ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«ҒҰМАРБЕК ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

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

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: TETRA стандартында пайдалану үшін қатаң және қатаң емес сезгіштікті орнату мүмкіндігі бар сигналдарды сүзуді ұйымдастыру_____
Мамандығы 5В071900 Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар
Орындаған: Каримов Даулет Асхатулы Тобы: РЭТ(МТС)ук-17-1
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі: аға оқытушы Балгабекова Ляйлим Озбековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
ф.м.ғ.д, доцент, Хизирова Мухаббат Абдисаттаровна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: аға оқытушы, Накисбекова Балауса Рыскожаевна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«ҒҰМАРБЕК ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты
Телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы
5В071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент: Каримов Даулет Асхатулы_____
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы: TETRA стандартында пайдалану үшін қатаң және қатаң емес сезгіштікті орнату мүмкіндігі бар сигналдарды сүзуді ұйымдастыру

«_11_» _11_ 2019 ж. № 147 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «_____»_____2020 ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):
R/o=0,1 параметрінің мәні кезінде жылдамдығы 100 км/сағ_____
R/o=0,1 параметрінің мәні кезінде жиілік 460 МГц_____
Антеннаның шуыл температурасы 295.55К_____
Сигнал/шу қатынасы 21 дБ_____
Сөйлеу фрагменттерін қысу сигнал ұзақтығы 30 мс_____
Дуплексты байланыс режиміндегі жиілік шашырауі 10 МГц (45 МГц)_____
Дауыстық байланыс және 9600кбит/сек_____

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе_____
1. Нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау_____
2. TETRA стандарттың қысқа сипаттамасы_____
3. Байланыс техникасындағы өлшеулер әдістемесі_____
4. Техникалық сипаттамаларды есептеу_____
5. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі_____
6. Экономикалық есертеулер және жоспар_____
Қорытынды_____
Әдебиеттер тізімі_____

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

Нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау_____
TETRA стандарттың қысқа сипаттамасы_____
DMR – TETRA цифрлық технологияларды салыстыру_____
Байланыс техникасындағы өлшеулер әдістемесі_____
TETRA радиоинтерфейстегі хаттамалардың негізгі сипаттамалары_____
Байланыс техникасындағы өлшеулер әдістемесі_____
Сөйлеу сигналын кодалау және декодалау_____
TETRA стандартының интерфейстері мен мәліметтерді жіберуі_____
Өлшеулерді жүргізуге ұсынылатын әдістер_____
Кездейсоқ бастапқы фазамен сигналдың жағдайы_____
Анықтау сипаттамаларын есептеу_____

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. К.Феер. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. - М.: Радио и связь, 2000_____
2. Волков, Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учеб. пособие / Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. - М.: Эко-Трендз, 2005. _____
3. Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с._____
4. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методическиеуказания для выполнения экономической части выпускной работы. –Алматы: 2009. –19 с_

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	20.04.2020ж	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	13.04.2020ж	
Негізгі бөлім	Хизирова М.А.	03.03.2020ж	
Есептеу техникасы	Балгабекова Л.О.	12.04.2020ж	
Нормабақылаушы	Накисбекова Б.Р.	16.06.2020ж	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылымижетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	10.02. 2020ж.	
2. Нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау	10.02. 2020ж.	
3. TETRA стандарттың қысқа сипаттамасы	10.02. 2020ж.	
4. TETRA және GSM стандарттарының салыстырмалы сипаттамасы	10.04. 2020ж.	
5. DMR – TETRA цифрлық технологияларды салыстыру	10.04. 2020ж.	
6. TETRA радиоинтерфейстегі хаттамалардың негізгі сипаттамалары	10.04. 2020ж.	
7. Радиоинтерфейстің құрылымы	10.04. 2020ж.	
8. Бесінші буын желілерінің архитектурасы	10.04. 2020ж.	
9. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	30.04. 2020ж.	
10. Есептеу бөлімі	10.05. 2020ж.	
11. Экономикалық бөлім	10.05. 2020ж.	
12. Финанстық жоспар	10.05. 2020ж.	
13. Қорытынды	20.05.2020ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «10» ақпан 2020 ж.

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

Жобаның
Ғылыми жетекшісі_____ Балгабекова Ляйлим Озбековна
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Каримов Даулет Асхатулы
(қолы) (Т.А.Ж.)

Андатпа

Бұл жұмыста TETRA жүйесінің негізгі жиілік, негізгі жұмыс істейтін стандарт; стандартты интерфейс, хаттаманың негізгі сипаттамасы (және құрылымы) TETRA радиоинтерфейс стандарты; ақпараттар берілу, қолданып отырған модуляцияның әдісі, шифрлау және ақпараттарды қорғау. MatLab Simulink – те сүзгілерді TETRA спецификациясы бойынша сүзгілеу айқындалды.

Негізгі тапсырмалары болып желінің негізгі параметрлерін есептеу, аумакты камту радиусы, желінің сыйымдылығын талдау есептелінді. Өміртіршілік қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділікте анықталды.

Аннотация

В этой работе рассмотрена основная часть системы TETRA, основной функционирующий стандарт; стандартный интерфейс, основная характеристика протокола (и структура) стандарт TETRA радиоинтерфейса; передача информации, метод используемой модуляции, шифрование и защита информации. В MatLab Simulink определена фильтрация фильтров по спецификации TETRA.

Основные задачи: расчет основных параметров сети, радиус облучения территории, анализ емкости сети. В данном дипломном проекте рассмотрены следующие вопросы: безопасность жизнедеятельности и экономическая эффективность.

Annotation

In this work, the basic frequency of the TETRA system, the basic operating standard; standard interface, the main characteristics (and structure) of the protocol tetra radio interface standard; data transfer, modulation methods used, encryption and information protection. In MatLab Simulink, filters are defined according to TETRA specifications.

The main tasks were to calculate the basic parameters of the network, the radius of coverage, the analysis of network capacity. Identified in life safety and economic efficiency.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау 8
1.1 TETRA стандарттың қысқа сипаттамасы 8
1.2 TETRA стандарттарының сипаттамасы 10
1.3 DMR – TETRA цифрлық технологияларды салыстыру 11
1.4 TETRA радиоинтерфейстегі хаттамалардың негізгі сипаттамалары 17
1.5 Радиоинтерфейстің құрылымы 18
2 Байланыс техникасындағы өлшеулер әдістемесі 21
2.1 Модуляцияны таңдау 21
2.2 Сөйлеу сигналын кодалау және декодалау 23
2.3 Шифрлау және ақпараттарды қорғау 24
2.4 TETRA стандартының интерфейстері мен мәліметтерді жіберуі 25
2.5 TETRA стандарты негізіндегі мәліметтер жіберу техногиясының бағдарламасы 26
3 Өлшеулерді жүргізуге ұсынылатын әдістер 28
3.1 Радиоарналар санын анықтау 28
3.2 Интенсивті жүктемены есептеу 29
3.3 Жүйеге қосылатын арналар санын есептеу 29
3.4 Желіні құрастыру үшін құрылғы құралдары 30
3.5 Сымсыз –қамтамасыздандыру жүйесін есептеу 33
3.5 Техникалық сипаттамаларды есептеу 37
3.6 Simulink динамикалық үлгілеу ортасында ақпаратты берудің сандық жоғары жылдамдықты жүйесінің радиосигналдарын құру және құру құрылғысының имитациялық моделін әзірлеу 44
3.7 Simulink ортасында ақпаратты таратудың сандық жоғары жылдамдықты жүйесінің радиосигналдарын қабылдау және өңдеу құрылғысының имитациялық моделін әзірлеу 47
4 Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі 52
4.1 Адам ағзасына электромагниттік сәуленің әсері 52
4.2 АЖЖ сәулеленуден қорғаудың негізгі тәсілдері мен құралдары 53
5 Техникалық-экономикалық негіздеме 55
5.1 Радиобайланыс жүйесін құруға арналған күрделі салымдарды есептеу 55
5.2 Тікелей және жалпы ағымдағы шығындарды есептеу 56
Қорытынды 60
Пайдаланылғын әдебиеттер тізімі: 61

Кіріспе

TETRA - (ETSI Standard 300 392) Еуропалық телекоммуниякациялық жүйе институты стандартымен жобаланған, ашық стандарт. Негізгі мақсаты ашық интерфейсті топтамаларды сипаттау яғни тәуелсіз өндірушілерге үйлесімді негізді және абоненттік жабдық жобалауда мүмкіндік береді.

