбит/с құрайды.

Жоғарыда айтылған өткізгіш қабілетінің мәні бойынша базалық станцияға бір тарату антенна жеткілікті деп болжанады.

Екі қабылдағыш антеннді және таралған қабылдағышты абоненттік терминалдарда өзіндік тиімділіктері бар, яғни қабылдайтын ақпаратты дәлдікпен кодтаудан тұрады.

CDMA2000 1xEVDO технологиясында параллельді кодтау технолоогиясының және құбырлы кодттаудың тиімді жақтары көрсетілген. 1S-95/1x жүйесімен салыстырғанда мұнда үлкейтілген циклдар қолданылады, тарату үшін ақпараттық символдардың санын кодты символдар санына қатынасы, базалық станцияға бағыттау үшін төрттен бірін және екіден бірін, ал базалық станциядан бағыттау үшін – бестен бірді және үштен бірді құрайды.

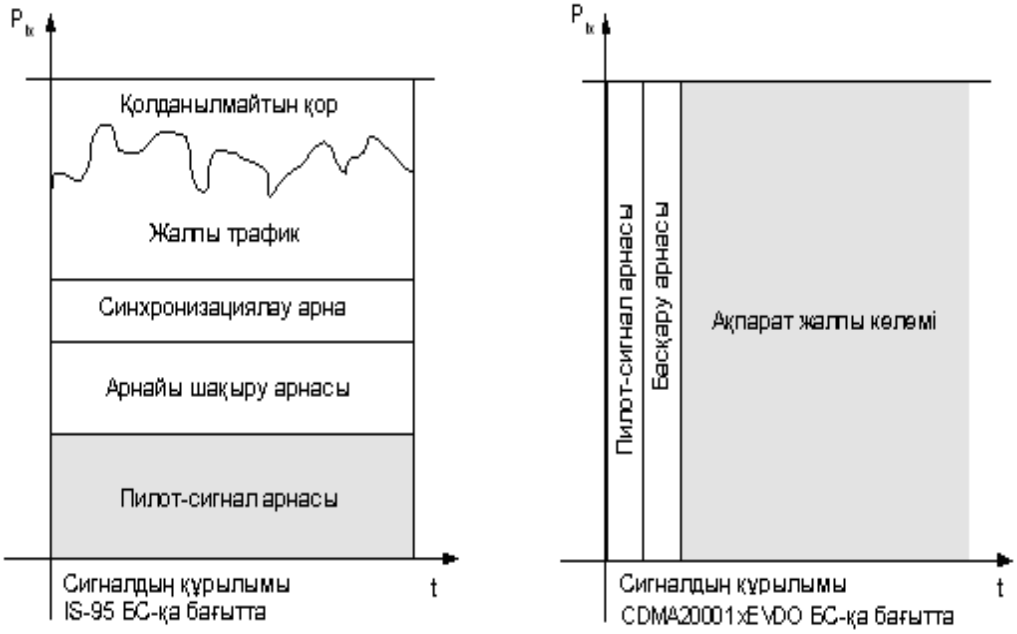
CDMA2000 1xEVDO базалық станциядан бағыттағанда жалпы арна қолданылады. Қызмет көрсету процессінде абоненттік терминал базалық станциядан дабылды күшті қуатпен қабылдайды. Қатынау нүктесінде шығу қуатын тиімді пайдалану 2.3 суретте көрсетілген. Абоненттік терминал дабыл/бөгет қатынасын есептейді, және тарату жылдамдығының үлкен мәнін

қатынау нүктесін хабардар етіп отырады. Бұл қатынау нүктесінің қабылдағышының максималды қуатпен жұмыс істеуіне мүмкіндік жасайды. Яғни абонент терминалы сұраған мәліметті үлкен жылдамдықпен таратуына тура келеді.

CDMA жүйе ұяшығының абоненттік сыйымдылығы реттеуші алгоритмді пайдалану арқылы оптимизацияланады. Бұл алгоритм әрбір абоненттік терминалдың сәулелендіруші қуатын жіберілетін қатенің болу ықтималдығы деңгейін алуға болатындай етіп шектейді. Жүйеде қуатты реттеудің үш механизмі қарастырылған: тура арнада – тұйықталмаған иілім, кері арнада – тұйықталған иілім, кері арнада – сыртқы реттеу иілімі.

Базалық станциядан шыққан жалпы арна және басқалары қосымша артықшылықтарға ие болады. Көптеген тұтынушылар арасында радиоарнаның өткізгіш қабілетін таратын бағдарлама өте тиімді және базалық станциядан бағытталған мәліметті таратуды жүзеге асырады. CDMA2000 1xEVDO жүйесіне қатынайтын абоненттер санының өсуіне байланысты, өткізгіш қабілетін тарату бағдарламасы әр абонентке мәліметті тарату дәлдікпен хабарлау арқылы трафик ағынын жүзеге асыруға көмектеседі. Радиоарнаны одан да ұқыпты қолдану арқылы абонентке керекті орташа өткізгіш қабілетінің мәні артады.

CDMA2000 1xEVDO жоғары жылдамдықта үлкен көлемді мәліметті таратын ақпаратты бөлімді қажет етеді. Бұл кез-келген уақытта он шақты тұтынушыға базалық станция қызметінің секторында жоғары өткізгіш қабілетіне кепілдік береді. жоғары жылдамдықта мәліметті таратуды қажет етпейтін ақпараттық бөлімді қолданған жағдайда тұтынушылар аз ғана мөлшерлі ақпартты алады. Олар өзінің қысқа ақпараттық пакетін алғаннан кейін базалық станциядан арнаны босатады. Сонымен нақты түрде байланыс сеансында отыратындардан белсенді тұтынушылардың саны айтарлықтай аз болады.



2.3 -сурет. Қатынау нүктесінде шығу қуатын тиімді пайдалану.

CDMA2000 1xEVDO жүйесінің секторында кез-келген уақытта желі ресурсын қолданатын 60 тұтынушыға дейін болуы мүмкін, яғни пакетті белсенді сурайтын және қабылдайтын абоненттер. Мысалы, егер секторда тұтынушылар белсенділік коэффициентінің 10%-ын қолданса, онда нақты түрде бір сағат ішінде 600 тұтынушыға қызмет көрсетуге болады.

Сектордегі 60 белсенді тұтынушы базалық станцияға бағытталатын битті қолдана отырып қуаттылықты басқаруды жүзеге асырады. әрбір белсенді абонентті терминалға Уолш функциясы түріндегі маркер беріледі, яғни ол базалық станциядан бағытталған тұтынушы пакетіне қатысты қолданылады. W64 кодтты жүйесінің арқасында Уолштың 64 маркері тиісті. Мұның төртеуі басқа мақсатта қолданылады, яғни осыдан қалған 60 маркер.

Пакетті трафик сипатын ескере отырып кез-келген уақытта жүйе 60-тан аса тұтынушыға қызмет көрсете алады. Егер тұтынушылар бағытты белсенді қолданбаса, оның терминалы күту жағдайына ауысады. Ал егер ол қайтадан қолданыла бастаса, онда терминал автоматты түрде қалпына келеді.

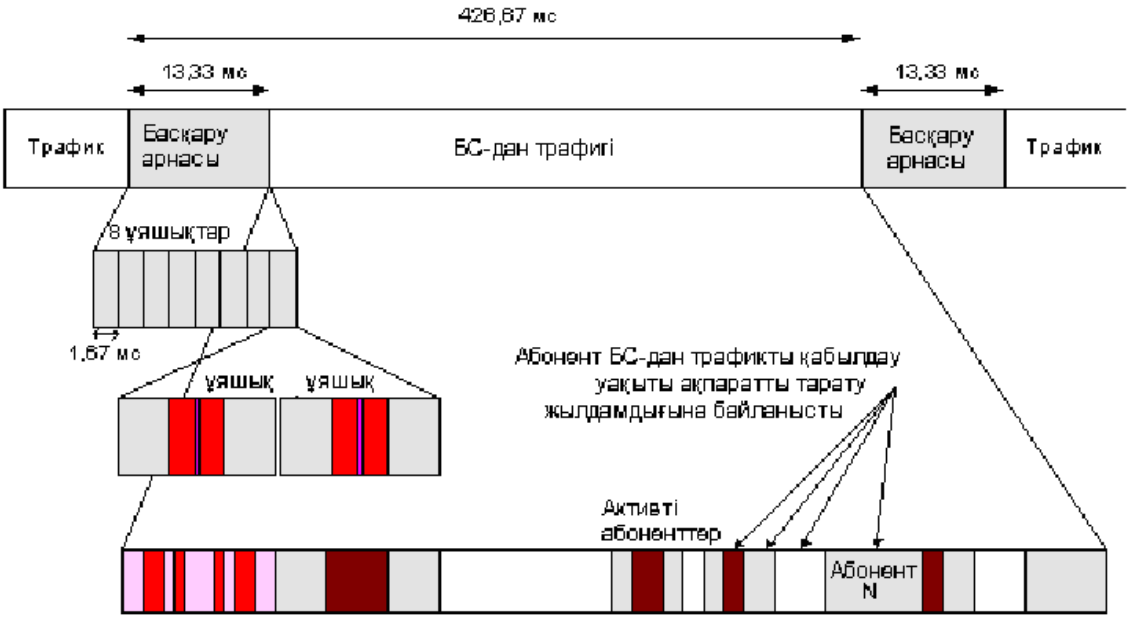
2.4 Базалық станциядан бағытталған арна құрлымы

1xEVDO дабылы базалық станциядан бағытталғанда берілген секторда мәліметті тарату үшін өткізу қабілеті толықтай максималдануға құрылған, сондықтан қатынау нүктесінде әр мезгілде бір тұтынушыға қызмет көрсетілуде. Алдын ала анықталған уақытаралық болмайды. Базалық станциядан арна трафик бойынша бағытталған дабыл тұтынушыға таралған кезде, уақыт радиоарналардағы сиганл-бөгет қатынасына тәуелді болады. Базалық станциядан бағытталған CDMA2000 1xEVDO арнасының құрлымы 2.4 суретте көрсетілген.

Базалық станциядан бағытталған 1xEVDO физикалық радиоарна келесідей уақыт бөлу бойынша түзілген логикалық арналардан тұрады:

- ұшқыш-дабыл арнасы;
- базалық станциядан бағыталғанда орта жағдайына байланысты қатынауды басқару арнасы

Трафик арнасы тұтынушының мәлімет пакетіне арналған басқару арнасы басқармаға хабарлама пакетін береді және тұтынушының трафик пакетін сақтайды.



2.4-сурет. Базалық станциядан бағытталған CDMA2000 1xEVDO арна құрлымы

Нөлдік жылжымалы кездейсоқ жүйеліктегі фазада болатын 26,67 мс ұзындықты циклда базалық станциядан бағытталған арнаны анықтайды. Цикл ішінде 1,67 мс ұзындықтағы 16 уақыт аралық болады, олардың әрқайсысы 2048 чипті құрайды. әр цикл 8 слот бойынша 2 жарты циклды блоктан тұрады. Одан әрі әр слот екі жарты слотқа бөлінеді, яғни олардың әрқайсысында ұшқыш – дабыл пакеті болады.

Әрбір ұшқыш-дабыл пакеті 64 чиптік ұзындықта болады және жарты слоттыңортасында орналасады. әр слоттың ішінде ұшқыш-дабыл арнасы, MAC және трафик немесе басқарма уақытша бөлу (ТМ) жол бойынша түзілген. Уақытша бөлу жолмен түзілген барлық арнаның жалпы дабылы секторға максималды қуатпен беріледі. Айтатын жағдай, тұтынушылар жағынан уақыт интервалы алдын ала бекітілмейді.

MAC арнасы екі арнадан құралған: базалық станциясына бағытталған қуаттылықты басқару арнасы (Reverse Activity Control – RAC) және базалық станциясына бағытталған белсенділік арнасы (Reverse Activity – RA). RA арнасы белсенділік бит ағынын базалық станцияға бағытталады (Reverse Activity Bits- RAB) .

Басқару арнасы мәліметті 38,4 жылдамдықпен немесе 76,8 кбит/с таратады. 38,4 кбит/с жылдамдықпен берілетін базалық станциядан бағытталған трафик арна дабылының параметрлеріне сәйкес келеді. 76,8 кбит/с жылдамдықпен берілетін басқару арна дабылының модуляция сипаттары тек қана егер пакет сегіз слотта берілетін болса 38,4 кбит/с жылдамдықпен берілетін басқару арна дабылына ұқсас болып келеді.

Осы тарауда қарастырылған мәліметтерді жоғары жылдамдықпен тарату үшін жүйені енгізгенне кейін CDMA 2000 1xEVDO желілері көптеген орындарда байланыс желісінің ақпараттық қызметтеріне жоғары

жылдамдықпен қол жеткізудің бір ғана (жалғыз) көзі болып табылады.

Бастапқыда CDMA2000 (IMT-MC)-ды екі фазаға - 1x және 3x деп бөлген еді. IS-95C атауы бірінші фазаға қолданылады. Ал екіншісі кейіннен 1x-EV (evolution) деп аталды да, оны да екі фазаға бөлді: CDMA2000 1x EV-DO (1x EVolution – Data Only, «1x эволюциясы – тек мәліметтерді тарату үшін», 2,4 Мбит/с-қа дейінгі жылдамдықты қамтамасыз етеді) мен CDMA2000 1x EV-DV (1x EVolution – Data and Voice, «1x эволюциясы – мәліметтер мен дауыс тарату үшін», мәліметтердің тарату жылдамдығын 5 Мбит/с-қа дейін арттырады). 3G IMT-MC деп айтқан кезде CDMA2000 1x EV-DO стандарты жайлы айтып отыр деп түсінеміз. Бұл стандарт келесі функция сұлбасын қарастырады: аппарат бір мезгілде 1x және 1xEV желісінде іздеуді жүргізеді, мәліметтерді 1xEV көмегімен, ал дауыстарды 1x көмегімен таратады. 1xEV-DV стандарты 3G-дың барлық талаптарына сай келеді. CDMA2000 стандарттары жеке жиілік жолағын ұйымдастыруды қажет етпейді, және олардың эволюциялық дамуынан бұрын басталған ұялы байланыс жүйелері қолданатын барлық жиіліктерде (450, 700, 800, 900, 1700, 1800, 1900, 2100 МГц) жұмыс істей береді. Көпжиілікті тасымалдаушысы (MC – Multi Carrier) бар IMT-MC жүйесінің архитектурасы жиілік жолағының конфигурациясын оператордың мүмкіндігіне қарай, яғни 1,25МГц-тен 15 МГц-ке дейін өзгерту мүмкіндігі бар.

Бұл кезде желінің әрбір тұтынушысы үшін мүмкіншілігіне максимал өткізгіштік қабілеттілігімен қамтамассыз ету ерекше маңызды.

3 Негізгі есептеу бөлімі

CDMA желісі басқа желілердің технологиясына ұқсамайды және бір организм сияқты жұмыс істейді. Іс жүзінде ұялы желінің үш негізгі параметрі бар, атап айтқанда, қамту аумағы, сапасы мен сыйымдылығы. Бұл параметрлер CDMA жүйесінде өзара байланысқан және бір-біріне әсер етеді. Сондықтан, операторлар желінің параметрлерін өзгерте отырып, берілген территорияға ыңғайлы қызметті қамтамасыз етеді.

Есептеу бөліміне қажетті құрылғылардың параметрлері кестеде келтірілген (кесте 3.1 және кесте 3.2). Осы кестелерде көрсетілген мәндер негізінде есептеу жұмыстары жүргізілген.

3.1-к е с т е . Қамту аумағын есептеуге арналған мәліметтер

Параметр	Мәндер
ЖС кабеліндегі шығын Lm,дБ	0
БС фидеріндегі шығын Lb,дБ	3
ЖС антеннасының бағдарлау кезіндегі шығын Lp,д	3
ЖС антеннасының күшейту коэффициенті Gm,дБ	1
Енуге рұқсат Lc,дБ	2
БС антеннасының күшейту коэффициенті Gt, дБ	8
БС орталық жиілігі fo,МГц	450
БС антеннасының орналасу биіктігі hb,м	45
ЖС антеннасының орналасу биіктігі hm,м	1,6
Дабыл/шу талапты қатынасы Eb/No,дБ	7
Қабылдаушының сезімталдығы Eb,дБ	-125
ЖС қуаты Pm,дБ	1,7
БС қуаты Pb,Вт	40
Синхрондау арнасының қуаты Ps, дБ	55
Пилот арнаның қуаты Pp, дБ	55
Іздеу арнасының қуаты Ppg, дБ	55
БС тарату антеннасының барлық трафик арнасыны ЭМС Pt, дБ	50
Күшейткіш шығысындағы барлық арналарды толық қуаты Pa, дБ	55

Байланыс жолдарының бюджетіне арналған, қабылданған биттік энергияның температуралық шуға қатынасы мен таратқыштың қуатына, таратушы және қабылдаушы антенналардың күшейту коэффициенттеріне, қабылданған шу мен арнаның сыйымдылық мәніне, тағы да интерференциялаушы орта мен дабылды таратуға негізделген интерференция тығыздығына есептеулер жүргізілген.

Төменде желі параметрлерінің функционалды тәуелділіктеріне зерттеу жүргіземіз.

Байланыс жолдарының бюджетін есептеу тура және кері қосылыс кезіндегі арналар трафигіне, пилот-арнаға, шақыруды іздеуші арна мен синхрондау арналарына талдау жасау үшін керек.

3.2-к е с т е . РРЖ пролетін есептеуге арналған мәліметтер

Параметр	Аумаққа арналған мәндер
РРЖ пролетінің ұзындығы Ro,км	42
Рельефтің максималды биіктігіне дейін қашықтық R1,км	30
Бөгеуіл кеңдігі r,м	300
РРЖ жиілігі ffw,ГГц; fbw,ГГц	5,6; 5,9
Антеннаның күшейту коэффициенті Gnp, дБ; Gnpm, дБ;	40; 40
Жүйе коэффициенті SG,дБ	112,5
Антенна-фидерлі тракттың ПӘК η, дБ	1,5
Пролет профилі MN,м; CD,м; ZY,м	789; 721; 820

3.1 Тура қосылу

Пилот, синхрондау, іздеуді шақыру арналары үшін дабыл/шу қатынасының тиімділігін есептеу үшін, әртүрлі арна бойынша қабылданған интерференция мен дабылдың қуатын анықтау керек. Төмендегі есептеулер арналардағы тура қосылуға талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Арна трафигінің сәулеленуінің тиімді қуаты

$$p_t = \frac{P_t}{N_t C_f} \tag{3.1}$$

немесе

$$p_t = P_t - 10\log N_t - 10\log C_f \tag{3.2}$$

мұндағы P_t – БС тарату антеннасының барлық трафик арнасының ЭМС, дБм;

N_t – бір ұядағы трафик арналар саны;

C_f – сөйлеудің белсенділік коэффициенті.

