ҚАЗАҚСТАН РЕПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., проф. Байконов А.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ **20**16 **ж.**
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: TETRA технологиясының көмегімен жабық ғимаратта радио жүйесін жобалау

_____ **мамандығы бойынша**

Орындаған Шахаева Жан Алмаханқызы МТСк-12-01
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші доцент Агатаева Б.Б.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
э.ғ.к. проф. Базылов Ж.Б.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «20» 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
т.ғ.к. доцент Абікенова А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «13» 04 20 16 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
аға оқытушы Шуғатыл У.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «27» 05 20 16 ж.
(қолы)

ТКЖС доценті Агатаева Б.Б.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» 05 2016 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы Темірканова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 20 16 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :
РКД аға оқытушы Тойсариева К.Н.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «_____» _____ 20____ ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника электроника телекоммуникация мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Шахаева Әсем Аманжайқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы TETRA технологиясының көмегімен жабық ғимаратта радио жүйесін жобалау

ректордың « 19 » 10. 15 № 149 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «____» _____ 20___ ж.

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

Өлді мекен - Первомайка ауылы.

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

1. TETRA технологиясының сипаттамалары, сандық радиобайланыс жүйесін жобалау. Жобаланған жүйе үшін құрылғыларды таңдау және оны негіздеу.
2. Радиокамту аймағы арқылы базалық станцияны орнату жерін, жоғалтулар мен сөнімділіктарды есептеу және оны тексеру
3. Ғимараттың жарық-ашық және найзағайдан қорғаудың ұйымдастыру.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Әр бағыт үшін жер өдерінің көрінісі
2. Елді мекеннің жер өдерін есептейтін түзетулер графиндегі мәндерін өзгертулері
3. Бағдарламаның модельдеу үлгілері
4. Бөлмедегі жарықтандырулар сызбасы
5.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Громаков Ю.А. Системы подвижной радиосвязи. Технологии электронного коммуникаций: – Эко-Трендз, 1994.
2. Бабков В.Ю., М.А. Вознюк, П.А. Михайлов. Сети мобильной связи: частотно-территориальное планирование. – СПб.: Питер, 2000.
3. Серебряков Ю.В. Обзор системы TETRA. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005.
4. Базылов К.Б., Жилбаева С.А., Аманжолова К.Б. Организация управления и регулирования в телекоммуникации общего пользования РК: Учебное пособие. – Алматы: АЭС, 2005.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бабенко Л.Б.	2.04 - 30.05.16	
ВТБ	Аканова А.А.	06.04 - 13.04.16	
Есеп-тексеру бөлім	Шугайып Ж.	27.05.16	
техникалық бөлім	Агатаева Б.Б.	20.09.15 - 25.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	TETRA стандартының сипаттамасы		
2.	TETRA стандартының сипаттамасы		
3.	Радиожайлардың құрылғысын таңдау		
4.	Сигнал-шу қатынасын есептеу		
5.	Жалпы қалту ауытқуын Окумура-Хата моделі бойынша табу.		
6.	Уайфилд-Шелами (Wim) моделі		
7.	Жер-жер бедерін ескеретін түзетулерді анықтау		
8.	Жүйенің орнын жоспарлау		
9.	Экономикалық тиімділігін дәлелдеу		

Тапсырманың берілген уақыты «_____»_____20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к, проф. Байкенов А.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ доцент Агатаева Б.Б.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Шахаева Д.А.
(қолы) (аты -жөні)

Аннотация

Целью данного дипломного проекта является проектирование радиосистемы в закрытом помещении с помощью технологии TETRA.
В данном дипломном проекте рассматривали особенности различных цифровых транкинговых систем. В проекте произведёно вычисление радиуса зоны покрытия (дальности связи) базовой станции двумя методиками: модель Окомуры – Хаты и Уолфиш-Икегами (WIM) .
В дипломном проекте составлен бизнес–проекция, где рассматривались рациональность введения и употреблении оборудования, окупаемость данной технологии. А отличительной особенностью является, расширение цифровой транкинговой системы TETRA в Казахстане.

Annotation

The purpose of this degree project is design of radio system by means of the TETRA technology indoors.
In this degree project considered features of various digital trunking systems. In the project calculation of radius of a cover zone (range of communication) of a base station is made by two methods: Okomura's model – Huts and Uolfish-Ikegami (WIM).
In the degree project the business plan where were considered expediency of introduction and operation of the equipment, payback of this technology is made. And distinctive feature is, expansion of the digital trangingovy TETRA system in Kazakhstan.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобаның мақсаты TETRA технологиясының көмегімен жабық ғимаратта радио жүйесін жобалау болып табылады. Дипломдық жобада қамту аймағының радиусын екі түрлі әдіспен есептелді: Окомура – Хата және Уолфиш-Икегами (WIM) моделі .
Дипломдық жобада бизнес жоспар құрылып, технологияның жарамдылығы мен пайдаланылуы, сонымен қатар өтімділік уақыты қарастырылды. Ал, дипломдық жобаның ерекшелігі болып, Қазақстанда сандық транкингтік жүйелерінің ұлғаюының қарастырылуы болып табылады.

Мазмұны	
Кіріспе	7
1 TETRA стандартының анализі	8
1.2 TETRA стандартының артықшылықтары	8
1.3 TETRA стандартының сипаттамасы	10
1.4 TETRA стандартында радиоинтерфейстің жұмыс істеу қағидасы	13
1.5 Дауысты кодтау әдістері	15
1.6 TETRA стандартындағы сигнал қуаты және радиоқамту сапасы	16
1.7 TETRA радиостансасының жұмыс істеу тәртібі	17
1.8 Сандық транкингтік көпзоналық IP-желілер	18
1.10 Радиобайланыс құрылғысын таңдау	19
2.1 Сандық радиобайланыс жүйесін құрастыру	22
2.2 Сигнал - шу қатынасын есептеу	22
2.3 Радиоқамту аумағын сигнал тарату кезіндегі максималды қабылдарлық жоғалтулар	23
2.4 Жалпы қамту аумағын Окомура және Хата моделі бойынша табу	25
2.4.1 Радиотолқындарды таратудағы шығынды есептеу	26
2.4.2 Жергілікті жер бедерін ескеретін түзетулерді анықтау	27
2.4.3 Базалық стансаның қамту аумағын Окомура және Хата моделі арқылы	29
2.5 Уолфиш-Икегами (WIM) моделі	33
Тарау бойынша қорытынды	36
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі	37
3.1 Жұмыс орнын жобалау	38
3.2 Табиғи жарықтандыруды есептеу	39
3.3 Жасанды жарықтандыру есептелуі	41
3.4 Қорғаныш тұйықтауды анықтау	43
Тарау бойынша қорытынды	47
4 Экономика	48
4.1 Сала сипаттамасы	49
4.2 Қызмет көрсету сипаттамасы	49
4.3 Нарық өтімділігінің анализі	50
4.4 Қаржылық жоспар	51
4.5 Инвестиция шығынын есептеу	52
4.6 Кәсіпорын табысы	55
Тарау бойынша қорытынды	57
Қорытынды	58
Қысқартулар тізімі	59
Әдебиеттер тізімі	60

Кіріспе

Қазіргі таңда, радиобайланыстың мемлекетаралық стандарттарын енгізу және өңдеу, осы байланыс негізінде ұлттық және халықаралық желіні жобалау ғаламдық мәселеге айналып отыр.

Қазақстандағы кәсіби мобильді радиобайланыс жаһандық үрдістен қалыспайды, байланыс саласындағы маңызыды бет алыстың бірі және жоғары жылдамдықпен өріс алып келеді. Бұл, өз орайында, бірнеше себептермен байланысты:

- жылжымалы байланыста өзіндік талаптарға ие қолданушылардың бар болуы;
- басыбайлы (жекеменшік) байланыс желілерін құру мүмкіндігі;
-ұялы байланыспен салыстырғанда инфраструктура бағасының төменділігі және байланыс желілерін өрістетуге (күшейту) кететін уақыттың аздығы. Жылжымалы мобильді радиобайланыстың негізгі қолданушылары болып:
- қоғамдық қауіпсіздік және құқық қорғау ұйымдары;
- муниципалдық және апаттық қызметтер;
- транспорттық ұйымдар;
- ірі өндірістік объекттер жатады.

Жылжымалы мобильді радиобайланыс сөз және басқа да мәліметтерді жіберетін аналогтық технологиядан сандық әдіске көшу жолында дамып келеді, яғни, қолданушыларға ұсынылатын қызмет көрсету сапасын және номенклатурасын (тізбектеме/атау) арттыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда, жылжымалы мобильді радиобайланыста үлкен үміт арттыратын жүйе - транкингтік байланыс жүйесі, әр түрлі мемлекеттік қызметтерге, ірі өндірістік және басқа да объекттерге материалдық шығындары салыстырмалы аз, оперативті (жылдам), сапалы байланыс.

Көбінесе, транкингтік байланыс жүйесі қатты электромагниттік бөгеуілдер болған жағдайда (индустриалды, басқа электромагнитті сәулелер көзінен бөгеуілдер) жұмыс жасайды. Бұл, нақты жағдайда, басқа радиоэлектронды жабдықтардың электромагниттік үйлесуімен байланысты. Дәл осындай жағдайларда, негізгі тапсырма ретінде, транкингті жүйені және жоғарыда айтылған бөгеуілдерге тосқауыл бола алатын техникалық сипаттамалы хаттама таңдау болып табылады.

Дипломдық жобамның мақсаты TETRA технологиясының көмегімен жабық ғимаратта радио жүйсін жобалау болып табылады.

1 TETRA стандарты

1.1 TETRA стандартының анализі

Кәсіби жылжымалы радиобайланыс дамуы әр түрлі стандарттар мен хаттамалардың (SmarTrunk, LTR, MPT1327) аналогтық жүйеден сандық жүйеге ауыстырылуымен түсіндіріледі.

Мұндай жүйелердің басты ерекшеліктері мынада:

- сандық технологияда мәліметтерді пакеттік жіберу (дауыс/дыбыс, мәлімет);
- радиоинтерфейсте уақыттық (TDMA) тығыздықпен қолданылу;
- толықдуплексті арналардың бар болуы;
- жүйелік роуминг;
- телефондық жүйеге тізімдік немесе жалпы қолданысты қосу мүмкіндігі;
- дауыс және мәліметтерді бір уақытта жіберілуі.

TETRA стандарты қазіргі таңда транкингтік радиобайланыстағы Еуропалық жалғыз ашық, радиожиілілік спектрді және кең функционалды мүмкіндіктерді жоғары тиімділікпен қолданатын жалғыз сандық стандарт болып табылады. Стандарттың ашықтығы өз жемісін беруде. TETRA стандарты ETSI-мен бекітілген және әр түрлі өндірушілердің өнімдерімен үйлесетіндігіне бірегей байланыс жүйесінде кепіл береді. Нәтежиесінде, радиостансаларды және инфрастуктура құрал-жабдықтарын құрастыратын көптеген тәуелсіз өндірушілер пайда болды, яғни, ұсынылатын бұйымдар бағасы да төмен [1].

TETRA проотоколы Sepura, Selex Communication, Motorola, Nokia, Rohde&Schwartz, Marconi және т.б. радиожабдық өндіретін ірі өндірушілерден қолдау тапқан. Сол себептен де TETRA стандарты Еуропада мемлекеттік қолдау көріп отыр. TETRA бағыты қоғамдық қауіпсіздік қызметінің мұқтаждығына бағытталған, ұйымдардың әр түрлі шұғыл жағдайда өзара әрекеттесуіне, еуропалық мемлекеттердің министрлігіне және жоғарғы кеңес хабаршыларына бірыңғай байланыс жүйесін құруға өз септігін тигізеді.

1.2 TETRA стандартының артықшылықтары

Аналогтық технологиядағы радиоқамту аумағындағы сигналдың әлсіреуіне қарағанда, стандарт арқылы зонадағы дауыс/дыбыс жіберу сапасының айтарлықтай жетілгенін айтуға болады.

Сандық дыбысты шифрлау радиоарнадан өтетін келіссөздерді құпия сақтауға өте ыңғайлы, өйткені нақты масштабтағы уақытта дыбысты шифрлау үшін сандық алгоритмдерді орындауда жүйеге басқа да сандық инфраструктураларды “имплантациялау” (орын ауыстыру/қосу) қажеттігі тумайды. Аналогтық технологияны қолдану барысында, радиобайланыс жүйесінің негізі ретінде, жасанды сандық инфраструктураны енгізу бұйым/өнім/құрылғының күрделілігіне және бағасына әсер етеді [2].

Антеналық-фидерлік құрылғыны орнату барысында антенналық

комбайнердің және антенналық жүйенің шағын физикалық көлемінің себебінен, аналогтық технологиямен (сол көлемдегі дыбыс арналарымен) салыстырғанда шығын көлемі айтарлықтай аз.

TETRA стандартының радиостансасы біруақытта көлемі кішірейтілген TDMA - ағынындағы әр түрлі уақыттық слоттарды қабылдау және жіберу есебінен толық дуплексті режімде жұмыс жасай алады (дуплексер болмайды). Дауыс және мәліметтерді біруақытта жіберу мақсатында TDMA - ағынының уақыттық слоттары кезекпен бір радиостансада қолданылуы мүмкін. Мәлеметтерді арна арқылы (шифрланбаған күйінде) 28,8 Кбит/с жылдамдықпен жіберу үшін қолданушы радиостанса барлық төрт TDMA-слоттарына рұқсаты бар, ал бұл өз кезегінде TETRA хаттамасының радиоарнаны дыбыстық емес (неголосовые) әдісте, яғни баяу өзгертілген видеосуреттерді жіберу жүзеге асырылады [3].

TETRA - ның жылжымалы радиобайланыс жүйе нарығында жетістікке жетуіне көптеген факторлар бар. TETRA сөз және мәліметтерді жіберуге кез келген желімен түйіндесуде мінсіз таңдау болып табылады. TETRA стандартын құру кезінде МРТ жүйесінің интерфейсі жеткіліксіз көлемде стандартталғаны сияқты келеңсіз жайттары есепке алынды (МРТ жүйесінде әр түрлі өндірушілер құрылғысы үйлеспейді, ал, “ашықтығы” тек қана абоненттік деңгейде ғана іске асырылған).

TETRA стандартының маңызды артықшылығы оның шапшаң түрде орнатылуы (<300 мс), бұл дегеніміз қоғамдық қауіпсіздік және апаттық қызметтерде шешуші роль атқарады. Сонымен қатар, TETRA тиімді топтық радиобайланыс үшін жартыдуплексті және типтік телефондық шақыруға дуплекстік режім қолдайды. TETRA-ның модернизацияланған топтық және циркулярлық шақырулар функциялары қолданушы қосымшаларының ең маңызды талаптарына жауап береді. Шақыру қызметтерінің бірнеше сұлба басымдылықтары желідегі жедел трафикке тиімді ресурстарды тағайындауға кепіл береді. Бірыңғай байланыс жүйесін қолдануда пайдаланушылар пайда көре тұра, құрылғыны өндіретін көптеген тәуелсіз өндірушілер спектр қолдануда, жоғары тиімділікпен инфраструктураны қамтамасыз етуде құрылғылардың көптілігі бәсекелестік туғызады [4].

TETRA стандарты- қазіргі заманғы барлық дыбыс және ақпарат тарату желісімен түйіндесуді және келіп түскен нұсқау арқылы өткізу жолағын таңдау сияқты қабілеттілігімен қаматамасыз етеді және ақпарат тарату платформасын құрастырудағы үздік стандарт ретінде қарасытруға болады.

Жоғарыда айтылғанды талқылай келе, біздің болашағымыз сандық технология заманы екенін қорытындылауға болады. Еуропалық министрлік, коммерциялық операторлық құрылғылар, транспорттық өндіруші компаниялар және де жеке меншік тұлғалар - интеграциялық қызмет көрсетуді қамтамасыз ететін TETRA-ның үлесіне өз таңдауларын жасайды.

1.3 TETRA стандартының сипаттамасы

TETRA стандартын зоналық бүркеуді анықтауда негізі ретінде сипаттамасын қарастырайық. Транкингтік байланыс жүйесінің басты техникалық сипаттамалары төмендегі кестеде көрсетілген.

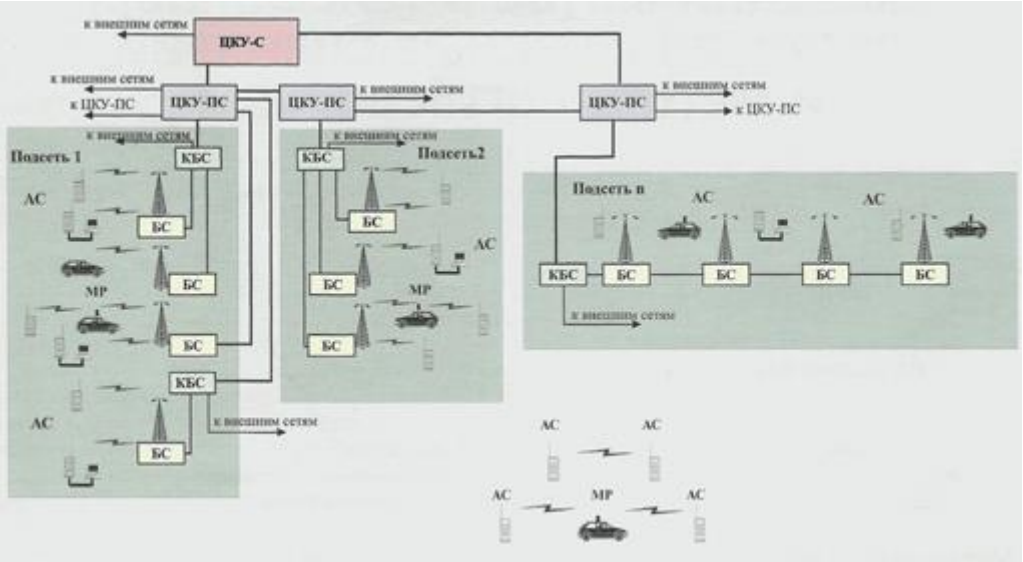
1.1 Кесте – TETRA стандартының негізгі техникалық сипаттамасы

Атауы және өлшем бірлігі	Мағынасы
Базалық станса қуаты, Вт	50
БС жұмыс диапазоны, МГц	VHF 136-174 UHF 380-385; 410-430
БС сезімталдығы, мкВ	2
Мобильді станса қуаты, Вт	5
МС жұмыс диапазоны, МГц	VHF 136-174 UHF 390-395; 450-470
МС сезімталдығы, мкВ	1,5
Модуляция типі	π/4-DQPSK
Өткізу жолағы, кГц	25

TETRA хаттамасы екі түрлі спецификациядан тұрады: TETRA Voice + Data (TETRA V+D) және TETRA Packet Data Optimized (TETRA PDO). Аты айтып тұрғандай, TETRA V+D – дауыс және ақпарат жіберудің интеграциялық схемасын, ал TETRA PDO – тек қана ақпарат жіберетін спецификалық транкингтік қызмет атқарады [5].