TETRA (Terrestrial TRunked Radio – жер бетіндегі жылжымалы байланыс жүйесі автоматты каналдарды бөлуімен ерекшелінеді) – жылжымалы байланыстың ведомствалық желісі, ашық цифрлық стандарты яғни бір– бірімен үйлесімді әр түрлі өндірушілердің жабдығы. TETRA стандарты Еуропалық телекоммуниякациялық жүйе институты стандартымен жобаланған (ETSI) ең көп талап ететін тұтынушылар қолдануда қанағаттандыратын, динамикалық дамитын ведомстволық PMR желілер, ETSI стандартымен жобаланған жаңа мысал үсынады және тенденсиялық даму, GSM (жылжымалы байланыстың жалпы стандарты) стандартымен қойылған талаптарға сай. Бұл стандарт Еуропада жобаланған, бірақ бүкіл әлемге таралған стандарттың бірі.

Қазіргі таңда құқық қорғау қызметінде және қоғамдық қауіпсіздік қызметінде жылжымалы байланыс ең қажетті қарудың бірі болып табылады. Соның ішінде ең көп қолданысқа ие транкингтік жүйе. Бұл жүйе тармақтық ведомостылық байланыс жүйесін алыс қашықтыққа жоғарғы деңгейде құру сонымен қатар абоненттерді топтық қосылуларды ұйымдастыру яғни құқық қорғау қызмет бөлімшесіндегі негізгі тәртіптердің бірі.

Қоғам қорғау қызметінде жоғарғы талаптар және құқық қорғау органында жедел қызмет көрсетукезіндегі байланыстың жоғарғы сенімділігі және қауіпсіздігі. Цифрлық транкингтік радиобайланыс жүйесінде арнайы қызметтердің бар болуы аналогты жүйелерден әлде қайда артықшылымен ерекшелінеді. Спецификацияларға “TETRA стандарт түсінісу және жәрдемдесу туралы меморандум” (MoU TETRA) [3] қауымдастығына кірген барлық қызығушылық танытқан бүкіл жақтарға TETRA спецификациясы рұқсат етілген. Бұл қауымдастық жобалаушыларды, өндірушілерді, сынау лабораторияларды және әр түрлі мемлекеттердегі тұтынушыларды біріктіреді.

Бұл жұмыста TETRA жүйесінің негізгі жұмыс принципі ашылады:

- жиілік, негізгі жұмыс істейтін стандарт;
- стандартты интерфейс, хаттаманың негізгі сипаттамасы (және құрылымы) TETRA радиоинтерфейс стандарты;
- ақпараттар берілу, қолданып отырған модуляцияның әдісі, шифрлау және ақпараттарды қорғау.
- MatLab Simulink –те сүзгілерді TETRA спецификациясы бойынша сүзгілеу.

Негізгі тапсырмалары болып желінің негізгі параметрлерін есептеу, аумакты камту радиусы, желінің сыйымдылығын талдау.

1 Нысанаға өлшеу жүргізу техникаларына шолу жасау

1.1 TETRA стандарттың қысқа сипаттамасы

Транкингтік байланыс тәртібінде қызмет көрсетіліп отырған аймақ базалық қабылдау және тарату станцияларымен жабдықталады. TETRA стандарты бір жиілікті бөлу арқылы арна құрады, сондай ақ таратылатын жиілік бөлу арқылы арналарды басқарады.

TETRA байланыс жүйесі келесі тәртіптерде функцияланады:

- транкингтік байланыс;
- ашық арнамен;
- тікелей байланысымен.

Арналарды бір жиіліктік бөлу арқылы басқаруымен байланыс желісінде жұмыс істегенде абоненттерге бірнеше жиілік арналарын береді, соның ішінде бір жиілік арнасы арнайы қызметтік, қауіпсіздік органдарында ақпараттар алмасуға арналған. Ал таратылатын жиілікті бөлу арқылы арналарды басқару кезінде қызметтік ақпараттар арнайы бөлінген уақыт арнасында (бір жиілікте, төрт каналдардың бірінде), немесе басқарушы мультикадр кадірінде (18-дің бірінде).

Тікелей (түзу) байланыс тәртібінде терминалдар арасында желіні басқару арнасымен байланыспай және сигналды тарату — қабылдау базалық станциясына жібермей, радиоарналармен екі немесе көп нүктелік байланыс орнатылады.

Негізгі желілік процедураларға мыналар жатады:

- мобильдік абонеттерді тіркеу және роуминг (абоненттерді бірнеше базалық станциялармен бекіту процедурасы және бір аймақтан екінші бір аймаққа өту кезінде байланысты жоғалтпау);
- қайта байланыс ұйымдастыру(байланыстың әлсіреуіне байланысты басқа базалық станция желілерімен алмасу мүмкіндігі);
- абоненттерді аутенфикациялау (абоненттердің шын мәнінде бар екенін дәлелдеу мүмкіндігі);
- абонеттердің қосу/сөндіру мүмкіндігі (әрекетіне байланысты абонентті желіден сөндіру /қосу процедурасы);
- абонентті операторлық желі арқылы сөндіру (абоненттік терминалды операторлық желі арқылы бөгет жасау процедурасы);
- ақпараттық ағынмен басқару (ағындарды белгілі абонентке жіберу процедурасы).

Стандартқа келесі қызметтер енгізілген:

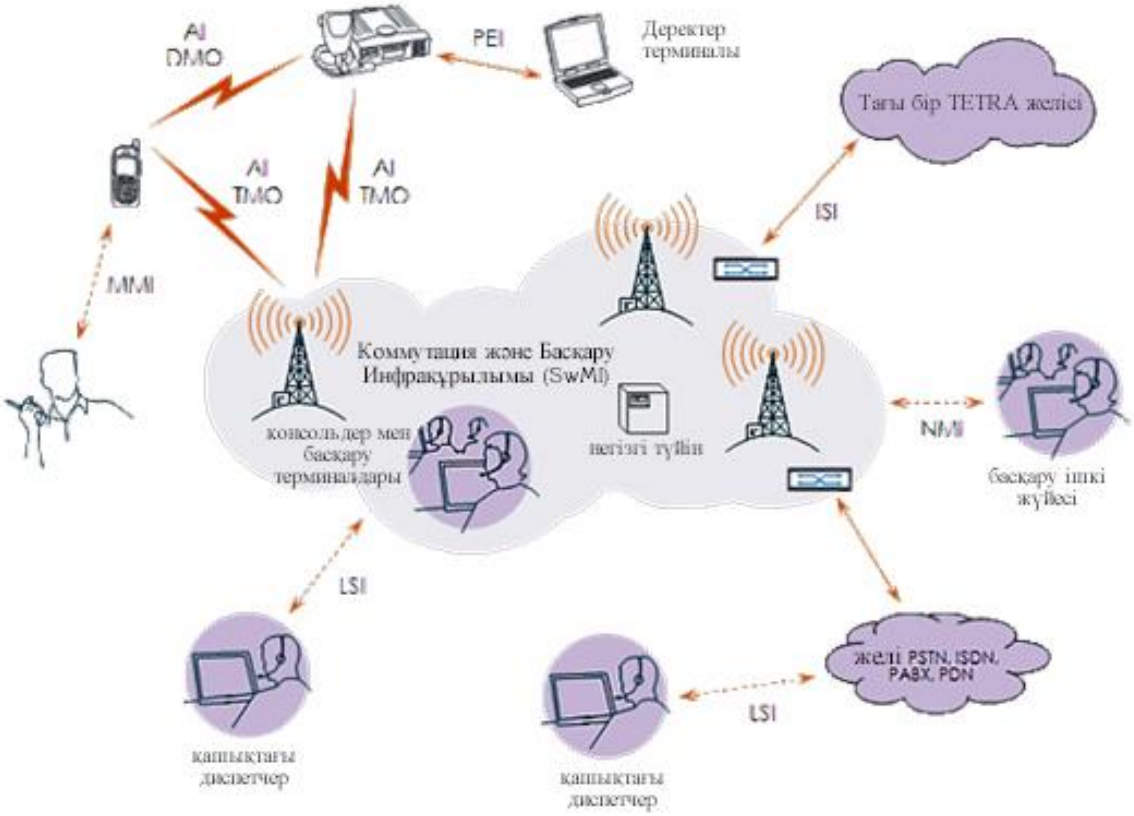
- диспетчермен мақұлдаған шақыру (тек диспетчермен мақұлдаған шақырулар түсуі режимі);
- басты рұқсат (желінің кептелуіне байланысты қол жетімді ресурстар басым Сұлбасымен тағайындалады);
- басты шақыру (басым Сұлбасы бойынша шақыруларды тағайындау);
- таңдалмалы тыңдау (басқа абоненттерге бқгеуіл, әсер келтірмей келіп түскен шақыруды устап қалу);