$p_t = 50 - 10\log 30 - 10\log 35 = 50 - 14{,}77 - 15{,}44 = 19{,}79$ (дБм)

Бір абонентке шаққандағы қуат (жылжымалы станцияның)

$$p_u = p_t - G_b - L_c \tag{3.3}$$

мұндағы p_t – арна трафигінің сәулеленуінің тиімді қуаты, дБм;
G_b – базалық станцияның тарату антеннасының күшейту коэффициенті, дБ;
L_c – енуге рұқсат, дБ.

$$G_b = 10 \cdot \log(P_b) + G_t \tag{3.4}$$

мұндағы G_t – БС антеннасының күшейту коэффициенті, дБ;
P_b – БС қуаты, Вт.

$G_b = 10 \cdot \log(40) + 8 = 24{,}02$ (дБ)

$p_u = 19{,}79 - 24{,}02 - 2 = -6{,}25$ (дБм)

Жылжымалы станция қабылдайтын толық қуат

$$p_m = G_b + L_c + A_1 + G_m + L_m \tag{3.5}$$

мұндағы A_1 – көлеңкелі шығынға рұқсат: $A_1 = -6{,}2$ дБ;
G_m – ЖС антеннасының (қабылдауда) күшейту коэффициенті, дБ;
L_m – ЖС кабеліндегі шығын, дБ

$p_m = 24{,}02 + 2 - 6{,}2 + 1 + 0 = 20{,}82$ (дБм)

Трафик арнасының қабылданған қуаты

$$p_{tr} = P_t + L_c + A_1 + G_m + L_m \tag{3.6}$$

мұндағы P_t – БС тарату антеннасының барлық трафик арнасының ЭМС, дБ

$p_{tr} = 50 + 2 - 6{,}2 + 1 + 0 = 46{,}8$ (дБм)

Пилот арнаның қабылданған қуаты

$$p_{pr} = P_p + L_c + A_1 + G_m + L_m \tag{3.7}$$

мұндағы P_p – пилот арнаның қуаты, дБ

$p_{pr} = 55 + 2 - 6{,}2 + 1 + 0 = 51{,}8$ (дБм)

Іздеу арнасының қабылданған қуаты

$$p_{pgr} = P_{pg} + L_p + A_1 + G_m + L_m \tag{3.8}$$

мұндағы P_{pg} – іздеу арнасының қуаты, дБ

$p_{pgr} = 55 + 2 - 6{,}2 + 1 + 0 = 51{,}8$ (дБм)

Синхрондау арнасының қабылданған қуаты

$$p_{sr} = P_s + L_p + A_1 + G_m + L_m \tag{3.9}$$

мұндағы P_s – базалық станциядан мобильді станция қабылдаған синхрондау арнасының қуаты, дБ.

$p_{sr} = 55 + 2 - 6{,}2 + 1 + 0 = 51{,}8$ (дБм)

Трафик арнасындағы басқа пайдаланушылар тудыратын интерференция

$$I_{ut} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1 \cdot P_m} - 10^{0,1 \cdot P_{tr}}\right) - 10 \cdot \log\left(B_w\right) \tag{3.10}$$

мұндағы B_w – арна ені: $B_w = 1{,}25 \cdot 10^6$ Гц

$I_{ut} = 10 \cdot \log\left(10^{0,1 \cdot 20,82} - 10^{0,1 \cdot 46,8}\right) - 10 \cdot \log\left(1{,}25 \cdot 10^6\right) = 6{,}651$ (дБ/Гц)

Трафик арнасында басқа базалық станциялар тудыратын интерференция

$$I_{ct} = I_{ut} + 10 \cdot \log\left[\frac{1}{f_r} - 1\right] \tag{3.11}$$

мұндағы f_r – жиілікті қайта пайдалану коэффициенті: $f_r = 0{,}65$.

$$I_{ct} = 6{,}651 + 10 \cdot \log\left[\frac{1}{0{,}65} - 1\right] = 3{,}963 \text{ (дБ/Гц)}$$

Трафик арна үшін интерференция тығыздығы

$$I_t = 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot I_{ut}} + 10^{0.1 \cdot I_{ct}}\right] \tag{3.12}$$

$$I_t = 10 \cdot \log\left[10^{0.1 \cdot 6{,}651} + 10^{0.1 \cdot 3{,}963}\right] = 8{,}522 \text{ (дБм/Гц)}$$

Пилот арнадағы басқа абоненттер тудыратын (сол базалық станцияда) интерференция

$$I_{up} = p_m - 10 \cdot \log(B_w) \tag{3.13}$$

$$I_{up} = 20{,}82 - 10 \cdot \log\left(1{,}25 \cdot 10^6\right) = -40{,}149 \text{ (дБм/Гц)}$$

Пилот арнадағы басқа базалық станциялар тудыратын интерференция

$$I_{cp} = I_{up} + 10 \cdot \log\left(\frac{1}{f_r} - 1\right) \tag{3.14}$$

$$I_{cp} = -40{,}149 + 10 \cdot \log\left(\frac{1}{0{,}65} - 1\right) = -42{,}847 \text{ (дБм/Гц)}$$

Пилот арнасы үшін интерференция тығыздығы

$$I_p = 10 \cdot \log\left(10^{0{,}1 \cdot I_{up}} + 10^{0.1 \cdot I_{cp}}\right) \tag{3.15}$$

$$I_p = 10 \cdot \log\left(10^{0{,}1 \cdot (-40{,}149)} + 10^{0.1 \cdot (-42{,}847)}\right) = -38{,}281 \text{ (дБм/Гц)}$$

Іздеуші арнадағы басқа абоненттерден келетін (сол базалық станцияда) интерференциясы

$$I_{upg} = 10 \cdot \log\left(10^{0{,}1 \cdot p_m} - 10^{0.1 \cdot P_{pkg}}\right) - 10 \cdot \log(B_w) \tag{3.16}$$

$$I_{upg}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot 57,9}-10^{0.1\cdot 51,8}\right)-10\cdot\log\left(1,25\cdot 10^{6}\right)=-4,292 \text{ (дБм/Гц)}$$

Іздеуші арнадағы басқа базалық станциялар тудыратын интерференция

$$I_{cpg}=I_{upg}+10\cdot\log\left(\frac{1}{f_r}-1\right) \tag{3.17}$$

$$I_{cpg}=-4,292+10\cdot\log\left(\frac{1}{0,65}-1\right)=-6,98 \text{ (дБм/Гц)}$$

Іздеуші арна үшін интерференция тығыздығы

$$I_{pg}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot I_{upg}}+10^{0.1\cdot I_{cpg}}\right) \tag{3.18}$$

$$I_{pg}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot(-4,292)}+10^{0.1\cdot(-6,98)}\right)=-2,421 \text{ (дБм)}$$

Синхрондау арнасындағы (сол базалық станцияда) басқа абоненттер тудыратын интерференция

$$I_{us}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot p_m}-10^{0.1\cdot P_{sr}}\right)-10\cdot\log\left(B_w\right) \tag{3.19}$$

$$I_{us}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot 57,9}-10^{0.1\cdot 51,8}\right)-10\cdot\log\left(1,25\cdot 10^{6}\right)=-4,292 \text{ (дБм/Гц)}$$

Синхрондау арнасындағы басқа базалық станциялар тудыратын интерференция

$$I_{cs}=I_{us}+10\cdot\log\left(\frac{1}{f_r}-1\right) \tag{3.20}$$

$$I_{cs}=-4,292+10\cdot\log\left(\frac{1}{0,65}-1\right)=-6,98 \text{ (дБм/Гц)}$$

Синхрондау арнасы үшін интерференцияның тығыздығы

$$I_{s}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot I_{us}}+10^{0.1\cdot I_{cs}}\right) \tag{3.21}$$

$$I_{s}=10\cdot\log\left(10^{0,1\cdot(-4.292)}+10^{0.1\cdot(-6.98)}\right)=-2,421 \text{ (дБм/Гц)}$$

Температуралық шу

$$N_0 = 10 \cdot \log\left(290 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\right) + N_f + 30 \qquad (3.22)$$

мұндағы N_f – жылжымалы станцияның қабылдағышындағы шудың мәні: N_f =8 дБ.

$$N_0 = 10 \cdot \log\left(290 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\right) + 8 + 30 = -165{,}977 \text{ (дБм/Гц)}$$

Трафик арнасындағы дабыл/шу қатынасы мен интерференциясы

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{tr} - 10\log\left(b_{rt}\right) - 10\log[10^{0.1 I_t} + 10^{0.1 N_0}] \qquad (3.23)$$

мұндағы b_{rt} – трафик арнасындағы мәліметтерді тарату жылдамдығы: b_{rt} =9600 бит/с.

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = 46{,}8 - 10\log\left(9600\right) - 10\log[10^{0.1 \cdot 8{,}522} + 10^{0.1 \cdot (-165{,}977)}] = -1{,}545 \text{ (дБ)}$$

Пилот арнасындағы дабыл/шу қатынасы мен интерференциясы

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{pr} - 10\log\left(b_{rt}\right) - 10\log[10^{0.1 I_t} + 10^{0.1 N_0}] \qquad (3.24)$$

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = 51{,}8 - 10\log\left(9600\right) - 10\log[10^{0.1 \cdot 8{,}522} + 10^{0.1 \cdot (-165{,}977)}] = 3{,}455 \text{ (дБ)}$$

Іздеу арнасындағы дабыл/шу қатынасы мен интерференциясы

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{pgr} - 10\log\left(b_{rpg}\right) - 10\log[10^{0.1 I_{pg}} + 10^{0.1 N_0}] \qquad (3.25)$$

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = 51{,}8 - 10\log\left(9600\right) - 10\log[10^{0.1 \cdot (-2{,}421)} + 10^{0.1 \cdot (-165{,}977)}] = 14{,}398 \text{ (дБ)}$$

Синхрондау арнасындағы дабыл/шу қатынасы + интерференция

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{sr} - 10\log(b_{rs}) - 10\log[10^{0.1Is} + 10^{0.1N_0}] \quad (3.26)$$

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = 51{,}8 - 10\log(9600) - 10\log[10^{0.1\cdot(-2{,}421)} + 10^{0.1\cdot(-165{,}977)}] = 14{,}398 \text{ (дБ)}$$

3.2 Кері қосылу

Жылжымалы станцияның қуат күшейткіші

$$p_{ma} = p_{me} - G_m - L_m \quad (3.27)$$

мұндағы p_{me} – жылжымалы станция антеннасының толық сәулелендіруші қуаты, дБм;
G_m – жылжымалы станцияның таратушы антеннасының күшейту коэффициенті, дБ;
L_m – жылжымалы станцияның кәбілінің шығыны, дБ.

$p_{ma} = 1{,}7 - 1 - 0 = 0{,}7$ (дБм)

Бір абоненттен базалық станция қабылдаған қуат

$$p_{cu} = p_{me} + L_p + A_1 + G_t + L_t \quad (3.28)$$

мұндағы L_p – жылжымалы станция мен базалық станция трассасындағы орта шығын, дБ;
A_1 – көлеңкелік шығынға рұқсат, дБ;
G_t – базалық станциядағы (қабылдау жағында) антеннаның күшейту коэффициенті, дБ;
L_t – базалық станциядағы кәбілдің шығыны: L_t=3 дБ.

$p_{cu} = 1{,}7 + 3 - 6{,}2 + 8 - 3 = 3{,}5$ (дБм)

Берілген базалық станциядағы басқа абоненттер тудыратын интерференцияның тығыздығы

$$I_{utr} = p_{cu} + 10\cdot\log(N_t - 1) + 10\cdot\log(C_a) - 10\cdot\log(B_w) \quad (3.29)$$

мұндағы C_a – арнадағы сөйлеу белсенділігінің коэффициенті:

C_a =0,35;

N_t – бір базалық станциядағы трафик арнасының саны;
B_w – арна ені: $B_w = 1{,}25 \cdot 10^6$ Гц.

$$I_{utr} = 3{,}5 + 10 \cdot \log(30-1) + 10 \cdot \log(0{,}35) - 10 \cdot \log(1{,}25 \cdot 10^6) = 74{,}534 \text{ (дБм/Гц)}$$

Басқа базалық станциядағы басқа абоненттер тудыратын интерференцияның тығыздығы

$$I_{ctr} = I_{utr} + 10\log\left[\frac{1}{f_r} - 1\right] \tag{3.30}$$

мұндағы f_r – жиілікті қайта пайдалану коэффициенті: f_r = 0,65.

$$I_{ctr} = 74{,}534 + 10\log\left[\frac{1}{0{,}65} - 1\right] = 71{,}846 \text{ (дБм/Гц)}$$

Басқа базалық станцияның басқа абоненттері мен берілген базалық станцияның тудыратын интерференциясының тығыздығы

$$I_{tr} = 10\log\left[10^{0.1 I_{utr}} + 10^{0.1 I_{ctr}}\right] \tag{3.31}$$

$$I_{tr} = 10\log\left[10^{0.1 \cdot 74{,}534} + 10^{0.1 \cdot 71{,}846}\right] = 76{,}405 \text{ (дБм/Гц)}$$

Температуралық шудың тығыздығы

$$N_0 = 10 \cdot \log(290 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}) + N_f + 30 \tag{3.32}$$

мұндағы N_f – жылжымалы станцияның қабылдағышындағы шудың мәні: N_f =8 дБ.

$$N_0 = 10 \cdot \log(290 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}) + 8 + 30 = -165{,}98 \text{ (дБм/Гц)}$$

Трафик арнадағы дабыл/шу қатынасы мен интерференциясы

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = p_{cu} - 10\log b_{rr} - 10\log[10^{0.1I_{tr}} + 10^{0.1N_0}] \quad (3.33)$$

мұндағы b_{rr} – трафик арнасындағы кері қосылыста мәліметтерді тарату жылдамдығы: b_{rr}=9600 бит/с.

$$\frac{E_b}{N_0 + I_t} = 3{,}5 - 10\log(9600) - 10\log[10^{0.1\cdot 76{,}405} + 10^{0.1(-165{,}98)}] = -112{,}728 \quad \text{(дБ)}$$

Бұл бөлімше MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған (ҚОСЫМША) [5].

3.3 Базалық станцияның сыйымдылығына талдау жүргізу

CDMA станцияның сыйымдылығын арттыратын бірнеше атрибуттармен жабдықталған:

1. Сөйлесу белсенділігін есепке алу. Сөйлесу кезіндегі жалпы уақыттың 35%-ін абоненттің сөз белсенділігі құрайды. Абонент келесі абонентті тыңдауға кеткен қалған уақыт паузамен толтырылады. CDMA-де барлық абоненттер бір радиоарнаны иемденеді. Сондықтан, абоненттердің біреуі сөйлемеген кезде бөгеуіл азаяды. Сонымен, сөйлеу белсенділігінің қысқаруы арнаның сыйымдылығын үш есеге дейін арттырады. Бұл құбылыстың артықшылығын пайдаланатын жалғыз ғана технология – CDMA.

2. Секторлық антенналарды (секторлауды) пайдалану арқылы арналық сыйымдылықты арттыру. CDMA-де үш секторда үш радиоарнаны ұйымдастыру жолымен сыйымдылықты арттыру үшін секторлау қолданылады, сонда ұяда бір радиоарнаны пайдаланған кездегі теориялық сыйымдылықпен салыстырғанда біздің бұл сыйымдылығымыз үш есеге артады. Сондықтан қосымша абоненттерді қосуға мүмкіндік туады, бұл кезде кәдімгі режимге қарағанда сөздің сапасы ескерілместей ғана төмендейді. Мысалыға, ұяда 30 арна болып және оған тағы бір арна қосылса, тасымалдаушы/интерференция Eb/N0 қатынасының айырмасы бар болғаны 10log(30+1)/30=0,5 дБ құрайды.

3. CDMA-дің басқа жүйелерден үлкен ерекшелігі, ол CDMA-дің барлық ұядағы толық спектрді бірнеше қайтара пайдалана алатыны.

Абоненттер саны N болған кезде, базалық станция бізге керекті C қуатты дабылдан және интерференциялаушы N-1 дабылдан (бұның да қуаты C) тұратын дабылды қабылдайды. Осыдан тасымалдаушының интерференцияға қатынасын былайша жазуға болады:

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{(N-1)C} = \frac{1}{N-1} \quad (3.34)$$

мұндағы C – қажет дабылдың қуат деңгейі;
I – интерференцияның қуат деңгейі.

(3.34) өрнегінен мынаны анықтауға болады

$$N = \frac{1}{C/I} + 1 \tag{3.35}$$

FDMA мен TDMA-ге қарағанда CDMA жүйесінде Eb/N0 қатынасы бізді C/I қатынасына қарағанда көбірек қызықтырады.
мысалы, R – мәліметтерді тарату жылдамдығы (9600 бит/с);
W – арнаның енін (1,25 МГц) деп алсақ,

C/I мен Eb/N0 қатынастарын былай жазуға болады:

$$\frac{C}{I} = \frac{R \cdot E_b}{W \cdot (N_0 + I_{tr})} \tag{3.36}$$

(3.35) пен (3.36) өрнектерін көбейтіп, тапқанымыз

$$N = \frac{W(N_0 + I_{tr})}{E_b \cdot R} + 1 \tag{3.37}$$

(3.37) өрнегі CDMA жүйесіндегі Eb/N0 шамасының минималды мәніне тәуелді абоненттердің максималды санын анықтайды. Eb/N0 шамасының минималды мәні жүйенің қалыпты жұмыс істеуіне қажетті мәннен төмен немесе жоғары болмауы керек, ол цифрлық дауысты тарату үшін BER (Биттік Қателік Коэффициенті) 10-3-ке тең немесе одан да аз.

$$N = \frac{W(N_0 + I_{tr})}{E_b \cdot R} \cdot \frac{1}{VAF} + 1 \tag{3.38}$$

Жиілікті қайта пайдалануды ескеріп:

$$N = \frac{W(N_0 + I_{tr})}{E_b \cdot R} \cdot \frac{F}{VAF} + 1 \tag{3.39}$$

Секторлауды ескеріп:

$$N = (\frac{W(N_0 + I_{tr})}{E_b \cdot R} \cdot \frac{F}{VAF} + 1)G \tag{3.40}$$

(3.40) формуласы бір ұядағы сыйымдылықты есептейтін соңғы формула.

мұндағы F=0,65 – жиілікті бірнеше қайтара пайдаланудың тиімділігі;
VAF=0,35 – абоненттің сойлесудің орташа белсенділігі;
G – секторлау коэффициенті, 120о секторлау үшін G=2,55.

$$N = \left[\frac{1{,}25 \cdot 10^6 (-165{,}97 + 76{,}405)}{9600 \cdot (-125)} \cdot \frac{0{,}65}{0{,}35} + 1 \right] \cdot 2{,}55 \approx 445$$

3.4 Боржар қаласының аумағында CDMA2000 желісі үшін қамту аумағын есептеу

Таратқанда болатын шығындар дабылды талап ететін деңгейге жеткізетін арақашықтықты тауып, қамту радиусын есептеуге болады.

Белгілі бір радиожолдардың бюджетін есептеу үшін Lmax тарату кезіндегі максималды болатын шығынды анықтау керек. Тарату кезіндегі шығындар радиожолдың ұзындығына пропорционал болғандықтан, Lmax радиожолдардың максималды дистанциясын немесе басқа сөзбен айтқанда, ұяның немесе белгілі бір бағыттағы сектордың тиімді радиусы.