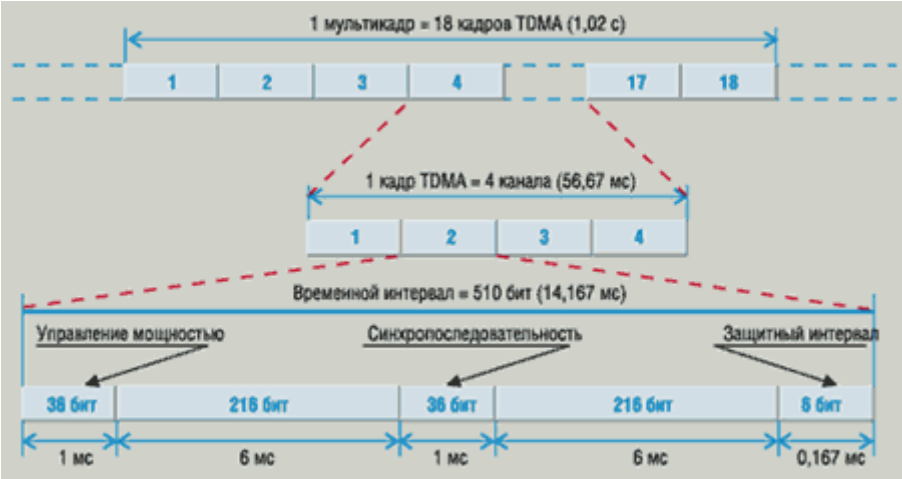
TETRA стандарты үнемі даму үстінде. Келешекте оның функционалдық мүмкіндіктерінің өрістеуін және де APCO 25 транкингтік сандық байланыс және GSM ұялы байланыс жүйесін интеграциялау мүмкіндіктерін күтуге болады. TETRA стандартының тағы бір ерекшелігі - байланыс архетиктурасына ешқандай шек қойылмайды. Құрудың модульдік қағидасы көмегімен, TETRA желі байланысы көптеген иерархиялық деңгейлермен және әр түрлі географиялық бойлықтармен іске асырылады (жергілікті және ұлттық). Ақпарат сақтау базасы мен коммутация басқару функциялары бүкіл желі бойынша таратылады, яғни, тез шақыруды және тіпті байланысты жоғалтқан жағдайда жұмысқа қабілеттілгі шектеулі болмайды. TETRA стандартының базасы бойынша сандық транкингтік желіде функционалдық негіз болып, желілерді және ақпараттық коммутациялық ағынды басқаратын коммутация және желіні басқару ЦКУ-С (ЦКУ-ПС) орталығы болып табылады.Коммутация және желіні басқару ЦКУ-С (ЦКУ-ПС) орталығы, жалғау желілер көмегімен қосылатын базалық станса контроллерімен (БСК) өзара әрекеттеседі. Абоненттік станса (АС) портативтік (тасушы) және ұялы терминалдар көмегімен желіге және дыбыстық ақпараттарға радиобақылау жүргізуімен танымал. Кейбір жағдайларда, жергілікті байланыс ұйымдары үшін ұялы ретрансляторлар (ҰР) қолданылады. Ақпаратты жіберу абоненттік станса терминалдары, яғни дербес компьютерлер және арнайы технологиялық

телеметрия және сигнал жабдықтары арқылы жүзеге асады. Интегралдық желіні басқару орталығы желіаралық өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді, соның ішінде, желіаралық роуминг, орталықтан басқару, ақпарат ағынын бақылау және т.б. Жалпы қолданыстағы телекоммуникациялық желілер, сонымен қатар жалпы қолданыстағы телефондық желі (ТфОП), ақпарат жіберу желілері арқылы жергілікті кабельдік базалық станса деңгейінде және орталықтанған коммутатор құрылғысы арқылы өзара әрекеттеседі. TETRA проткол базасы негізінде салынған сандық транкингтік желідегі радиобайланыстың үлкейтілген сұлбасы төмендегі суретте көрсетілген [6].



1.1 Сурет – Радиобайланыстың TETRA хаттама базасы негізінде салынған құрылымдық сұлбасы

Сұлбада абоненттік терминалдар және базалық тасушы абоненттік стансалар арасындағы, сондай-ақ, ретрансляция режімінде бір-бірімен мобильді станса арқылы өтетін симплексті радиобайланыс көрсетілген.
Стандарт абоненттік станса арасындағы тікелей радиобайланысты ғана емес, сонымен қатар радиоаумақты кеңейтуге арналған ретранслятор ретінде де қарастыруға болады. Хаттама радиоинтерфейсі жиілік торында 25 кГц-ті интервалда жұмыс жасауын хаттама бұл жүйелерге 10 МГц-ті дуплексті тарату қадамын орнатады. TETRA стандартында 150-ден 900- МГц дейінгі жиілік диапазоны қолданылады. Еуроодақ мемлекеттерінде TETRA стандарты үшін 410-430, 870-876, 915-921 МГц жиілік диапазондары (бірінші кезекте) немесе 450-470, 385-390, 395-399,9 МГц диапазондары белгіленген. TETRA V+D нұсқасында TDMA технологиясы арқылы бір тасушы жиілікте төрт дыбыстық байланыс арнасын 2 суретте көрсетілгендей тығыздау әдісі қолданылады. Әрбір кадрда 56,67 мс ұзақтықтығы және төрт уақыттық интервалы (time slots) бар. 18 кадрдың біріздiлігі 1,02 с мультикадрды құрастырады және бір кадр бақылау қызметін атқарады. Әрбір уақыттық интервал кадр құрамында 512 биттан тұрады, соның әрбір 432-сі ақпараттық.



1.2 сурет – TETRA хаттамасында радиоарнаның уақыттық қағида бойынша жұмыс жасау көрінісі

Ең алдымен, 36 биттан тұратын PA пакеті жіберіледі (Power Amplifier – қуат таратуды басқару). Одан кейін, бірінші болып 216 биттан тұратын ақпараттық блок, одан кейін 36 битты синхробіріздiлік SYNC және екінші ақпараттық блок. TDMA базасындағы кез келген жүйе сияқты, көршілес уақыттық интервалдар 0,167 мс ұзақтықты 6 биттан тұратын қорғаныштық мезгілдерге бөлінеді. TETRA V+D стандартында сөзді түрлендіру үшін CELP типті алгоритммен кодек қолданылады. Кодек шығуындағы сандық сөздік ағын жылдамдығы 4,8 кбит/с құрайды [7].

Модулятор кірісіне сөздік ағын келіп түспестен бұрын түзетуші код қосылады, одан кейін блокаралық орын ауыстыру таратылады. TETRA V+D базасы бойыша желіде транкингтік жүйеге тән шақырудың барлық түрі, сонымен қатар мәртебелік қолданылады. Егер жүйедегі барлық арна бос емес болған жағдайда, шұғыл түрдегі шақыруды жіберу дағдылы бастапқылықты үзуге әкеліп соқтырады. Одан бөлек, абонентке немесе топқа уақытша ашық арна, яғни уақытша қор бөлінеді. Ашық арна өзінің абоненттеріне, әрине, қалған арналарға ауыртпалық түсіре отыра, максималды түрде тез байланысты орнатуға кепілдеме береді. Арнайы белгіленген уақыттан кейін бұл арна бәріне ашық. Бос арна бар болған жағдайда байланысу уақыты 0,3 с аспайды. TETRA стандарты шақырудың тағы да бір ерекше түрін қолданады – радиостансаға жіберуді қашықтықтан қосу (абоненттің хал-жағдайын қашықтықтан біліп отыру). Диспетчердің сұрауы бойынша таңдалған радиостансаға микрофонды және жіберу режімін қосу туралы команда жіберіледі. Осы арқылы диспетчер абоненттің дыбыстық көрінісін абонентке айтпай-ақ көре алады. Бұл қорғау қызметкерлері үшін өте маңызды. TETRA V+D стандарты бойынша бір арнаның толық өткізуші қабілеті 7200 бит/с құрайды, ал TETRA PDO нұсқасын қолдануда ақпарат жіберу қабілеті 28,8 кбит/с дейін жетеді. Құрастырушылардың айтуы бойынша, TETRA V+D және TETRA PDO технологияларын біріктіру бірден-бір оперативті сипаттамалы жүйені алуға болады, демек бұл дегеніміз қоғамдық қауіпсіздік үшін маңызы

зор. TETRA PDO арналары бойынша нығыздалған видеоағындарды жіберуге болады, мысалы, оқиға орнынан. Ақпаратты жіберу «нүкте-нүкте» және «нүктекөп нүкте» сұлбасы арқылы жүзеге асады. Сонымен қатар, TETRA қолданушыларға қосымша ретінде X.25 желілік хаттамасын қарастырады. Стандарттағы ISDN және PDN шлюздарына арналған спецификацияның бар болуы, сыртқы ақпарат желілерімен өзара қарым-қатынас жасауына мүмкіндік береді. Тағы да бір айта кететін жайт, TETRA жүйесін өндірушілер стандарттағы бұл функцияның болмайтынына қарамастан, міндетті жағдайда TCP/IP хаттамасына қолдау көрсетеді [8].

1.4 TETRA стандартында радиоинтерфейстің жұмыс істеу қағидасы

Стандарттағы құрылғының жұмыс істеуі радиостансаның екі түрлі режімімен сипатталады: - Транкингті радиобайланыс режімі (Trunked Mode Operation, TMO). Бұл режім абонент базалық ретранслятор қызмет көрсету зонасында орналасқан жағдайда қолданылады. ТРБ режімі абонентке TETRA стандартының барлық функциясын пайдалануға беруі тиіс және екі түрлі функцияны шешуге арналған:

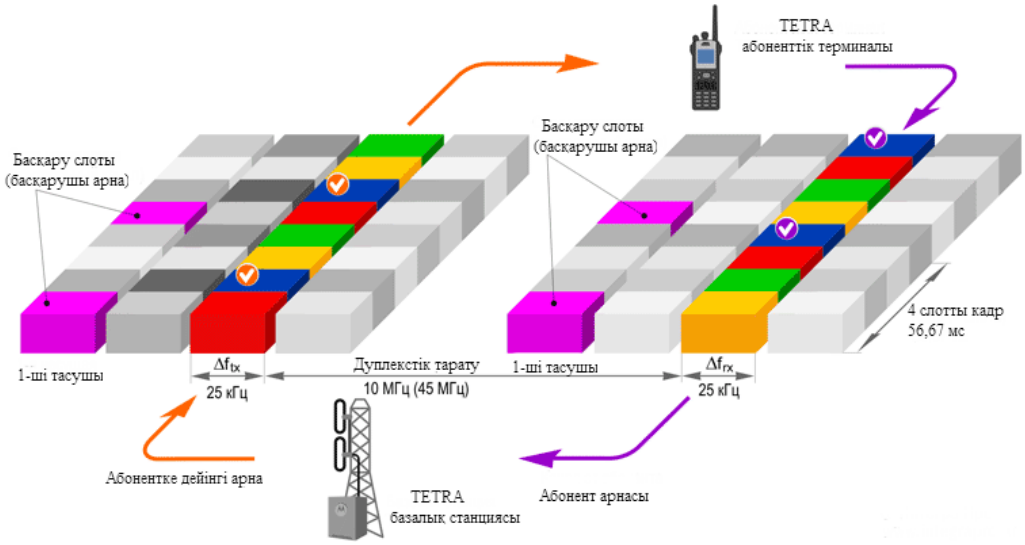
1) ақпаратты және дауысты (V+D) бір мезетте қабылдау;

2) ақпаратты пакеттеп қабылдау/жіберу (Packet data optimized).

- Жіберудің тікелей режімі (Direct Mode Operation, DMO). DMO режімі TETRA стандартының қызмет көрсету аясынан тыс жерде орналасқан абонент арасындағы топтық арақатынасқа арналған. Қолданушылар арасындағы байланыс жартыдуплексті режімде орындалады, бірақ топтық немесе жекелей шақыруды қамтамасыз ету мүмкіндігі өз күшінде қалады [10].

TETRA стандартында уақыттық бөлшекті көпстансалық технологиялар (Time Division Multiple Access, TDMA) мен жиіліктік дуплексті (Frequency Division Duplex, FDD) технологияла қатар қолданылады. Радиосигналдың модуляция түрі – фазаның 90 градусқа (π/4 DQPSK) жылжулы дифференциалды фазалық манипуляция. TETRA стандартында мобильді жылжымалы радиобайланысты жиіліктік тиімділік қолдануда максималды мүмкіндіктер келтірілген – төрт лоикалық арналар 25кГц алқапты алады. Салыстыру үшін: APCO/ASTRO25 стандартында ені 12,5 кГц бір арна жиілігінде тек қана жалғыз логикалық арна орындалады. 2.3 суретте TETRA радиоинтерфейстік хаттамада TMO режімінде жұмыс жасау құрылымдық сұлбасы келтірілген

TETRA стандартында базалық ретранслятордың бір ғана логикалық арнасы басқарушы қызметін атқарады. Әдеттегідей, ол бірінші тасушы жиіліктегі бірінші таймслот болып табылады. Басқарушы сигналдар әр логикалық арнада он сегізінші кадрда жіберіледі. Ақырында, бір кадр 56,67 мс ұзақтықты төрт уақытша терезеден (таймслоттан) тұрады [11].



1.3 Сурет – ТМО режіміндегі TETRA хаттамасындағы радиоитнерфейстің жұмыс істеуінің құрылымдық сұлбасы

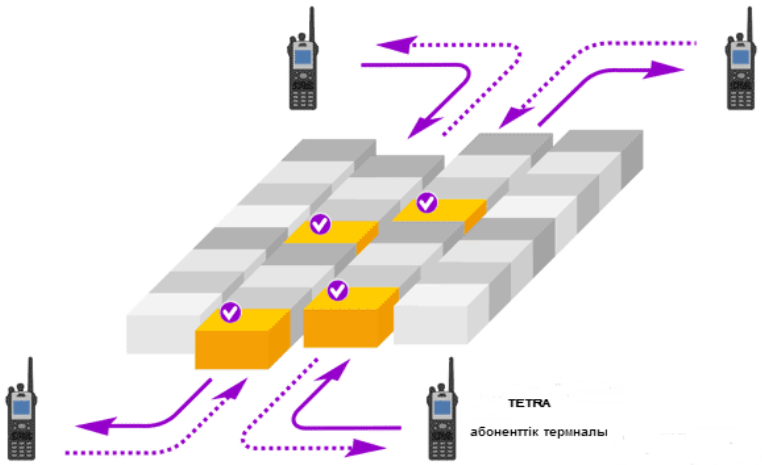
TETRA хаттамасының төңірегінде туатын коммутацияға байланысты сұрақтар:

- дыбыстық/сөздік сигналдар тек қана бір логикалық арнаны құрайды;
- ақпаратты жіберу/қабылдау қызметін шақыру бірден төрт логикалық арнаны қамтиды;
- сөз және ақпарат бірден бірнеше логикалық арналар арқылы жіберілуі және қабылдануы мүмкін;

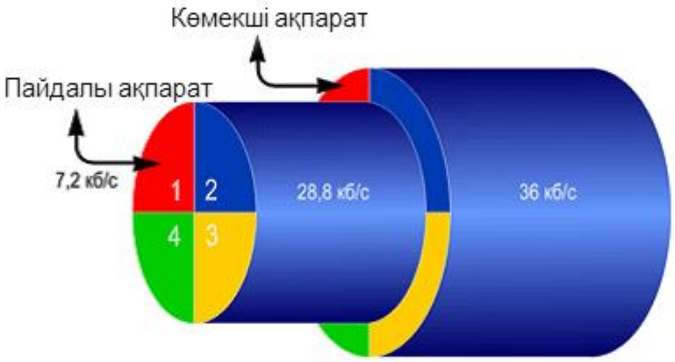
DMO режімін қолдану барысында мәселе мүлдем өзгеше (2.4 суретте көрсетілгендей). Базалық ретранслятор болмаған жағдайда, физикалық арналар арасындағы синхронизация мүлдем болмайды. Логикалық арнада синхронизацияны/біркелкілікті терминал-шебер (PTT түймесі бар шебер) атқарады. Сонымен қатар, абоненттік радиостансалар барлық қолжетімді таймслоттармен қолдана алмайды. TETRA хаттамасының бірінші фазасы DMO режімінде мүмкін төрт логикалық арнаның тек қана біреуін қолданады. Дәл осы уақытта, жиілікте жұмыс жасаушы басқа топтар арнаның бос емес екендігі туралы хабарлама алады. Ал, екінші фаза DMO режімінде бірден екі топтық шақыруды жүзеге асыруға мүмкіндік алады [12].

1.4.1 Ақпараттарды қорғау жүйесі, қателерді табу және оларды өңдеу қағидасы

Радиоарналық байланыстажіберу кезінде қателер табылған жағдайда, оларды төрт кезеңді – блоктық кодтау, дәлдік кодтау, қайта жіберу және шифрлеу сияқты Forward Error Correction (FEC) және Cyclic Redundancy Check (CRC) технологияларымен өңделеді, одан кейін ақпараттық сигналдар құрастырылады. Бұл уақытта ақпаратты 2.5 суретте көрсетілгендей 36 кбит/с жылдамдықпен таратады.



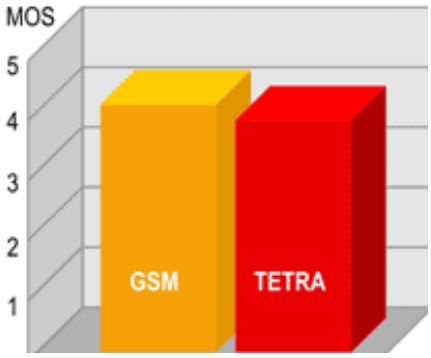
1.4 Сурет – TETRA хаттамасының DMO режімінде жұмыс жасау қабілеттігі туалы құрылымдық сұлбасы



1.5 Сурет – Бір физикалық арнаны құрасытыру қағидасы

1.5 Дауысты кодтау әдістері

Дауысты кодтау кезінде 4,8 кбит/с жылдамдыққа дейінгі дыбыстық кодерін қолданады. Егер, MOS шәкілі бойынша TETRA хаттамасындағы дауыс жіберу сапасын GSM стандартымен салыстырып қарасақ, 2.6 суретте көрсетілгендей TETRA хаттамасының сапасы төмендеу екенін байқаймыз. Бірақ, стандартты жиілік диапазоны бойынша GSM стандартынан 4 есеге тиімді екенін ескеру қажет.