– дистанциялық тыңдау (радиостанцияларды дистанциялық қосу абоненттердің жағдайын тыңдау мүмкіндігі);

– динамикалық қайта топтасу(динамикалық құрылу,тұтынушылар тобын жою және модификациялау). Ашық канал тәртібінде тұтынушылар тобы “Бір тармақ — бірнешесі тармақтар” байланысын қосуға мүмкіндік алады. Топқа қосылған кез-келген абонент кез —келген уақыта осы арнаны қолдана алады. Ашық арна тәртібінде радиостанциялар екіжиілікті симплексте жұмыс істейді.

TETRA желісінің архитектурасы функционалды жабық элемент ретінде, ашық және стандартталған сегіз интерфейстен тұрады. Бұл келесі интерфейстер:

– жүйелік радиоинтерфейс (TMO AI);
– тікелей жұмыс режимі радиоинтерфейсі (DMO AI);
– басқа жүйелермен интерфейс (ISI);
– сыртқы желілерге арналған шлюз (PSTN, ISDN және т. б.));
– периферияльық жабдықпен интерфейс (PEI);
– қашықтағы диспетчер интерфейсі (LSI);
– желіні басқару интерфейсі (NMI);
– пайдаланушы интерфейсі (MMI).



1 сурет - TETRA стандарт жүйесінің құрылымы

Ашық интерфейстердің әрқайсысы үшін спецификацияда физикалық және электр параметрлері, ақпарат алмасу хаттамалары, өткізу қабілеті, техникалық қызмет көрсету ережелері, пайдалану сипаттамалары және т.б. ашық интерфейстердің спецификацияларында көрсетілген талаптарды сақтау әр түрлі өндірушілердің жабдықтарының үйлесімділігін қамтамасыз етуі тиіс.

1.2 TETRA стандарттарының сипаттамасы

Ұялы байланыс желісіне қарағанда TETRA транкингті жүйесі бірзоналы байланыс желісін немесе локальді аумақты жабық желісін құруда әлде қайда тиімді.

TETRA технологиясы уақыттық бөліну, арналарды тығыздауымен анықталады ("Time Division Multiple Access") және әр тасымалдаушы жиілік жолағында төрт тәуелсіз арна жіберу [3].

Әр бөлек тасымалдаушы жиіліктердің ара қашықтығы 25 кГц. 12,5 кГц жиілік аралығымен (стандартқа сай МРТ 1327) аналогты транкингті радиожүйелерге қарағанда, бұл жиілік жолағын екі есе көп қолдануымен ерекшелінеді, сонымен қатар дауыс сапасын арттырады. Резонанстық жиілік ара қашықтығы 200кГц 8 байланыс арнасы ұсынылған, GSM желілік стандарттарымен салыстырғанда, TETRA технологиясының жүйесі жиілік диапазонын төрт есе тиімді қолдануын ұсынады және қарқынды трафикпен үлкен аймақ радиуысында қызмет көрсетуі.

Баска да айырмашылығы байланыстың Сұлбасын ұйымдастыруымен қорытындылау. Ұялы байланыс және сымсыз байланыс жүйелерінде абоненттер арасында жеке шақырулар іске асады. Сөйлесудің орташа ұзақтығы бірнеше минут аралығында болуы мүмкін. Транкингтік жүйеде типтік жұмыс тәртібі қысқа шақырулар (кемінде1 мин) жіберу негізінде жасалған, олар жеке немесе бақылаушы диспечер арқылы іске асуы мүмкін.

TETRA стандарты екі абонент байланыс сеансын құрып, сөз алмасып жатқан кезінде алдын ала талап етілген өріс кернеуіне сай шығыс кернеуінің адаптивті үздікті(дискретті) өзгеру деңгейін қарастырады. Яғни бұл өзгерістер негізінде радио құрылғылар арасында ауқымды радио бөгеуілдердің болмауына әкеледі. Төтенше жағдайларда, мысалы: апат, өрт немесе жарылыстар кезінде байланыстың көптеген түрлері тиімсіз екені жалпы мәлім. Атап айтқанда, үлкен жүктемелер кезінде ұялы байланыс жүйелерінде, қандай да бір нүктесінен ауытқу пайда болады және сол себепті радиотелефон арқылы шақырулар жасау кезінде көптеген минуттар кетеді. Бірақ жиі әр жағдайларда секундттар жұмсалады.

TETRA стандартының артықшылығы барлық жалпы функционалдық мүмкіндіктердің қатары және тәртіптердің бар екенін түсіндіреді (базалық станция сыртында қамту, дәстүрлі (әдеттегі, кәдімгі) байланыс тәртібінде жұмыс істеу мүмкіндігі, «Қос » бақылау тәртібінде абоненттерден хабарлар қабылдау, транкингтік байланыс тәртібінде жұмыс істейтін және дәстүрлі (әдеттегі, кәдімгі) байланыс тәртібінде жұмыс істейтін абоненттерден хабар қабылдау қамтамасыз етіледі. Ықшам радиостанциялардың аймағын кеңейту

кезінде, ретранслятордың орнына ұялы радиостанция қолданылады), яғни ұялы байланыс жүйелерінде іске аспайды. Сонымен қатар байланысты ұйымдастыру уақыты тек 300 мс қажет етеді.

1.3 DMR – TETRA цифрлық технологияларды салыстыру

Цифрлық және аналогтық технологиялар тұралы салыстырулар болса цифрлық технология әлдеқайда басым болып келеді. Егер екі цифрлық технология арасында таңдау болса біраз пікір таласқа келсе болады. Қазіргі таңда Еуропада, Ресейде және Қазақстанда ең көп танымал екі негізгі цифрлық стандартты қарастырамыз, олар DMR және TETRA.

Бұл материал жеткілікті және толық сипаттауға келмейтін стандарт. Ең басты мақсат маңызды бөлімдерді қарастыру. Осы мақсаттар негізіне сүйене отырып технологиялар арасында цифрлық стандартты дұрыс таңдау және коммуникациялар саласында көптеген мәселелерді шешу[3].

Ең басты қарастырылатын фактор жабдықтың экономикалық бағасы. DMR стандартына қарағанда TETRA стандартының қамту базалық станциясы екі-үш есе кішкентай, сондықтан да TETRA жүйесінде, дәл осындай аймақты қамту сайттар санын арттыруға алып келеді. Осыған байланысты TETRA жүйесінің орташа бағасы DMR жүйесіне қарағанда 3 - 5 есе қымбат. DMR технологиясының қарқын дамуына байланысты жүйенің негізгі функциялары көп шығын алып келмейді. Қымбат TETRA технологиясын сатып алуда, елеулі негіздер болуы қажет.

TETRA стандарты тұралы жариялаған спектральді тиімділігі пікірлерді қажет етеді.

Шын мәнінде аз радиожиілікті ресурс жиілікті қайта пайдалануымен байланысты жағымсыз мәселелер тұғызуына себеп, яғни көрші арнаның таңдалмалылығы мен басқарушы арнаның үздіксіз жұмыс істеуі. DMR стандарты өз кезегінде ешқандай ескерусіз 6.25 кГц бір арнаға береді.