Қашықтық функция ретінде таралу кезіндегі шығын үшін жалпы формула дБ-мен:

$$L(d_{km}) = L_1 + 10\gamma \log_{10} d_{km} \tag{3.41}$$

мұндағы d_{km} – километрмен өлшенген арақашықтық;
L_1 – $d_{km} = 1$ үшін шығын мәні;
γ – энергияның таралу заңы.

Ұяның жиектерінде $d_{km} = R_{km}$ және шығын $L_{\max}$-қа тең. Сонымен, километрмен өлшенген ұя радиусының толық өрнегі:

$$L_{\max} = L(R_{km}) = L_1 + 10\gamma \log_{10} R_{km} \tag{3.42}$$

R_{km}-мен салыстыра отырып, жалпы өрнекті шығарамыз:

$$R_{km} = 10^{\frac{L_{\max} - L_1}{10\gamma}} \tag{3.43}$$

немесе

$$R_{km}(дБкм) = 10\log_{10} R_{km} = \frac{L_{\max} - L_1}{\gamma} \qquad (3.44)$$

Сондықтан, ұя радиусы мен ұядағы трафик санының қатынасын табу үшін, $L_{\max}$ таралу кезіндегі максималды шығын өрнегін табу керек.

МСЭС (ITU-R)-пен анықталған ашық жерлерге арналған шығынның эмпирикалық формуласы төмендегідей:

$$L_p = A + B \cdot \log(r) - D \qquad (3.45)$$

мұндағы $A = 69{,}55 + 26{,}16 \cdot \log(f_o) - 13{,}83 \cdot \log(h_b) - a(h_m)$;

$a(h_m) = [1{,}1 \cdot \log(f_o) - 0{,}7] \cdot h_m - [1{,}56 \cdot \log(f_o) - 0{,}8]$;

$B = 44{,}9 - 6{,}55 \cdot \log(h_b)$;

$D = 4{,}78 \cdot [\log(f_o)]^2 - 19{,}33 \cdot \log(f_o) + 40{,}94$;

f_o – тасушы жиілік, МГц;
h_b – БС антеннасының орналасу биіктігі, м;
h_m – ЖС антеннасының орналасу биіктігі, м.

Кері арнаның мәндерін қолданамыз, орталық жиілік $f_o = 450$ МГц және БС антеннасының биіктігі h_b=45 м және жылжымалы терминал $h_m = 1{,}6$ м.

$$L = 69{,}55 + 26{,}16\log_{10}(450) - [(1{,}1\log_{10}(450) - 0{,}7)1{,}6 - (1{,}56\log_{10}(450) - 0{,}8)] -$$
$$-13{,}82\log_{10}(45) + (44{,}9 - 6{,}55\log_{10}(45))\log_{10} d_{km} - 4{,}78[\log(450)]^2 +$$
$$+19{,}33\log(450) - 40{,}94 = 85{,}919 + 34{,}071 \cdot \log(d_{km}) \quad (дБ)$$

Сонымен, (3.42) мен (3.45) өрнектерін салыстыра отырып, L_1 мен γ мәндерін анықтаймыз:

$$L_1 = 85{,}919 \text{ (дБ) және } \gamma = 34{,}071/10 = 3{,}407 \qquad (3.46)$$

Ұяның жүктемесімен салыстыра отырып, $L_{\max}$ таралу кезіндегі максималды шығын үшін өрнекті шығару керек. Ол үшін дабыл деңгейінің ұя жүктемесіне тәуелділігін анықтау керек болады.

Интерференция $P_s^{`}$ жоқ кездегі дабыл деңгейін P_s қабылдауға қажетті

және қабылдауда керекті минималды дабыл деңгейін қабылдау кезіндегі талап етілетін дабылдың орташа мәнін белгілейміз.

Қабылданатын дабылдың орташа талап етілетін мәні қуат бойынша идеалды реттелген модельге сәйкес келесідей болады:

$$P_s = \frac{P`_s}{1 - M/M_{\max}} \tag{3.47}$$

мұндағы $M/M_{\max}$ ұядағы (сектордағы) абоненттердің санының максималды абоненттер санына қатынасы.

дБм-де қуат бойынша қорды ескерсек:

$$P_S = P`_S - 10\log_{10}(1 - M/M_{\max}) \tag{3.48}$$

мұндағы

$$P`_S = (E_b / N_0)_{req} + (N_0 W)_c - (PG) = (E_b / N_0)_{req} - 129.2 \tag{3.49}$$

Қуат қорын ескерген кездегі абоненттердің идеалды максималды саны:

$$M_{\max}(E_b / N_0) = \frac{PG}{(E_b / N_0) \cdot F \cdot \alpha_r} \tag{3.50}$$

Осыдан, тарату кезіндегі максималды бола алатын шығын, бұл шығын жылжымалы терминалдың таратқышындағы максималды қуат және кері арнада тарату болмаған кезде әртүрлі күшейтулер мен шығындар кезінде, базалық станцияда талап етілетін дабылдың деңгейін қабылдау мүмкіндігі. Бұл жағдайды сипаттайтын өрнек келесі түрде болады:

$$P_S = тарат.куаты + куш.коэф. - шығын - L_{\max} = P_R - L_{\max} \tag{3.51}$$

мұндағы

$$P_R = тарат.куаты + куш.коэф. - шығын = P_m - L_m + G_m - L_p - L_c + G_b - L_b \tag{3.52}$$

Шығын жоқ кездегі базалық станция қабылдайтын жылжымалы терминал қуаты, дБм – P_R. Сонымен:

$$L_{\max} = P_R - P_S \tag{3.53}$$

Жоғарыда алынған кері арна мәліметтерін пайдаланып (3.52) өрнегінің нәтижесін табайық:

$P_R = 1{,}7 - 0 + 1 - 3 - 2 + 24{,}021 - 3 = 18{,}721$ (дБм)

Х желінің жүктелу параметрінің функциясы ретінде максималды әлсіреу келесі түрдегідей болады:

$$L_{\max} = P_m + G_c + G_m - SNR - (N_0 W)_c + 10\log_{10}(1 - X) \qquad (3.54)$$

Егер (3.54) өрнегіне (3.52) өрнегіндегі деталды шығындарды (3.48) өрнегіндегі пайдаланылған қуат бойынша қорды ескеріп қоссақ, (3.54) өрнегі келесі түрдегідей болады:

$$L_{\max} = P_R - P_S = P_R - P`_S - 10\log_{10}(1 - M/M_{\max}) \qquad (3.55)$$

Енді $L_{\max}$ ретінде (3.55) өрнегін (3.44) өрнегіне желінің жүктелу функциясы ретінде ізделініп отырған ұяның радиусын табу үшін қойсақ:

$$R_{km} = 10\log_{10} R_{km} = \frac{L_{\max} - L_1}{\gamma} = \\ = \frac{P_R - L_1 - P`_S - 10\log_{10}\left(1 - M/M_{\max}\right)}{\gamma} \qquad (3.56)$$

Бұл өрнек есептеулерде қарастырылған мобильді таратқышқтың қуаты үшін максималды ұя радиусын көрсетеді.

(3.53) өрнегі негізінде МСЭС (ITU-R) моделін, кері арнаның сандық мәндерін, және базалық станция мен жылжымалы станция антеннасының биіктіктері сәйкесінше $h_b = 45$ м және $h_m = 1{,}6$ м деп пайдаланып, ұя радиусының сандық мәнін анықтаймыз:

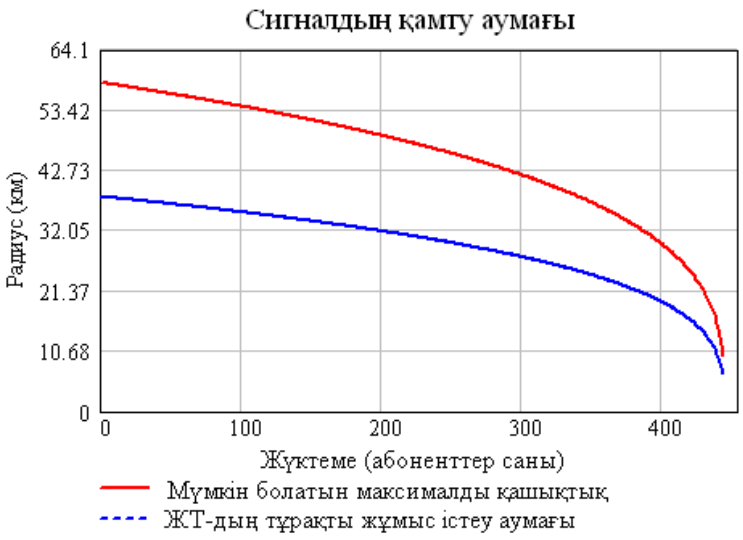
$P_R = 18{,}721$ (дБм)

Қамту аумағының радиусын алу үшін дабыл/шу қатынасының екі түрін пайдаланады: максималды қамту аумағын анықтау үшін аз көрсеткішімен $E_b/N_o = 0{,}7$ дБ және базалық станция (жылжымалы терминал) тұрақты режимде жұмыс істейтін орта көрсеткішімен $E_b/N_o = 7$ дБ.

(3.56) өрнегін есептеп, алынған мәндерді сызба түрге келтірейік (дабыл/шу қатынасының максималды және орта мәндері үшін):

$R_{km}(M) = 10^{\frac{17{,}655 + 2{,}935\log(1 - M/445)}{10}}$ - максималды мәні үшін;

$R_{km}(M) = 10^{\frac{15{,}805 + 2{,}9356\log(1 - M/445)}{10}}$ - реалды мәні үшін.



3.1 Сурет – Қамту аумағының абоненттер санына тәуелділігі

Суреттен көретініміз:

$E_b/N_o = 0{,}7$ дБ кезіндегі ЖТ-дың жұмысының мүмкін болатын қашықтығы – $R = 58$ км;

$E_b/N_o = 7$ дБ кезіндегі ЖТ-дың жұмысының мүмкін болатын қашықтығы – $R = 37$ км.

3.5 РРЖ пролетін есептеу

3.5.1 Антеннаны орналастыру биіктігін есептеу

Радиорелейлі жолдар базалық станцияларды орталық станциямен қосу үшін қажет. Берілген жағдайда жердің қыртысын ескере отырып антенналардың орналастыру биіктігін есептеу керек, сонымен қатар байланыстың тұрақтылығын есептеу керек.

Есептеуге керекті мәндер кесте 2.2-де келтірілген. Қосымша мәндер мыналар: $a = 6370$ км – Жер радиусы; $\bar{g} = -7 \cdot 10^{-8}$, 1/м; $\sigma = 9 \cdot 10^{-8}$, 1/м – шығыс Қазақстан үшін тропосферадан диэлектриктік өтімділіктің орта мәні мен вертикалды градиенттің стандартты ауытқуы.

Пролеттің профилін құру үшін Жердің қисығын X (м) есептеу қажет, пролеттің ортасы үшін бұл шама максималды болады [10].

$$X = \frac{10^3 \cdot R_o^{\,2} \cdot k \cdot (1-k)}{2 \cdot a} \qquad (3.57)$$

мұндағы k - пролеттің ортасы үшін салыстырмалы координата:

$$k = \frac{R_1}{R_o} \tag{3.58}$$

мұндағы R_1 – жер қыртысының максималды биіктігіне дейінгі арақашықтық, км;

R_o – РРЖ айналымының ұзындығы, км.

$$k = \frac{R_1}{R_o} = \frac{30}{42} = 0{,}714$$

(3.57) формуласына табылған мәндерді қойып, тапқанымыз:

$$X = \frac{10^3 \cdot 42^2 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{2 \cdot 6370} = 28{,}257 \quad \text{(м)}$$

Антеннаның ілгішінің биіктігін есептеу шарты болып, Френельдің минималды зонасындағы H_o(м) кедергінің экрандалмау шартымен анықталады:

$$H_o = \sqrt{\frac{R_o \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}{3}} \tag{3.59}$$

мұндағы λ – толқын ұзындығы, м.

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{3.60}$$

мұндағы c – жарық жылдамдығы, м/с;

f – жиілік, Гц

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5{,}6 \cdot 10^9} = 0{,}054 \quad \text{(м)}$$

Табылған мәндерді (3.59) формуласына қоя отырып, анықтағанымыз:

$$H_o = \sqrt{\frac{42 \cdot 10^3 \cdot 0{,}054 \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714)}{3}} = 12{,}372 \text{ (м)}$$

Уақыттың 80%-ындағы рефракцияның әсерінен сәулеленудің орташа өсуі $\Delta H(\bar{g} + \sigma)$ мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot (\bar{g} + \sigma) \cdot k \cdot (1 - k) \tag{3.61}$$

$$\Delta H(\bar{g} + \sigma) = -\frac{(42 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8} + 9 \cdot 10^{-8}) \cdot 0{,}714 \cdot (1 - 0{,}714) = -1{,}8$$

Радиотолқындағы рефракция болмаған кездегі $H(0)$(м) (g=0 кездегі) жарықтандыру шамасы анықталады:

$$H(0) = H_0 - \Delta H \cdot (\bar{g} - \sigma) \tag{3.62}$$

$$H(0) = 12{,}372 + 1{,}8 = 14{,}172 \text{ (м)}$$

Антенна ілгішінің биіктігі аралық профильдің келесі формуласымен анықталады:

$$h_1 = NM + H(0) + X - CD \tag{3.63}$$

$$h_2 = NM + H(0) + X - ZY \tag{3.64}$$

мұндағы NM, CD, ZY – аралық профилдің параметрлері кесте 3.2-де келтірілген, м.

$$h_1 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 721 = 110{,}5 \text{ (м)}$$

$$h_2 = 789 + 14{,}172 + 28{,}257 - 820 = 11{,}5 \text{ (м)}$$

3.5.2 Байланыстың тұрақтылығын есептеу

Тыңу қоры мына формуламен есептеледі:

$$F_t = SG + G_{прд} + G_{прм} - L_0 - 2 \cdot \eta \tag{3.65}$$

мұндағы SG – жүйенің күшейту коэффициенті;

η – антенна-фидерлік жолдың ПӘК-і;

Gпрд, Gпрм – қабылдау-тарату антеннасының күшейту коэффициенті;

Lo – кеңістіктегі радиотолқынның өшуі:

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(f) + \lg(R_0)] \tag{3.66}$$

$$L_0 = 32{,}45 + 20 \cdot [\lg(5{,}6 \cdot 10^3) + \lg(42)] = 139{,}879 \text{ (дБ)}$$

Сонда

$$F_t = 112{,}5 + 40 + 40 - 139{,}879 - 3 = 49{,}121 \text{ (дБ)}$$

Аралықтағы терең тыңу әртүрлі себептерге тәуелді болғандықтан, жалпы жағдайдағы байланыстың тұрақсыздық уақытының проценті былай анықталады:

$$T_{пр}(V_{\min}) = T_0(V_{\min}) + T_{инт}(V_{\min}) + T_д(V_{\min}) \tag{3.67}$$

Көпсәулелі таралудың әсерінен болатын тыңуды келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$T_{инт}(V_{\min}) = K_{кр} \cdot Q \cdot f^b \cdot R_0^{\ c} \cdot 10^{-\frac{F_t}{10}} \tag{3.68}$$

мұндағы $K_{кр}$ – орналасқан рельеф пен климаттың әсерін ескеруші коэффициент, Шығыс Қазақстан үшін ол коэффициентті мына формула бойынша анықтауға болады:

$$K_{кр} = P_1^{1.5} \cdot 10^{-6.5} \tag{3.69}$$

мұндағы P1=1-2.

$$K_{кр} = 1^{1.5} \cdot 10^{-6.5} = 3{,}162 \cdot 10^{-7}$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_1 - h_2|}{R_0} \tag{3.70}$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|110{,}5 - 11{,}5|}{42} = 2{,}357 \text{ (м/рад)}$$

$$Q = (1 + |2{,}357|)^{1.4} = 5{,}45$$

b= 0,89; c= 3,6.

Сонда

$$T_{инт}(V_{\min}) = 3{,}162 \cdot 10^{-7} \cdot 5{,}45 \cdot 5{,}6^{0{,}89} \cdot 42^{3{,}6} \cdot 10^{-\frac{49{,}121}{10}} = 0{,}000068 \ (\%)$$

Жаңбырдың әсерінен болатын тыңуды келесі формуламен есептеледі:

$$T_{д} = 10^{11.628\left[-0{,}546+\sqrt{0{,}2912+0{,}172\lg\left(0.12\cdot\frac{A_{0.01}}{F_t}\right)}\right]} \qquad (3.71)$$

мұндағы А0,01 – 0,01% уақыттан асқан жаңбырдың әсерінен болатын трассадағы өшу:

$$A_{0,01} = \gamma \cdot d_{э} \qquad (3.72)$$

$$\gamma = k \cdot R_{0.01}{}^{\alpha} \qquad (3.73)$$

мұндағы k мен α – жиілік пен поляризацияға тәуелді коэффициенттер.
f=5,6 ГГц жиілік кезіндегі вертикалды поляризация үшін:

$k_{в} = 0{,}00032$; $\alpha_{в} = 1{,}131$

f=5,6 ГГц жиілік кезіндегі горизонталды поляризация үшін:

$k_{г} = 0{,}00036$; $\alpha_{г} = 1{,}149$

R0.01 – 0,01% уақыт аралығындағы жаңбыр интенсивтілігі:

$R_{0.01} = 22$ (мм/сағ)

$\gamma_{в} = 0{,}00032 \cdot 22^{1{,}131} = 0{,}62$

$\gamma_{г} = 0{,}00036 \cdot 22^{1{,}149} = 0{,}656$

dэ – трассаның тиімді ұзындығы:

$$d_{э} = r \cdot R_{0} \qquad (3.74)$$

мұндағы r – азайту коэффициенті:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R_0}{d_0}} \tag{3.75}$$

мұндағы d0 – тіректік арақашықтық:

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0.015 R_{0.01}} \tag{3.76}$$

$d_0 = 35 \cdot e^{-0.01522} = 25{,}16$ (км)

$$r = \frac{1}{1 + \frac{45}{25{,}16}} = 0{,}375$$

Сонда

$d_э = 0{,}375 \cdot 45 = 15{,}735$ (км);

$A_{0,01_г} = 0{,}656 \cdot 15{,}735 = 10{,}315$ (дБ);

$A_{0,01_в} = 0{,}62 \cdot 15{,}735 = 9{,}757$ (дБ);

$T_{д_г} = 10^{11.628\left[-0{,}546 + \sqrt{0{,}2912 + 0{,}172 \lg\left(0.12 \cdot \frac{10{,}315}{49{,}121}\right)}\right]} = 0{,}00001$ (%);

$T_{д_в} = 10^{11.628\left[-0{,}546 + \sqrt{0{,}2912 + 0{,}172 \lg\left(0.12 \cdot \frac{9{,}757}{49{,}121}\right)}\right]} = 0{,}00001$ (%).

Тд_г>Тд_в шарты орындалғандықтан, кейінгі есептеулерде Тд шамасының орнына Тд г_мәнін аламыз.