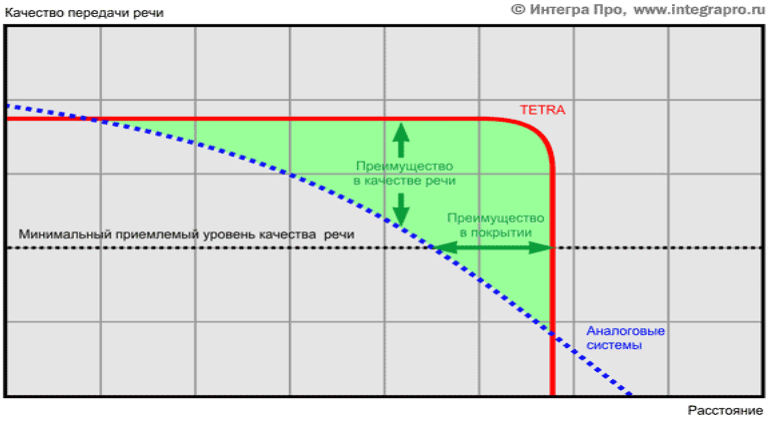


1.6 Сурет –GSM және TETRA стандарттарындағы дауыс жіберу сапасы.

Мысалы: MOS 4-ші бағасы «керемет сапа, елеусіз төмендеу»; MOS 3-ші «жақсы сапа, анық, бірақ наразылық тудырмайды».

1.6 TETRA стандартындағы сигнал қуаты және радиоқамту сапасы

TETRA стандартында радиожабынды ұйымдастыруы үшін оның стансаны сәулелендіру қуаты елеулі мәселеге айналып отыр. Қызмет көрсету зонасында тек қана кодтау түрі мен модуляция ғана емес, сонымен қатар жергілікті жердің бедері және қоршаған электромагниттік жағдайы да әсер етеді. Антенналық-фидерлік құрылғылар сауатты орнатылған жағдайда және қолайлы жер бедерінде базалық ретранслятордан 55 км-ге дейінгі байланыс ұзақтығына қол жеткізуге болады. Мысалы, Motorola MTH 800 және MTM 800 радиостансаларын қолдана отырып, арақашықтығы үлкейген сайын дауыс жіберу сапасының бірте-бірте құлдырайтынын байқайтын аналогтық жүйелерден артықшылығы, сандық жүйелерде базалық стансадан қашық орналасса да дауыс сапасы тәуелсіз екенін ескере отырып, сапаны өгеріссіз жоғары екенін айтуға болады. Әрине, қателерді өңдеу шамасы түзейтін кодтан асып, байланыс орнату мүмкін болмайтын арақашықтық шегі болатыны анық. Сандық жүйе радиожабу мен дауыс сапасына елеулі басымдылық береді.2.7 суретте көрсетілгендей TETRA және аналогтық стандарттардағы дауыс жіберу сапасының нашарлауы [13].



1.7 Сурет – Сандық және аналогтық жүйелердегі дауыс жіберу сапасының нашарлауы

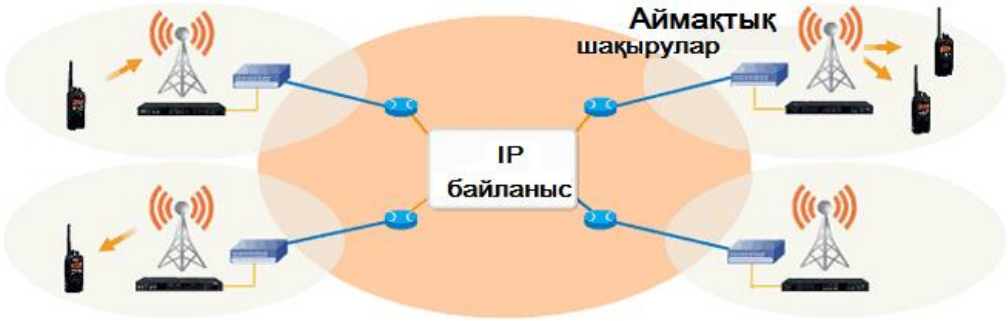
TETRA байланыс стандартының айтарлықтай жетістігі, APCO25 желісі мен аналогтық жүйелермен салыстырғанда, ұялы терминалдардың тарату қуатын автоматты түрде реттеу болып табылады. Автоматты түрде басқару тасымалды терминалдардың аккумуляторлық батарея қорын үнемдеуге мүмкіндік береді, сондай-ақ, сәулелену деңгейін 15дБм дейін төмендетеді.

1.7 TETRA радиостансасының жұмыс істеу тәртібі

TETRA транкингті режімі конвенционалдық жүйеге қарағанда жоғары өнімділікті, шақырудың кеңейтілген мүмкіндіктерін, жоғары қауіпсіздікті және қолданушының көмегінсіз сигнал жіберуде жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді. Жүйе спектр қолдануда тиімді және тез арналарды

автоматты түрде белгілейді. Нәтежиесінде, қолданушылар өздерінің негізгі жұмыстарымен жинақтала алады. 3000 дара және 3000 топтық ID көмек көрсету жеке ұйымдық құрылғыларға кеңейтілген мүмкіндік береді. Шақырулар басқа жүйелермен тексерілмегендіктен, топтық және дара шақыруларға толық құпиялықты қамтамасыз етеді. «Басымдылықты басқару» функциясы 4 ауызша топты жоғары басымдылықпен қадағалайды және дер кезінде қолданушыларды маңызды қоңырауларды өткізіп алмауы үшін сәйкестеріне аударады. «Қоңырауларды күту режіміне қосу» (Call Queuing) жүйесі қарбалас уақыт кезінде тапсырыстарды жинап, қолайлы уақытта өңдейді. Жүйе операторы маңызды тұлғалардың шұғыл қоңырауларына және дипетчерлерге жоғары басымдықпен кезекті орындауы мүмкін [14].

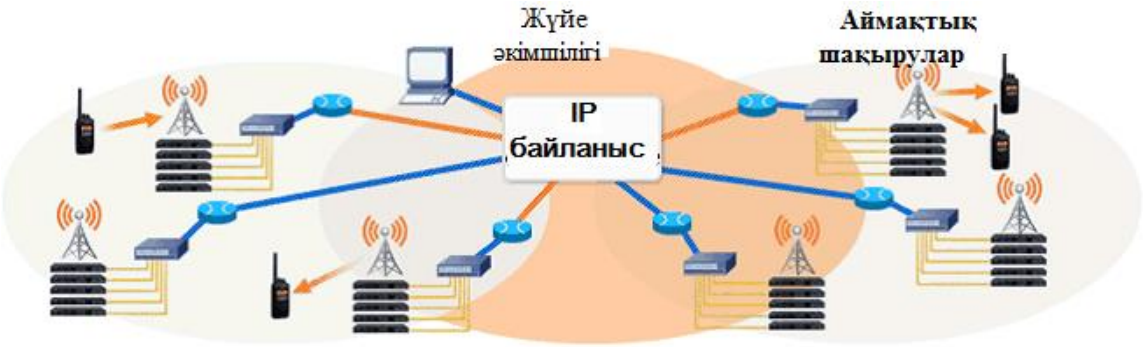
1.8 Сандық конвенционалдық көпзоналы IP-желілер



1.8 Сурет – Сандық конвенционалдық көпзоналы IP-желілер

Көпзоналы конвенционалдық желіні он алтылық конвенционалды ретрансляторға дейін ұйымдастыру бірыңғай көпзоналы IP арналары (unicast режімінде роутерлерді қолдану арқылы) немесе 48 ретрансляторға (multicast режімінде) арқылы қосады. Абоненттік радиостанса орнатылған мүмкіндіктер көмегімен автоматты түрде абоненттің зона арасында орын ауыстыруы кезінде ретранслятор байланысы үшін ең үздігін таңдайды.

1.9 Сандық транкингтік көпзоналық IP-желілер



1.9 Сурет – Сандық транкингтік көпзоналық IP-желілер

Желілік опция IP қуатын 16 сандық транкингтік сайттар және осы арқылы роумингқа және төңіректік қоңырауларға мүмкіндік беру арқылы нәтежиелі түрде қолдануға мүмкіндік береді. Ауқымды желіні ақпараттық технологиялар, дара ЖЖ арналары, кеңжолақты арналар немесе қалыпты маршрутизатор және 10/100 Base-T Ethernet коммутаторлары арқалы құрастыруға болады. IPSec VPN үңгіртаулары кез-келген IP желілерінде шифрленген, қауіпсіз арналармен қамтамсыз етеді. Жетілдірілген басқару арналарын еркін іздеу, RF-сигнал қуаты және сандық сигналдар сапасы (қате биттардың төменгі жиілігі), абоненттік құрылғылардың алгоритмдер көмегі арқылы, автоматты түрде желідегі қозғалыс кезінде үздік сайтты анықтайды. Ірі мекемелерде және көпқолданушылар жүйесінде ұжымдық жұмыс үшін 60 000 топтық және жеке дара ID тапсыру мүмкіндігі жеткілікті болып табылады.

1.10 TETRA жүйесін басқару

KPG – 110 SM жүйесін басқару бағдарламалық жасақтамасы, жүйені оперативті түрде басқаруы және оған қолдау көрсетуі, шығынды едәуір азайтады, қашықтан кескіндеу және бір немесе көп сайтты NXDN транкингті желіні диагностикалау үшін мүмкіндік береді. Жүйе сайтына модемдік линк немесе IP жалғауы арқылы тікелей құрылғыға қосылуға болады.

Жүйелік параметрлер. Қашықтықтан қосу арқылы оператор жүйенің ағымдағы жағдайын және конфигурациясы туралы толық есептеме ала алады.

Абоненттердің айрықша құқықтары. Жүйеде жеке дара және топтық идентификаторлар операторға қолданушыларды салалауға және сервисті қолайлы таратуға, сондай-ақ қызмет көрсету аясын иемденуге қолайлы таратуға мүмкіндік береді.

Арнаның жұмысбастылығы. Жүктеме кезінде және мүмкін болатын мәселе жағдайында сайттың осал тұсын бағалау мақсатында, жүйе сайттың қарқынды қолданылуы туралы кесте құрастыруға ерік береді. Мұндай математикалық мүмкіндік операторға жүктеудің қарбалас уақытында және жүйені блоктау статистикасын бағалау кезінде көмек көрсетеді.

Бағдарламалық жасақтаманы қашықтықтан жүктеу. Оператор, сайтқа келмей-ақ, қашықтықтан базалық стансаның операциялық программалық қамсыздандыруын жаңарта алады және жаңа бағдарламалық опцияларды инсталяциялайды.

Базалық станса диагностикасы. Базалық құрылғы немесе желілік интерфейстің кез-келген сайттағы мәселелі жерін анықтау үшін, операторлар әр қабылдау-тапсырулардың шығыс қуатын, температурасын, электрдің бар болуын және операциялық параметрлерін қашықтықтан бақылай алады.

Мүмкіндікті шектеу. Тек қана шектеулі қолданушы ғана жүйедегі әкімшілік параметрлермен қолдана алады. Қорғану үшін аппараттық USB кілт қосылады.

Қоңырау туралы ақпараттар. Трафиктің ахуалын білу мақсатындағы анализдер, қауіпсіздік және оқыс жағдайларда, оператор, арна мен сайттағы

қоңыраулар туралы нақты есептемені дара және топтық абоненттер үшін жүктей алады.

1.11 Радиобайланыс құрылғысын таңдау

2015 жылы байланыс құрылғыларын жеткізуші үздік компания болып NXDN ұйымы белгіленді. Ұйым мақсаты ретінде сандық дыбыс жіберу саласында жаңа зерттемелер негізінде қалыпты (стандартты) сандық радиожүйесін құру болып табылды. Ұйым құрамына: Aeroflex Wichita Inc., Daniels Electronics Ltd., Motorola, ICOM Incorporated, Kenwood USA Corporation, Ritron Inc. және Trident Micro Systems, Kenwood Corporation, ICOM America Incorporated сияқты ірі компаниялар кірді. Қазіргі таңда, Motorola құрылғылары тасушы мен ұялы радиостансаларда және екі түрлі ретранслятор топтамасында кеңінен таралған.

Motorola өнімдері - көпсалалы, сенімді және сапалы.

3.1 Сурет – TETRA стандартының MotorolaMTH 800 ықшам терминалы

Құрылғыны қарастырайық:

1) Motorola VHF/UHF сандық және тасушы радиостанса.

MTH 800 – TETRA жүйесінің тасушы радиостанса моделі.

1.2 Кесте – Тасушы радиостанса моделінің негізгі сипаттамасы

Негізгі функциялары:
5 Вт (400-470/450-520МГц) модель MTH 800;
512 арналы, топтықID/ 128 аумақты/зоналы;
пернетақталы моделі (19 түймелі);
14-белгілік әрептік-сандық атпен;
матрицалық сұйық-кристалдық көмескелі жарықпен;
RSSI индикаторы;
сигналды ықшам: жіберу, босемес, шақыру, ескерту;

2) Motorola MTM 800E ұялы терминалы.

3.2 Сурет –Радиостансаның MTM 800E ұялы моделі

1.3 Кесте – Motorola MTM 800E ұялы моделінің техникалық сипаттамасы

Жиілік диапазоны	380-430, 450-470/806-870МГц
Жиілікте арнаны тарату	25 кГц
Қабылдау-тарату жиілігін тарату, МГц	10/45
Қабылдаудың статистикалық сезімталдығы, дБм	-112 минимум (орташа -114)
Қабылдаудыңдинамикалықсезімталдығы, дБм	-103 минимум (орташа -105)
Қабылдау классы	А және В
Қкат деңгейін орнату дәлдігі, +/дБ	5 дБ–ден 4 сатылы
Сөйлесу тобы – TMO	2048
Сөйлесу тобы- DMO	1024
Телефондық кітапша көлемі	1000

3) Motorola DR3000 ретрансляторы.

DR 3000 – TETRA жүйесінің транкингтік контроллер орнатылған радиостанса контроллері.

3.3 Сурет –Motorola DR3000 ретрансляторы

1.4 Кесте –Motorola DR3000 ретрансляторының техникалық сипаттамасы

Параметр атауы	Параметр мәні
Арнаны тарату, кГц	25
Жиіліктік диапазон жұмысы, МГц:	146-174 380-470
Жұмыс жасайтын арналар саны	16
Қабылдау-жіберу жиіліктерінің максималды саны, МГц, кем емес	10
Таратқыштың максималды шығу қуаты, Вт, көп емес	45

2 Техникалық есептеулер

2.1 Сандық радиобайланыс жүйесін құрастыру

Берілген желі Алматы облысы, Іле ауданы, Первомайка ауылында орналасқан «САФ» әйнек – шыны зауытының қажеттіліктері үшін құрасытырылып отыр. Қазіргі таңда, Қазақстан Республикасының заманауи экономикалық даму деңгейінде әр түрлі өнеркәсіптік зауыт құрылысы және қызмет көрсету сапасы қарқынды түрде даму үстінде. Бұл дегеніміз, халық саны 40% құрайтын Оңтүстік аймақта, тұрақты байланыс желісін орнату қажеттілігі туып отыр. Сондай зауыттардың бірі болып әйнек – шыны «САФ» зауыты кіреді. «САФ» әйнек зауыты» АҚ 1999 жылдың сәуір айында құрылды және ҚР - да жаңа өнеркәсіптік саланың бастамасы.

2.1 Сурет – «САФ» әйнек – шыны зауытынң сыртқы көрінісі

2.2 Сигнал - шу қатынасын есептеу

Байланыс сапасының өлшемі ретінде сигнал орташа қуатының шудың орташа қуатының қатынасына тең S/N. Сигнал қуатты сигналдардың бірі және шеткі орташа қуат пен шексіз энергиялы сигнал ретінде анықталады. Сигнал - шу қатынасын келесі формуламен анықтайды[1]:

$$\frac{S}{N} = 10lg\frac{P_c}{P_ш} = \frac{10\ lg}{kT_AW}, \qquad (2.1)$$

мұндағы P_C – сигнал қуаты, 25Вт;

$P_Ш$ – шу қуаты, Вт/Гц;

к –Больцман тұрақтысы, $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К;

T_A – толқынжиманың шулық температурасы, К;

W – өткізу жолағының ені, 25 кГц.

Сигнал - шу қатынасын табу үшін, алдымен толқынжиманың шулық

температурасын, ал одан кейін шу қуатын табамыз:

$$T_A = T_0 + (\frac{1200}{f_{\text{МГц}}})^2, \quad (2.2)$$

$$T_A = 293 + (\frac{1200}{470})^2 = 295{,}55 \text{ K}.$$

Енді, шулық қуатын табайық:

$$\text{P}_{\text{ш}} = \text{kT}_\text{A}\text{W}, \quad (2.3)$$

$$\text{P}_{\text{Ш}} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 295{,}55 \cdot 25000 = 1{,}02 \cdot 10^{-16} \text{Вт/Гц}.$$

Анықталған шамаларды 4.1 формулаға қою арқылы сигнал - шу қатынасын табайық:

$$\frac{\text{S}}{\text{N}} = 10\lg\frac{25}{1{,}03 \cdot 10^{-16}} = 173{,}9 \approx 22{,}4 \text{ дБ}.$$

2.3 Радиоқамту аумағын сигнал тарату кезіндегі максималды қабылдарлық жоғалтулар

Қамту аумағы деп радиотаратушы станса айналасындағы берілген сапаны кепілдік беретін территорияны айтамыз. “Кепілдік беру” ұғымы шартты, себебі қабылдау сапасы бірнеше факторлардан тәуелді. Бұл қабылдаушы орнатулардың техникалық сипаттамалары, жергілікті жер бедері және қабылдаушы орнының бірнеше талаптары, сонымен қатар қамту аумағын табуда, таратушы толқынжиманың сәулелену диаграммасы горизонтальды жер бедерінде шеңбер түрін алады.

Радиоқамтудың дәл аумағы, яғни қабылдаудың тиісті сапасы - қамтылатын жердің қосындысы, шын мәнінде, радиостансаны әрекет ету және жергілікті жерде осы стансаға қабылдау талаптарының бірнеше зерттеулерін өткізгеннен кейін анықталады.

Радиобайланыс желісін жобалаудағы бірінші деңгейінде тек қана таратушы стансаның потенциалды мүмкіндіктерін көрсететін теориялық қамту аумағы туралы сөз болады [2].

Қамту аумағын, тарату кезінде минималды қабылдарлық сигнал деңгейіне әкелетін арнаны жүктеу функциясы сияқты, арақашықтықты анықтау арқылы табуға болады.

Радиожеліні есептеуде максималды қабылдарлық жоғалту L_{max} мәнін табу қажет. Өйткені, жоғалтулар таратылу барысында радиожелілер ұзындығына пропорционал, ал L_{max} радиожелінің максималды радиожелі дистанциясын немесе қамту аумағының тиімді арақашықтығын білдіреді.

Тарату кезіндегі жоғалтулар кезіндегі жалпы мәні келесідегідей [2]:

$$L_{дБ}(d_{км}) = L_1 + 10 \cdot \gamma \cdot \lg(d_{км}) \quad (2.4)$$

мұндағы $d_{км}$ – километрмен өлшенетін арақашықтық;

$L_{1дБ}$ – d =1 км үшін жоғалту мәні;

γ – энергенияны үлестіру заңы.