TETRA жүйесі байланыс орнату үшін, яғни тығыз және кішкентай аймақта тұтынушылардың үлкен санын және тығыз трафигін көптеген сайттармен қамтамасыз ету. DMR жүйесінде, тұтынушылардың сыйымдылығына қарағанда, үлкен қамту аумағындағы байланыстың сенімділігіне аса қатал талаптар қойылады.

TETRA жүйесі жоғарыда ескерілгендей, - ол транкингтік шешу болып табылады. Дәстүрлі (кәдімгі, әдеттегі) жүйеден артықшылығы, үлкен тұтынушылар санына байланысты, арна санын автоматты түрде бөлуі.

Жүйенің негізгі элементі транкингті бақылаушы(реттеуші), бір немесе бірнеше басқарушы каналдармен терминалды құрылғылар арасындағы өзара әрекеттесу арнасын тағайындайды. Осылайша басқарушы арна, бақылаушы мен терминал арасындағы белгі (сигнализация) құралы ретінде жұмыс істейді. Трафик жоқ болған жағдайда да жұмыс істеуін тоқтатпайды. Базалық станциялар (hand-over) арасындағы тігіссіз көш – қон ақпарат жіберуін қамтамасыз ету үшін, жамылу аймағына байланысты, тығыз орналасуы талап етіледі.

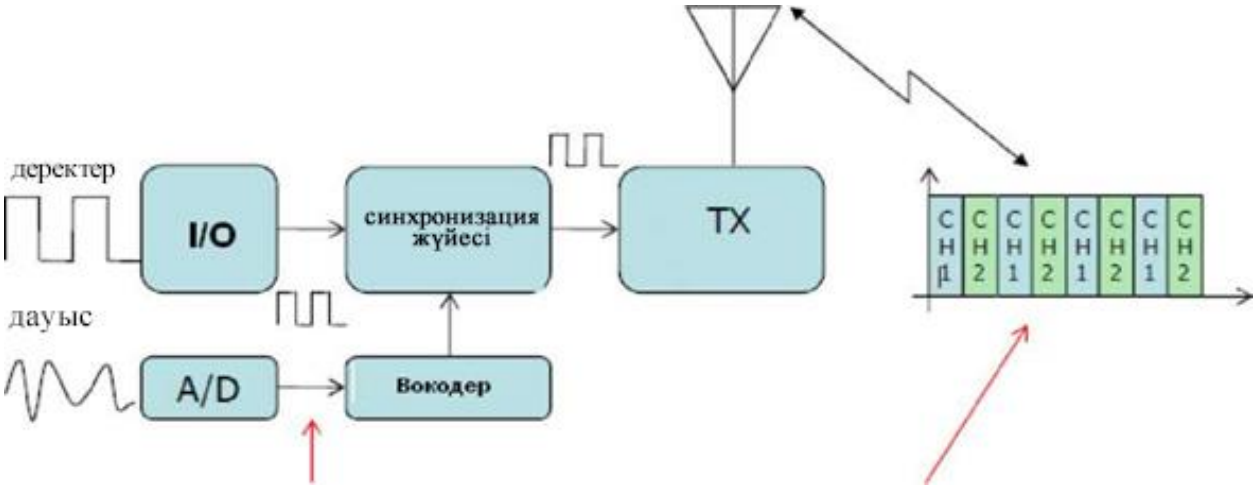
Цифрлық технологиялардың жаңа мүмкіндіктердің қолдануына байланысты, радиокоммуникациялық құрылғылар нарығы талабына сай осы стандарт жобаланған. Осы мерзімде стандарт аналогты жүйеден цифрлық жүйеге тегіс көші-қон процесіне кепілдік беруі керек еді.

Сондықтан бүкіл құралдар - қайталаушылар және радиостанциялар - цифрлық және аналогты тәртіпте жұмыс істеуі мүмкін және радиоинтерфейстің сипаты сақтауы тиіс:

– дәстүрлі дауысты арналық белгісі (сигнализациясы) жм байланысы;

– дауыстық байланыс және 9600кбит/сек максималды жылдамдық цифрлық модуяциямен 4fsk ақпарат тарату.

Сонымен қатар жұмыс тәртіптері арасындағы ауыстырып қосулар автоматты түрде жүзеге асады. Яғни ретронслятор, қабылап отырған сигналдың түрін — аналогты немесе цифрлық екенін дербес анықтап өз міндетін орындайды (1.1 - сурет).



1.1 сурет - Дауысты, мағлұматты өңдеу және сигналды құрастыру ретронсляторы

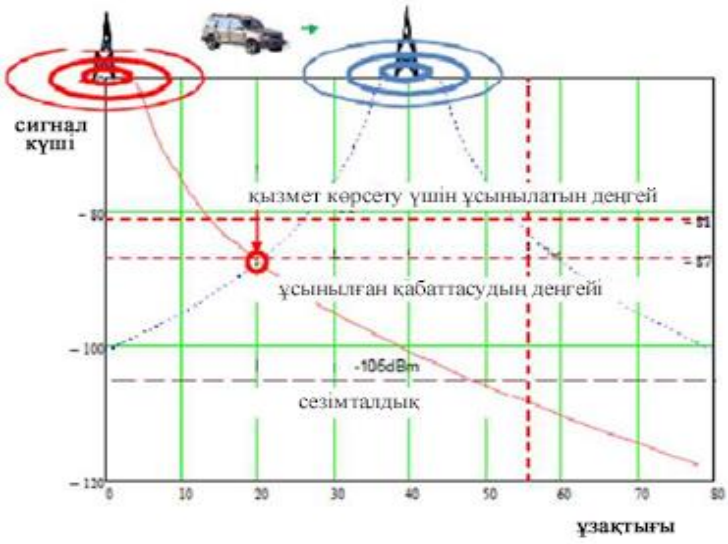
Ақпараттар екі уақыттық TDMA (Time division Multiple Access) слоттарымен жіберіледі. 12.5кГц ені жиілік арнасын жасайды.

Сонда радио арнадағы таралу сипаттама 1.2- суретте бейнеленген.

Қамту аймағы радиостанцияның көптеген параметрлеріне байланысты: тиімді қуат шығару,қабылдағыш трактағы шу сипаты, шығарып отырған диапазонның қуат сипаты және т.б.

1.2 сурет - Радиоарна - қамту аймағы

Қабылдағыштың сезімталдылығы мен жіберу жылдамдығының арасында тікелей байланыс бар. Ережеге сай белгіленген жиілік жолағымен қарқынды жіберу кезінде сезімталдығының азаюына және шудың болуына алып келеді. Шуыл өз кезегінде сигналдың сапасын төмендетеді. Нәтижесінде DMR және TETRA қабылдаушы құрылғы терминалдардың типтік динамикалық сипаттамасы -110dBm и -105dBm құрайды (1.3 -сурет).

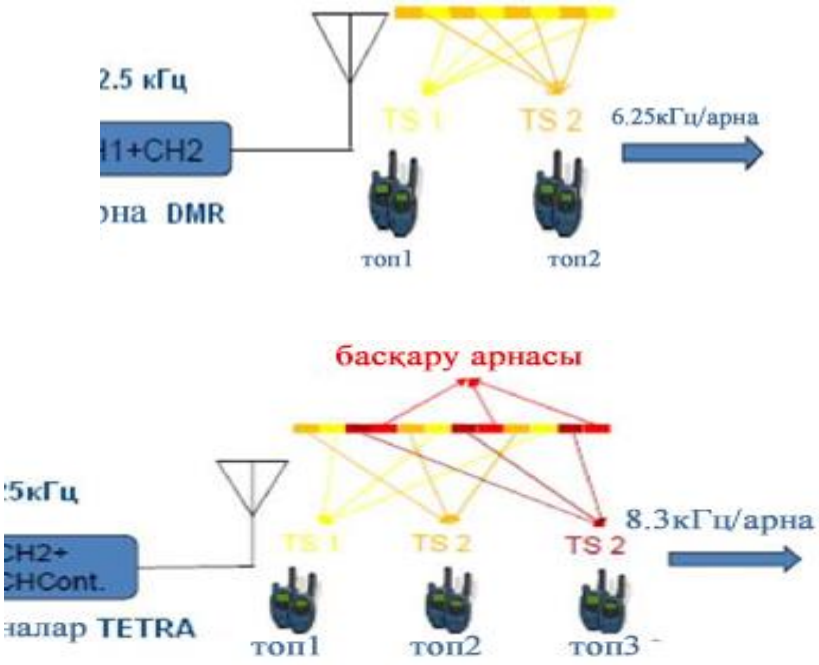


1.2 сурет - DMR және TETRA қабылдаушы құрылғы терминалдардың типтік динамикалық сипаттамасы