Субрефракцияның әсерінен байланыстың нашарлау уақытының процентін келесі формула бойынша жүргіземіз:

$T_0 = f(\psi)$ – график бойынша анықтаймыз.

$$\psi = 2{,}31 \cdot A \cdot (P(g) - p(g_0)) \tag{3.77}$$

мұндағы

$$A = \frac{1}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^{\ 3} \cdot k \cdot (1-k)}} \tag{3.78}$$

$$A = \frac{1}{9 \cdot 10^{-8}} \cdot \sqrt{\frac{0{,}054}{45 \cdot 10^3 \cdot 0{,}714 \cdot (1-0{,}714)}} = 0{,}661$$

$P(\bar{g})$ шамасы келесідей анықталады:

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_o} \tag{3.79}$$

Радиотолқындағы рефракциялы жарықтандыру шамасы $\Delta H(\bar{g})$, м:

$$\Delta H(\bar{g}) = -\frac{R_o^{\ 2}}{4} \cdot \bar{g} \cdot k \cdot (1-k) \tag{3.80}$$

$$\Delta H(\bar{g}) = -\frac{(45 \cdot 10^3)^2}{4} \cdot (-7 \cdot 10^{-8}) \cdot 0{,}714 \cdot (1-0{,}714) = 6{,}3 \text{ (м)}$$

$$H(\bar{g}) = H_o + \Delta H(\bar{g}) \tag{3.81}$$

$$H(\bar{g}) = 12{,}372 + 6{,}3 = 18{,}672 \text{ (м)}$$

Алынған мәндер арқылы (2.79) өрнегін есептеуге болады:

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_o} = \frac{18{,}672}{12{,}372} = 1{,}509$$

Дабылдың терең тыңуындағы салыстырмалы қашықтық $P(g_o)$ келесі формула бойынша анықталады:

$$P(g_o) = \frac{V_o - V_{\min}}{V_o} \tag{3.82}$$

мұндағы V_o – $H(0) = 0$ кезіндегі әлсіреу көбейткіші [11, сурет 1.28 бойынша анықтаймыз];

$V_{\min}$ – әлсіреу көбейткішінің минималды жіберілетін мәні:

$$V_{\min} = -\frac{F_t}{2} = -\frac{49{,}121}{2} = -24{,}651$$

$$V_o = f(\mu) \tag{3.83}$$

Мұнда μ – V_o-ны анықтау үшін керекті параметр:

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1 - k^2)}{\ell^2}} \tag{3.84}$$

Мұнда ℓ – РРЖ аралығының кедергі енінің ұзындығына қатынасы:

$$\ell = \frac{r}{R_o} \tag{3.85}$$

$$\ell = \frac{r}{R_o} = \frac{300}{45 \cdot 10^3} = 0{,}0007$$

(3.84) өрнегіне табылған мәндерді қоя отырып:

$$\mu = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1 - k^2)}{\ell^2}} = \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi}{3}} \cdot \sqrt[3]{\frac{0{,}714^2 \cdot (1 - 0{,}714^2)}{0{,}0007^2}} = 29{,}515$$

Осыдан $V_o = -6$ дБ.
(3.82) өрнегі бойынша мына мәндерді аламыз:

$$P(g_o) = \frac{-6 - (-29{,}515)}{-6} = -3{,}093$$

Сонда (3.77) өрнегі:

$$\psi = 2{,}31 \cdot 0{,}561 \cdot (1{,}509 - (-3{,}093)) = 7{,}03$$

Осыдан $T_o(V_{\min}) = 0{,}00001$% [11, сурет 1.29]-тен тапқанымыз.
Сонда (3.67) өрнегі бойынша анықтағанымыз:

$$T_{пр}(V_{\min}) = 0{,}00001 + 0{,}000014 + 0{,}000068 = 0{,}000098 \ (\%)$$

Байланыстың тұрақтылығы келесі қатынастардан анықталады:

$$T_{доп} \geq T_{пр}(V_{\min}) \tag{3.86}$$

мұнда $T_{доп}$ – цифрлық РРЖ үшін байланыс сапасының нашарлау уақытының шекті мәні, %:

$$T_{доп} = 0{,}03 \cdot \frac{R_o}{1600} \tag{3.87}$$

$$T_{доп} = 0{,}03 \cdot \frac{45}{1600} = 0{,}0008$$

(3.86) шарты орындалғандықтан Ақсуат – Ақжар аралығындағы байланыс тұрақты деп есептеуге болады.

Жиіліктік жоспардың шартын орындай отырып, 3.5.1 бөлімінің нәтижесін кері бағытта есептеу керек. Бұл кезде тек кесте 3.2-дегі f_{bw} жиіліктің мәні ғана өзгереді. Бұл бөлімдегі сан мәндерді (3.67) өрнегіне келтіріп, (3.86) шартына тексереміз:

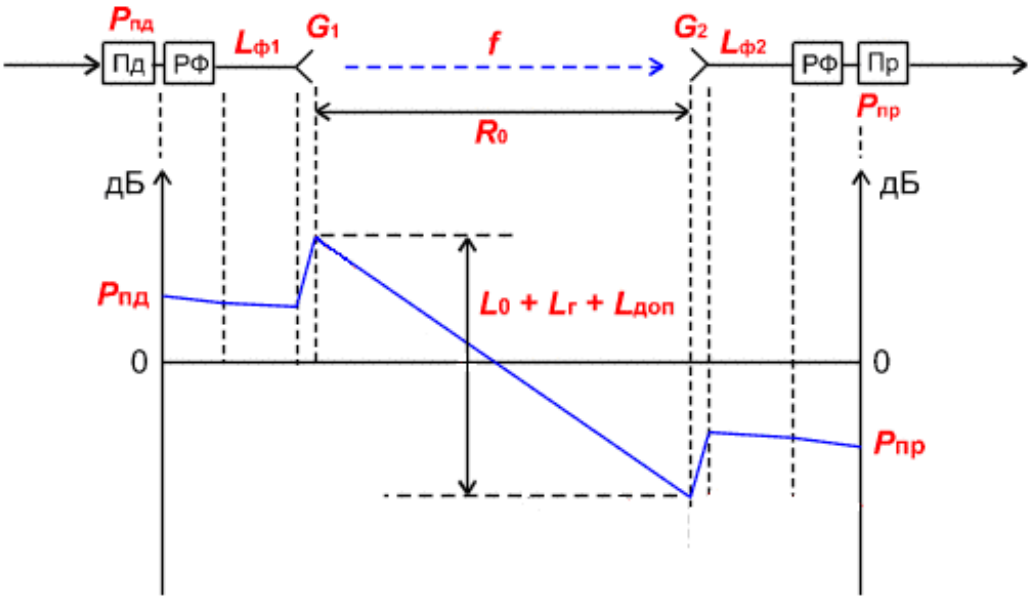
$$T_{пр}(V_{\min}) = 0{,}00001 + 0{,}0000138 + 0{,}000033 = 0{,}000182 \quad (\%)$$

3.6 «C++ Builder» бағдарлама көмегімен РРЖ интервалында дабыл деңгейін есептеу

Жеңілдетілген радиожол интервалы сұлбасының мен сәйкесті деңгейлер диаграммасын қарастырайық (сурет 3.4). Байланыс жолының жұмыс істеу сапасы қабылдағыштың кірісіндегі Рпр дабыл деңгейімен және бұл деңгейдің тыңу кезінде мүмкін болатын ауытқумен анықталатыны айқын.

Деңгейлер диаграммасына қарап, дабыл таратқыштан Рпд деңгеймен таратылып, ішкі шығындардың есебінен деңгейді төмендететін бөлгіш сүзгі (РФ) арқылы өтіп фидерлі жол арқылы күшейту коэффициенті G1 болатын таратушы антеннаға келіп түседі. Фидерлі жолдағы Lф1 шығынның себебінен дабыл деңгейі тағы төмендеп, таратушы антеннада G1 деңгейіне дейін өседі.

Дабыл РРЖ интервалы (арақашықтығы – R0, жұмыс істеу жиілігі – f) арқылы тарағанда дабыл деңгейі кеңістіктегі өшудің және қосымша шығындардың себебінен төмендейді. Дабыл деңгейінің жалпы төмендеуі айтылған себептерден 130-140 дБ-ге (және одан да көп) дейін болу мүмкін



3.4- сурет. Деңгейлер диаграммасы

Қабылдаушы антеннада дабыл деңгейі G2 мәніне дейін өсіп, қабылдаушы фидерлі жолда, бөлуші сүзгіде төмендейді де қабылдағыштың кірісіне Рпр деңгеймен келіп түседі.

Енді байланысты орнату үшін антеннаның күшейтуін есептеу үшін дабылдың кеңістікте өшуін, жаңбырдың жауу себебінен болатын шығынды, фидерлердегі шығындарды, қосымша шығындарды, тыңу қорын, қабылдағыш пен таратқыштың қуат деңгейін білу керек.

Жеңілдетілген радиожол интервалы сұлбасының мен сәйкесті деңгейлер диаграммасын қарастырайық (сурет 3.4). Байланыс жолының жұмыс істеу сапасы қабылдағыштың кірісіндегі Рпр дабыл деңгейімен және бұл деңгейдің тыңу кезінде мүмкін болатын ауытқумен анықталатыны айқын.

Деңгейлер диаграммасына қарап, дабыл таратқыштан Рпд деңгеймен таратылып, ішкі шығындардың есебінен деңгейді төмендететін бөлгіш сүзгі (РФ) арқылы өтіп фидерлі жол арқылы күшейту коэффициенті G1 болатын таратушы антеннаға келіп түседі. Фидерлі жолдағы Lф1 шығынның себебінен дабыл деңгейі тағы төмендеп, таратушы антеннада G1 деңгейіне дейін өседі.

Дабыл РРЖ интервалы (арақашықтығы – R0, жұмыс істеу жиілігі – f) арқылы тарағанда дабыл деңгейі кеңістіктегі өшудің және қосымша шығындардың себебінен төмендейді.

4 Өміртіршілігінің қауіпсіздігі

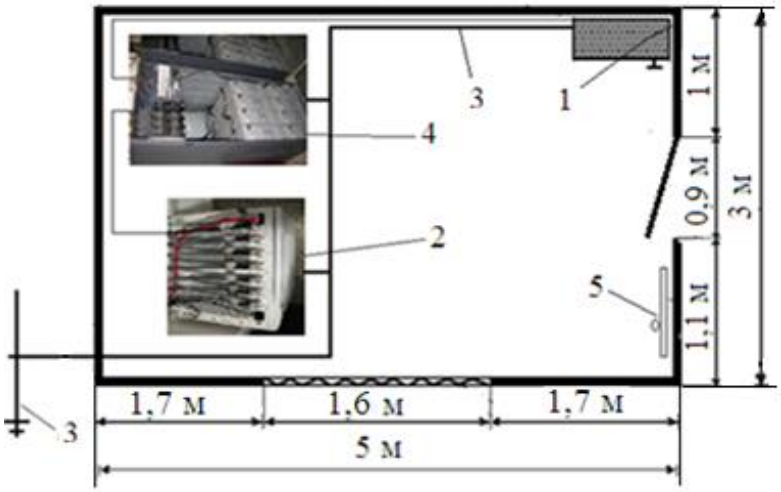
4.1Еңбек шарттарын талдау

4.1.1Мақсаттар мен шешілетін тапсырмалар

Бұл дипломдық жобада CDMA ұялы байланыс жүйесін Шымкент – Боржар телімінде енгізу қрастырылды.

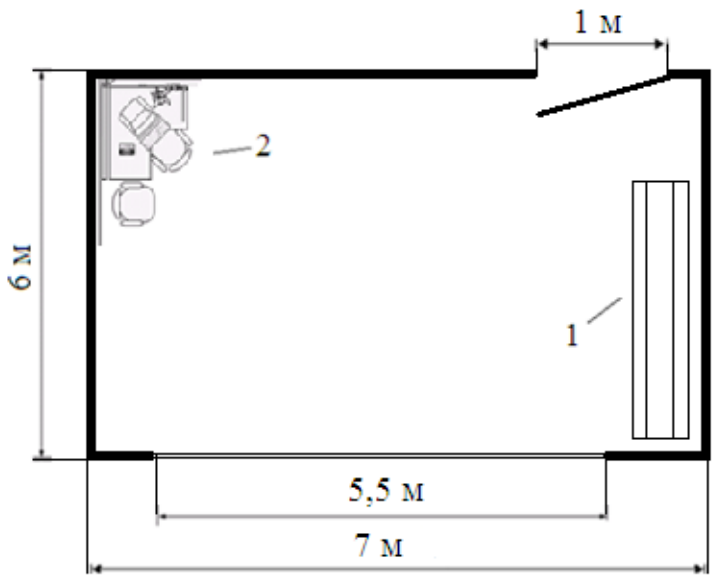
Желінің құрылымы бір базалық станцияны (БС) құру болып табылады. БС орналастырудың шарты болып қаланың барлық аумағын және жүйенің әсер ету радиусына кіретін таяудағы барлық аумақтарды желімен қамтамассыз ету болып табылады. БС мұнарасы жанындағы ғимарттың бөлмесінде орналастырылады. Бұл бөлімде жерлендіру қондырғылар аймағындағы қауіпсіздікті қамтамасыз ету тапсырмасы ретінде адам электр тогына түсу қауіпін азайту жағдайы және өрт қауіпсіздігі қарастырылады. Қызметкерлердің денсаулық және өмір қауіпсіздігі қажетті техникалық жөндеулер мен тексерулер кезіндегі адамның тоққа түсу қауіпінен қорғауды қамтамасыз ету қажет немесе мүмкіндігінше азайту.

Боржар қаласында БС орнатылады, яғни антенна, ал антена астында 1 бөлмеде құрылғы орнатылады. Бөлмеде басты құрылғы орталығы ретінде саналады, яғни мұнда құрылғының өзі орналасады. Базалық станцияны жобалау кезінде негізгі жұмыс орны операциялық бөлме. Құрал-жабдықтар орналасқан бөлме жоспары 5.1-суретте және комутациялық бөлменің жоспары 5.2-суретте көрсетілген. Еңбек шартының нақты күйі негізгі жұмыс орындалатын бөлмелерде бағаланады. Бөлме өлшемдері: ұзындығы – 5 м, ені – 3 м, биіктігі – 3м.



мұндағы 1- электр қуатының көзі ; 2 – базалық станция; 3 – жерлендіру; 4 – электр қуатын реттеп жинақтаушы акумуляторлар; 5 – өрт қауіпсіздігіне арналған щит;.

5.1- сурет. Құрал-жабдықтар орналасқан бөлме жоспары



мұндағы 1-шкаф; 2-оператор орны.

5.2- сурет. Коммутация орталығының бөлме жоспары

Бөлменің өлшемдері:

- ұзындығы А=7 м;
- ені В=6 м;
- биіктігі Н=3,5 м;
- еденнен жұмыс орнының бетіне дейінгі биіктік Не=1,5 м.

Қызмет көрсету персоналының бөлме ауданы 42 м2 құрайды. Коммутация орталығында жеті жұмыс орнын ұйымдастыру көзделуде (бір жетекші инженер және алты кезекші оператор). Жетекші инженердің бес күндік жұмыс уақыты сегіз сағаттан. Алты кезекші операторлар үш сменамен ауысып жұмыс істейді. Жұмыс уақытынан тыс тамақтануға және тынығуға арналған 60 минуттық үзіліс уақыты бар.

Жерлендіру жүйесін қолдану процесінде «Электр қондырғылары құрылғыларының ережелері» (ПУЭ) талаптарына сәйкестігін тексеріп отырады. Ол үшін: жерлеу нейтралы мен нөлдік өткізгіштің қайталап жерлеу кедергілерін өлшеу, жерлендіргіш құрылғыларының элементтер жағдайын тексеру, нөлдеуші тораптың тұтастығын тексеру, соның ішінде нөлдеуші қорғау өткізгіші мен нөлденген жабдықтың арасындағы, «фаза – нөл» тізбегінің кедергісін өлшеу.

Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы тиімді таңдау керек. Бөлмедегі жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуге арналған құрылыс материалдары, есік, еден, сигналдық кабелдердің изоляциясы, радиотехникалық бөлшектердің орамдары, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы жатады

ГОСТ 12.1.038-82 «Еңбек қауіпсіздігінің стандарттар жүйесі. Электр қауіпсіздігі. Түйісу кернеуі мен токтарының рұқсат етілген шегі» талаптарын

орындалады.

4.1.2ЕҚжӨҚ бойынша ұйымдық шаралар

Техника қауіпсіздігі бойынша нұсқауды өткен азаматтар ғана жұмысқа жіберіледі. Жобаланатын учаскеде келесі нұсқаулар қаралады:

- кіріспе нұсқаулар қызметкерлерді техника қауіпсіздігімен, өндірістік санитарлықпен, ішкі еңбек тәртіп ережелерімен және негізгі заңдылықпен таныстыру үшін өткізіледі. Бұл нұсқауды жұмысқа қабылданған адамдарға мамандығына, квалификациясына, біліміне, лауазымына қарамастан еңбек қорғау инженері 2 сағат көлемінде жүргізеді;
- арнайы мамандық үшін ЕҚ нұсқауы жұмыс орнында арнайы өткізіледі. Ол әр қызметкермен жеке өткізіледі;
- ағымдағы нұсқау жоғары қауіпті өндіріс жұмысында өткізеді, кіру рұқсат наряды тіркеледі;
- қайталама нұсқау барлық қызметкерлермен квалификациясына байланыссыз өткізіледі.

Бұл нұсқау жарты жылда бір рет өткізіледі және топтық болуы мүмкін немесе техника қауіпсіздігі бұзылған кезде жеке әңгіме ретінде өткізіледі; жоспарсыз нұсқау, техника қауіпсіздігінің нұсқауы өзгерген кезде өткізіледі.

Еңбек қорғау заңдылығын қадағалау Госнадзордың техникалық инспекторы өткізеді.

4.2 Қауіпті және зиянды өндіріс факторларына талдау

Пайдаланушылық рұқсат операторының негізгі міндеті мәліметті қабылдау және енгізу, программа арқылы ЭЕҚ есептердің саналуын түзету мен бақылау, және де машинаның жұмысының тоқтатылуы мен бұзылуы жағдайында қазіргі заманға сай шара қабылдау болып келеді. Операторларға өндіріс ортасында мынандай қауіпті және зиянды факторлар әсерін тигізеді: электромагниттік өріс, шу, метеорологиялық жағдайлар, жеткіліксіз жарық көзі және психо-эмоционалды жағдай.

Операторлардың жұмыс және демалу уақыт режимдері 8 немесе 12 сағаттан екі немесе үш алмасымда ұйымдастырылуы мүмкін. Тәулік бойы алмасу режимында тамақ ішу және демалу жұмыс уақытына кіреді.