Қамту аумағында d жоғалтулар L_{max} өзара тең. Осылайша, қамту аумағының арақашықтықтығы үшін толық мәні мына түрге ие:

$$L_{max\ дБ}(d_{км}) = L_{дБ}(d_{км}) = L_{1дБ} + 10 \cdot \gamma \cdot \lg(d_{км}), \quad (2.5)$$

Тиісті арақашықтыққа d тән жалпы мәнді есептеуде, мынаны аламыз:

$$d_{км} = 10^{\frac{L_{max\ дБ} - L_{1дБ}}{10 \cdot \gamma}}, \quad (2.6)$$

$$d_{км} = 10 \cdot \lg(d_{км}) = \frac{L_{max\ дБ} - L_{1дБ}}{\gamma}. \quad (2.7)$$

Осы мән арқылы, тарату алыстығы мен арнаның жұмысбастылығының арасындағы қатынасты табу үшін, L_{max} тарату кезіндегі максималды жоғалту мәнін табу қажет.

Тарату стансасының жұмысбасты арнасының параметрі тарату мезетіндегі максималды әлсіреу мәні мынаған тең:

$$L_{max.дБ} = P_{тар.дБВт} - L_{қаб.дБВт} = P_{тар.дБВт} + G_{тар.дБ} + G_{қаб.дБ} - F_{дБ} - \\ -(\frac{S}{N})_{дБ} - 10 \cdot \lg(kT_A W_{Гц}), \quad (2.8)$$

Енді, анықталған мәндерді (L_{max}, L_1 және γ) (2.6) формулаға қойып, қамту аумағының арақашықтығын табамыз.

Жоғалту мәнін келесі формуламен анықтаймыз:

$$L = -10\lg\frac{P_{min}}{P_C}, \quad (2.9)$$

мұндағы P_{min} – қабылдағыштың кірісіндегі минималды қуат, Вт;

P_C – таратушының шығысындағы сигнал қуаты, 25Вт.

Қабылдағыштың кірісіндегі минималды қуатты анықтау үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$P_{min} = 10\lg(kT_A W) + F + \frac{S}{N}, \quad (2.10$$

мұндағы F – шу коэффициенті, дБ.

Қамту аумағын есептеу барысында 6 дБ = 3,9 Вт [2] мәнін алуға кеңес

беріледі.

Алынған мәндерді (2.10) формулаға қоя отырып, келесі мәнді аламыз:

$$P_{min} = 10\lg(1{,}02 \cdot 10^{-16}) + 3{,}9 + 173{,}9 = 17{,}88 \text{ Вт}.$$

Енді, жоғалту мәнін (4.9) формуласымен анықтай аламыз:

$$L = -10\lg\frac{17{,}8}{25} = 1{,}46 \approx 1{,}7 \text{ дБ}.$$

Энергияны үлестіру заңын келесі формуламен анықтаймыз:

$$\gamma = 20 \cdot lge^{\alpha}, \tag{2.11}$$

мұндағы α - өшу коэффициенті.

Өшу коэффициентін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$\alpha = \lg^{\frac{P_C}{P_{min}}}, \tag{2.12}$$

Анықталған мәндерді өз орындарына қойсақ:

$$\alpha = lg\frac{25}{17{,}88} = 0{,}146.$$

Ал, енді энергияны үлестіру заңын (2.11) формуласымен анықтаймыз:

$$\gamma = 20 \cdot \lg e^{0{,}146} = 12{,}64.$$

Максималды әлсіреу мәнін (4.8) формуласымен табамыз:

$$L_{max} = 14 + 8 + 3 - 6 - 23 - 10 \cdot \lg(1{,}02 \cdot 10^{-16}) = 156{,}5 \text{ дБ}.$$

Барлық қажетті анықтап болғаннан кейін қамту аумағын (2.6) формуласы арқылы табуымызға болады:

$$d = 10^{\frac{156{,}5-1{,}7}{10 \cdot 12{,}64}} = 16{,}775 \text{ км}.$$

Дегенмен, бұл әдістік кемшілігі бар: жер бедерінің әр түрлілігін есепке алмайды және идеалды байланыс алыстығын көрсетеді.

2.4 Жалпы қамту аумағын Окомура және Хата моделі бойынша табу

Берілген мәндер: БС орнату аумағы: шамамен 2,5 км.

БС жобаланған орны: Боралдай ауданы.

БС жоғарғы толқынжима биіктігі: $h_{БС}$= 30 м;

МС жоғарғы толқынжима биіктігі: $h_{МС}$= 1,5 м;

Есептеу моделі: Окомура және Хата.

Толқынжиманың радиосигналмен поляризация бойынша қиылысу коэффициенті (қабылдау және жібреу үшін) бірдей: $\xi_к = \xi_п$=0,9;

Қабылдаушы және жіберу фидерінің пайдалы қозғалыс коэффициенті (ПҚК) $ŋ_{қаб.фид} = ŋ_{жіб.фид}$= 0,95;

БС мен МС қабылдаушы мен тарату толқынжималарының коэффициенттері 2.1 кестеде көрсетілген.

2.1 Кесте – БС және МС параметрлерінің мәні

Белгіленуі	Атауы және өлшем бірлігі	Мәні
$P_{тар}$ БС	Таратушы БС қуаты, дБВт	14
$G_{тар}$ БС	Таратушы БС толқ. күшейткіш коэф., дБ	8
$f_{тар}$ БС	Бстаратушы жиілік жолағы, МГц	400 –470
$P_{қаб}$ БС	БС қабылдаушының сезімталдығы, дБВт	- 115
$G_{қаб}$ БС	Қабылдаушы БС күшейткіш коэф., дБ	3
$f_{қаб}$ БС	Бсқабылдау жиілік жолағы, МГц	400 –470
$P_{тар}$ МС	Таратушы МС қуаты, дБВт	7
$G_{тар}$МС	Таратушы МС толқ. күшейткіш коэф, дБ	0
$f_{тар}$ МС	Мстаратушы жиілік жолағы, МГц	400 –470
$P_{қаб}$ МС	МС қабылдаушының сезімталдығы, дБВт	- 104
$G_{қаб}$МС	Қабылдаушы МС күшейткіш коэф., дБ	0
$f_{қаб}$ МС	Мсқабылдау жиілік жолағы, МГц	400 –470

2.2 Сурет – БС қондыру орны

2.4.1 Радиотолқындарды таратудағы шығынды есептеу

Бұл тармақ желіні территориялық жобалауда күрделі кезеңнің бірі. Территориялық жобалаудың негізін – қызмет көрсету сапасы мен ақпараттық салмағы есепке алынған, желі архетиктурасы мен кеңістік координаталары анықталатын энергетикалық есептеу құрайды. Өрнектелуі:

$$P_{\text{қаб.рс}} = \frac{P_{\text{тар}}\eta_{\text{қаб.фид}}G_{\text{толқ.тар}}\xi_{\text{п}}G_{\text{толқ.жіб}}\eta_{\text{жіб.фид}}\xi_{\text{с}}}{L_{\Sigma}}, \quad (2.13)$$

мұндағы $P_{\text{қаб.рс}}$ – қабылдағыштың кірісіндегі радиосигнал қуаты дБ/Вт;

$P_{\text{тар}}$ – таратушының қуаты, дБ/Вт;

$\eta_{\text{қаб.фид}}$, $\eta_{\text{жіб.фид}}$ – қабылдаушы және жіберу фидерінің пайдалы қозғалыс коэффициенті;

$G_{\text{толқ.тар}}$, $G_{\text{толқ.жіб}}$ – толқынжиманың қабылдаушы және таратушы күшейту коэффициенті, дБ;

$\xi_{\text{П}}$, $\xi_{\text{С}}$ – толқынжиманың радиосигналмен поляризация бойынша қиылысу коэффициенті;

L_{Σ} – радиотолқындардың жоларнадағы жалпы өшуі, дБ.

Қабылдағыштың кірісіндегі радиосигнал қуатының мәнін ваттқа қатысты децибелмен өрнектейміз.

Тура арна үшін (БС-МС):

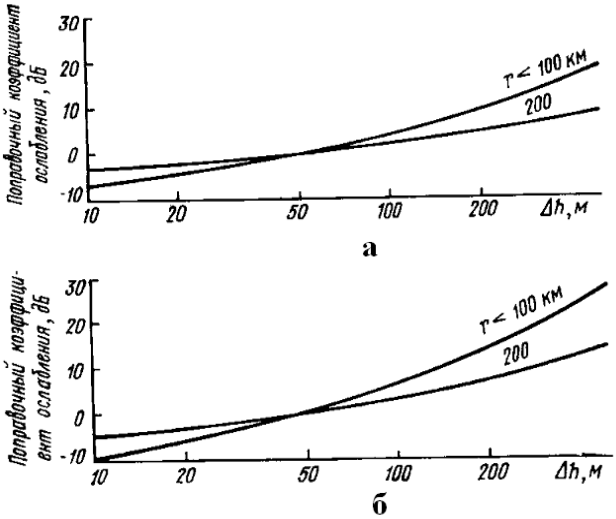
$$L(\text{дБ}) = P_{\text{тар.БС}} + \eta_{\text{тар.фид}} + G_{\text{тар.БС}} + \xi_{\text{п}} + P_{\text{қаб.МС}} + \eta_{\text{қаб.фид}} + \xi_{\text{с}} = 14 + 0{,}95 + 8 + 0{,}9 + 0 + 0{,}95 + 0{,}9 + 104 = 129{,}7 \text{ дБ}. \quad (2.14)$$

Кері арна үшін (МС – БС):

$$L(\text{дБ}) = P_{\text{тар.МС}} + \eta_{\text{тар.фид}} + G_{\text{тар.МС}} + \xi_{\text{п}} + P_{\text{тар.БС}} + \eta_{\text{қаб.фид}} + \xi_{\text{с}} + P_{\text{қаб.БС}} = 7 + 0{,}95 + 0 + 0{,}9 + 8 + 0{,}95 + 0{,}9 + 115 = 128{,}7 \text{ дБ}. \quad (2.15)$$

2.4.2 Жергілікті жер бедерін ескеретін түзетулерді анықтау

$L_{\text{нак}}$– жергілікті жер бедерін ескеретін түзетуді анықтаймыз. Ал, жер бедерін анықтайтын кесте төмендегі суретте бейнеленген 4.2 [2]



2.3 Сурет – Жергілікті жер бедерінің түзетулерді анықтайтын кесте

Аймақтың ауытқу деңгейін h анықтау үшін, алдымен h 50 м оң Δh анықтаймыз. Егер, жер бедерінің суретін салып, содан кейін ауытқуын

немесе солға қарай ауытқуы болса, түзетулерді 4.2а және 4.2б суретінде бейнеленген кесте бойынша анықтаймыз. $L_{нақ}$ коэффициентін 4.2а және 100 км бойынша, өз теңеуімізді қосып анықтаймыз.

Ал, енді жер бедерін ескеретін түзетулерді анықтаймыз. Ол үшін, БС аймағында (4.3 сурет) шамамен біздің келесі шарттарымызды орындайтын жерді таңдаймыз:

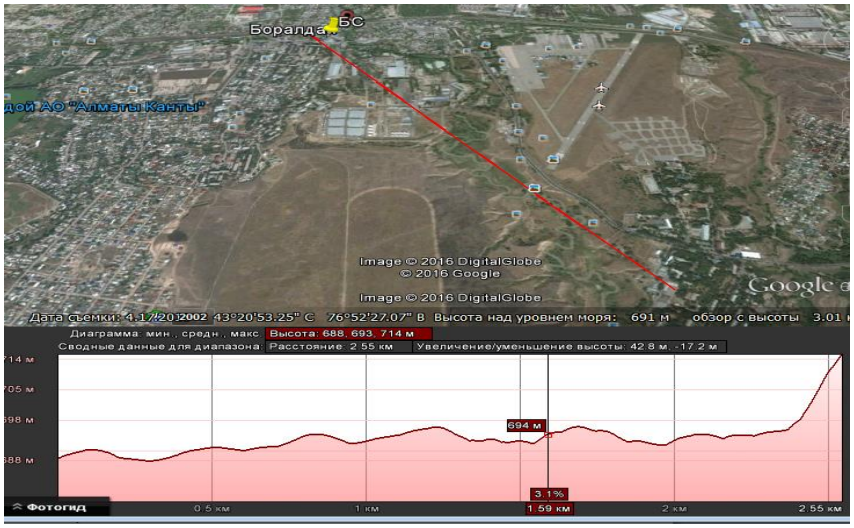
Жан – жақты БС-ты діттеген жерде орнату үшін, лайықты мұнара болу қажет. Біздің жағдайымызда БС толқынжимасы 30 м биіктікте орналастырамыз.

Бұл аймақта көпқабатты құрылыстар жоқ. Ал, ғимараттардың биіктігі 5 м аспайды. Кей жерлерде бірнеше төбешіктер бар. Оңтүстік – шығыс және оңтүстік – батыс бағытында, радиотолқындарды таратуда кедергі келтіретін шыңдар мен үзілген жерлер кездеседі.

Базалық стансаны орнату мұнарасы – Боралдай қаласы.

Түзетулер оңтүстік – батыс бағытында:

Мұнараның деңгей айырмасын анықтау үшін, жергілікті жердің картасына қарайық: $\Delta h_1 = 35$ м;

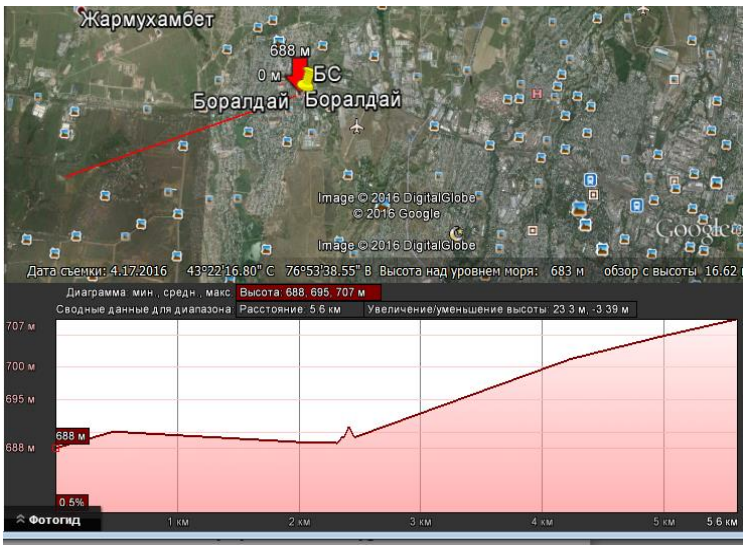


2.4 Сурет –БС дейінгі жер бедерінің көрінісі – 1

4.2а және 4.2б суреттеріндегі кесте бойынша жер бедеріне түзетулер енгіземіз: $\Delta h_1 = 35$ м;

Lрел = – 3 дБ;

Оңтүстік – шығыс бағыты: биіктіктердің деңгей айырмасын анықтау үшін жергілікті картаға жүгінейік: $\Delta h_2 = 35$ м;

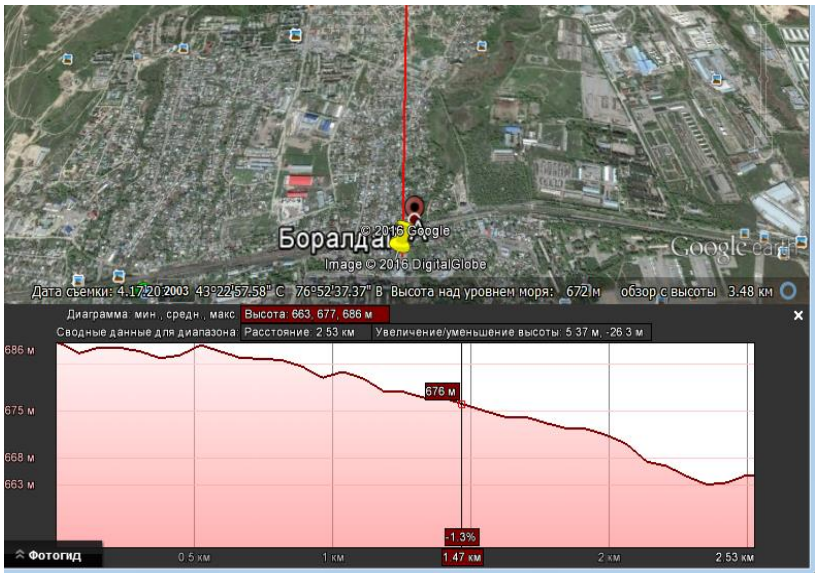


2.5 Сурет – БС дейінгі жер бедерінің көрінісі – 2

4.2а және 4.2б суреттеріндегі кесте бойынша жер бедеріне түзетулер енгіземіз: $\Delta h_2 = 35$ м;

Lрел = – 2 дБ;

Солтүстік бағыт: биіктіктердің деңгей айырмасын анықтау үшін жергілікті картаға жүгінейік: $\Delta h_3 = 3$ м;



2.6 Сурет - БС дейінгі жер бедерінің көрінісі – 3.

4.2а және 4.2б суреттеріндегі кесте бойынша жер бедеріне түзетулер енгіземіз: $\Delta h_2 = 5$ м;

Lрел = – 12 дБ

2.4.3 Базалық стансаның қамту аумағын Окомура және Хата моделі арқылы табу

Жер бедерінің әр түрлілігіне байланысты сигналды таратуда жоғалту мөлшерін анықтайтын бірнеше ірі модельдер немесе әдістер бар. Соның

ішінде кең танымалы Окомура және Хата моделі жәнеоның формуласы былай өрнектеледі [3]:

$$L = \begin{cases} A + B \cdot \lg(r), \text{Қалалық аймақтар үшін,} \\ A + B \cdot \lg(r) - C, \text{ Шеткі аймақтар үшін,} \\ A + B \cdot \lg(r) - D, \quad \text{Ашық аймақ үшін,} \end{cases} \tag{2.16}$$

мұндағы r – базалық және жылжымалы стансаның арасындағы толқынжима арақашықтығы, км.