TETRA жүйесінде міндетті түрде әрқашан басқарушы арна болуы тиіс. Егер базалық станциядан таралған сигнал, тағайындалған табалдырықтан аз деңгейде таралса, терминал басқа сигналы жоғары базалық станция іздейтін болады. Табалдырықтың деңгейі келесі факторларға тәуелді: талап етілген қызмет көрсетуге, қоршаған ландшафттың сипатына, көліктік құралдың күту жылдамдығына және т.б. Кіші құрылыс шарттарында типтік табалдырық мәні 18дБ – ден жоғары сезімталдылық орнатылады. Және әдетте -87dBm құрайды. Қамту аймағын жобалау кезінде міндетті түрде базалық станция құрылғыларының әр нүктесінде өріс деңгейін сәйкес деңгейге қамтамасыз ету қажет.

Осылайша TETRA жүйесіндегі бір ұяшықтың қамту аймағының мөлшері шамамен 20км шамасын қабылдайды.

1.3 – суретінің толықтығы ұшін тағы екі жағдайды қарастырайық – радиостанцияның бір ғана базалық станциясымен ғана жұмыс істеу тәртібі және базалық станциясыз екі радиостанциялардың бір – бірімен тікелей өзара әрекеттесуі. Еске салсақ, алыс қашықтыққа байланыс ұйымдастыру кезінде таңдалған жиілік диапазоны әсер етеді. TETRA жүйесінде 380 – 400 МГц диапазоны белгіленген, ал қоғам қауіпсіздігінде арнайы жиілік диапазоны және 410 – 430 МГц жеке меншіктерге пайдалануға арналған. Сонғы кездері 800Мгц диапазонын іске қосты.



1.4 сурет - Арнаға қол жеткізу технологиясы

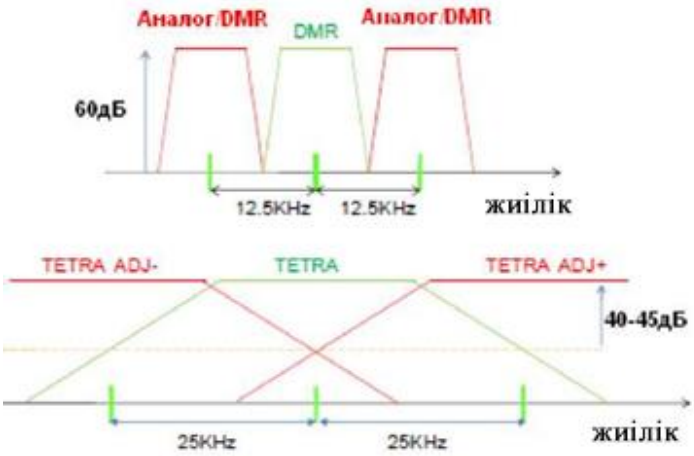
Сол уақытта көптеген кәсіпорындар VHF диапазонындағы жиіліктерді қолданады. DMR цифрлық платформа жүйесіне өтуі, бұрын қолданылған жиілік жоспарын сақтауға мүмкіндік береді. TETRA жүйелерінде сызықтық

тракт терминалының таралуын қамтамасыз етілуі үшін оның қуаты әдетте 1Вт аспауы тиіс.

Қолданып отырған технологиялық байланыстың, спектірлік тиімділігі, бір коммуникациялық арнаға жолақ енімен анықталады және жиілікті (frequency re-use factor) қайта қолдану коэффициенты. 1.4 - суретте Сұлба түрінде арнаға қол жеткізу технологиясы көрсетілген.

Абоненнтер саны арқан кезде тұтынушылардың тығыздығы да арта түседі. Қосымша басқарушы арна енгізуге тура келеді.

Кең ауқымда алып қарасақ, айқын спектірлік тиімділіктерден басқа жанама көрсеткіштерді қарастырса болады. Яғни шектеулі кеңестікте жиілік ресурсын барынша тығыз орналастыруға болатынын сипаттайды (1.5- сурет).



1.5 сурет - Шектеулі кеңестікте жиілік ресурсын барынша тығыз орналастыру

TETRA жүйесінде қорғаныс интервалы 0,4мсек құрайды.

Максималды ұяшық өлшемдері 58 км. Кейбір жағдайларда осындай қашықтықтарда сигналдың деңгейі сақталып қалуы мүмкін.

Нышан арасындағы интерференция радио жиілікті талшықты-оптикалық ортада қолданғанда болады. Кезекті аралық күшейткіштер және сигналдың таралуы қарапайым құралдармен жүзеге асады (1.6 - сурет).

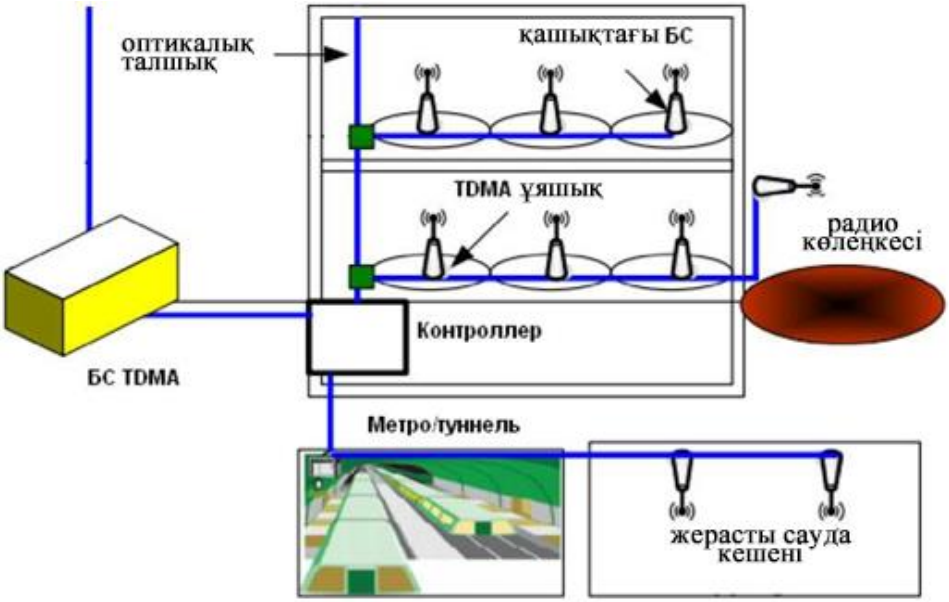
Бұл технология ұзын тонельдермен үлкен ғимараттарда байланысты ұйымдастыру үшін қолданылады. Яғни өшуліктердің болу себебінен, «ұзартқыш ұяшықтар» (cell enhancer) қоюға мәжбүр болады. Осындай жағдайларға байланысты талшықты – оптикалық ортада уақытқа байланысты таралып отырған сигналдың айырмасы өзара қабаттасуға алып келмеуі тиіс. Тоқтау уақыты кіру рұқсаты нышандық жылдамдықтан бір сегізіншісі асуға тиісті емес. Тәжірибеде TETRA және DMR жүйесінде таралу жылдамдығының айырмашылығы біріншісінде 7-10мксек құрайды, ал екіншісі қарама – қарсысы 30-40. Яғни TETRA жүйесімен салыстырғанда, DMR базалық станциясын 3-4 есе бір бірінен алшақ орналастыруға болады.

TETRA жүйесімен салыстырғанла DMR жиесінің экономикалық

тиімділігі біршама арта түседі, ол өз кезегінде таралу трактінің сызықтық сипатын аз талап етуі және тұрақты басқарушы арнаның болмауы. TETRA жүйесі жұмыс істеу барысында тұтынатын қуаты DMR жүйесінің қуат көрсеткішіне қарағанда 10-12 есе көп жұмсалады. Сонымен қатар климаттық жағдайларға байланысты өте күшті суытулар мен салқындатушылар қолдануға тура келеді, ол өз кезегінде эненргияның көп шығындалуына алып келеді. Орта есеппен TETRA жүйесі күніне 10-15кВт қуат тұтынады. Ал DMR тек 0,8-1,2кВт құрайды.