Жұмыстың мінезі мен режимдері, әртүрлі ұзақ ой еңбегінің ұзақтығы және басқа да қолайсыз факторлар оператордың орталық жүйке жүйесіне айтарлықтай әсерін тигізеді. Жұмыс орнының дұрыс орналаспауы, адамды ыңғайсыз жағдайда жұмыс істеуіне мәжбүр етеді. Ұзақ қолайсыз жағдайлар бұлшық еттің күштенуін, адамның жалпы шаршауы мен жұмысқа қабілеттіліктің төмендеуін туғызады.

Дисплейдің экранында ұзақ уақыт жұмыс істеген операторларда көру аппаратының зақымдануы, бастың ауруы, тітркенгіштік, ұйқының бұзылуы, шаршау белгіленген.

Айтылған ұсыныстарды қарастырып, операторлардың жұмыс шарттарын жақсарту мен олардың денсаулықтарын сақтау мақстында, операторларға мүмкіндігінше жаңа құрылғылар сатып алынады: барлық талаптарға сай жиһаздар, кепілдемелер мен талаптарға жауап ьере алатын жаңартылған терминалдар.

4.3 Жұмыс орнын орналастыру

ЭЕҚ пайдаланатын жұмыс орнын ұйымдастырудағы эргономикалық шешімдер оператордың автоматтандырылған жұмыс орнында жалпы жағдайда:
- жеке пайдаланатын ақпаратты көру құралы (көру блоктары, сигнализация құрылғысы және тағы басқа);
- ақпаратты басқару мен енгізу құралы (дисплей пульті, пернетақталы басқару және тағы басқа);
- ақпаратты жіберу мен байланыс құрылғысы;
- ақпаратты сақтау мен құжаттау құрылғысы (баспа құрылғысы, магнитті жазу және тағы басқа);
- қосалқы құрал-жабдықтар.

Автоматтандырылған жұмыс орнындағы пайдаланатын техникалық құрылғылар мен адамның психо-физиологиялық мінездемесі ақпараттық және конструктивті үйлесімділігі болуы қажет.

Жұмыс орнын орналастырған кезде тек оператордың тәжірибелігін, маманның дайындық деңгейін, оператордың жеке-тұлғалық қасиеттері ғана емес, сонымен қатар түріне сай мінездемесін, адамның психофизиологиялық мүмкіндігін енгізу және көрсету амалдар факторларын ескереміз.

Оңтайландырған процедурада операторлардың техникалық құралдармен әрекеттестігі эргономикалық факторлар негізісі болып табылады. Бұл факторлар оператордың жеке-тұлғалық қасиеттерерінің түрлендірмесіне сезімтал болып табылады.

Жұмыс жиһазы жоспарланған жұмыс операцияларын орындауға ыңғайлы болуы керек. Жұмыс жиһазын құрылымдары: үстелдер, орындықтар сау шарттар мен жоғары сапалы еңбекті қамтамасыз ету үшін маңызы өте зор. Жұмыс жиһазы техникалық, эстетикалық және экономикалық факторлар мен адамның антропометрикалық мәліметтер есебі бойынша құралады.

Жұмыс жиһазының жинағында өндірістік орындық құрылымының маңызы өте зор, себебі одан қызметшінің кейіпі тәуелді, демек энергияның шығыны мен оның шаршауы да осыған байланысты. Жұмыс орындығы керекті мөлшерде болу керек, адамның антропометрикалық мәліметтеріне сай болуы қажет және жылжымалы болғаны дұрыс. Орындық пен креслоның арқасы шалқайатыны мен отырғышының биіктігі реттелетін ең ыңғайлысы болып келеді. Орындықтың отырғышының биіктігін еденнің деңгейінен және арқасының шалқаю бұрышын өзгерту нәтижесінде қызметшінің жұмыс процесіне және жеке ерекшеліктеріне байланысты жайын табуға болады.

Үстелдің ыңғайсыз биіктігі жұмыс қабілеттілігін төмендетіп, тез шаршатуға әкеледі. Қызметшінің тізе мен табанын қоятын орнынң аздығы тұрақты тітіркенуіне әкеледі. Үстелдің минималды жұмыс биіктігі 725 мм кем болмауы керек. Тәжірибе көрсеткендей, орта бойлы қызметшіге үстелдің жұмыс биіктігі 800 мм болуы керек. Ал бойының ұзындығы басқа қызметкерге орындықтың жұмыс биіктігін өзгертуге немесе оның ілме баспасының жайын, қызметкердің көзі мен өңделетін заттың арасы, биіктігі бойынша 450 мм болуы керек.

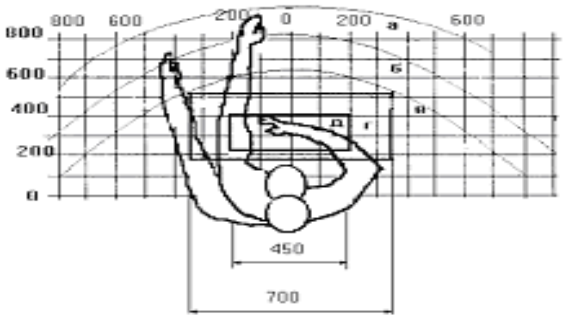
Жұмыс аймағындағы техникалық құрылғылар мен оператордың креслосы техникалық тексерулерді өткізу, алдын-ала тексеру және жөндеу үшін, негізгі функционалды түйіндерге және аппаратура блогын ыңғайлы қолдануды қамтамасыз ету керек; жұмыс аймағына тез арада келіп отыру және тұрып кетуге мүмкіндік береді; ыңғайлы жұмыс істеу және демалу кейіпі.

Дисплей үстелде немесе арнайы тіректе, экраннан ақпаратты бақылау арақашықтығы 700 мм орналасуы қажет (450-500 мм тиімді арақашықтық). Дисплей экранының биіктігі бойынша, экранның орталығына нормаль арасындағы бұрыш және түзу горизонталь көзқарас бұрышы 200 болып орналасуы қажет. Горизонталь жазықтықта экранды бақылау бұрышы 600 аспауы қажет. Дисплей пульті үстелде немесе арнайы тіректе орналасуы қажет, пернетақта пультінің биіктігі еденге қатысты 650-720 мм болуы керек. Пульт 750 мм стандартты үстелде орналасса, онда отырғышының биіктігі реттелетін кресло (450-380 мм) мен аяққа арналған тіреу қою керек. 3.1 суретте монитордың дұрыс орналасуы көрсетілген.

Беттің жарықтық құламасы үшін дисплей экраны, құжаттар және дисплейдің пернетақта пульті жарық көзіне тәуелді болғандықтан, 1:10 аспауы керек (ұсынылатын мән 1:3). Экрандағы бейне жарығының номиналды 50-100 кд/м2 мәнінде құжаттың жарықталғандығы 300-500 лк болуы керек.

4 .1-сурет. Монитордың дұрыс орналасуы

Жұмыс орнын қызметшінің іс-әрекетіне шаршатпайтындай, ыңғайлы қылып орналастыру қажет (3.2 сурет)



4.2-сурет. Горизонталды жазықтықтағы қол жеткізу аймағы

Горизонталды жазықтықтағы қол жеткізу аймағы:

а –максималды қол жететін аймақ;б –жазған қол саусақтарының жету аймағы;в –жеңіл қол жеткізу аймағы;г – дөрекі қол жұмысы үшін оңтайлы кеңістік;д – жеңіл қол жұмысы үшін оңтайлы кеңістік.

Қол жеткізу аймағындағы құжаттар мен жұмыс заттарының оңтайлы орналасуын қарастырайық:

МОНИТОР а аймағында орналасады (орталықта);ПЕРНЕТАҚТА – в аймағында;ЖҮЙЕЛІК БЛОК б аймағында орналасады (сол жақта);ПЕРНЕТАҚТА а аймағында орналасады (оң жақта);

ҚҰЖАТТАМА:

1) жеңіл қол жеткізу аймағы – в (сол жақта) – жұмысқа керекті әдебиеттер мен құжаттар;

2) үстелдің жылжымалы қораптарында – көп қолданбайтын әдебиеттер.

4.4 Микроклимат

Өндіріс орындарының микроклиматы – адамның организміне әсер ететін температураның, ылғалдылықтың және ауаның қозғалыс жылдамдығының сәйкестілігімен анықлалатын осы бөлмелердің ішкі орта метрологиялық жағдайлары болып табылады. Микроклиматты сипаттайтын көрсеткіштер: температура, салыстырмалы ылғалдылық және ауаның қазғалыс жылдамдығы, жылулық сәулеленудің интенсивтілігі. Әдетте, микроклиматты жұмысшылардың жұмыс орнының деңгейінен екі метр биіктікке дейінгі кеңістікті білдіретін жұмыс зонасында бағалайды. Адамға ұзақ уақыт жүйелі түрде әсер ету барысында организмнің жылулық күйінің ауыспалы және тез арада қалпына келу өзгерісіне әкелетін микроклимат параметрлерінің күйі, физиологиялық мүмкіндіктердің шектерінен шықпайтын терморегуляция (термобасқару) механизмдерінің кернеуімен жалғасады.

Рұқсат етілетін климаттық жағдайлар шарттары, өндірістің технологиялық талаптары және экономикалық себептер бойынша оптималды жағдайды қамтамасыз ету мүмкін болмаған жағдайда болуы мүмкін.

Ауа температурасы адамның күйіне және еңбек жемісіне елеулі әсер

етеді.

Ауаның ылғалдылығының жоғарылауы ылғалдың тері және өкпе бетінен булануын қиындатады, бұл өз кезегінде организмнің терморегуляциясын бұзады.

Ауа қозғалысының жылдамдығы жұмыс зонасында микроклимат орнатуда елеулі рөл атқарады.

Микроклиматтың берілген параметрлері өндіріс орындарында әр түрлі шаралар қатарымен қамтамасыз етіледі.

Бірақ, ең үздік технологияны қолданғанның өзінде ауаға зиянды заттардың түсуін жою мүмкін емес. Мұндай жағдайларда желдету қолданылады. Желдету табиғи және жасанды болады.

Табиғи желдету кезінде ауа алмасу ауа температурасының айырмашылығымен жүзеге асырылады. Механикалық желдету кезінде ауаның орын ауыстыруы ауа айдағыш жүйесі арқылы желдеткіштер көмегімен іске асырылады.

Микроклимат күйін бақылау жұмыс орнының температурасын, ауа ылғалдылығын және ауа қозғалысы жылдамдығын өлшеу көмегімен жүргізіледі.

Өндірісте ДК бар бөлмелерінде, жұмыс орнының салыстырмалы ауа ылғалдығы мен ауаның қозғалыс жылдамдығы микроклимат нормасына сай келу керек (4.1 кесте).

4.1-к е с т е . ДК бар бөлменің оңтайлы микроклимат нормасы

Жыл мезгілі	Жұмыс категориясы	Ауа температурасы, °С	Салыстырмалы ауа ылғалдығы, %	Ауаның қозғалыс жылдамдығы,
Салқын	Жеңіл - Жеңіл – 16	22-24 21-23	40-60 40-60	0,1 0,1
Жылы	Жеңіл - Жеңіл – 16	23-25 22-24	40-60 40-60	0,1 0,2

1а категориясына отырып жұмыс істейтін, 120 кДж/сағ энергия шығаратын, физикалық күшті керек етпейтін жұмыс; 1б категориясына отырып жұмыс істейтін немесе жүріп жұмыс істейтін және кішкене физикалық күшті керек ететін, 120-дан 150 кДж/сағ энергия шығаратын жұмыс;

Адамның қоршаған ортасы болып табылатын өндірістік орта, оңтайландырған санитарлы-гигиеналық талаптарға сай болуы қажет.

ГОСТ 12.1.005 - 88 санитарлық нормалары бойынша қалыпты жұмыс талаптарын орындау үшін, бір қызметкерге өндірістің орын көлемі 4,5 м2 кем болмау керек деп бекіткен. Бұл орында минималды алаң 12 м2 болады. Өндірістегі орналасу жағдайын жақсарту үшін келесі жағдайлар да өз үлесін тигізеді: өндірістің ішкі көрінісінің түсі, жарықтандыру, ауа ортасының тазалығы (желдеткіштерді қолдану), еден мен төбенің өңделуі және т.б.

Өндіріс орындарының микроклиматы қызметшіге үлкен әсерін тигізеді. Микроклиматтың жеке параметрлері ұсынылған мәліметтерден ауытқуы қызметшінің жұмысқа қабілеттілігін төмендетіп, ауруға шалдығуы мүмкін.

4.5 Өндірістік шудан қорғау

Шудың адам организіміне тигізетін әсері әртүрлі: бір жағынан, шу ақпаратты сапалы қабылдауға тікелей әсер етіп, еңбек тапсырмасын нәтижелі орындалуына әсерін тигізеді; басқа жағы, адамның жұмысқа қабілеттілігін төмендетеді.

Ұзақ шудың әсері, адамның есту қабілетін нашарлатып немесе одан мүлдем айырылуына әкеліп соғады. Есту мүшесінің зақымдану дәрежесі дыбыс деңгейіне, оның ұзақтығына, сонымен қатар адамның дара сезгіштігіне байланысты. Бірақ, шу адам организімінің есту мүшесіне әсерімен ғана шектеліп қоймайды. Шудан тітіркену арқылы есту жүйесінің талшығынан орталық вегетативті жүйке жүйесіне беріледі, ал олардан ішкі мүшелерге әсер тиеді, оның әсерінен организмнің функционалды жағдайына маңызды өзгертулер әкеледі, алаңдау мен тітркенуді туғызып адамның психикасына әсерін тигізеді. Өндірістік шудан қорғану үшін, құралдарды жобалаған кезде және жұмыс орындарын жабдықтағанда қарастырылады. Бөлмедегі шумен күресу үшін барлық шараларды қолданамыз.

Ұйымдық шараларға өндіріс орындарын, құрылғылар мен жұмыс орнын орынды орналастыру, қызметкерлердің жұмыс режимін бақылау жатады.

Техникалық шаралар:

есік, дуал, терезелерді жобалағанда дыбыс өткізбейтін материалдарды қолдану;

бөлменің ішкі бетіне дыбыс жұтқыш жабулар қолдану.

Қаптамалар мен экрандар ішкі жағында дыбыс өткізбейтін қабаты бар ағаштан, пластмассадан, металдан жасалады.

4.5.1Желдеткіш жүйесін есептеу

Барлық вентиляция жүйелері жақындатылған әдістерге жатады, вентиляция өнімділігіне әсер ететін, коэффициенттер арқылы әртүрлі факторларды ескереді. Есептеу формуласына коэфициенттерді неғұрлым көп қолдансақ, солғұрлым көп факторларды ескеріп, дәл нәтиже береді.

Ғимарат ішіндегі ауаның вентиляция мен желдеткіш жүйесінің құнын шығынның мөлшерімен салыстыруға болады, олар жаман ауа салдарынан болады. Ауаны желдетудің тапсырмасы болып, қоршаған ортада адамдардың өзін жақсы сезінуін қамтамасыз ету болып табылады.

Жұмыс аймағындағы микроклимат шарттарын қамтамасыз ету үшін, желдеткіш құрылғыларын қолданған жөн.

Ғимараттағы жұмысқа ыңғайлы шарттарды жасау үшін, қанша желдеткіш керектігін санайық. Есептеулерді жылы жыл мезгілі бойынша жүргізейік.

Жұмыс орындарындағы өндіріс құрылғыларынан жылудың бөлінуі елеулі орын алуы мүмкін, олардан қашықтауды желдеткіштер қамтамасыздандыру қажет.

Елеулі жылу бөлінетін ғимараттардағы кіру ауасының көлемі, м3/сағ, жылуды жұту мына формуламен анықталады:

$$L=\frac{\sum Q_a}{C\cdot\left(t_{аш}-t_{кір}\right)\cdot\gamma_{кір}},\ м^3/сағ \qquad (4.1)$$

мұндағы Qa – айқын жылылықтың бөлілуі, Дж/сағ;
C – ауаның жылулық сыйымдылығы, Дж/(кг*град);
$t_{қаш}$ – қашықтайтын бөлме ауасының температурасы, 27^oC;
$t_{кір}$ – кіретін ауаның температурасы, 20^oC;
$\gamma_{êàð}$ – кіретін ауаның тығыздығы, 1,2 $кг/м^3$.

Айқын жылылықтың бөлінуін мына формуламен анықтаймыз:

$$Q_a = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \qquad (4.2)$$

мұндағы Q_1 – аппаратурадан жылу бөліну;
Q_2 – жарықтану көзінен жылу бөліну;
Q_3 – адамдардан жылу бөліну;
Q_4 – терезеден күн радиациясының түсуі.

$N_{ном}$ – барлық аппаратураның номиналды қуаты

Q_1 =0,8*0,6*0,6*0,75*3500=756 *кДж/сағ*

Жасанды жарықтандыру көздерінен бөлінген жылуды есептеу, практикалық жүзінде қолданылған барлық энергия, ақыр соңында жылуға айналады деп болжаймыз:

$$Q_2 = \varphi \times N_{жар} = 0{,}8 \times (4 \times 40) = 128 \text{ Дж/сағ} \qquad (4.4)$$

мұндағы φ - жылуға айналатын энергияның мөлшерін қарастыратын коэффиценті, φ = 0,8;
$N_{жар}$ – бөлмедегі жарықтану құрылғысының қуаты
(әр қайсысы 40 Вт, 4 шам).

Адамдардан жылу бөлінуді есептеу:

$$Q_3 = n \times q_n \qquad (4.5)$$

мұндағы n –жұмысшы саны;
q_n – бір адамның жылу шығаруы 80-116 Вт тең.

$$Q_3 = n \times q_n = 4 \times 120 = 480 \text{ Дж/сағ}$$

Терезеден күн радиациясының түсуі арқылы болатын жылу мөлшерін есептеу:

$$Q4 = F_{ост} * q * m * k \qquad (4.6)$$

мұндағы $F_{ост}$ – терезе ауданы, $м^2$;

m – терезе саны;

k – металлды түптеу үшін түзеткіш көптік, k = 1,25;

q – 1 $м^2$ терезе арқылы жылу бөліну, q = 224 $Вт/м^2$.

$$Q_4 = 4{,}75 \times 224 \times 4 \times 1{,}25 = 5320 \text{ Дж/сағ}$$

Анық бөлінетін жылуды (3.2) формула бойынша анықтаймыз:

$$Q_я = 756 + 128 + 480 + 5320 = 6684 \text{ Дж/сағ}$$

Бөлме ішіндегі асыра жылулықты жұту үшін, керек ауаның мөлшері:

$$L = \frac{6684 Дж/ч}{1*1.2 кг/м^3 * (27^o C - 20^o C)} = 795 \text{ м}^3\text{/сағ}$$

Алынған мәліметтер бойынша, ылғалдылықты, тазалықты, ауаның қозғалу жылдамдығын, температураны автоматты түрде ұстап тұратын, желдеткішті таңдауымыз керек. Менім жағдайымда мен дуалдық GREE KF-50GW/A10 Fung Yun желдеткішін таңдаймын. Желдеткіш туралы толық хабар төменгі жақта айтылады.

Дуалдық GREE KF-50GW/A10 Fung Yun желдеткіші.