Біздің жағдайымызда, жобалау әдісін ашық мекен үшін анықтаймыз:

$$A + B \cdot \lg(r) - D.$$

Тасушы радиожиілік f_o, МГц; базалық станса толқынжимасының биіктігі h_b, м; жылжымалы станса толқынжиманың биіктігі h_m, м; A, B, C және D шамалары келесіжей өрнекетеледі:

$$\mathrm{A} = \mathrm{A}(\mathrm{f_0}, \mathrm{h_b}, \mathrm{h_m}) = 69{,}55 + 26{,}16 \cdot \log(\mathrm{f_0}) - 13{,}82 \cdot \log(\mathrm{h_b}) - \mathrm{a}(\mathrm{h_m}), \tag{2.17}$$

$$B = B(h_b) = 44{,}9 + 6{,}55 \cdot \log(h_b), \tag{2.18}$$

$$C = C(f_0) = 2 \cdot \left[\log(\frac{f_0}{28}\right]^2 + 5{,}4, \tag{2.19}$$

мұндағы

$$a(h_m) = [1{,}1 \cdot \log(f_0) - 0{,}7]h_m - [1{,}56 \cdot \log(f_0) - 0{,}8], \tag{2.20}$$

орташа және кішкентай қалалар үшін:

$$a(h_m) = 3{,}2 \cdot [\log(11{,}75 \cdot h)]^2 - 4{,}97, \tag{2.21}$$

үлкен қалалар үшін:

Осылайша:

1) $a(h_m)$ және A табайық:

$$a(h_m) = [1{,}1 \cdot \log(f_0)]h_m - [1{,}56 \cdot \log(f_0) - 0{,}8],$$

$$a(h_m) = [1{,}1 \cdot \log(470)]1{,}5 - [1{,}56 \cdot \log(470) - 0{,}8] = -9{,}511 \cdot 10^{-3};$$

$$A = A(f_0, h_b, h_m) = 69{,}55 + 26{,}16 \cdot \log(f_0) - 13{,}82 \cdot \log(h_b) - a(h_m) =$$
$$= 69{,}55 + 26{,}16 \cdot \log(470) - 13{,}82 \cdot \log(30) + 9{,}511 \cdot 10^{-3} = 119{,}05.$$

2) B тапсақ:

$$B = B(h_b) = 44{,}9 - 6{,}55 \cdot \log(h_b) = 44{,}9 - 6{,}55 \cdot \log(30) = 35{,}23.$$

3) D табайық:

$$D = D(f_0) = 4{,}78 \cdot [\log(f_0]^2 - 19{,}33 \cdot \log(f_0) + 40{,}94 =$$
$$4{,}78 \cdot [\log(470)]^2 - 19{,}33 \cdot \log(470) + 40{,}94 = 22{,}97.$$

4) Осылайша:

$$\lg(r)\frac{L_p+A+D}{B} \Leftrightarrow r = 10^{\frac{L_p-A+D}{B}}, \quad (2.22)$$

$$L_р = L_{оо} - L_{рре}. \quad (2.23)$$

мұндағы $L_{рре}$ – жер бедерінің үш бағыттағы бірқалыпты еместігі.

Толқынжиманың үш бағыттағы қамту радиусы (2.22) және (2.23) формулалары бойынша есептесек:

Оңтүстік – батыс бағыты бойынша:

Тура арна үшін БС-МС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{ооб} - L_{рре} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p-A}{B}} = 10^{\frac{L_{ооб}-L_{рре}-A+D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{129{,}7+3-119{,}05+22{,}97}{35{,}23}} = 10{,}96\text{км}.$$

Кері бағытта МС-БС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{ооб} - L_{рре} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p-A}{B}} = 10^{\frac{L_{ооб}-L_{рре}-A+D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{128{,}7+3-119{,}05+22{,}97}{35{,}23}} = 10{,}262\text{км}.$$

Оңтүстік – шығыс бағыты бойынша:

Тура арна үшін БС-МС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{ооб} - L_{рре} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p-A}{B}} = 10^{\frac{L_{ооб}-L_{рре}-A+D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{129{,}7+3-119{,}05+22{,}97}{35{,}23}} = 10{,}96\text{км}.$$

Кері бағытта МС-БС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} = 10^{\frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{128,7+2-119,05+22,97}{35,23}} = 9,613\text{км}.$$

Солтүстік бағыты бойынша:
Тура арна үшін БС-МС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} = 10^{\frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{128,7+12-119,05+22,97}{35,23}} = 19,73\text{км}.$$

Кері бағытта МС-БС:

$$\lg(r) = \frac{L_p - A}{B} = \frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B},$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} = 10^{\frac{L_{\text{ооб}} - L_{pre} - A + D}{B}},$$

$$r = 10^{\frac{128,7-12-119,05+22,97}{35,23}} = 18,48\text{км}.$$

Алынған мәндерді кестеге енгіземіз.

2.2 Кесте – Қызмет көрсету радиусын есептеудегі нәтежиелер

Бағыт	Тарату кезіндегі жоғалтулар, Lр, дБ		МС ж/е БС арасындағы жобаланған арақашықтық, км	БС ж/е МС арасындағы жобаланған арақашықтық, км
	ТБ (БС– МС)	КБ (МС–БС)		
О –Б секторы	132,7	131,7	10,96	10,26
О – Ш секторы	131,7	130,7	10,26	9,61
Солтүстік секторы	141,7	140,7	19,73	18,48

2.2 кестеден кестеден алынған мәліметтер бойынша БС – МС және МС – БС арасындағы қамту радиусының арақашықтығын картадан белгілейік:

4.4 Сурет – БС-МС арасындағы қамту радиусы

2.5 Уолфиш-Икегами (WIM) моделі

Егер жіберушіден қабылдаушыға таралатын сигналдың бөгелуі болмаса, онда WIM-моделінің теңдеуі:

$$L_{LOS} = 42{,}64 + 26 \cdot \lg d_{км} + 20 \cdot \lg f_{MHz}, d_{км} \geq 0{,}02. \quad (2.24)$$

Кеңістіктегі жоғалтулар:

$$L_{fs} = 32{,}45 + 20 \cdot \lg d_{км} + 20 \cdot \lg f_{MHz}, \quad (2.25)$$

$$L_{LOS} = L_{fs} + 10{,}19 + 6 \cdot \lg d_{км} = L_{fs} + 6 \cdot \lg(50 \cdot d_{км}) = \\ = L_{fs} + 6 \cdot \lg(\frac{d_{км}}{20}). \quad (2.26)$$

мұндағы d_m – метр бойынша арақашықтық.

NLOS WIM қолдану кезіндегі:

h_b- БС антенна биіктігі (40-50 м жерден қашықтығы);

h_m- МС антенна биіктігі (1-3 м жерден қашықтығы);

h_B- ғимарат биіктігі;

$\Delta h_b = h_b - h_B$– БС-тың шатырдан биіктігі;

b- гимараттардың арақашықтығы (20-50 м);

ω-кошенің ені (b/2);

NLOS WIM үшін орындалатын бірнеше нұсқалар: $\Delta h_b > 0$:

$$L_{NLOS} = 69{,}55 + 38 \cdot \lg d_{км} + 26 \cdot \lg f_{MHz} - 10 \cdot \lg \omega - 9 \cdot \lg b + 20 \cdot \lg \Delta h_m - -18 \cdot \lg(1 + \Delta h_b) + L_{LOS},$$

$\Delta h_b \leq 0, d_{км} \geq 0{,}5$:

$$L_{NLOS} = 69{,}55 + (38 + 15 \cdot \frac{[\Delta h_b]}{h_b}) \cdot \lg d_{км} + 26 \cdot \lg f_{MHz} - 10 \cdot \lg \omega - 9 \cdot \lg b + +20 \cdot \lg \Delta h_m + 0{,}8 \cdot \lg[\Delta h_b] + L_{LOS},$$

$\Delta h_b \leq 0, d_{км} < 0{,}5$:

$$L_{NLOS} = 69{,}55 + (38 + 15 \cdot \frac{[\Delta h_b]}{h_b}) \cdot \lg d_{км} + 26 \cdot \lg f_{MHz} - 10 \cdot \lg \omega - 9 \cdot \cdot \lg b + +20 \cdot \lg \Delta h_m + 0{,}8 \cdot \lg[\Delta h_b] \cdot (\frac{d_{км}}{0{,}5}) + L_{LOS},$$

Уолфиш-Икегами (WIM) моделі үшін:

$h_b = 35$ м;

$h_m = 2{,}5$ м;

$$h_B = \frac{12 + 12 + 17{,}2 + 17{,}2 + 35}{5} = 18{,}68 \text{ м};$$

$$\Delta h_b = h_b - h_B = 35 - 18{,}68 = 16{,}32 \text{ м};$$

$b = 20$ м;

$\omega = 10$ м.

LOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{L_p - 42{,}64 - 20 \cdot lg f}{26}},$$

NLOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{L_p - 69{,}55 - 26 \cdot \lg f + 10 \cdot \lg \omega + 9 \cdot \lg b - 20 \cdot \lg \Delta h_m + 18 \cdot \lg(1 + \Delta h_b)}{38}}.$$

1) БС →МС:

$f_0 = 1900$ МГц;

1.1Сектор А - 0°:

LOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{137{,}2 - 42{,}64 - 20 \cdot lg 470}{26}} = 17{,}68 \text{ км},$$

NLOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{136,2-69,55-26\cdot\lg(470)+10\lg(12)+9\lg(24)-20\lg(2)+18\lg(1+21,4)}{38}} = 2,875 \text{ км.}$$

1.2 Сектор В - 120º:
LOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{141,7-42,64-20\cdot lg470}{26}} = 1,68 \text{ км.}$$

NLOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{141,7-69,55-26\cdot\lg(470)+10\lg(12)+9\lg(24)-20\lg(2)+18\lg(1+21,4)}{38}} = 3,724 \text{ км.}$$

1.3 Сектор С - 240º:
LOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{137,1-42,64-20\cdot lg470}{26}} = 17,67 \text{ км.}$$

NLOS:

$$d_{км} = 10^{\frac{131,7-69,55-26\cdot\lg(470)+10\lg(12)+9\lg(24)-20\lg(2)+18\lg(1+21,4)}{38}} = 2,168 \text{ км.}$$

2) МС → БС:
$f = 400$ МГц;
2.1 Сектор А - 0º:

$$d_{км} = 10^{\frac{131,7-69,55-26\cdot\lg(400)+10\lg(12)+9\lg(24)-20\lg(2)+18\lg(1+21,4)}{38}} = 2,1 \text{ км.}$$

2.2 Кесте – Уолфиш-Икегами(WIM) моделінің есептеу нәтежиелері.

Бағыт	Тарату кезіндегі жоғалтулар, Lp, дБ		МС ж/е БС арасындағы жобаланған арақашықтық, км	БС ж/е МС арасындағы жобаланған арақашықтық, км
	ТБ (БС– МС)	КБ (МС–БС)		
О –Б секторы	132,7	131,7	10,96	10,26
О – Ш секторы	131,7	130,7	10,26	9,61
Солтүстік секторы	141,7	140,7	19,73	18,48

Қорытынды: Бұл дипломдық жобада жылжымалы сандық транкингтік радиобайланыс жүйесін құрастырудағы артықшылықтар қарастырылды. Бірнеше сандық тракингтік жүйесін салыстыра отырып, аралас желі

құрастыруда, барлық параметрлерін салыстыра отырып, лайықты деп TETRA стандартын таңдадық.

Жобада базалық стансаның аумақты қамту аясы (зона алыстығы) екі әдіспен есептелді және соның ішінде айрықша дәл келгені жергілікті жердің рельефін және сигналдың өшуін анықтайтын Окомура және Хата моделі. Бұл әдіске үш бағытта, тура және кері арналар үшін байланыс алыстығын есептейтін арнайы компьютерлік программа қолданылды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі тарауында санитарлы – гигиеналық нормалар мен мекемедегі инженерлердің қызмет орнының талаптары қарастырылды.

Техникалық және анықтамалық әдебиеттер арқылы табиғи және жасанды жарықтандыру, сонымен қатар, изоляцияның зақымдануынан болатын, электр тоғымен соғу қаупінің алдын алу мақсатында қорғаныс тұйықталуды орындадық.

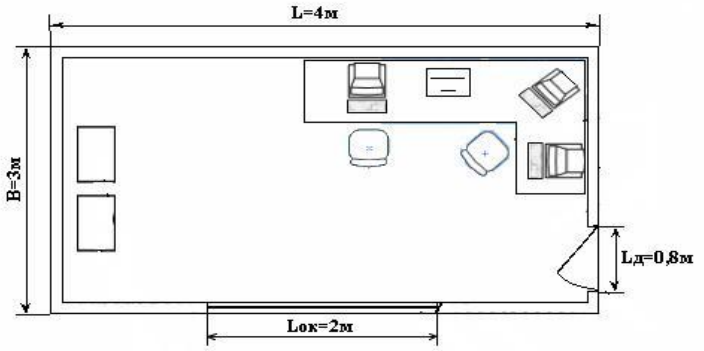
Техникалық-экономикалық негіздемелер қабылданған шешімдердің дұрыстығын растады, өйткені, соңғылары бәсекелес техникалық-экономикалық көрсеткіштер негізінде шығын аз ғана уақыт ішінде өтеледі.

Қабылданған шешімдер мен келтірілген дәлелдер арқылы жүйенің техникалық және экономикалық мүмкіндіктерін пайдалана отырып, бұл жобаны іске асыру, ойға қонымды деп айтуға болады.

3 Өміртіршілік қауіпсіздігі

Дипломдық жобаның бұл тарауында радиотехникалық құрылғыларды қолдана отырып, қызмет көрсететін жұмысшылардың еңбек шарттарына анализ жасаймыз. Дипломдық жобаның тақырыбы: «TETRA техногиясының көмегімен жабық ғимаратта радио жүйесі жобалау». Транкингті радиожүйе желісінің қызметін TETRA стандартының негізінде жұмыс жасайтын базалық станса атқарады.

TETRA технологиясының аппаратурасы ғимаратта орналастырылады. Ал, стансаны орнату ғимараттың бірінші қабатында іске асырылады. Бұл жағдай өндірістік жобалау барысында үлкен көмегін көрсетеді. Үй – жайдың жобасы төмендегі суретте көрсетілген.



3.1 Сурет – Бөлме жобасы

Бөлмеде TETRA құрылығысы мен екі металдық бағана орнатылған. Бағанада қуаты 50 Вт болатын ретранслятор және номиналды жиілігі 50Гц және 220 В арқылы желіден қамсызданатын үздіксіз қуат көзі қондырылған.

Бөлмеде үш дербес компьютер және принтер бар. Компьютерлер желі ахуалына мониторинг жасауға, радиостансаларды программалық қызмет көрсетуге және ағымдағы бірнеше құжаттаманы іске асыруға қажет. Принтер компьютердегі бүкіл ақпаратты шығаруға қажет. Компьютерлік техника 220 В қорек көзімен қуаттандырылады.

Өндірістік шартта бірнеше қауіпті және зиянды факторлар сипатталуы мүмкін. Жұмысшылар (жөндеушілер, диспетчерлер) төмендегідей физикалық зиянды және қауіпті өндірістік факторлармен кездесуі мүмкін:

- жұмыс орнының жеткіліксіз жарықтандырылуы, операторлық орында ҚН және ҚНжЕ ҚР 2.04-05-2011 «Табиғи және жасанды жарықтандыру. Жалпы талаптар» сәйкес IV а категориясы бойынша $T_н$=300 лк жұмыстар жүргізіледі [15];
- электр тоғының соғу қаупі.

Келтірілген жағымсыз факторлар жұмысқа жарамдылық көрсеткішін төмендетеді.

Жобаланып отырған бөлме – қауіптілігі жоғары деңгейдегі бөлме, себебі корпустағы электр құрылғылар тесілген жағдайда, металды корпусқа байқаусызда тиіп кету жағдайында электр тоғымен соғылу (тоғыру) қаупі бар. Сондықтан, құрылғыларды қолдануда, электрастатикалық қауіпсіздік ретінде

станса жабдықтарын жерге тұйықтау қажет.

Бөлмеде табиғи бүйірлік жарықтандыруы басым, бірақ, кешкі жұмыс және бұлыңғыр ауа райы кезінде жайлы және жарық ортамен қамтамасыз етуге жеткіліксіз. Сол себептен, бөлмеде 300 лк (категории IVа, ҚнжЕ бойынша ҚР 2.04-05-2002 [15]) ережесін ұстану мақсатында жасанды жарықтандыруды қарастыру керек.

Сандық станса аппаратурасын орнату жұмыстары экологиялықт ұрғыда таза. Жетілдірілген және техникалық ққұрылғыны қолдану барысында, атмосфералық немесе өнеркәсіптік қоқым түрінде ешқандай шығарулар болмайды.

Құрылғы мен қызмет көрсету штаты екі адамнан тұрады. Еңбектену барысында, рационалдық шарт құру кезінде істеу және демалу кестесі маңызды болып табылады. Жұмыс істеу ұзақтығы аптасына бес күн, сегіз сағаттан. Сегіз сағаттық жұмыс күнінде екі он бес минуттық үзіліс, біріншісі жұмыс басталғаннан екі сағат өткеннен кейін, ал екіншісі жұмыс аяқталуына екі сағат қалғанда қарастырылған. Түскі ас үзілісіне бір сағат бөлінді.

Компьютерді қолдану (диспетчер, операторлар, есептеу – санау орындары, басқару орындары, есептеу техника залдары) және эмоционалды – жүйке жүйесімен қатысты жұмыстары негізгі болып табылатын өндірістік бөлмелер микроклиматы санитарлы – эпидемиялық нормаларға сәйкес Іб категориясы бойыншат иісінше параметрлермен жабдықталуы тиіс [12].

Қолайлы және мүмкін болатын микроклимат нормалары: температура Т=22-24, ұйғарынды Т=17-16, ауаның қатысты дымқылдығы 40-60%, ауа қозғалу жылдамдығы 0,1 =м/с [12].

3.1 Жұмыс орнын жобалау

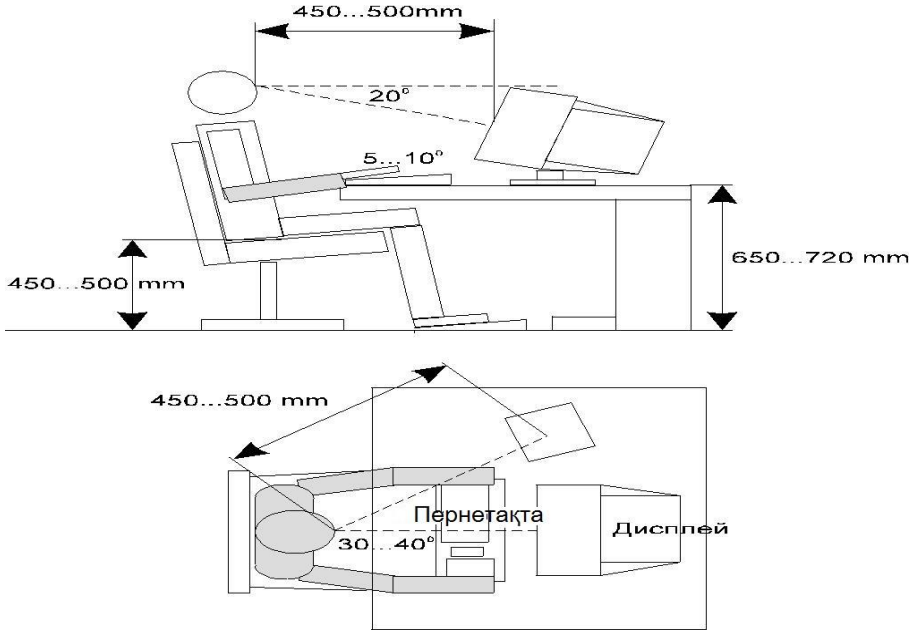
Оператордың жұмыс орнында:

- ақпаратты бейнелейтін құрал (дисплей);
- ақпарат енгізу құралдары (пернетақта, әртүрлі манипуляторлар);
- ақпарат жіберу және байланыс құралдары (телефондық аппарат, модем);
- документациялау және ақпаратты сақтау құралдары (принтер, дисктікжинақтағыш);
- қосымша көмекші құралдар.