Кез келген жүйенің қарапайымдылығы және икемділігі арқасында туындайтын қауіп-қатерлерге бейімделуге мүмкіндігі оның өмірлік циклін арттырады. TETRA – ол телекоммуникация саласындағы революциялық шешім. Бұл тарнкингтік жүйе бірнеше квадрат аумқты қамтуымен ерекшелінеді, сонымен қатар үлкен өңір мен елді байланыспен қамтамасыз етеді. GSM ұялы байланыс жүйесіне ұқсас, ол қуатты коммутациялық және есептеу нысандары, жылдамдығы жоғары желілер және мұқият жобалау жұмыстары қамту және жиілік жоспарын талап етуі кіреді. Бұл соңғы пайдаланушы түсіну жасырылған өте күрделі жұмыс болып табылады.

Нышан арасындағы интерференция радио жиілікті талшықты-оптикалық ортада қолданғанда болады. Кезекті аралық күшейткіштер және сигналдың таралуы қарапайым құралдармен жүзеге асады.



1.6 сурет - Кезекті аралық күшейткіштер және сигналдың таралуы қарапайым құралдармен жүзеге асарылуы

Цифрлық жүйелерге екі қарастырылып отырған жүйеде негізгі талаптарды орындауы тиіс. Мысалға, жеке/топтық/кеңтарату шақырулар, төтенше шақырулар, орналасу жерін анықтау, жай кіріс, абоненттерді анықтау, мәтіндік хабарламалар, ақпараттарды жіберу және т.б.

Қазіргі таңда TETRA аса жоғары деңгейдегі арналарды шифрлау

құралдарын ұсынуда және терминалдар арасында дуплексті ақпарат алмасу мүмкіндігін 10 жыл алға ойлап шығарды. Бірақ DMR стандартының қол жетімділігіне байланысты және Motorola компаниясымен ұсынылған ADP жобасы көптеген мәселелрді шешуде. Осы айтылған жобаларға байланысты DMR жүйесі бәсекелесуге тура келеді.

Кез келген жүйенің қарапайымдылығы және икемділігі арқасында туындайтын қауіп-қатерлерге бейімделуге мүмкіндігі оның өмірлік циклін арттырады.

TETRA – ол телекоммуникация саласындағы революциялық шешім. Бұл тарнкингтік жүйе бірнеше квадрат аумқты қамтуымен ерекшелінеді, сонымен қатар үлкен өңір мен елді байланыспен қамтамасыз етеді. GSM ұялы байланыс жүйесіне ұқсас, ол қуатты коммутациялық және есептеу нысандары, жылдамдығы жоғары желілер және мұқият жобалау жұмыстары қамту және жиілік жоспарын талап етуі кіреді. Бұл соңғы пайдаланушы түсіну жасырылған өте күрделі жұмыс болып табылады. Жұмыс істеу қабілетін арттыру үшін арнайы дайындалған администрациялық орталық қажет.

Кез – келген жүйенің сенімділігі бірінше ретте оның күрделілігіне байланысты.Компоненттер санымен, құраушы жүйелермен, жұмыс істеу тәртібінің температурасымен істен шығу ықтималдылығын түзетеді. Тек бір сапада ғана TETRA DMR жүйесінен екі көрсеткіштерге байланысты төмен. Екі жүйеде де, қиын жағдайларда базалық станцияның жұмыс тәртібі локальді әртіпке көшу рәсімі. DMR жүйесініу жұмыс логиказы аз тәуелді немесе орталық коммутаторға еш тәуелді емес болғанымен басым.

1.4 TETRA радиоинтерфейстегі хаттамалардың негізгі сипаттамалары

TETRA стандартының радиоинтерфейсі стандартты қадамы 25 кГц жиілік торында жұмыс істеуін ұсынады. Радиоарналарда қажетті миналды дуплексті бөліну 40 МГц құрайды. Көрші арнада қажетті тарату деңгейі 60 дБ. ERC комитеті шешімі бойынша TETRA жүйесіне келесі жиілік диапазонын тағайындады:

– 380 – 400 МГц төтенше – құтқару қызметі және қауіпсіздік қызметі;

– 430 МГц, 450 – 470 МГц, 870 – 876 МГц және 915 – 921 МГц - азаматтық (коммерциялық) пайдалану.

TETRA жүйесінде жиілік ресурсы өте тиімді қолданылады. TETRA жүйесінің жұмыс істеуі TDMA технологиясы негізінде құрылған (арналарды уақыттық бөлу - Time Division Multiple Access, яғни бір жиілік жолағында 4 тәелсіз уақыттық арна құруға болады. Сол арналар арқылы бір мезетте сөйлесу жүргізіледі және ақпараттар беріледі). Бұл өз кезегінде базалық станцияның радиожиіліктік құрылғылар бөлімін жеңілдете түседі(төрт арнаға тек бір ретранслятор, антенна, фидтер және т.б. қажет етеді)

Жүйені жобалау 1994мжылы басталған болатын. 1996 жылдың өзінде TETRA жүйесінің бірінші нұсқасы жарыққа шығарылды.

TETRA стандарты екі бөлімнен тұрады [2]: TETRA V+D (TETRAVoice+Data)- интеграцияланған мәліметтер мен дауыстарды жүйесі үшін стандартты, және TETRA PDO (TETRA Packet Data Optimized) – транкингті жүйенің арнайы вариантын сипаттайтын стандарт, тек ақпараттарды тарату үшін бағдарланған.

Ақпарат тарату режимінде бір сеанстық байланыс (бір абонентпен) бір ағынан төрт ағынға дейін бөлінуі мүмкін. Ақпарат тарату жылдамдығы 28.8 кбит/с жылдамдығын қамтамасыз етеді(GSM стандартында –тек 9.6 кбит/с).

Тек осы жағдайда ғана TETRA стандарты қажетті қызмет көрсету сапасын қамтамасыз етеді. Талап бойынша қажетті өткізу жолағын алдын ала сақтайды. Егер тұтынушыға өткізу жолағын үлкеткісі келсе, 2-4 уақыттық слоттарды біріктіріп және секторарлық байланыс арнасын құруға болады.

25 кГц жолағында төрт сөйлеу арналарын тарату CELP(Code Excited Linear Prediction) алгоритммен, төмен жылдамдықты кодер көмегімен жүзеге асады. Алгоритмдер « анализі мен синтезі» сөйлеу классына жатады. Анализ және синтездің қағидасы сөйлеудің параметрлерін трүрлендіру яғни шығысындағы қателік кірісіндегі қателіктен біршама аз болуы тиіс.

Сөйлеу даусын түрлендіру үшін CELP типті алгоритм түрлендіру кодекі қолданылады. Кодектің шығысындағы цифрлық ағынның жылдамдығы 4,8 кбит/сек құрайды. Бір ақпараттық арнаның өткізу жолағы 7,2 кбит/сек құрайды(4,8 кбит/сек шифрленген және тығыздалған сөйлеу сигналына арналған, ал қалған 2,4 кбит/сек қателіктерді түзетуге арналған). Цифрлық ақпараттық арнаның жылдамдығы – 28,8 кбит/с.

Жалпы нышандарды радиоарнамен тарату қосымша қызметтік ақпарат және мультикадрдағы бақылаушы кадр арқасында модуляция жылдамдығына сәйкес. 36 кбит/с тең болып келеді.

1.5 Радиоинтерфейстің құрылымы

TETRA V+D стандарты жүйесінде TDMA әдісі қолданылады. Бір жиілік жолағында төрт сөйлесу арнасы құрылады.

Берілу кадрдық құрылымы, 56.67 мс ұзақтықпен жасалған, (1.7 - сурет) өзімен бірге төрт уақыт аралығын бір кадрға ұсынады [1]. Хабарлама жіберу мультикадр көмегімен жүзеге асады. Он сегіз TDMA кадрі мультикадр құрайды. Соның ішіндегі бір кадрді сигналды басқару үшін қолданылады 60 мультикадр гиперкадр құрайды.