1.GREE жоғарғы технологиялық өңдеулердің бірден-бір үлгісі, FUNG YUN желдеткішінің сериясы, аланы 60 м2 дейінгі бөлмелерге арналған. Бұл

желдеткіштер жоғары салқындату мен жылыту нәтижелерімен ерекшеленеді, таңдалған ауа температурасының мәндерін тез арада орындайды.

2.Бұл үлгілінің технологиялық жетістігі ауадағы аммиак, формальдегид сияқты зианды қосылыстардан тазалайды. Активті көмірлі сүзгі өте кішкентай шаң бөлшектерін және жағымсыз истерді жояды.

3.Ауаны тазартудың үш сатылы жүйесі

4.Ішкі блоктың жылу беру нәтижесі

5.Ішкі блоктың жинақтамасының жеңіл алынуы

4.2-к е с т е . Желдеткіштің техникалық мінездемесі

Параметрлер атауы	Мәндері
Суыту қуаты:	5.0, кВт
Қорек көзі:	220-50-1, В-Гц-Фаз
Қолдану қуаты суық / жылы:	1960, Вт
Жұмыс токы суық / жылы:	9.0, А
Ылғалдылықты жою:	2.0, л/сағ
Ауаның айналуы:	720, куб.м/сағ
Ішкі шу деңгейі. max(min) / сыртқы:	38 / 58, дБ
Ішкі блок габариттері (ШхВхГ):	907х290х195, мм
Сыртқы блок габариттері (ШхВхГ):	950х340х700, мм
НЕТТО салмағы ішкі / сыртқы блок:	12 / 59, кг
Бөлме ауданы (төбенің биіктігі 3м дейін):	50 кв.м дейін
Бағасы, теңге	156 160

4.6 Электр қауіпсіздігі

4.6.1Адам организміне электр тоғының әсер етуі

Адамның өмір сүру ортасымен қауіпсіз қарым-қатынасы мен оны қорғауға, төтенше жағдайларда шаруашылық объектілерінің тұрақты жұмыс істеуіне, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардың салдарын ескерту мен жоюға, сондай-ақ осы заманғы зақымдау құралдарының қолдануына бағытталған шаралар кешенін тіршілік қауіпсіздігі деп қарастырамыз.

Электр қауіпсіздігі – бұл адамдарды электр тоғының, электр доғасының, электромагнитті өрістің, статикалық электрліктің зиянды және қауіпті әсерінен қорғауды қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техникалық шаралардың жүйесі.

Электр тоғы адам денесі арқылы өтеді, егер оның екі нүктесі арасында потенциалдар айырмасы болса. Адам тоқ тізбегінің бір уақытта ұстап тұрған екі нүктелер арасындағы кернеу жанасу кернеуі деп аталады.

Адам денесі арқылы өтетін электр тоғы жылулық, биологиялық және

электролиттік әсер етуі мүмкін. Тоқтың жылулық әсері электр энергиясының жылулыққа ауысуы кезінде байқалынылады және терінің, бұлшық еттердің, қан тамырларының қызуын тудырады. Тоқтың биологиялық әсері бұлшық еттердің тартылуынан байқалынады. Электролиттік әсер ету электр тоғы қанның ұйыуын тудырады және оның құрамын өзгертеді.

Электр тоғымен жарақаттанудың келесі түрлері бар: күю, терінің металдануы, электрлік белгілер, электроофтальмия, электрлік соққы, механикалық зақымдалулар.

Электрлік күюлер электр тоғымен жылулық әсер ету кезінде пайда болады. Ең қауіпті болып электрлік соққының әсерінен пайда болған күйулер табылады, себебі оның температурасы 30000 С-дан жоғары болуы мүмкін.

Тоқ өткізгіш бөлікпен тығыз байланыста болған кезде пайда болатын сұр немесе ашық-сары түсті дақтар (олармен жұмыс кезінде электр тоғы өтеді) электрлік белгілер болып табылады. Электрлік белгілердің табиғаты толық зерттелінбеген.

Электроофтальмия – электрлік доғаның ультра күлгінді сәулеленуінің әсерінен көздің сыртқы қабығының зақымдалуы.

Электрлік соққылар – бұлшық еттердің тартылуымен, адамның жүйке және жүрек-тамырлары жүйесінің бұзылуымен сипатталынатын адам организмінің жалпы зақымдануы. Электрлік соққылар кейбір жағдайларда өлімге алып келуі мүмкін.

4.6.2 Қорғану шаралары

Электр токы адам өміріне өте қауіпті болғандықтан, электр токынан қорғану шараларын жасады. Қорғану шараларының бірнеше түрлері бар: жерге қосу, нөлдеу және де ҚАҚ. Осы қорғаныстық шараларға қысқаша мінездеме берейік.

Барлық қорғаныстық шаралар: қызмет ететін жұмысшылардың электр қондырғылар мен тоқ өткізбейтін кернеу түсірілген металдық аппаратура бөлшектеріне кездейсоқ жанасуыдан пайда болатын тоқ зақымдануынан қорғайды.

ҚАҚ электр тоғынан қорғану шаралардың біріне жатады.

Жерге қосу – жерді электр тоғының өткізгіші ретінде қолданады. Қорғаныстық жерге қосуды элкрлік құрылғылардың бөлшектерін жерге қосқыш құрылғыларға жалғау арқылы орындайды.

Жерлендіруді контурды түрде құруға болады. Контурлы жерлендіру кезінде жерлендіру құрылғысының айналасына контур бойынша орналасады. Жерлеу арасындағы қашықтық жеткілкті, жақын болған кезде жер нүктелері контур айналасында шамамен бірдей потенциалға ие болады. Контур ішіндегі бөлек нүктелердің арасындағы потенциал айырымы азаяды, яғни жанасу және қолдану кернеуі азаяды.

Нөлдеу жұмысының принципі – бір фазалы қысқа тұйықталу кезінде тұйықталуды корпусқа айналдырып, үлкен тоқты шақырып қорғану шараларын

жұмысқа қосады, ол зақымданған электрлік қондырғыны желінің қорек көзінен айырады.

Мен дипломдық жұмыста, электр тоғынан қызметкерлерді қорғау үшін, жерге қосудың контурлы түрін таңдадым.

4.6.3 Қорғаныстық жерге қосуды есептеу

Жерге қосу типі - жерге қосу ғимарат ішінде контурмен орналасатын контурлы ғимарат өлшемдері А-4 м, В-3м,

Контур-вертикалды электрондардан болат түтікше ұзындығы *lв* = 3 м, диаметрі *d* = 50 мм, горизонтал жолағымен қосылған, контур периметрінің ұзындығы :

$$I_2 = P_k = (A + B) \cdot 2 \tag{4.7}$$

(4.7) формуласына мәндерді қоя отырып келесіні табамыз:

$$\mathrm{I}_2 = \mathrm{P}_\mathrm{k} = (4+3) \cdot 2 = 14_{м}$$

Горизонтал электрод орнына болат жолақ қиылысын қолданамыз 40×4 мм. Электродтардың жерге кіру тереңдігі t_0 = 0.5 м. құмның бөліну кедергісі *P* = 80 Ом·м. табиғи емес жерге қосу орнына кедергісі R_C = 20 Ом болаттың темір бетонды арматура қолданамыз.

Жерег тұйықталу тоғы $I_З$ = 70 А.

Есептеуді коэффициенті қолдану әдісімен жүргіземіз.

ПУЭ жерге қосу ағынының керекті кедергісі:

$$R_з = \frac{125}{I_з} \tag{4.8}$$

$$R_з = \frac{125}{70} = 1.78 \ Ом.$$

Табиғи емес жереге қосудың керекті кедергісі:

$$R_{òå} = \frac{(R_E \cdot R_Ç)}{(R_E - R_Ç)} \tag{4.9}$$

$$R_{те} = \frac{(20 \cdot 1.78)}{(20 - 1.78)} = 1.95 \text{ Ом.}$$

Вертикалды электродтар саны:

$$n_в = \frac{P_k}{a} \tag{4.10}$$

мұндағы а – вертикалды жерге қосу арасындағы арақашықтық
$a/l_в$ = 1;2;3, шарты бойынша қолданылады,
қазіргі жағдайда a=1 м.

(4.10) формуласының орнына қоя отырып, келесіні аламыз:

$$n_в = \frac{14}{1} = 14 \text{ тал}$$

Вертикалды және горизонталды құмдарға меншікті кедергі есебін шығарамыз:

$$P_{есеп} = k_c \cdot P \tag{4.11}$$

мұндағы k_C – Қазақстандағы климатты аймаққа тәуелді құмның қатуын және кебуін есептейтін мезгіл коэффициенті – k_C=1.4; k_C' = 2.5.

(4.11) формуласына мәндерді қоя отырып келесіні анықтаймыз:

$$P_{есеп.в} = 1.4 \cdot 80 = 112 \text{ Ом·м,}$$

$$P_{есеп.г} = 2.5 \cdot 80 = 200 \text{ Ом·м.}$$

$R_в$ вертикалды электродтарда ағу кедергісін есептеу:

$$R_в = \frac{P_{есеп.в}}{2\pi \cdot l_в}\left(\ln\frac{2l_в}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+l}{4t-l}\right) \tag{4.12}$$

$$R_в = \frac{112}{2 \cdot 3.14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0.5} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3}\right) = 17.1 \text{ Ом.}$$

Горизонталды электродтарды $R_г$ есептеу:

$$R_г = \frac{P_{есеп.г}}{2 \cdot \pi \cdot L_г} \cdot \ln \frac{L_г^2}{dt} \qquad (4.13)$$

$$R_г = \frac{200}{2 \cdot 3.14 \cdot 150} \cdot \ln \frac{150^2}{0.5 \cdot 0.04 \cdot 0.5} = 3.1 \text{ Ом.}$$

Кесте бойынша горизонталды және вертикалды электродтардың қолдану коэффициентін анықтаймыз:

$\eta_в$=0.4; $\eta_г$ =0.21,

Қабылданған топтық жерлендірудің ағу кедергісін анықтаймыз:

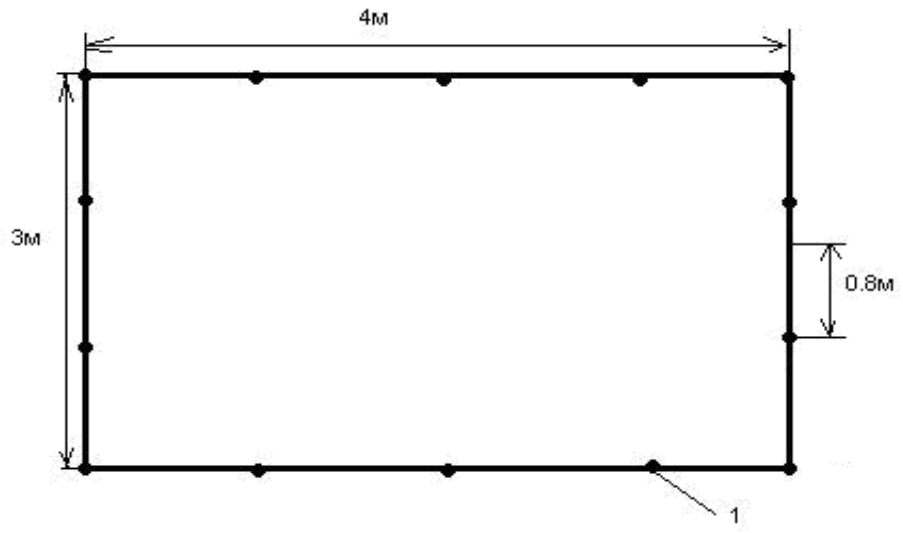
$$R_а = \frac{(R_в \cdot R_г)}{(R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot n_в \cdot \eta_в)} \qquad (4.14)$$

$$R_а = \frac{(17.1 \cdot 3.1)}{(17.1 \cdot 0.21 + 3.1 \cdot 12 \cdot 0.4)} = 2.86 \text{ Ом.}$$

Жерге қосудың керекті және есептеу кедергісінің арақашықтығы тең:

$$\Delta R = | R_{òð} - R_{à} | = | 1.95 - 2.86 | = 0.91 \text{ Ом.} \qquad (4.15)$$

6.4-суретте жерге қосудың орналасуының сұлбасы көрсетілген a = 1 м, жерге қосу арасындағы арақашықтық $n_в$ = 14 т. жерге қосу саны, жерге қосу өткізгіштігі ретіндегі қиылысуы 48 мм2 жолақты болатты қабылдаймыз.



4.4-сурет. Жерге қосу контурының орналасу сұлбасы.

4.7 Өрт қауіпсіздігі

Өрт қауіпсіздігі – адамдардың, мүліктердің, меншіктің, қоғам мен мемлекеттік өрттен қорғалу жай-күйі.

Өрт − адамдардың өмірі мен денсаулығына, қоғам мен мемлекеттің мүдделеріне зиян, материалдық залал келтіретін бақылаусыз жану.

Өрт сөндіру техникалық өнімі - өрт қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған арнаулы техникалық, ғылыми-техникалық және санаткерлік өнімі, соның ішінде өрт сөндіру техникасы мен жабдығы, өрт сөндіру құралдары, өрт сөндіру және оттан қорғайтын заттар, арнаулы байланыс және басқару құралдары.

Бұл дипломдық жұмыста спринклерлік өрт сөндіру құрылғысын қолданамын.

Статикалық берілгендері бойынша, келісу материясы тарату заңының пайда болуын көрсетеді.

$$P(n)= 1- e-(n/n^*)1/ м \qquad (4.16)$$

мұндағы $P_{(n)}$ – өрт шығу ықтималдығы;

n – спринклер саны;

n_* - тарату параметрі.

Спринклер өрт сөндіруге арналған құрылғы. Бөлме ішіндегі градус 60 – 80 0 С жоғарыласа онда спринклер өз жұмысын бастайды. Бір спринклер 12 м2 ауданды қамти алады. Жобаланатын жұмыс орнымның ауданы 12 м2 болғандықтан, мен тек бір ғана спринклер аламын. Жұмыс істеп тұрған

спринкер саны (n_*=4,1), $P_{(n)}$=0,94 ықтималдылығы кезінде 1 спринклер алуға болады. Жұмыс істеп тұрған спринклер саны n=1 дана болғанда, су шығынын 4 л/сек тең деп аламыз.

ОВС спринклер өнімділігі:

$$q = A_q \cdot \sqrt{H} \tag{4.17}$$

мұндағы A_q – өнімділікті ескеретін коэффициент;
H − спринклер алдындағы судың күші.

$$A_q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2q} \cdot 10^6 \tag{4.18}$$

мұндағы μ − шығын коэффициенті μ = 0,9;
w – тесік көлемі (тесік диаметрі 12 мм болса w =1,13);
q – ауырлық күшінің тездетілуі.

(4.18) формуласы бойынша есептейміз:

$$A_q = 0{,}9 \cdot 1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 10^6} = 0{,}45 \cdot 10^7$$

Спринклер алдындағы керек су үшін:

$$Hq = (q \cdot F/Aq)2, \text{ м.су.ст.} \tag{4.19}$$

мұндағы q – меншікті су шығыны;
F – спринклер қорғанысындағы көлем (алаң), F=12 м^2

(4.19) формуласы бойынша есептейміз:
H=(0,1·12/0,45)^2=7 м^2
Су шығыны:

$$Q_1 = \sum_{n}^{1} q_i \tag{4.20}$$

мұндағы q – спринклер өнімділігі;
Q – қатардағы су шығыны;
n – қатардағы жұмыс істейтін спринклер саны.

$$Q_1 = A_q \cdot \sqrt{H_1} + A_q \cdot \sqrt{H_1 + i \cdot l} + A_q \cdot \sqrt{H_1 + 2 \cdot i \cdot l} + ..., \tag{4.21}$$

мұндағы i – гидравликалық еңіс;

l – спринклерлер арасындағы бөлімшенің ұзындығы, м;

Демек,

$$Q_1 = A_q \cdot \sqrt{H_1} \cdot \left[1 + \left(n_{1-1}\right) \cdot i \cdot l / 2 \cdot C\right] \cdot n_1 \qquad (4.22)$$

(4.22) формулаласы бойынша есептейміз:

$$Q_2 = 0{,}45 \cdot \sqrt{7} \cdot \left[1 + (1-1) \cdot 0{,}287 \cdot 2/2\right] \cdot 1 = 1{,}19 \qquad Q=1{,}19$$

Бөлмеге қондырылған спринклер саны біреу болғандықтан, қажетті судың меншікті шығыны 1,19 л/сек болады.

Қосалқы станцияда, өндірісте және кәсіпорында кез-келген шағын немесе ірі нысанында, біздің табиғатымыздың кез-келген бұрышында өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету – сіз бен біздің өмірімізді сақтаудың негізі.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Ұялы байланыс нарығының қалыптасуы

Сымсыз байланыстың Қазақстандағы лидері ұялы байланыс болып табылады. Әр жыл сайын абоненттік радиостанциялардың саны ның өсімі байқалады (2012жылы 822,5 мың бірлік, бұл 2011 жылмен салыстырғанда 9,3 есе үлкен).

Республикамызда ұялы байланыстың ең ірі операторлары болып: “ALKATEL”, “NURSAT”, ЗАО “АРНА”, ТОО “КАР-ТЕЛ”, “MOTOROLA”, ТОО “GSM Казахстан”, АО “Казахтелеком” “K’Cell” сауда белгісімен, “DALACOM” және т.б.

Қазіргі таңда үш ұялы компания бар, оның екеуі GSM цифрлық стандартында жұмыс істейді (K’Cell, K-Mobile), ал “DALACOM” компаниясы CDMA стандартында жұмыс жасайды.

Жақын болашақта республика территориясында CDMA технологиясының негізінде административтік басқару органдары, милиция, жедел жәрдем, банктер үшін корпоративтік желілер құрылуы мүмкін. Мұндай желілер үшін ақпаратқа заңсыз қатынас үшін аса жоғары қорғаныс қажет. Сонымен қатар жедел қызметтерге приоритеттік және тегін қатынас құру мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Осыған байланысты ұялы және жаңадан енген компаниялардың алдағы жоспарында Қазақстан бойынша CDMA радиотелефондық желісінің дамуы көзделген. Қазіргі таңда жаңа желілерді құрастырудың қажетті жұмыстары жүргізілуде.

Көптеген компаниялар CDMA радиотелефондық желісін ашумен айналысуда. 2004 жылдан бастап CDMA желісінің радиотелефондық байланыс қызметі жұмыс істеуде. Ал 2005 жылдан бастап радиотелефондық байланыс қызметі Қазақстанның барлық районында қолжеткілікті болды.

Ұялы телефондық желі жеке корпоративтік клиенттерге әр түрлі қызмет көрсетуге арналған. Ұялы операторлармен көрсетілетін телефондық қызметтер жоғары сапамен ажыратылады. Осыларға – жылдамдық, байланыстың сенімділігі, сигнал параметрлернің тұрақтылығы, Қазақстанның барлық бөлігінде қолжетімділігі.