Оператор жұмыс жасау орнын келесідей ұйымдастырамыз. Дисплей горизантальды және вертикаль бағытта қозғай алатындай айналғыш алаңнан тұрады. Дисплейді экраннан ақпаратты бақылау арақашықтығы 450 – 500 мм болатындай етіп орналастырамыз.

Дисплей экранын нормаль арасындағы бұрышты экран центріне және горизантальды қарау сызығы 20 градус болатындай етіп жайғастырамыз. Ал, пернетақтаны еденнен 650 – 800 мм жоғарылатамыз және пернетақта көлбеуін 5–10 градуста қоямыз. Компьютерді стандартты үстелге орналастыру барысында, биіктігін реттей алатын орындықты (380-дан 450-500 мм) және аяқтіреуішті қолданамыз.

Құжаттама құрал – саймандарын оператордың оң жағына максималды қолжетерлік жерде, ал байланыс саймандарын – сол жаққа, оң қолмен жазу/сызу үшін қоямыз.



3.2 Сурет – Оператордың жұмыс орны.

3.2 Табиғи жарықтандыруды есептеу

Сұлбасы 1 суретте көрсетілген дайын жұмыс бөлмесі (оператор орны, диспетчер орны) жобаланды. Бөлме терезесінің ұзындығы 2 м және биіктігі 1,5 м. Табиғи жарықтандыруда оңтайлы аумақты алғанымызды тексеру үшін келесі есептеулерді жүргіземіз. Терезе аймағы келесі формуламен есептеледі:

$$S_0 = \frac{S_п e_N \eta_0 K_З K_{зд}}{100 \cdot \tau_0 r_1}, \quad (3.1)$$

Бұл жерде:

-бүйірлік жарықтандыруда сәулелену ойығының аумағы, м^2;

-бөлме еденінің кеңістігі, м^2;

-терезе жарығының сипаттамасы, кеселік мәні;

-қор коэффициенті, кестелік ақпараттар;

-табиғи жарықтандыру нормалық коэффициенті;

-ТЖК-нің бүйірлік жарықтандыру кезіндегі жоғарылау деңгейі, кестелік ақпараттар;

-тұспа - тұс тұрған ғимарат терезесінің қараңғылауы, кестелік ақпараттар;

Жалпы жарықөткізу коэффициентін мына формуламен анқтайды:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (3.2)$$

Бұл жерде:

-материалдың жарықөткізу коэффициенті, кестелік мәндер;

-жарық саңылауын түптеуде жарық жоғалту коэффициентінесептеу,

-кестелік мәндер;

-тасушы конструкциялардағы жарықты жоғалту коэффициенті, бүйірлік жарықтандыруда 1 – ге тең, ал жоғарыда кеседен алынады;

-күннен қорғаныш құрылғылардағы жарық жоғалту коэффициенті, кестелік мәндер;

-қорғағыш тордағы жарық жоғалтуды есепке алатын коэфициенті 0,9 тең.

$$E_n = m \cdot E_n = 0{,}7 \cdot 1{,}5 = 1{,}05, \qquad (3.3)$$

мұндағы m – жарық климатының коэффициенті (сыртқы қабырға ойығы);

$e_н$ – ТЖК мәні (көрермен жұымысының IV а категориясы, бүйірлік жарықтандыру).

Коэффициент таңдаймыз: терезелік жарықтандыру сипаттамасы (біржақты табиғи жарықтандыру кезіндегі бөлме ұзындығының оның тереңдігіне қатынасы L/l=L/(B-1)=4/2=2, жұмыс бетінің биіктігі h_p=0,7м.

Таңдалған мән =10,5.

ТЖК бүйірлік жарықтандырудағы жоғарылауын есептейтін коэффициент:

-жұмыс бетінің биіктігінің бөлме тереңдігіне қатынасы l/h_p=2,86;

-жұмыс бетінің деңгейі h_p=0,7м;

-есептелін нүктеден бөлме тереңдігіне дейінгі қатынасы l/B=2/3=0,7; біржақты жарықтандыру;

-бөлме қабырғасының, төбесінің және еден кескіні 0,5;

-бөлме ұзындығының оның тереңдігіне қатынасы L/l=2=1,45;

$К_к$ – қор коэффициенті: $К_3$= 1,5;

$К_{ғим}$ – қарама – қарсы тұрған ғимараттардың түсіретін терезеге түсіретін көлеңкесі:

$К_{ғим}$= 1 (алаңда орналасқан бір ғана ғимарат);

τ_0 – жарық өткізу жалпы коэффициенті;

$$\tau_0 = \tau_1\tau_2\tau_3\tau_4\tau_5 = 0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 1 \cdot 0{,}9 = 0{,}52,$$

мұндағы τ_1 = 0,8екілік шыны терезе,

τ_2 = 0,9болат қаптамалы бірлік көмескі;

τ_3=0,8темір бетонды пішіндер;

τ_4=1 реттелетін перделер мен пердешелер (жалюзи);

τ_5=0,9қорғаныстарындағыжоғалатынжарық.

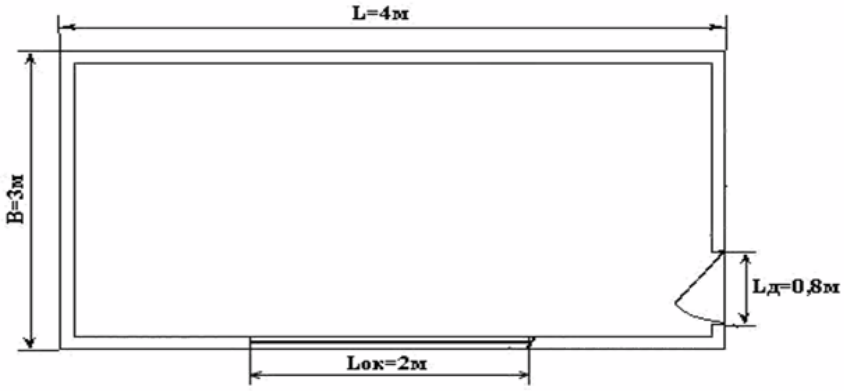
$$S_0 = \frac{S_n e_n \eta_0 K_{гим} K_k}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = \frac{12 \cdot 1{,}05 \cdot 10{,}5 \cdot 1{,}5}{100 \cdot 0{,}52 \cdot 1{,}45} = 2{,}63 м^2, \quad (3.4)$$

Бірінші терезенің аумағын табайық:

$$S_{тер} = S_0 = 2{,}63\ м^2, \quad (3.5)$$

Терезенің қажетті ұзындығын табайық:

$$L_{тер} = \frac{S_{тер}}{h_{тер}} = \frac{2{,}63}{1{,}5} = 1{,}75, \quad (3.6)$$



3.3 Сурет – Табиғи жарықтандыру кескіндемесі

Қажетті жарықтандыруды орнату үшін терезе ұзындығы 1,75 м және биіктігі 1,5 м ($S_{теор.тер}$ = 2,63 м^2) болуы қажет. Ал, бөлмедегі орнатылған терезе биіктігі 1,5 м және ұзындығы 2 м ($S_{нақ.тер}$ = 3 м^2):

$$S_{нақ.тер} > S_{теор.тер}.$$

Яғни, табиғи жарықтандыруда берілген терезе аумағы жеткілікті.

3.3 Жасанды жарықтандыру есептелуі

Бөлмеде бүйірлік табиғи жарықтандыру басымырақ, бірақ ол бұлыңғыр ауа райында және кешкі жұмыс кезінде жеткіліксіз. Сондықтан, нормасы 300 лк болатын жасанды жарықтандыруды да қарастырғанымыз жөн.

Көлеңкелейтін үлкен бұйымадрдың болмау кезінде, горизантальды беттерге біркелкі жалпы жарықтандыруды есепке алу үшін, қолдану коэффциценті әдісін қолданамаыз.

Есептеу жұмысын оператордың қызмет орнына жасаймыз. Берілген мәліметтер:

-бөлме ені, B = 3м;

-бөлме ұзындығы, L =4м;

-бөлме биіктігі, H = 2,8м. қажетті шамшырақ саны N:

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta \cdot Ф_ш}, \quad (3.7)$$

мұндағы E – операторлық орынға келісілген «Жұмыс орнын жарықтандырудағы нормаларға» сәйкес берілген минималды жарықтандыру, E = 300лк;

$К_з$–операторлық орынында жасанды жарықтандырудағы электролюминесцентті шамшырақтың қор коэффициенті, $К_з$ = 1,5;

S – жарықтандыру аумағы, м²;

Z – бірқалыпты емес жарықтандыру коэффициенті;

Z = 1,1÷1,2;

n – электролюминесцентті шамшырақ саны, 2-ге тең (ШДШ (ПВЛМ) 2×40);

$Ф_ш$ – ШДШ (ПВЛМ)2×40 типіндегі шамшырақ үшін жарық ағыны, қуаты 54Вт, $Ф_ш$ = 3000 лм (MASTER TL5) [12];

η – қолдану коэффициенті.

ШДШ (ПВЛМ) 2×40 шамшырағы – шаңға және дымқылдан қорғалған, ішінде екі шамнан тұрады. Кернеулігі 220 В және номиналды жиілігі 50 Гц болатын айнымалы тоқ желісінен жұмыс жасайды. Қоғамдық және өндірістік ғимараттарда қолдануға арналған. Шамшырақ ақ түсті мөрленген болат корпустан, шамды орнату үшін электрлік компент пен карболиттік элементтен тұрады. Корпусты тығыздау периметрі бойынша тығыздау төсеніші мен сальникті енгізу арқылы жүзеге асырылады [14].

Тәжірбиеде η мәні бөлмені оптикалық сипаттамалармен байланыстыратын геометриялық параметр арқылы табылады (i бөлме индексі). Опертордың бөлмесі үшін$ρ_{пот}$ = 50%, $ρ_{ст}$= 30%, $ρ_п$=10% [14].

Бөлме индексі (i) былай анықталады:

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L+B)}, \quad (3.8)$$

мұндағы L – бөлме ұзындығы, м;

B – бөлме ені, м;

h – ілгіштің есептелген биіктігі.

Ілгіштің есептелу биітігін анықтау:

$$h=H-(h_{жұм}+h_{ілгіш}), \quad (3.9)$$

h=2,8 - (0,7+0,5) =1,6 м.

Мәндерді формулаға қойсақ:

$$i = \frac{4 \cdot 3}{1{,}6 \cdot (4+3)} = 1{,}07 \text{ м.} \quad (3.10)$$

Қолдану коэффициенті η = 40% [14].

Формула барлық мәндерді қою арқылы қанша шамшырақ қажет екенін анықтаймыз:

$$N = \frac{300 \cdot 1{,}5 \cdot 12 \cdot 1{,}1}{3000 \cdot 2 \cdot 0{,}4} = 3 \text{ дана.} \quad (3.11)$$

Шамшырақтардыңарақашықтығы :

$$l_{a,b} = \lambda \cdot h, \quad (3.12)$$

арқылы анықталады және λ =0.6÷2.

Бөлме бойымен салыстырғандағы шамшырақ арақашықтығы:

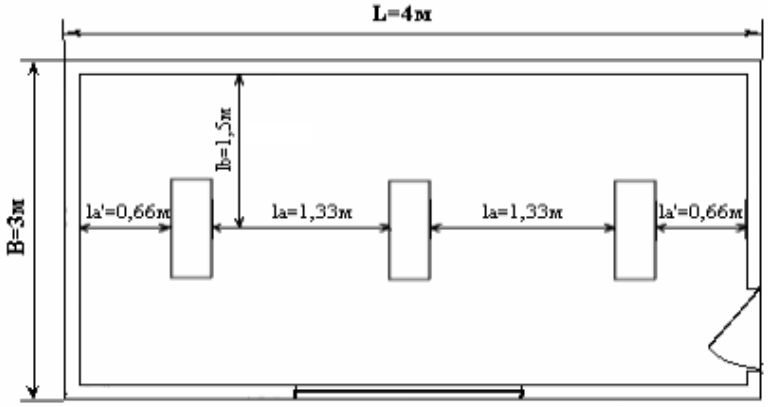
l_a = 0,83·1,6 = 1,33 м.

Бөлме ұзындығы 4 м және аумағы 3 м болған жағдайда, шамшырақтарды ортасына бір қатарға, қабырғадан l_b =1,5м қашықтықта орналастырамыз:

$$l_a = \frac{l_a}{2}, \quad (3.13)$$

$$l_a = \frac{1{,}33}{2} = 0{,}66 \text{ м.}$$

Шамшырақтардың орналасу реті 4 суретте бейнеленген.



3.4 сурет – Шамшырақтарды орналастыру

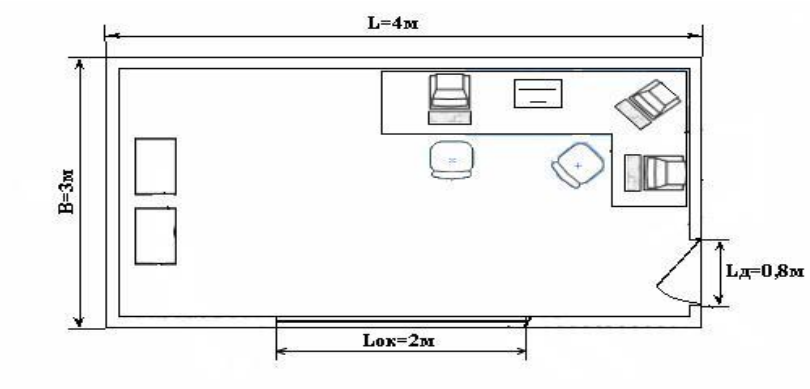
3.4 Қорғаныш тұйықтауды анықтау

Жүйені электрқуаттау кернеуі 220 вольтты стандартты бірфазалы желі арқылы іске асырылады. Корпустағы ойықты қорғау мақсатында қорғаныш тұйықтау қолданылады.

Құрылғыны қолдану кезінде, изолоция салдарынан пайда болған ойықта

электрстатикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін, станса құрылғысын тұйықтау қажет.

Тұйықтау типі – контурлы, яғни тұйықталу контур бойынша орналасады. Жобаланған стансаның бөлмесі келесі өлшемдерге ие: L = 4 м, B = 3 м.



3.5 Сурет – Бөлме жобасы

Контур горизанталь орналасқан, контур периметріндей жолақпен байланысқан, ұзындығы l_b=2м және диаметрі d = 50 мм вертикаль орналасқан болат – электродты трубалардан тұрады.

$$L_г = P_k = (L + B) \cdot 2, \quad (3.14)$$

Мәндерді формулаға қоятын болсақ:

$$L_г = P_k = (4 + 3) \cdot 2 = 14 \text{ м.}$$

Горизонтальды электрод ретінде 40×4 мм өлшемді болат жолақты қолданамыз. Электродты жерге көму тереңдігі t_0= 0,7 м.

Жердің салыстырмалы кедергісі Р=150 Ом/м (құмды қыртыс, саз). Табиғи тұйықтау ретінде кедергісі R_E =20 Ом болатын темір – бетонды арматура қолданылады.

Есептеуді қолдану коэффициенті бойынша жүргіземіз. Тұйықталудың жайылу кедергісі $R_З$=10Ом (тұйықталу құрылғысының изоляциялық бейтарапты стационарлы желідегі кедергісі 380/220В тең, статикалық электрден қорғаныс) [16].

$$R_{тр} = \frac{R_З \cdot R_E}{R_E - R_З}, \quad (3.15)$$

$$R_{тр} = \frac{20 \cdot 10}{20 - 10} = 20 \text{ Ом.}$$

Жасанды тұйықтау кедергісінің үлкендігін келесі формуламен есептейміз.

Жобада тұйықталуларды белгіленген арақашықтықта орналастыру үшін, олардың көлемін анықтап алайық:

$$n_в = \frac{P_k}{a}, \tag{3.16}$$

мұндағы а – вертикалды тұйықталу арақашықтығы және келесі талап бойынша қабылданды: a / l_B = 1; 2; 3, осы жағдайда, а = 2 м.

Мәндерді формулаға қойғаннан кейін:

$$n_в = \frac{14}{2} = 7 \text{ дана.}$$

Вертикалды және горизонтльды электродтардың салыстырмалы кедергісін келесі формуламен анықтаймыз:

$$P_{салыс.кед.} = k_c \cdot P, \tag{3.17}$$

мұндағы k_C – климаттық зонаға байланысты топырақтың мұздау және кебу мезгілін анықтайтын коэффициент, Қазақстан үшін – k_C =1,45;

Мәндерді формулаға қоятын болсақ:

$P_{салыс.кед.}$= 1,45·150 = 217,5 Ом·м.

Вериткалды электродтың жайылу кедергісін есептеу R_B:

$$R_в = \frac{P_{салыс.кед}}{2\pi \cdot 2_b} \cdot (\ln \frac{2l_b}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1}), \tag{3.18}$$

мұндағы t – жердің беті мен трубаның ортасына дейінгі арақашықтық және ол келесі формуламен анықталады:

$$t = t_0 + \frac{L_2}{2} = 0{,}7 + \frac{14}{2} = 7{,}7 \text{ м} \tag{3.19}$$

$$R_b = \frac{217{,}5}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 2} (\ln \frac{2 \cdot 2}{0{,}05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 7{,}7 + 1}{4 \cdot 7{,}7 - 1}) = \frac{217{,}5}{12{,}56} \cdot 4{,}4145 = 76{,}46 \text{ Ом}.$$

Горизонтальды электродтың жайылу кедергісін есептеу $R_Г$:

$$R_г = \frac{P_{есеп}}{2\pi \cdot L_г} \cdot \ln \frac{L_г^2}{dt}, \tag{3.20}$$

$$R_г = \frac{217{,}5}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 14} \cdot \ln \frac{14^2}{0{,}05 \cdot 7{,}7} = 15{,}41 \text{ Ом.}$$

Кесте бойынша вертикалды және горизонтальды электродтардың

коэффициентін анықтаймыз. Топтық жолақты тұйықтау кедергісін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$R_{топ} = \frac{R_в \cdot R_г}{R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot \eta_в \eta_г}, \quad (3.21)$$

$$R_{топ} = \frac{76{,}46 \cdot 15{,}41}{76{,}46 \cdot 0{,}4 + 15{,}41 \cdot 7 \cdot 0{,}6} = 12{,}7 \text{ Ом.}$$

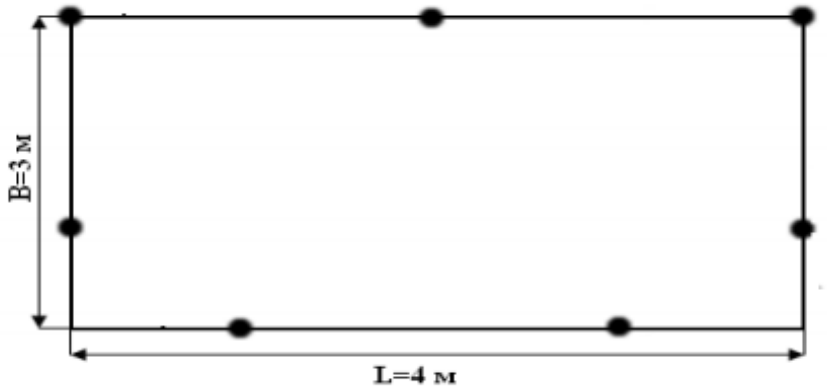
Топтық тұйықтау құрылығысының кедергісі берілген максимум мәннен үлкен болмауы қажет: $R_{қаж}$: $R_{қаж} \geq R_{топ}$.