Мультикадрдың ұзақтығы 1,02 с ұүрайд. Әр уақыттық аралық (слот) 14,67 мс-қа тең. Оған 510 ақпараттық бит орналастырылады, оның ішінде 432 ақпараттық хаттамаға жатады(216 биттан екі блок). Әр уақыт аралығының ортасына үндестіру тізбегін SYNCH орналастырады. Қабылдағыштағы адаптивті арнаның эквалайзеріне немесе бақылаушы тізбек уақыттық үндестіру пакеті қолданылады.

Уақыттық аралықтың басында 36 биттен тұратын пакет жіберіледі PA (Power Amplifier – таоалып отырған қуатпен басқару). Одан кейін ақпараттық блок (216 бит) жүреді. Ары қарай үндестіру тізбегі SYNC (36 бит), екінші

ақпараттық блок. Көршілес уақыттық аралықтар қорғаныс периодттарымен бөлінеді 0.167 мс ұзақтығы, яғни ол 6 битқа сәйкес.

Тығыздау Сұлбаларын қолдану дыбыс сигналын және ақпаратты 17 TDMA кадрында тасу жүзеге асады. 18-ші кадрды тасуды басқарушы ретінде қалдырады. Осы басқарушы кадр TETRA хаттама алмасу бірегей ерекшеліктер қалдырады – ақпарат таралу ағыны үзіліссіз яғни тоқтамайды. Сонғысы әрқашанда фондық тәртіпте таралады. Арналар бос болмаған жағдайда, MM (Minimum Mode) минимальді тәртіпте таралады десек те болады.

Радиоарнада 7,2 кбит/с жылдамдықпен таралып отырған Жоғарғы жиілікті дауыс сигналын алу үшін, қателіктерді лезде түзету FEC (Forward Error Correction) және циклдік шығынын кодалау CRC (Cyclic Redundancy Check) әдістері қолданылады. Модулятор кірісіне сөйлеу ағыны түспес бұрын, түзетуші кодттар қосылады. Кейіннен блок аралық алмасулар болады. Егер жіберу кезінде хаттамалар пакеті жоғалса, онда тарқату кезінде қабылдағышта бірлік қателікке түрленеді. Оларды өз кезегінде FEC (Forward Error Correction) әдісі көмегімен түзетеді.

Радиобайлныс арнасы бойынша жіберу кезінде қателіктерді іздемес және түзетілулер жүрер бұрын, төрт рәсімнен тұратын Forward Error Correction (FEC) және Cyclic Redundancy Check (CRC) технологиялар қолданылады: блоктық кодттау (block-encoding), қайырылған кодттау (convolutional encoding), алмасу (interleaving) және шифрлау (scrambling), осыдан кейін ақпараттық арналар қалыптасады. Шығыс ағынның жылдамдығы 36 кбит/с-қа тең.

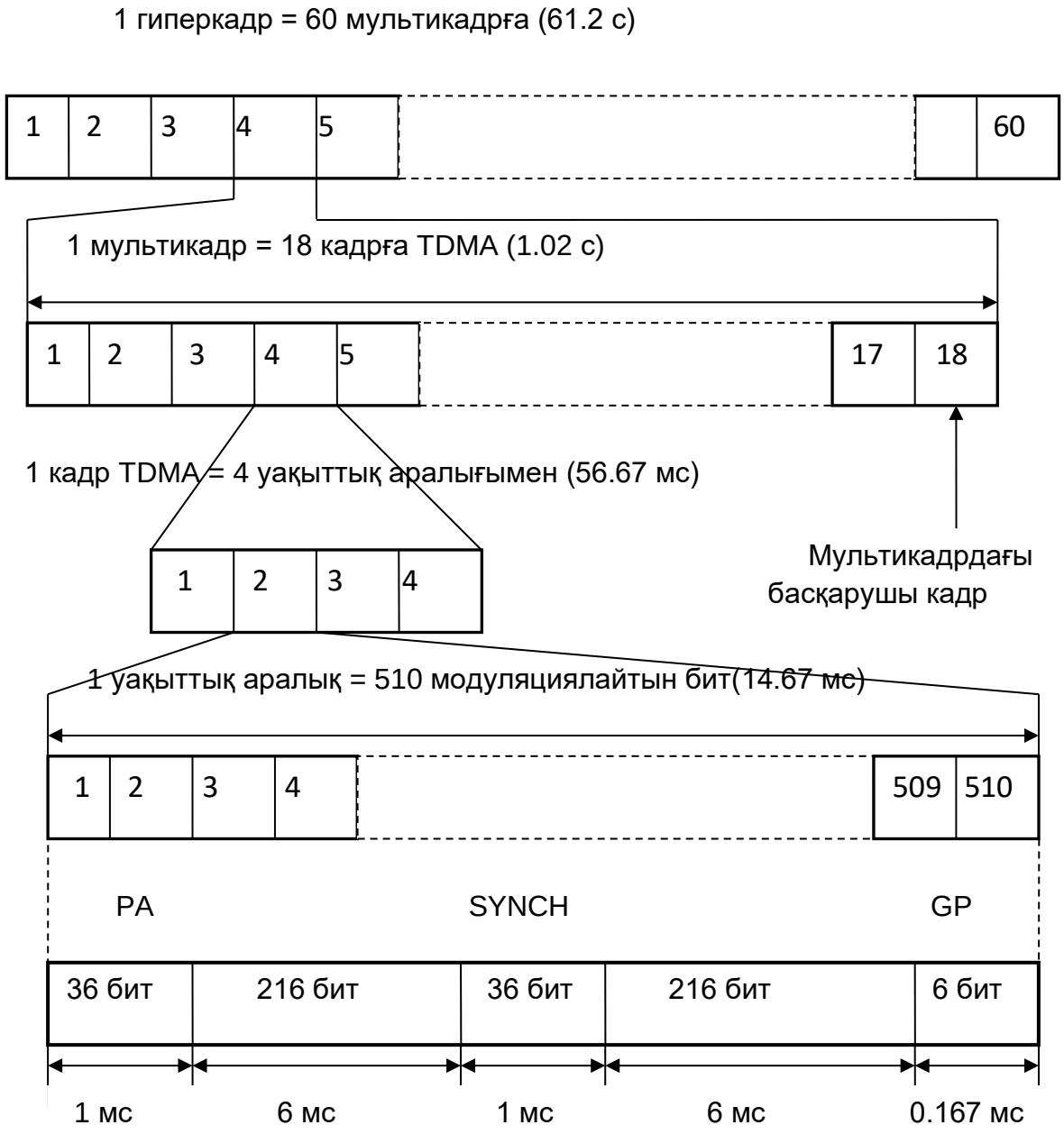
Осы тапсырмаларды орындау үшін жол құрамына әртүрлі қызмет көрсету орындары кіреді: тасымалдау, жолаушылырға арналған, локомотивті, вагонды, электрмен қамтамасыз ету, жолдар, сигнал беру мен байланыс және т.б. Қарастырылған буындар жұмысының ешбір тоқтаусыз, әрі тәртіппен орындалуын қамтамасыз ету үшін, технологиялық байланыс желісі құрылады.

Технологиялық байланыс пойыз қозғалысын басқаруда, жүктерді сұраптауда, жол жөндеу жұмыстары мен темір жол көлігін басқару процестерінде ерекше шешуші роль атқарады және теміржол көлігін басқару процесінің технологиялық бөлігінің тартып алынбайтын бөлігі болып табылады. Теміржол көлігінің байланыс желісі еліміздің Біртұтас автоматтандырылған байланыс желісі болып табылады (ЕАСС)[4].

Теміржол көлігіндегі жұмыстарды жедел басқару үшін, қызмет көрсету орындарында бөлімшенің жұмысын бақылайтын жол диспетчерлерінен тұратын, жедел қызмет көрсететін бөлімшелер ұйымдастырылады.