CDMA технологиясы (Code Division Multiple Access – арналардың кодалық бөлінуі бар) американдық Qualcomm компаниясының өнімі болып табылады және басқа ұялы технологиялармен салыстырғанда айрықша артықшылықтары бар. Айтар болсақ, бұл технология радиоспектрді тиімді қолданумен, кең абоненттік сыйымдылықпен, жоғары бөгеулікке тұрақтылығымен ерекшеленеді. Сонымен қатар CDMA сигналы қорғаныштың жоғарғы сапасымен және заңсыз қатынас құру мен тыңдалудан қорғайды. CDMA абоненттік терминалы басқа стандарттармен салыстырғанда жұмыстық

сәулеленуі аз, бұл адам денсаулығына әсерін айтарлықтай төмендететінін айту керек. Терминалдар басқа ұялы стандарттармен салыстырғанда аккумулятордың зарядысыз ұзақ жұмыс істей алады.

CDMA желісінің базалық станцияларының жалпы қолданыстағы телефон желісіне қосылуы «Казахтелеком» компаниясының желісімен немесе жер бетіндегі кабельдік желілер арқылы жүзеге асады.

CDMA жобасының іске асуы республикамыздың облыстары мен қалаларында телефон қолданушылар сан өсімін арттыруға көмектеседі. Дәстүрлі телефондық байланыстан басқа, абоненттерге цифрлық желілерге арналған: шақырудың переадресациясы, шақырудың күту режиміне қойылуы, дауыстық және электрондық пошта, қысқа хабарламалар жіберу, конференцбайланыс, номердің қысқартылған наборы сияқты заманауи жоғарғы сапалы қызметтердің стандартты жиыны ұсынылады. Сонымен қатар CDMA радиотелефондық желісінің абоненттері жоғары сапалы факстық хабарламалар мен мәліметтерді тарату (тарату жылдамдығы – 14,4 Кбит/с) және қабылдау мүмкіндігіне ие болады.

CDMA ұялы байланыс стандартын енгізудің экономикалық мақсаттылығы GSM стандартымен салыстырғанда қолданушылар үшін төменгі тарифке байланысты. Ұялы компаниялар арасындағы бәсекелестік телефондық абоненттік терминалдар үшін бағаның, сонымен қатар мобильді байланыс қызмет үшін тарифтың төмендеуіне әкелді.

CDMA үшін тарифтік жоспарлар абоненттер үшін тартымды қызмет көрсету шарттарын қамтамсыз етеді. Әртүрлі эфирлік пакеттері бар әртүрлі категориялы клиенттерге арналған көптеген тарифтік жоспарлар түрлері қарастырылатын болады. (4.1 таблица). Әр пакет желідегі эфир уақытының белгілі бір тегін лимитін ұсынады. Сонымен қатар тегін белгілі хабарлама санын және қосымша желілік қызмет пакетін ұсынуға дайын.

CDMA стандартының жоғары сипаттамасына байланысты оның қызметтерін отандық және шетелдік банктер, бизнес орталықтар, ірі шетелдік фирмалар, интернет қызметінің сервис провайдерлері, ақпараттық орталықтар және т.б қолдана алады. Ұялы телефондар сатылымы сол компанияның тікелей өзімен және магазиндер желісімен жүзеге асады.Өнімнің нарықта алға жылжуының бірден - бір себепшісі ол – жарнама.

Ұялы байланыс қызметінің сатылым көлемін үлкейту және сұраныстың көбеюі үшін келесі іс – шаралар жүргізіледі:

- Аудио және видео роликтердің республикалық және ірі қалалардың, облыс орталықтарының теле арнасына шығатындай етіп дайындалған орталықтандырып жасалуы;
- Сілтеуіштердің, плакаттардың, буклеттердің және басқа өнімдердің облыстарда таралуы үшін және телекоммуникация қызметтерін жарнамалау мақсатында қазақ және орыс тілдерінде жасалуы.
- Интернет желісіндегі WEB қосымшасы.

Клиент тұрақты болу үшін кері байланыс процесстері ұйымдастырылады:

мәліметтер базасына ол жайлы ақпаратты және оның бұрынғы іскерлік байланысын енгізу. Клиенттерді ұстау мақсатында келесі шаралар қолданылады: қолданылатын қызметтердің көлеміне байланысты жеңілдіктер; қызмет түріндегі премиялар;

5.1-к е с т е . Ұялы компаниялардың қызметтері және тарифтері

Эфирлік уақыт	Биллинг қадамы секунд			Жұмыс күндері (9:00 – 20:00) теңге мин.			Мереке күндері, теңге мин үшін		
	Beeline	Dalacom	CDMA	Beeline	Dalacom	Алтел	Beeline	Dalacom	Алтел
Барлық кіріс қоңыраулар	0	0	0						
Мобильді байланысқа шығыс қоңыраулар	10	1	10	7,26	14	25	3,36		25
Қалаға шалынатын шығыс қоңыраулар	10	30	20	7,26	36	40	6,05		40
Басқа операторларға шығыс қоңыраулар	60	60	60	43,56	42	45,24	36,3		45,24
Халықаралық шығыс қоңыраулар	60	60	60		36	61,53			61,53
SMS				7,5	9	10			5

5.2 Ұялы байланыс желісінде кәсіпорынның экономикалық тиімділігінің бағасы

Бұл бөлім оператордың қаржылық қамтамасыз ету мәселесін қарастырады және қолдағы бар ақшаны ағымдағы қаржылық ақпаратты ескере және келесі кезеңде қызметтерді іске асыру болжамының негізінде тиімдірек пайдалану жағын қарастырады.

Қаржылық жоспар келесі есептеулерді қамтиды:

- капиталдық салымдарды;
- эксплуатациялық шығындарды;
- қызметті жүзеге асырудың табысы және пайданы;
- экономикалық тиімділікті.

CDMA ұялы жүйесін елді мекенге енгізу және ұйымдастыру кезіндегі есептеулерді жүргіземіз.

Капиталдық салымдарды есептеу үшін елді мекендегі халық саны, территория ауданы, құрал-жабдықтардың бағасы жайлы ақпарат болу қажет. (кесте 5.2)

5.2–к е с т е .Жобаның экономикалық тиімділігін бағалауға арналған ақпарат

Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіштің мәні
Ұялы байланыс қызметін белсенді қолданушыла саны, мың адам	5,0
Базалық станцияның құны, мың теңге	7800
Коммутатордың құны, теңге	2100
Бір метр кабель құны,мың теңге	260

Берілген елді мекен үшін базалық станцияның ($N_{БС}$) жалпы санын келесі формуламен:

$$N_{БС} = \frac{N_{АБ}}{1500}, \qquad (5.1)$$

мұндағы $N_{АБ}$ – белсенді абоненттер саны

$$N_{БС} = \frac{5000}{1500} = 3{,}3 = 3 \text{ б.ст.}$$

Бір базалық станцияның орташа радиусы келесі формуламен есептеледі:

$$N_{БС} = \sqrt{\frac{S}{\pi \cdot N_{БС}}}, \qquad (5.2)$$

мұндағы S – елді мекеннің шет аймақтары мен фермерлік аймақтарды қосқандағы жалпы ауданы.

$$r_o = \sqrt{\frac{240}{3{,}14 \cdot 3}} = 5{,}05 \text{ км}$$

Елді мекен үшін барлық тарату аймағының радиусы келесі формула арқылы анықталады:

$$R_o = \sqrt{\frac{S}{\pi}}. \qquad (5.3)$$

$$R_o = \sqrt{\frac{240,0}{3,14}} = 8,7\text{км}$$

Базалық станциялар (БС) барлық байланыстар орнатылатын хабарлама коммутация орталығымен кабельдермен немесе радиорелейлі байланыс сызығымен байланысуы мүмкін.

Қазіргі таңда кабель қымбат сызықты жабдық болып есептелінеді. Барлық станциялар үшін кабельдің ұзындығын есептейміз. Бұл үшін кабельдің орташа ұзындығын анықтау керек:

$$\bar{l}_{КАБ} = \frac{2}{3} R_o \qquad (5.4)$$

Сонда кабельдің жалпы ұзындығы келесіге тең болады:

$$L_{КАБ} = N_{БС} \cdot \bar{l}_{КАБ}. \qquad (5.5)$$

$$\bar{l}_{КАБ} = \frac{2}{3} \cdot 8,7 = 5,8\,\text{км}$$

$$L_{КАБ} = 3 \cdot 5,8 = 17,4\,\text{км}.$$

Құрал-жабдыққа арналған капиталдық салымның құрамына құрал-жабдықтың, кабельдің, коммутатордың құны және программалық қамтамасы бар есептелмеген қосымша құралға шығындар кіреді. Сонда, құралға қажет жалпы капитал салымы келесідей анықталады:

$$K_{\Sigma ВЛ} = K_{\Sigma БС} + K_{КОМ} + K_{КАБ} + K_{ДОП}, \text{ теңге} \qquad (5.6)$$

мұндағы $K_{\Sigma БС} = (1,15 \div 1,5) \cdot K_{БС} \cdot N_{БС}$ – базалық станция алуға қажет капиталдық салым.

сәйкесінше,

$$K_{\Sigma БС} = 1,15 \cdot 7800 \cdot 3 = 26910 \text{ мың теңге}, \qquad (5.7)$$

мұндағы $К_{КОМ}$ = 2100 мың теңге – коммутатор алуға арналған капиталдық салым; $К_{КАБ}$ – кабель алуға капиталдық салым; $К_{ҚОС}$ – қосымша құралға арналған капиталдық салым;

$$К_{КАБ} = L_{КАБ} \cdot К_{КАБ1}, \text{ теңге} \quad (5.8)$$

$К_{КАБ}$ = 17,4 · 260 = 2784 мың теңге

$$К_{ҚОС} = 10\% \cdot К_{\Sigma БС}, \text{ теңге} \quad (5.9)$$

$К_{ҚОС}$ = 0,1· 26910 = 2691,0 мың теңге

Осыдан,

$К_{\Sigma ВЛ}$ = 26910 + 2100 + 2784 + 2691 = 34485 мың теңге

Барлық алынған нәтижелерді 4.3 кестесіне енгіземіз

5.3-к е с т е .Елді мекенде ұялы байланыс желісін ұйымдастыру үшін өндірістік ресурстарға қажеттілікті анықтау

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер мәні, мы теңге
ОПФ құны:	
Базалық станциялар	26910,0
Коммутатор	2100,0
Байланыс сызықтары	2784,0
Қосымша шығындар (базалық станция шығынының 10%)	2691,0
Барлығы (техникалық жабдықтар)	34485,0

Жобаланатын станцияға қызмет көрсететін жұмысшылардың санын анықтау үшін өндірістік персоналды есептеу қажет.

Персонал саны келесідеі есептеледі:

$$Т = Ч = \frac{N_{АБ}}{550} \text{ адам,} \quad (5.10)$$

мұндағы 550 – компанияның бір жұмысшысы қызмет көрсететін абонент саны.

Осылайша, қажетті жабдық құрамы және персонал саны есептелінді. Ұялы байланыс желісінің экономикалық тиімділігін бағалайтын көрсеткіштерді анықтау бөлімнің келесі кезеңі болып табылады.

Ұялы байланыс желісін ұйымдастыру кезінде қызмет көрсететін аймақтың ауданына, желі топологиясына және талап етілетін өткізгіштік қабілетіне байланысты бірнеше миллион АҚШ доллары қажет болады.

Бұл кезеңде фирма жұмысының қаржылық қамтамасыз етілуі мәселесі және келесі кезеңде қызметтерді іске асыру болжамының негізінде тиімдірек пайдалану жағын қарастырады және келесідей есептеулерді қамтиды:

- инвестиция көлемін анықтау;
- жылдық эксплуатациялық шығынды анықтау;
- қызметті жүзеге асырудың табысы және пайда;
- экономикалық тиімділіктің көрсеткіштері;

Ұялы байланыс желісін ұйымдастыруға қажетті инвестиция көлемін анықтау кезінде капиталдық салымның негізгі бөлігі коммутатормен базалық станция алуға кететінін ескеру қажет.

5.4–к е с т е .Ұялы байланыс желісін ұйымдастыруға қажет инвестиция көлемі

№ пп/п	Көрсеткіш атауы	Көрсеткіштің мәні, мың теңге
1	Техникалық жабдық	34485,0
2	Орнату жұмыстары (жабдық құнына 15%)	5172,8
	Барлығы ОПФ үшін	39657,8
3	Біруақыттағы шығын:	2740,0
3.1	Материалдық емес активтер:	
3.1.1	Программалық қамтамасыз ету	Жабдықпен бірге беріледі жән қамтамасыз етіледі
3.1.2	Жұмыс істеуге лицензия	685,0
3.1.3	Жабдықтың сертификациясы	685,0
	Материалдық емес активтер үшін барлығ	1370,0
3.2	Тіркелген документтер:	
3.2.1	Тіркелуге және эксплуатацияланаты жабдықпен қосқанда радиожиілік ресурсты эксплуатациялауға рұқсат	1000,1
3.2.2	Тіркелуге рұқсат және жиілікті қолдану	369,9
	Тіркелу құжаттары үшін барлығы	1370,0
	Біруақыттық шығындар үшін барлығы	2740,0
4	Айналым құралдары (ОПФ құнының 3%)	1189,7
	Барлық инвестиция	43587,5

Ұялы байлланыс желісінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін негізгі қорға салынатын капиталдың 3% көлемінде қабылданатын айналым құралдары

қажет, яғн

$$К_{АЙН} = 0,03\ К_{ΣСАЛ} = 0,03\ \cdot\ 39657,8\ = 1189,7 \text{ мың теңге} \qquad (5.11)$$

Осылайша, ұялы байланыс желісін ұйымдастыруға қажет инвестиция (Ин):

$$Ин_{ҰБЖ} = 39657,8 + 2740,0 + 1189,7 = 43587,5 \text{ мың теңге}$$

құрайды.

Енді жылдық эксплуатациялық шығындарды анықтау жүргізіледі.

Ағымдағы ұсталымдар жабдықтың амортизациясынан, еңбекақы төлеу шығынынан, жабдыққа техникалық қызмет көрсетуден, материалдар мен электр энергиясының шығынан, арналардың арендасы мен офистік шығындардан, жарнама шығындарынан, принтерге картридж алуға және қағаз алуға т.б. кететін шығындардан тұрады. Жергілікті телефон желісіне қосылу ұялы желінің негізгі шығыны болып табылады:

$$Эр = ФОТ + Осн + Ао + Нр + З_{ар.\ пом.} + З_{частоты} \qquad (5.12)$$

Еңбекақыны төлеу шығындары қызмет көрсетуші персоналға жылына төленетін орташа айлық арқылы анықталады:

Онда сандық мәні құрайды:

$$ФОТ = 40 \cdot 9 \cdot 12 = 4320 \text{ МЫҢ ТЕҢГЕ}$$

Қазіргі уақытта әлеуметтік салықтың орташа көлемі ЕТҚ-ның (Еңбек төлеу қоры) 20%-ін құрайды. Еңбекті төлеу қорынан зейнетақыға 10% алынады.

$$О_{ОС} = 0,2 \cdot (4320 – 0,1 \cdot 4320) = 777,6 \text{ мың теңге}$$

Инвестициялық салымның жалпы қосындысы айналым қорынан амортизация көлемін шегергендегіні құрайды:

$$И_{САЛ} = (43587,5 – 1189,7) = 42397,8 \text{ мың теңге}$$

Содан,

$$А_{О} = 0,15 \cdot 42397,8 = 6359,7 \text{ мың теңге} \qquad (5.13)$$

Ғимаратты жалдауға кететін шығындар офиске, коммутатор қоятын орын

сонымен қатар, базалық станция орнатуға керек аумақты жалдауға кететін шығындардан құралады.

S = 100 м^2 – Офис және коммутаторды орналастыруға қажетті аудан;

S = 15 м^2 – бір базалық станцияға қажетті аудан.

Демек, барлық аудандардың қосындысы келесідей:

$$S = 3 \cdot 15 + 100 = 145 \text{ м}^2$$

Ғимаратты жалдауға кететін жалпы шығындар келесіні құрайды:

$$З_{ЖАЛ} = 150 \cdot 145 \cdot 12 = 261{,}0 \text{ мың теңге} \quad (5.14)$$

Қосымша шығындар әдетте ЕТҚ-ның 75%-ке дейін құрайды.

Төлемдер туралы ақпарат тасуыштарға, жалпы қолданыстағы телефон желісіне қосылуға, электр энергиясына төленетін шығын келесідей болады:

$$Қш = (0{,}3 \div 1{,}5)ЕТҚ, \text{ теңге} \quad (5.15)$$

$$Қш = 1{,}5 \cdot 4320 = 6480 \text{ мың теңге}$$

Осылайша, желіні эксплуатациялауға кететін жалпы шығын:

$$Эш = 4320{,}0 + 777{,}6 + 6359{,}7 + 261{,}0 + 6480{,}0 = 18198{,}3 \text{ мың теңге}$$

5.5-к е с т е . Барлық алынған нәтижелер

Шығындар атауы	Көрсеткіштер мәні	
	Абсолюттік мәндер, мың теңге	Үлес салмағы, %
Жылдық еңбек төлеу қоры	4320,0	23,74
Әлеуметтік салықтарға төлем	777,6	4,27
Амортизациялық төлемдер	6359,7	34,95
Ғимарат жалдау	261,0	1,43
Қосымша шығындар	6480,0	35,61
Барлығы	18198,3	100

Жалпы ұялы байланыс компаниясының табысы қызмет көрсету санына байланысты.

Абоненттердің табыстары келесідей анықталады:

$$Т_{НАҚТЫ} = N \cdot Q \cdot 12 \cdot Т_{1\ МИН}, \quad (5.16)$$

мұндағы N – қарастырып отырған жылдағы қолданушылар саны; Q – орташа эфирлік уақыт, мин; $Т_{1\ МИН}$ – эфирлік уақыттың 1 минутының тариының тарифі, теңге; 12 – жылдағы айлар саны.

$Т_{нақты} = 5000 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 25 = 45000$ мың теңге

Ұялы байланыс желісін ұйымдастырудың экономикалық тиімділігін бағалау үшін қаржылық нәтижелер (ҚН) немесе негізгі жұмыстан түсетін табыс есептеледі:

$$ҚН = Т_{нақты} - Эш, \quad (5.17)$$

мұндағы, $Т_{нақты}$ – қызметтен түсетін табыс; Эш – жылдық эксплуатациялық шығындар.

ҚН = 45000 – 18198,3 = 26801,7 мың теңге

Оң қаржылық нәтижелер болған жағдайда нормативтік құжаттарға сәйкес 30 % көлемінде заңды салық алынады.

Бұл жағдайда түсетін табыс ($Т_{таза}$) заңды салықты алғандағысы келесі формулаға сәйкес есептеледі:

$$Т_{таза} = ҚН – С_{заңды}, \text{ теңге} \quad (5.18)$$

$Т_{таза} = 26801,7 – 0,3 \cdot 26801,7 = 18761,2$ мың теңге

Инвестициялық шығындар амортизация және толықтыруға бағытталған алдағы түсімдер есебінен жабылады, демек қор қайтарым уақыты келесі формуламен есептеледі:

$$Тққ = Ин_{ұялы}/ЧТ, \text{ жыл}, \quad (5.19)$$

мұндағы $ЧП = ТҚ+Аа,$ (5.20)

мұндағы ТҚ – табыс, ол толықтыру қорына бағытталған таза табыстың 75% құрайды (ТҚ = 0,75Ттаза); $А_а$ – амортизациялық алымдар.