Берілген және қажетті тұйықталудың айырмашылығы:

$$\Delta R = R_{қаж} - R_{топ} = 20 - 12{,}7 = 7{,}3 \text{Ом тең.} \quad (3.22)$$

Талаптар орындалады.

6 суретте тұйықталу сұлбасы бейнеленген. Әр тұйықталудың арақашықтығы а=2м, тұйықталудың жалпы саны n_B=7 дана (суретте нүктелермен белгіленген). Ал, тұйықталу жолақтары ретінде 40×4 мм өлшемді болат жолақты қолдандық (суретте сызықтар арқылы бейнеленген).



3.6 Сурет – Тұйықталу контурының үлгісі

Қорытынды: Осы тарауда еңбек шарттарының анализі, сонымен қатар электрқауіпсіздік шаралары және жұмыс орнының жоспары қарастырылды. Жұмыс бөлмесі ғимаратта орналасқан. Жұмыс орнындағы табиғи жарықтандыру үшін жеткілікті терезе аймағын алғанымызды тексеру үшін сенімді есептеулер жүргізілді.

Есептеулерден, табиғи жарықтандыру үшін тек қана жарық саңылауы жеткілікті екенін байқадық.

Өйткені, жұмыс өнімділігіүшін табиғи жарықтандыру әр кезде жеткілікті болмайды (тәуліктің қараңғы уақытында, бұлыңғыр ауа райы кезінде), сол себептен жасанды жарықтандыру үшін есептеулер жүргізіліп,

нәтежиесі қанағаттандырарлық. Нормалық 300 лк категориялы жарықтандыруды құрастыру үшін, шаң және дымқылға төзімді, үш люминесцентті, қуаты 54 Вт және $Ф_ш$ = 3000 лм, шамшырақ қажет.

Изоляцияның зақымдануы нәтежиесінде туатын, электр тоғымен зақымдану қаупін алдын алу үшін, 0,7 м тереңдікте көмілген, 4 мм×40 көлемдегі бір - бірімен біріккен болат жолақты жетіөзекшеден тұратын қорғаныс тұйықталуы орындалды.

Қорытындылай келе, бұл тарауда жұмыс орны мен қолайлы еңбек шарттары жобаланды. Өндіріс уақытында жарақаттану қаупінің алдын алу сақтық шаралары қарастырылды.

4 Экономика

TETRA байланыс жүйелері мәтін немесе сөзді және ақпарат таратуға арналған. Олар жоғары тиімділікті жылжымалы байланыста үлкен көлемдегі абоненттер үшін қызмет көрсетуге және әр түрлі деңгейдегі қолданушы сұраныстарын қанағаттандыруға арналған.

Бөлшектектенген (анықталған) архетиктура жеке құрауыштардың және байланыс сызығының тоқтап қалу мүмкіндігіне тұрақтылығын, орталықтанған қымбат қорларға жүгінбей, жоғары деңгейде қамтамасыз етеді. Сондай – ақ, құрылғының бас тартуы жүйе жұмысына шектелген деңгейде ғана әсер етеді, яғни тарату – қабылдау құрылғыларының істен шығуы кезінде келесі аппарат өз мойнына алады. TETRA стандартын орнату кезінде және оның кейбір конфигурацияларын (кескіндеме) өзгертуде өте жеңіл. Басқару мен мониторинг функцияларының әр түрлілігі бастапқы орнатуды және шығын жиынтығының деңгейін төмендетеді.

TETRA транкингтік байланыс қызметін көрсетуге қазіргі таңда бірнеше әділ себептері бар:

– TETRA ұялы терминалдарын қолданудағы қарапайымдылығы шұғыл жағдайларға оперативті түрде жауап беруін арттырады;

– шұғыл жағдайлардағы берік, сенімді тұрақты байланыс;

– TETRA желісі жергілікті қолданыстағы желіден жаһандық желіге оңай айнала ала ды.

– ақпаратты қорғау және шұғыл жағдайлардағы сенімділігі жоғары деңгейде болуы.

4.1 Сала сипаттамасы

Қазіргі таңда Республикамыздың территориясында кәсіби радиобайланыс қызметін көрсететін тек бірнеше компания жұмыс жасайды: "SPECTRUM", "RadioCom", "TETRA Kazakhstan", "OTC Ltd". Бұл компаниялардың негізгі қызмет түрі жобалау, транкингтік жүйені және радиотелефондық байланыс құрылғыларын кәсіби түрде қолдау көрсету.

Ұялы байланыс операторлары өз кәсіби нарығында стандартқа төтеп берер аумақтарын дайындауда талпыныс жасап жатыр. Бірақ, ұялы байланыс кәсіби тұрғыда әлі тізбекті транкингті радиожеліні, конвенционалдық диспетчерлік байланысты ығыстыра алмады, себебі бұл жағдайда бір секунд ішінде байланыс орнату, оператор таңдауда еріктік, топтық қоңырауларды ұйымдастыру, сонымен қатар басқа спецификалық талаптарды орындауда дамыған жоқ. Дегенмен, ұялы байланыс операторлары VPN – желілерін кеңейтуде көптеген қосымшаларды кейбір тапсырыс берушілерге арзан бағада ұсынып отыр.

4.2 Қызмет көрсету сипаттамасы

TETRA платформасының өнімдері дауысты/мәтінді жетілдірлген технологиямен сандыққа айналдыру мақсатында және құрылғыларды TETRA стандартының жаңа сандық форматында жұмыс жасауын – сандық сигналдық

процессормен қамтамсыз етеді (DSP).TETRA жүйесі IP желілері арқылы аймақты қамтуды кеңейту мүмкіндігңне ие. Қолданыстағы ақпаратты тарату форматы коммерциялық және мемлекеттік қолдану үшін көптеген жетілдірілген сандық мүмкіндіктер мен мәтіндік қорғаныспен қамтамсыз етеді.

TETRA – арнаны уақытша бөлуде бірнеше рұқсаты бар TDMA технологиясын және 25 кГц арналық жолағын қолданатын сандық радиобайланыс жүйесі.

Желі бірнеше комплексті қызмет көрсету түрін ұсынады:

- жеке және топтық қоңырау шалу (65 535 жеке немесе топтық ID-кодқа дейін);
- ақпаратты жіберу (қысқа хабарламаларды қабылдау және жіберу мүмкіндіктері);
- хабарламаларды жіберу (ерте программаланған мәтіндік хабарламаны жіберу);
- ақпаратты GPS арқылы жіберу (GPS ақпараттар бір арнада немесе дыбыспен бірге басқа арнада жіберіле алады).

4.3 Нарық өтімділігінің анализі

Наубайханадан бастап мұнай кен орнына дейін, барлық жерде радиобайланыс қолданылады. TETRA технологиясы өзінің жұмысшылары және жүргізушілерімен, диспетчер мен операторларымен үнемі байланыста болғысы келетін барлық кәсіпорындарға, транкингтік ұялы радиобайланыс жүйесін орнатуда оңтайлы ұжымдық шешемідер, сондай – ақ, тұтынушыға ыңғайлы қызмет пен көмек көрсетуде жеңіл, әрі нәтежиелі коммуникацияны ұсынады.

Тұтынушылар қатарына төмендегі кәсіпорындар жатады:

- көлік қызметі және жеткізу қызметі;
- күзет қызметі;
- халықтың тұтыну тауарларын өндіушілер және тауар ұйымы;
- банктер;
- мұнай өндіретін және оны өңдейтін кәсіпорындар;
- мемлекеттік мекемелер, сонымен қатар экстремалды қызметтер және оқу орындары;
- телекоммуникациялық компаниялар;
- энергетика және коммуналдық қызметтер;
- әлеуетті құрылымдар.

Берілген желі Первомайка ауылындағы САФ компаниясына арналып құрылып жатыр. Транкингтік жүйенің абоненттеріне цех жұмысшылары және қосымша жұмысшылар кіреді. Бұл дегеніміз, шамамен 1500 адам.

4.4 Маркетинг стратегиясы

Біздің байланыс тұтынушы қолындағы икемді жұмыс құралына айналады. Байланыс біздің клиенттерімізге бәсекелестерімзде жоқ қосымша артықшылықтарды ұсынады. Базамен немесе кеңсемен байланысуда небәрі 2 секунд жұмсайды, яғни уақыт үнемдейді. Сонымен қатар, транкингтік жүйе

нәтежиелілігі мен үнемділігіне қоса, топтық қоңыраудан бастап, ұялы телефондық байланысқа дейін, ұялы ақпарат таратудан, жерсеріктік навигациялық жүйеге дейінгі көптеген қосымша мүмкіндіктерді ұсынады.

Транкингтік жүйедегі абонент эфирдегі уақыты үшін абоненттік төлем төлемейді. Бұл дегеніміз, кәсіпорын үшін елеулі үнемділік, ешкімге құпия емес,корпоративті ұялы байланыста қызметкерлердің келіссөздері жекеленген.

Мұның бәрі TETRA жүйесінің операторына зор кіріс пен мол табысты клиенттерді, сондай – ақ, бәсекелестің қызметін қолданатын тұтынушыларды өзіне қарату үшін үлкен мүмкіндік береді.

Провайдердің қызметін бағалаушы негізгі дереккөздер – технологияның қызметін қолданған заң органдары, физикалық жеке тұлғалар, бұқаралық ақпарат құралдары.

Абоненттер санын тұрақты ұлғайту үшін, технологияның клиенттері арасында, компания туралы толық ақпарат көрсетілген жарнама материалдарын: бүкетемелер, визиткалар, парақшалар және жарнама қақпаларын орнату мен тарату жоспарлануда. Интернет – сайт құру маңызды болып табылады.

Сұранысты арттырудағы негізгі шешімдер, кейбір қызмет көрсету қызметі тегін немесе төмен тарифтер, жарнамалық науқан кезінде жүргізіледі. Сұранысты ынталандыру және оны іске асыру – әлеуетті тұтынушыларды өзімізге тартуда және көрсетеін қызмет түрлерінің қажетті екенін көрсетеді.

4.5 Менеджмент

Жоба бойынша штат сегіз адамнан тұрады. Барлық қызметкерлер толық жұмыс тәртібінде жұмыс жасайды. Қызметкерлердің лауазымдық міндеттерін қарастырайық:

1) Жоба жетекшісі келесі функционалдық міндеттерді атқарады:

- жобаның барлық құрастырылу деңгейінде қатысу;

-техникалық және технологиялық барысында басқару және жол көрсету;

-жобаны басқару, компания атынан сөз сөйлеу, оның қызығушылықтарымен таныстыру, шешім қабылдау;

-кәсіпорын құралдарын қолдану;

-шешім қабылдау, сенімхаттар беру, банктен есептеу және т.б. шоттар ашу;

-қызметкерлерді қабылдау, штатқа жауап беру;

-бұйрық беру және нұсқау көрсету, барлық қызметкерлерге байланысты.

2) Инженерлік – техникалық қызметкерлер құрамы – жоғары техникалық білімді маман, келесі міндеттерді орындайды:

- техникалық хаттамаларды толтыру, құрылғыны қондыруда қатысу, құрылғы туралы мәлімет беру (TETRA технологиясы және құрылғысы);

- эксперименттік және түзету жұмыстарын жүргізу, сонымен қоса модельдеу және типтеу;

- инженерлік – техникалық жұмыстарды жүргізу (өңдеу және монтаждау);

- өнімді өндіру барысында басқарушылық қызмет және бақылау (TETRAтехнологиясы және құрылғысы);

3) Техникалық маман – орта техникалық білімді маман келесі мідеттерді атқарады:

- инженерлік – техникалық жұмыстарда қатысу;
- құрылғыны баптау, реттеу;
- эксперименттер мен кейбір тәжірбие жұмыстарына қатысу;
- қажетті сипаттамаларды және баптауларды тіркеу;
- алынған нәтежиелерді өңдеу;
- рұқсат қағаздарын алу және оны дайындау.

4)Экономист –экономия саласындағы маман, экономикалық сұрақтар бойынша сарапшы және келесі міндеттер бойынша жұмыс жасайды:

- бюджеттеу жүйесін құрастыру;
- бюджеттің орындалуында бақылау жүргізу, сондай – ақ, кезеңдік және басқару есептеулерді қалыптастыру.

Кәсіпорын құрылымында ай сайын өз міндеттерін тиісті атқарған қызметкерлерге сыйақы қарастырылған. Ал, келешекте қызметкерлердің жұмыс өнімділігін арттыру мақсатында, мамандар өз білім – тәжірбиелерін көтеру үшін оқуға жіберілетін болады.

4.6 Қаржылық жоспар

4.6.1 Инвестиция шығынын есептеу

Күрделі қаражат бөлуге құрылғының бағасы, құрастыру (монтаждау) жұмыстары және көлік тасу жұмыстары кіреді [17]. Жалпы күрделі қаражат бөлу:

$$К = К_0 + К_М + К_{ТР} + К_{жоб} \quad (4.1)$$

мұндағы $К_к$ – құрылғыға кететін шығын;

$К_м$ – монтаждау жұмыстарына бөлінетін қаражат;

$К_{к.т}$–көлік шығынына бөлінетін қаражат (құрылғының бағасынан 5 – 10%).

4.1 Кесте – Құрылғыға жұмсалатын шығын

Құрылғы атауы	Саны, дана	Бағасы, тг	Жалпы сомасы, тг
Базалық станса DR 3000	1	2667855	2667855
Компьютер	3	145000	435000
NXR-800 E контроллері	1	889285	889285
MTH 800 тасушы радиостансасы	100	122380	12238000
MTM800E автокөлік радиостансасы	20	141810	2836200
Барлығы			19 066 340

Көлік тасымалына бөлінетін қаражат көлемі:

$$К_{ТР} = К_0 \cdot 0,05 = 19\ 066\ 340 \cdot 0,05 = 953 \text{ теңге.} \quad (4.2)$$

Құрылғыны орналастыру барысында инсталляциялық жұмыстың барлық түріне скере отырып бөлінетін шығын көлемі:

$$К_м = К_к \cdot 0,2 = 19\ 066\ 340 \cdot 0,2 = 3\ 813\ 268 \text{ теңге.} \quad (4.3)$$

4.2 Кесте – Күрделі қаржыландыру

Бөлім атауы	Жалпы сомасы, тг
Құрылғы үшін шығын	19 066 340
Жөндеу жұмыстарының шығын көлем	3 813 268
Автокөлік шығыны	953 317
Жалпы күрделі қаржыландыру	23 832 925

Жалпы бөлінетін қаражат:

$$К = 19\ 066\ 340 + 3\ 813\ 268 + 953\ 317 = 23\ 832\ 925 \text{ теңге.} \quad (4.4)$$

4.7 Эксплутациялық шығын

Байланыс қызметін көрсету және пайдалану барысында кәсіпорынның шығын ресурсын талап ететін қызмет бар. Жыл бойына жұмсалған шығын көлемі мен кәсіпорынның өндірістік құны [17].

$$Э = ЖЕҚ + Әс + Э + Ас + М + Ж_т + Y_ш, \quad (4.5)$$

мұндағы ЖЕҚ–кәсіпорында қызмет жасайтын барлық жұмыскерлердің еңбекақы қоры;

Әс –әлеуметтік салық;

М – материалдық шығын және қосалқы бөлшектер (қосалқы бөлшектер үшін жұмсалатын шығын және күрделі қаражат бөлудегі 0,5% жөндеу жұмыстары);

Э –электроэнергияға жұмсалатын шығын көрсеткіші;

Ас–амортизацияға бөлінген сома;

$Ж_т$–жиілікті қолдануға төлемақылар;

$Y_ш$– үстеме шығындар (қосымша шығындар, бұған бүкіл есепке алынбаған–басқару, шаруашылық, қызметкерлерді оқытуға жұмсалатын қаражат, көлік шығындары). Әдетте, өзіндік құнның 75% құрайды.

Жұмыскерлердің еңбекақы қорын ЖЕҚ анықтайық:

$$ЖЕҚ = Е_{нег} + Е_{кос}, \quad (4.6)$$

мұндағы $Е_{нег}$–негізгі еңбекақы көлемі;

$Е_{кос}$ – қосымша еңбекақы.

4.3 Кесте –Қызметкерлер туралы мәліметтер

Қызметкерлер лауазымы	Штат саны, адам	Айлық жалақысы, тг	Категориясы бойынша жалақысы, тг	Жылдық жалақысы, тг
Жоба жетекшісі	1	200000	200000	2400000
Экономист	1	145000	145000	1740000
Инженерліктехникалық қызметкер	2	145000	290000	3480000
Қосымша көмекші техникалық маман	4	100000	400000	4800000
Жалпы	8	590000	1035000	12420000

Қосымша еңбекақы негізгі еңбекақының 20 % құрайды:

$Е_{кос}$ = 12 420 000· 0,2 = 2 484 000 теңге; (4.6)

Яғни, ЖЕҚ:

ЖЕҚ = 12 420 000 + 2 484 000 = 14 904 000 теңгені құрайды.

Ал, зейнетақы қоры ЖЕҚ-ның 10% құрайды:

$$ЗҚ = 0,1 \cdot ЖЕҚ \quad (4.6)$$

ЗҚ =0,1 · 14 904 000 = 1 490 400 теңге (4.7)

Әлеуметтік салық ЖЕҚ – ның 11% құрайды. Сонда, зейнетақы қорын шегерген жағдайда, әлеуметтік салық:

$$Ә_с = 0,11 \cdot (ЖЕҚ – ЗҚ) \quad (4.8)$$

$Ә_с$ = 0,11· (14 904 000 -1 490 400) = 1 475 496 теңге (4.9)

Байланыс саласына бөлінетін амортизациялық шегеру нормасы жылына 25% -ға дейін құрайды. Амортизациялық шегеру нормасын 20% деп алсақ:

$$А_ш = \frac{К \cdot Н_А}{100\%}, \quad (4.10)$$

$А_ш$ = 23 832 925· 20/100 = 4 766 585 теңге. (4.11)

Қосымша бөлшектерге жұмсалатын материалдық шығын және ағымдағы жөндеу жұмыстары күрделі қаражаттың 0,5% құрайды:

$$М = К\ 0{,}5\% /100\%. \quad (4.12)$$

М = 23 832 925· 0,005 = 119 165 теңге. (4.13)

Өнеркәсіптікқажеттілікке және қосалқы бөлшектерге жұмсалатын электроэнергия шығынын анықтасақ:

$$Э = Ш_{элек.құр} + Ш_{қосымш.}. \quad (4.14)$$

$$I'_{ktr/құh} = W\ S\ T. \quad (4.15)$$

мұндағы W – тұтынылатын қуат;

T – жұмыс уақыты, T = 8760 сағ/жыл;

S – тариф, 1кВт/сағ = 22 теңге;

Тұтынылатын қуат: P = 3700 Вт.

$Ш_{элек.құр}$ = 3,7·8760·22 = 649 116 теңге.

Қосалқы бөлшектерге қажетті электроэнергетика шығынын құрылғыға қажетті электроқуаттың ірі көрсеткіші 5% деп алсақ:

$$Ш_{қос.бөлш} = 0{,}05 \cdot Ш_{элек.энерг.құр} \quad (4.16)$$

Қосалқы бөлшектерге жұмсалатын электроэнергетика шығынын анықтасақ:

$Ш_{қос.бөлш}$ = 0,05 · 649 116=32 456 теңге.

Онда, өнеркәсіптік қажеттілікке қажет электроэнергия шығыны:

Э = 649 116 + 32 456 = 681 572 теңгеге тең.

Ал, үстеме шығындар өзіндік қордың 75% құрайды:

$$Y_ш = 0{,}75 \cdot Ө_қ, \quad (4.17)$$

Эксплуатциялық шығындарды төмендегі 4 –ші кестеде көрсеттім (үстеме шығындарсыз).

4.4 Кесте – Жылдық эксплуатциялық шығындар (үстеме шығындарсыз)

Көрсеткіш	Сомма, теңге
ЖЕҚ	14 904 000
Әлеуметтік салық	1 475 496
Амортизация қаржысы	4 766 585
Материалдық шығын	119 165
Электроэнергетика шығыны	681 572
Эксплуатациялықшығын (Үстемешығындарсыз)	21 946 817

Үстеме шығындар:

$Y_ш$ = 0,75 ·21 946 817 =16 460 113 теңге.

Олай болса, жылдық эксплуатациялық шығын көлемі (1 сурет):

Э = 21 946 817 + 16 460 113 = 38 406 930 теңге.

4.8 Кәсіпорын табысы

Кәсіпорын табысы – қызмет көрсеткені үшін алатын ақшалай қаражат. Қызмет көрсеткені үшін алатын ақшалай қаражат – кәсіпорын қарамағына ұсынатын, жасаған қызмет көлемі мен шығындарды жабу және табыс көзі, қаражат [19].

Мәтіндік байланыс, ақпарат жіберу және GPS ақпарат жіберу қызметін көрсеткеннен түсетін табыс:

$$\Sigma N=\Sigma N_{bu}\cdot T_{bu}\cdot 12, \qquad (4.18)$$

мұндағы N –абоненттер саны;

T – қызмет көрсету тарифі;

b–абоненттер категориясы;

u–қызмет көрсету категориясы.

Ал, енді TETRA стандартының жүйесін орнату барысында алатын табыс көлемін табайық. Дыбыстық байланыс үшін абоненттік ақы 4000 теңге, абонент саны 1200 адам. Ақпарат таратудағы абоненттік ақы 2000 теңге, қолданушылар саны 200 адам. Автокөліктен таралатын GPS бағасы 1500 теңге, автокөлңк саны 150 бірлік.

4.5 Кесте – Қызмет көрсетуден көретін табыс

Қызмет түрі	Тұтынушы саны, садам	Тариф, тг	Айлық табыс, тг	Жылдық табыс, тг
Дыбыстық байланыс	1200	4000	4800000	57600000
Ақпарат тарату	200	2000	400000	4800000
GPS арқылы ақпарат тарату	200	1500	300000	3600000

4.6 Кесте – қызмет түрінен табыс

Табыс бөлімі	Табыс, тг
Дыбыстық байланыс	57600000
Ақпарат тарату	4800000
GPS арқылы ақпарат тарату	3600000
Жалпы	66000000

Негізгі қызмет көзінен алатын табыс:

$$Т = К_{негіз} – ΣЭ, \quad (4.19)$$

Корпоративтік кіріс салығы (ККС):

$$ККС = Т \cdot С_т, \quad (4.20)$$

мұндағы $С_т$ – салық төлемі.
Салық салынатын табыс:

$$Т_{салық} = Т – ККС \quad (4.20)$$

Жинақтаушы қор (ЖҚ) кәсіпорын қарамағындағы 70% салық салынған табыстан тұрады:

$$ЖҚ = 0,7 \cdot Т_{салық}, \quad (4.21)$$

Жобаланған таза ақшалай түсім:

$$ЖТТ = ЖҚ + А_с, \quad (4.22)$$

Барлық ақпаратты 7 кестеге толтырамыз.

4.7 Кесте – Қаржылық көрсеткіштер

Табыс, мың тг	Негізгі қызмет түрінен келетін табыс көзі, мың тг	Корпаративті үстемелі шығын, мың тг	Салық салынған табыс, мың тг	Жинақтау қоры, мың тг	ЖТТ, мың тг
66000	27593,07	5518,6	22074,5	15452,1	20218,7

Экономикалық нәтежиелілік көрсеткішін есептеу

Экономикалық нәтежиелілік көрсеткішін мына формуламен есептейміз:

$$Е = Д – Э, \quad (4.23)$$

$$Е_{пайда} = 66000000 - 38406930 = 27593070 \text{ теңге,}$$

$$Е_{таз.пайд} = (27593070 - 55186000) \cdot 20\% = 5408242 \text{теңге}$$

Өтемділік уақыты – қанша уақыт пен кезеңнен кейін ақшалай қаражаттың қайтарылатындығын сипаттайтын көрсеткіш:

$$Т = \frac{1}{Е}, \tag{4.24}$$

$$Т = \frac{1}{5408242} = 0{,}84 \text{ жыл.} \tag{4.24}$$

Т = 1/5408242 = 0,84 жыл

Яғни, бұл жобаның өтемділік уақыты 10,5 ай.

Қорытынды: Техникалық – экономикалық негізінде жасалған дәлелдер қабылданған шешімдердің дұрыстығын растады. Себебі, жаңа замандағы маңызды болып табылатын, бәсекелес техникалық–экономикалық көрсеткіште, аз өтемділік уақытын көрсетеді.

Жалпы капиталдық қаржыландыру 23 832 925 теңге, ал жылдық эксплуатациялық шығын 38 406 930 теңге. Эксплуатациялық шығын құрылымының 38,8% ЖЕҚ, ал үстемелік шығын көлемі 42,9% және амортизация 12,4% құрайды.

Кәсіпорынның негізгі табыс көзі дыбыстық байланыс, ақпаратты тарату және ақпаратты GPS арқылы тарату арқылы табылады. Кәсіпорынның жылдық табысы 66 000 000 теңге. Бұның ішінде, 88% дыбыстық байланыс табысы.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада жылжымалы сандық транкингтік радиобайланыс жүйесін құрастырудағы артықшылықтар қарастырылды. Бірнеше сандық тракингтік жүйесін салыстыра отырып, аралас желі құрастыруда, барлық параметрлерін салыстыра отырып, лайықты деп TETRA стандартын таңдадық.

Жобада базалық стансаның аумақты қамту аясы (зона алыстығы) екі әдіспен есептелді және соның ішінде айрықша дәл келгені жергілікті жердің рельефін және сигналдың өшуін анықтайтын Окомуры және Хата моделі. Бұл әдіске үш бағытта, тура және кері арналар үшін байланыс алыстығын есептейтін арнайы компьютерлік программа қолданылды.

Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі тарауында санитарлы – гигиеналық нормалар және инженерлердің жұмыс орнын ұйымдастырудағы талаптар қарастырылды. Техникалық және анықтамалық әдебиеттер тізімі негізінде табиғи және жасанды жарықтандыру есептеулері жүргізілді, ал изоляцияның зақымдануы нәтежисінде болатын электр тоғымен соғу қаупінің алдын алу мақсатында қорғаныш тұйықталуды орындадық.

Техникалық-экономикалық негіздемелер қабылданған шешімдердің дұрыстығын растады, өйткені, соңғылары бәсекелес техникалық-экономикалық көрсеткіштер негізінде шығын аз ғана уақыт ішінде өтеледі.

Қабылданған шешімдер мен келтірілген дәлелдер жүйенің техникалық және экономикалық мүмкіндіктерін пайдалана отырып, бұл жобаны іске асыру ойға қонымды деп айтуға болады.

Қысқартулар тізімі

AMBE+2 – аудиодыбысты қысу технологиясы AMBE (Advanced Multi-Band Excitation). Digital Voice Systems, Inc. (DVSI) компаниясы құрастырған. Жіңішке өткізу жолақтарында, сызықтық кодтау жүйелеріне қарағанда сапалы аудиодыбыспен қамтамасыз етеді.

BER – қате биттердің жиілігі. Белгілі уақыт мезгілінде қабылданған биттер ағынының шегі. (Bit Error Rate).

FDMA – бірнеше рұқсаты бар, жиілікпен бөлу әдісі (Frequency Division Multiple Access). Радиожүйенің арнаны жиеліктік спектр арқылы бөліп, әр қолданушыға бір бір жиіліктен тарату әдісі.

FM – жиіліктік модуляция (Frequency Modulation). Аналогтық сигналды модуляциялау әдісі. Ақпарат жиіліктік модуляция арқылы таралады.

GPS – орнласқан жерді анықтауға арналған жаһандық жүйе (Global Positioning System).

LCD – сұйық кристалды дисплей (Liquid Crystal Display).

LED – жарықдиод (Light Emitting Diode). Бойында электр тогы өткен сәтте, сәуле тарататын жартылай өткізгіш элемент. Негізгі үш түсі: қызыл, жасыл, көк.

LTR – логикалық транкингтік ралиобайланыс (Logic Trunked Radio). E. F. Johnson Company компаниясының 1970 жылдың соңында құрастырған транкингтік радиобайланыс жүйесі.

MSK – минималды жылжу қозғалысы (манипуляция) (Minimum Shift Keying). Жиіліктік манипуляцияның (FSK) бір түрі, яғни, әр бит үшін минималды түрдегі жиіліктік жылжыту.

NXDN – сандық хаттама мен радиоинтерфейстің атау, сонымен қатар Kenwood Corporation және ICOM Inc компанияларының тауарлық белгісі. «4 деңгейлік FSK» (4LFSK) модуляция түрін қолданады және ұзақтығы 12,5 және 6,25 кГц болатын арналарда жұмыс істей алады. Хаттаманың қолданатын рұқсат түрі FDMA.

TDMA – (Time Division Multiple Access) арналарды уақыт бойынша бөлу рқұсаты. Яғни, радиожүйенің қолданушыларға бір жиілікте уақытша слоттарды тағайындайды.

UHF – ультрадыбыстық жиілік, дециметрлік толқын (Ultra High Frequency). Диапазоны: 300 МГц – 3 ГГц. UHF толқындары ионосферада сәулеленбейді. VHF– ға қарағанда, тарату кезіндегі жоғалту көбірек. 75 UHF толқындары, негізінен кішкентай арақашықтықта немесе тура (көз көрерлік) байланыста көп қолданыладаы.

VHF – өте жоғары жиілік, метрлік толқындар (Very High Frequency). Диапазоны: 30 МГц – 300 МГц. VHF толқындары, ереже бойынша, ионосферада сәулеленбейді. Мұндағы жоғалтулар салыстырмалы түрде жоғары және тура байланыста қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

1 Громаков Ю.А. Системы подвижной радиосвязи. Технологии электронных коммуникаций. Том 48. – М.: Эко-Трендз, 1994.

2 Бабков В.Ю., М.А. Вознюк, П.А. Михайлов. Сети мобильной связи: частотно-территориальное планирование. – СПб.: Питер, 2000.

3 Серебряков Д.В. Обзор системы TETRA. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005.

4 Иванов В.И., Гордиенко В.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 232с.

5 Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Иванов В.И. и др. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1996.

6 Довгого С.А. Современные телекоммуникации. - М.: Эко-Трендз, 2003.

7 Коньшин С.В. Транкинговые радиосистемы: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2003.

8 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Аманжолова К.Б.. Организация управления и регулирования в телекоммуникации общего пользования РК: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2005

9 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоиздат, 1982. - 800с.

10 Дюсебаев М.К., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Расчет аспирационных систем. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. - Алматы: АИЭС, 2003 г.

11 Баклашов Г.Д. и др. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник. Санитарные правила и нормы по гигиене труда в промышленности. Часть 3. Под ред. А.Р. Козловского. – Алматы: Санат, 1994. – 123 с.

12 Правила устройства электроустановок (ПУЭ) РК. – Астана: Минэнерго РК, 2007. – 415с.

13 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров. – Алматы:
АИЭС, 2009. – 19 с.

14 Демина Е.В., Иодко Е.К., Майофис Л.И., Резникова Н.П. Организация, планирование и управление предприятиями связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1990.

15 Голубицкая Е. А., Жигульская Г. М. Экономика связи: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 2000.

16 Радиотехнические разработки. Официальный сайт компании SPECTRUM: http://www.spectrum.kz/page.php?page9&lang=1

17 Услуги и оборудование. Официальный сайт компании OTC Ltd: http://www.otc.kz

18 Обзор систем транкинговой связи. Официальный сайт компании VIOL: http://www.viol.uz/systems/trank/page4.shtml

19 Оборудование системы Motorola. Официальный сайт компании Бермос: http: //www.bermos.ru/e-store/equipment_motorola/

20 Обзор системы Motorola. Официальный сайт компании ЛЕО Телеком: http://www.leoproduct.ru/catalog/tovar.php?binn_rubrik_pl_catelems1= 10&PHPSESSID=7bdd1fb6daa29a5bc6d034e315626aeb

21 Описание системы TETRA. Официальный сайт технологии TETRA от Motorola: http://tetra.ru/about/

22 Каталог антенн. Официальный сайт компании РАДИАЛ: http://www.radial.ru/for/uhf/antennas/

23 Обзор системы TETRA. Официальный сайт компании Digital RadioSystem: http://tetra.com.ua/index.php?option=com_content&view

А Қосымшасы
Visual Basic тіліндегі бағдарламалық листингі

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim Pc, W, f, Pprdbs, Gprdbs, Pprmbs, Gprmbs, Pprdms, Gprdms, Pprmms,
Gprmms, nfprd, nfprm, Ebs, Ems, hbs, hms, Lruz, Lruv, Lrs As Variant
Dim Ta, Pw, SN, SNd, LEbs, LEms, ahm, A, B, D, ruzbs, ruzms, ruvbs, ruvms, rsbs,
rsms As Variant
Pc = Val(TextBox1)
W = Val(TextBox2)
f = Val(TextBox3)
Pprdbs = Val(TextBox4)
Gprdbs = Val(TextBox5)
Pprmbs = Val(TextBox6)
Gprmbs = Val(TextBox7)
Pprdms = Val(TextBox8)
Gprdms = Val(TextBox9)
Pprmms = Val(TextBox10)
Gprmms = Val(TextBox11)
nfprd = Val(TextBox12)
nfprm = Val(TextBox13)
Ebs = Val(TextBox14) Ems
= Val(TextBox15) hbs =
Val(TextBox16)
hms = Val(TextBox17)
Lruz = Val(TextBox18)
Lruv=1
Val(TextBox19) Lrs =
Val(TextBox20)
Ta = 293 + (1200 / f) ^ 2
Pw = (1.38 * 10 ^ (-23)) * Ta * W
SN = 10 * (Log(Pc / Pw) /
Log(10)) SNd = 10 * (Log(SN) /
Log(10))
LEbs = Pprdbs + nprd + Gprdbs + Ebs + Gprmms + nprm + Ems - Pprmms
LEms = Pprdms + nprd + Gprdms + Ems + Gprmbs + nprm + Eb - Pprmbs
ahm = (1.1 * (Log(f) / Log(10)) - 0.7) * hms - (1.56 * (Log(f) / Log(10)) -
0.8) A = 69.55 + 26.16 * (Log(f) / Log(10)) - 13.82 * (Log(hbs) / Log(10)) -
ahm B = 44.9 - 6.55 * (Log(hbs) / Log(10))

D = 4.78 * (((Log(f) / Log(10))) ^ 2) - 19.33 * (Log(f) / Log(10)) +
40.94 ruzbs = 10 ^ ((LEbs - Lryz - A + D) / B)
ruzms = 10 ^ ((LEms - Lryz - A + D) / B)
ruvbs = 10 ^ ((LEbs - Lryv - A + D) / B)
```

```
ruvms = 10 ^ ((LEms - Lryv - A + D) / B)
```

А Қосымшасының жалғасы

```
rsbs = 10 ^ ((LEbs - Lrs - A + D) / B)
ListBox1.AddItemTa
.AddItem Pw
ListBox3.AddItem SN
ListBox4.AddItem SNd
ListBox5.AddItem LEbs
ListBox6.AddItem LEms
ListBox7.AddItem ahm
ListBox8.AddItem A
ListBox9.AddItem B
ListBox10.AddItem D
ListBox11.AddItem ruzbs
ListBox12.AddItem ruzms
ListBox13.AddItem ruvbs
ListBox14.AddItem ruvms
ListBox15.AddItem rsbs
ListBox16.AddItem rsms
End Sub
Private Sub CommandButton10_Click()
ListBox20.Clear
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
ListBox1.Clear
ListBox2.Clear
ListBox3.Clear
ListBox4.Clear
ListBox5.Clear
ListBox6.Clear
ListBox7.Clear
ListBox8.Clear
ListBox9.Clear
ListBox10.Clear
ListBox11.Clear
ListBox12.Clear
ListBox13.Clear
ListBox14.Clear
ListBox15.Clear
ListBox16.Clear
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
Dim o21 As Variant
```

Dim o17 As Variant

А Қосымшасының жалғасы

ListBox17.AddItemo17 EndSub
Private Sub CommandButton4_Click() ListBox17.Clear
End Sub
Private Sub CommandButton5_Click() Dim o22 As Variant
Dim o18 As o22 = Val(TextBox22) o18 = 10 ^
(o22 / 10) ListBox18.AddItem o18 End Sub
Private Sub CommandButton6_Click() ListBox18.Clear
End Sub
Private Sub CommandButton7_Click() Dim o23 As Variant
Dim o19 As Variant o23 = Val(TextBox23)
o19 = 10 * (Log(o23) / Log(10)) ListBox19.AddItem o19
End Sub
Private Sub CommandButton8_Click()
ListBox19.Clear End Sub
Private Sub CommandButton9_Click() Dim o24 As Variant
Dim o20 As Variant o24 = Val(TextBox24) o20 =
10 ^ (o24 / 10) ListBox20.AddItem o20 End Sub