Тққ = 43587,5/(0,75 · 18761,2 + 6359,7) = 2,1 жыл

$$Е_{тиімділік} = 1/Тққ = 1/2,1 = 0,48 \quad (5.21)$$

Осыдан алынған нәтижелерге қарай отырып, жоба инвестициялық капиталды талап етілген уақытқа дейін қайтаратындығын көруге болады

Қорытынды

Бұл бітіру жұмысында CDMA2000 1X технологиясының негізінде радиорұқсатты қолданумен көпарналы телекоммуникациялық жүйені жобалау мүмкіндігі қарастырылды. Берілген стандарттың сипаттамаларының анализдеу нәтижелері бойынша CDMA2000 1X стандарты үшінші ұрпақ жылжымалы байланыстарына қойылатын барлық сұраныстарды қанағаттандаратындығы анықталды. Осылайша берілген стандартты пайдалану жалпы мобильдікті қамтамасыз етед, яғни абоненттің ешқандай шектеусіз, сөйлесу сапасына әсерсіз байланысуы қамтамасыз етіледі. Стандарт жоғары сапалы байланысты, жоғары тарату жылдамдықтарын, қосымша қызмет түрлерін қамтамасыз етеді.

Басқа стандарттармен салыстыру жүргізіліп, жүйенің артықшылығы анықталды. Бітіру жұмысында желінің негізгі параметрлері есептелді, абоненттік жүктеме, тура және кері бағыттағы әрбір арна бойынша қабылданған интерференция мен сигнал қуаты, базалық станцияның сыйымдылығына талдау жасалынып, ұяның қамту аумағы зерттелді. Бұл жобаны жүзеге асыру үшін Huawei компаниясының құрылғылары таңдалды.

Келтірілген техникалық-экономикалық есептеулер нәтижесі бойынша CDMA2000 1X стандарты өзге ұялы байланыс стандарттарына қарағанда арзан болатындығы анықталды. Жобаланған стандарттың артықшылықтары оны енгізу тиімділігін көрсетеді.

Экономикалық бөлімде жылдық пайдалану шығындары мен түскен табысты қоса, жобаның абсолютті экономикалық тиімділігі және өтелу мерзімі анықталды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі тарауында мамандар жұмыс істейтін бөлменің ауа баптау жүйесінің есептері жасалып, оның нәтижесінде қолданыстағы еңбек жағдайларына талдау жасалған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. CDMA в Казахстане. http://www.cdma.kz/script_site.html?id=3&st=0.
2. Архипкин В.Я., Голяницкий И.А. В-CDMA: синтез и анализ систем фиксированной радиосвязи. – М.; Эко-Трендз, 2002.-432с.
3. История CDMA. http://cdma-technology.com/history.html.
4. Горностаев Ю.М. Невдяев Л.М. Новые стандарты широкополосной радиосвязи на базе технологии CDMA. – М.; 1999. – 412с.
5. Мордухович Л.Г. Радиорелейные линии связи. Курсовое и дипломное проектирование. – Москва; Радио и связь, 1989.- 315с.
6. Каменский Н.Н., Модель А.М. и др. Справочник по радиорелейной связи. – Москва; Радио и связь, 1988.- 386с.
7. Анализ рынка CDMA. http://www.cio-world.ru/analytics/280809/.
8. Экономика связи: Учебник для вузов. – Под ред. О.С. Срапионова. – М.: Радио и связь, 1992. – 415с.
9. Волков О.И. Экономика предприятий связи. – М.: Экономика, 1998.- 408с.
10. Баклашов Г.Д. и др. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник /Санитарные правила и нормы по гигиене труда в промышленности. Часть 3/ Под ред. Козловского А.Р. – Алматы; 1994.- 428с
11. Хакимжанов Т.Е. Расчет аспирационных систем. Дипломное проектирование. – Алматы; АИЭС, 2002.- 313с.
12. Громаков А.Ю. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: ЭКОТРЕНДЗ, 1998.- 305с.
13. CDMA: прошлое, настоящее, будущее. Под ред. проф. Л.Е. Варакина и проф. Ю.С. Шипакова. – Москва: МАС, 2003.
14. Буров В.П., Новиков О.И. Бизнес-план: методика составления. – М.: ЦИПКК, 1995. – 401с.
15. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 356с.
16. Продукты и решения. http://www.huawei.com/ru/catalog.do?id=342.
17. CDMA Development Group. http://www.cdg.org/technology/3g/resourse/ CDMA2000_market_facts_5-10-07.pdf.
18. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.; Высшая школа, 2002. – 347с.
19. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учебное пособие для вузов. – М.; Энергоатомиздат, 1984.- 418с.
20. Безруков А.В. Преимущества и основные параметры цифровых сотовых систем связи стандарта CDMA. Электросвязь, 1999.- 339с.

Қысқартылған сөздер тізімі

BTS – базалық станция

BSC – базалық станция контроллері

CDMA Code Division Multiple Access - арналары кодпен бөлінген көптік рұқсат

CIR – кепілденген өткізу жолағы

FH-CDMA (Frequency Hopping Code Division Multiple Access) – жиілік бойынша ығысатын арналары кодпен бөлінген көптік рұқсат

IP- Internet Protocol - интернет протокол

LAN - Local Area Network – локалды желі (ЛЖ)

MSC – коммутациялық орталық

MS – мобильдік станция

MIR – максималды тарату жылдамдығы

PSU Power Supply Unit – қоректену блогы

SNMP- Simple Network Management Protocol – желіні басқару протоколы

SU - Subscriber Unit – абоненттік терминал

WLL (Wireless Local Loop) – сымсыз қосу линиялары

АТ- абоненттік терминал

БС – базалық станция

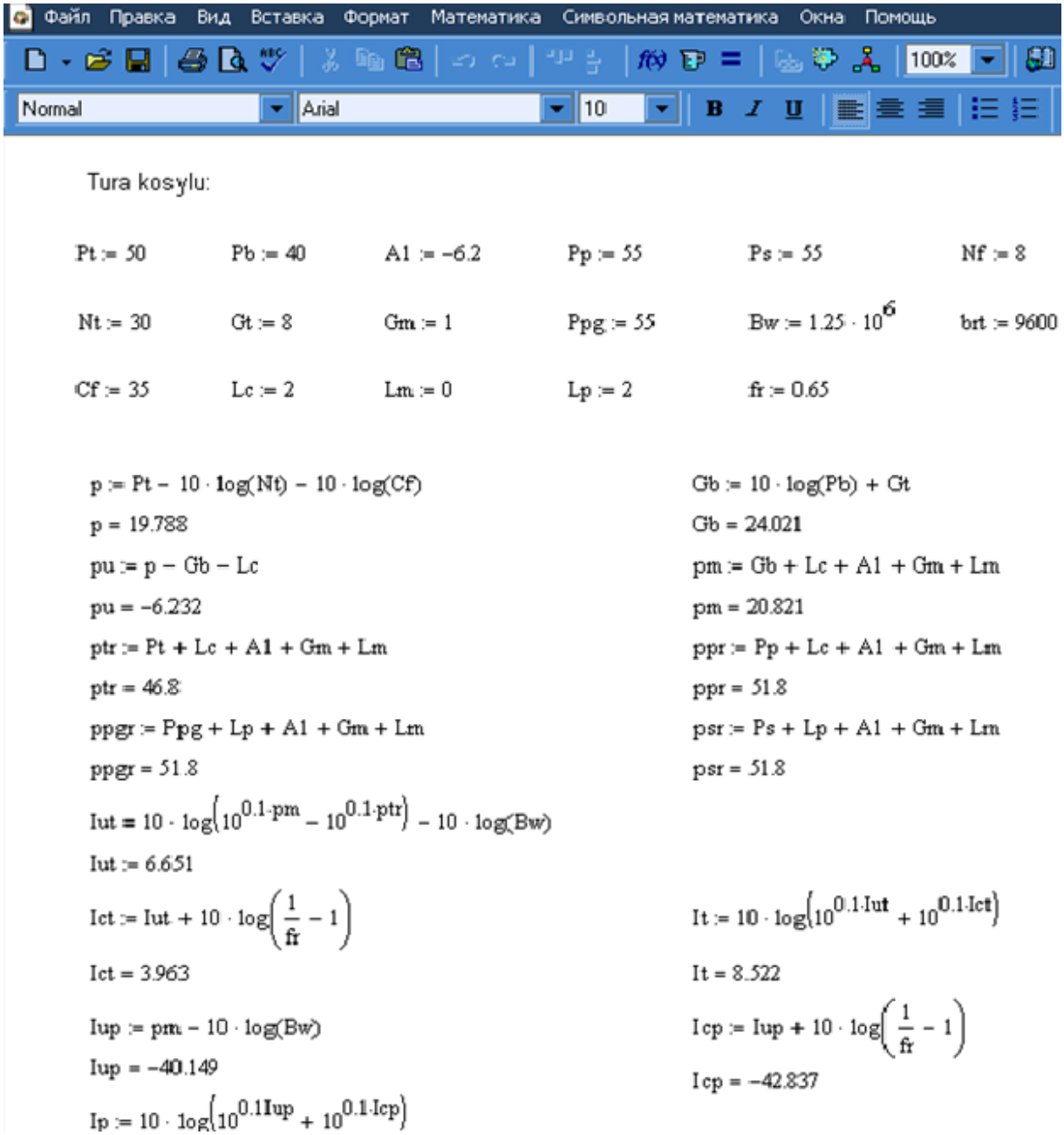
ЦБС - орталық базалық станция

БС - базовая станция,

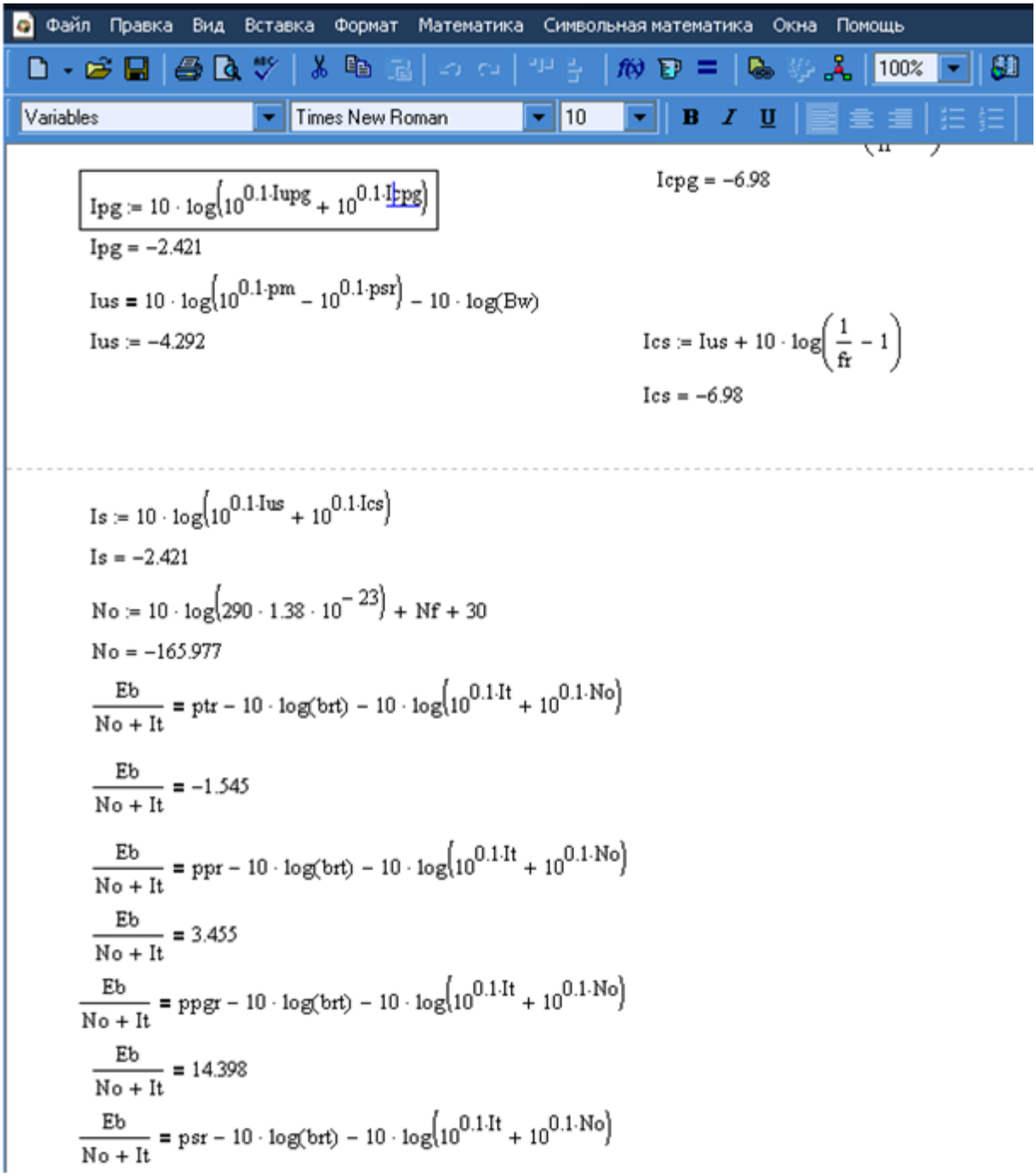
ЖС – жылжымалы станция

СНиП- санитарлық нормалар мен ережелер

А қосымшасы



А.1-сурет. MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеме көрінісі



А.2 -сурет. MathCAD математикаға бағытталған бағдарлама көмегімен шығарылған есептеме көрінісі

Б қосымшасы

«C++ Builder» жүйесінің көмегімен құрылған бағдарлама листингі»

«C++ Builder» жүйесінің көмегімен құрылған бағдарлама антеннаның күшейтуін есептейді. Ол үшін биттік қателік деңгейін BER 10^{-3}, тыңу қорын, фидерлі жолдардағы шығындарды, бөлуші сүзгідегі шығындарды, интервал ұзындығын және қосымша шығындарды еңгізу керек.

Сонымен қатар бағдарлама аралық есептеулердің нәтижелерін шығарады: L_0 , $d_э$, r, $A_{0,01}$.

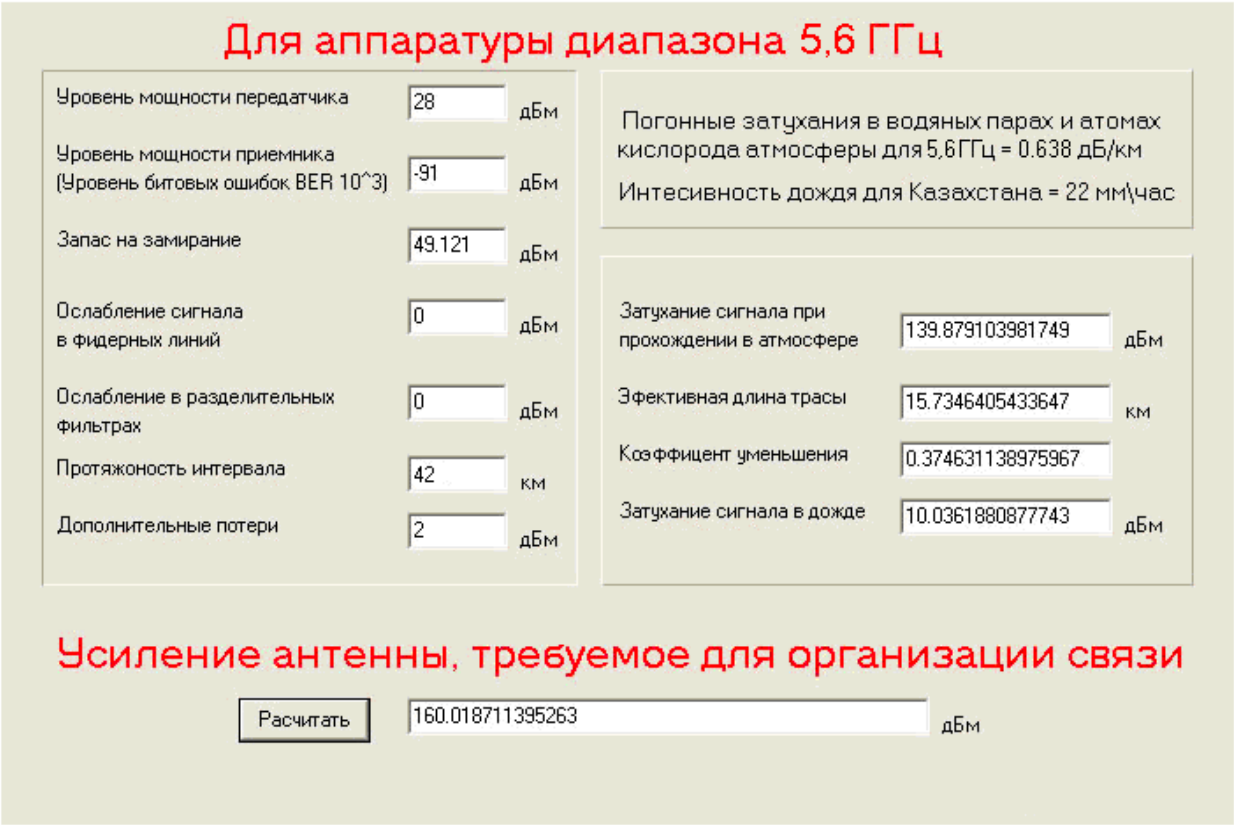
```
//---------------------------------------------------------------------
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit1.h"
//---------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
      : TForm(Owner)
//---------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
double DlinaProleta;
double ZatuhanL0, KoeficentR;
double ZatuhanLD, DlinaTrasyREF, Fidera;
double DopPoteri, MoshPeredachika, MoshPriemnika;
double Zapas, UselenAnten;

DlinaProleta = Edit8->Text.ToDouble();
ZatuhanL0 = 32.45+20*(log10(5.6*pow(10,3))*log10(DlinaProleta));
Edit1->Text = ZatuhanL0;
KoeficentR = 1/(1+DlinaProleta/25.16);
Edit10->Text = KoeficentR;
DlinaTrasyREF = KoficentR * DlinaProleta;
```

Б қосымшасының жалғасы

```
Edit9->Text = DlinaTrasyREF;
ZatuhanLD = 0.64*DlinaTrasyREF;
Fidera = Edit2->Text.ToDouble();
DopPoteri = Edit12->Text.ToDouble();
MoshPeredachika = Edit3->Text.ToDouble();
MoshPriemnika = Edit4->Text.ToDouble();
Zapas = Edit5->Text.ToDouble();
Edit6->Text = ZatuhanLD;
UsilenAnten = (ZatuhanL0+2*Fidera + ZatuhanLD + DopPoteri - (MoshPriemnika - Zapas) + MoshPeredachika)/2;
Edit11->Text = UsilenAnten;
```

В қосымшасы



В.1-Сурет. Бағдарламаның есептеу барысындағы басты терезе скриншоты