Магистральді біріншілік желі - министрлік пен РГП арасындағы екеншілік электрбайланысының торабын, сонымен қатар соңғысын өзара ұйымдастыру үшін, тоналді жиіліктегі (ТЧ) арналар мен лектер тобының құралуын қамтамасыз етеді. Жолды біріншілік желі - басқарма мен жол бөлімдерінің, сонымен қатар бөлімшелердің өз арасындағы екіншілік желілерін ұйымдастыруға арналған ТЧ арналары мен топтық лектер

жиынынан тұрады. Бөлімшелік біріншілік желі - жол бөлімшілері шегіндегі екіншілік желіні ұйымдастыру үшін тональді арналар мен төменгі жиілікті жол лектерінің пайда болуын қамтамасыз етеді. Қабылдау жағында декодер аналогты іс-шаралар жасайды яғни кері бағытта бәрін қайта орындап шығады.



1.7 сурет - TETRA жүйесіндегі кадрдың құрылымы

Кодектің құрамы келесі функциялармен тізілген:

- сөйлеу элементінің маңызын бағалау sif(speech importance factor);
- жайлы шу деңгейін орнату cnf (comfort noise function);
- кадырлардың қарым-қатынасы fsf (frame stealing function).

SIF функциясы, жіберіп отырған сөйлеу сапасының қаншалықты нашарлауын анықтау үшін, әр сөйлеу кадрін талдайды. Сәйкесінше талдау

нәтижесіне байланысты, қажетті қорғау деңгейі(төмен, орта және жоғарғы) бейімделеді. CNF функциясы арнайы кадрді тудырады, ол сапасы төмен кадрлерді ауыстырады.

Қабылдау жағында декодер аналогты іс-шаралар жасайды яғни кері бағытта бәрін қайта орындап шығады.

Нышан аралық бүрмалануларды азайту үшін, модуляторға арнайы импульсті сипаттамадағы «көтеріңкі косинус» (raised cosine) фильтр арқылы модуляциялық ағын беріледі.

2 Байланыс техникасындағы өлшеулер әдістемесі

Қазіргі заманда цифрлық жүйелерде ақпаратты беруін келесі радиожүйелеріне бөлуге болады: ұялы (GSM, CDMA2000, UMTS, LTE, Wi-Max), Транкингтік (APCO25, TETRA), жергілікті (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee), телерадио хабарларын тарату (DRM (+), DAB (+), DVB-T(2).

Ақпаратты цифрлық берудің жылжымалы жүйелерінің жоғарыда келтірілген стандарттарын дамытудан, манипуляциялардың көп позициялы түрлерін қолдануы анық.

Стандарттарда радио ҚТ - ауқымды радиостанциялар (DRM) пайдаланылады КАМ-4, КАМ-16, ҚАМ-64 сигналдар. Телехабар тарату стандарттарында (DVB-T(2) - КАМ-16, КАМ-64, КАМ-256 кодтау (COFDM) бар арналарды ортогоналдық жиіліктік бөлумен бірге. Төртінші буынның ұялы жүйелерінде (LTE, Wi-Max)- КАМ-16, КАМ-64.

Транкингтік жүйелерде (TETRA, DMR) - р / 4 (OFM-4), FM-4 фазалық модуляцияның салыстырмалы типтері қолданылады. Жүйелердің көпшілігі бұқаралық қызметке арналғандықтан, олар арналарды бөлудің әртүрлі әдістерін қолданады: уақытша (TDM), жиілік (FDM), код (CDM), ортогональды (OFDM), кодталған ортогоналды (COFDM), спектрлік мультиплексерлеу (WDM).

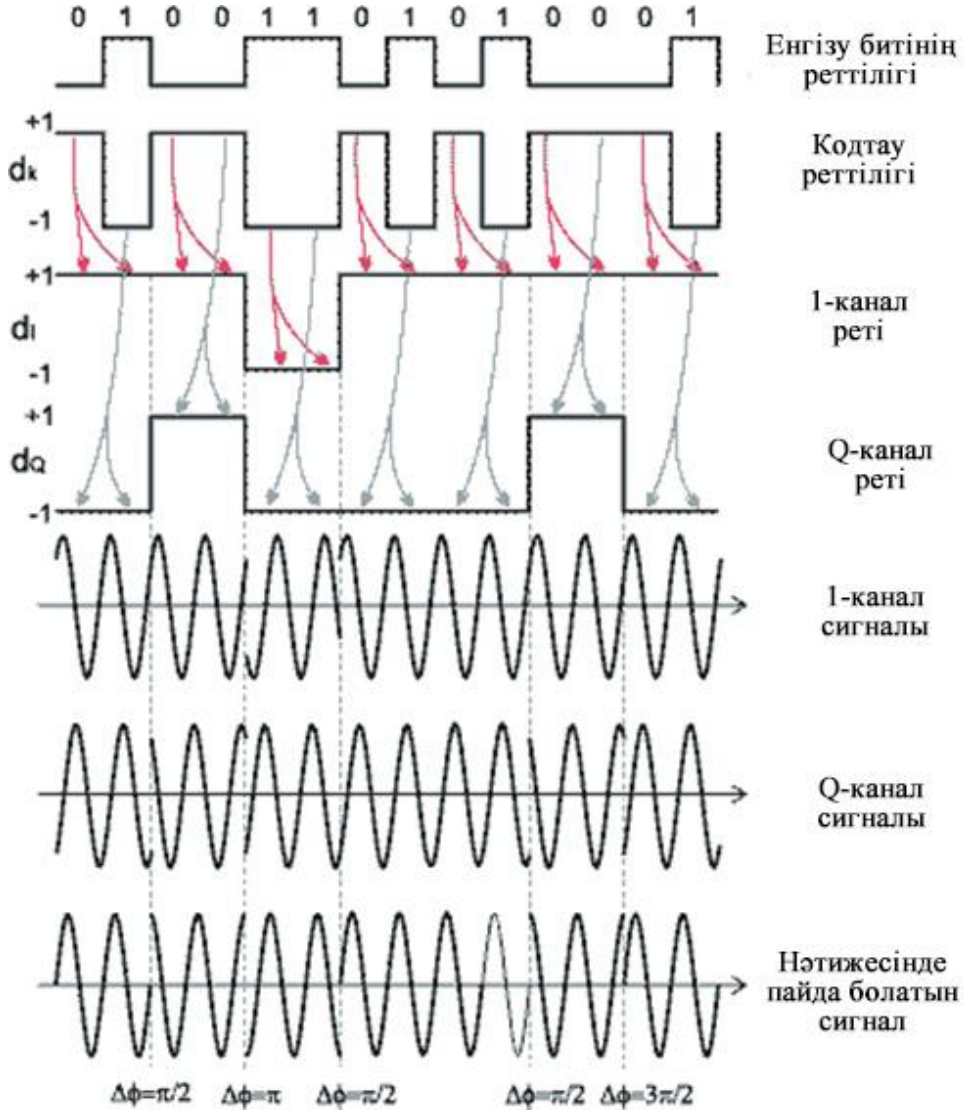
2.1 Модуляцияны таңдау

Фазаның өзгеруі екі мағынаға ие болуы мүмкін, мысалы төрт(0, 90, 180 и 270°). Бұл жағдайда квадратуралық фазалық модуляцияны айтады (Quadrature Phase Shift Key, QPSK) [3] .

TETRA стандартындағы радиоарна қатыстық – П/4-DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) фазалық модуляция түрін алады. Әр модуляция нышанына екі бит ақпарат сәйкес келеді. Бұл кезегінде ақпараттың берілу жылдамдығын 36 кбит/с-тан 18 кбит/с-қа төмендетеді. Модуляцияға ұшырайтын биттер тізбегі жұпқа бөлінеді, комбинациясы қатысты жылжу жасайды $(+\pi/4\ -\pi/4, +3\pi/4\ -3\pi/4)$, яғни бір тактқа екі бит беріледі. Бұл өз кезегінде модуляция жылдамдығые екі есе түсіреді (18 кбод), тек 25 кГц радиоарнасың жолағын қолданады (2.1 - сурет)[4].

2.1 кесте – Шығыс

Сигналдың фазасы	di	dq	Кіріс дибит
0°	+1	+1	00
90°	+1	-1	01
180°	-1	-1	11
270°	-1	+1	10



2.2 сурет - Квадратуралық фазалық модуляция QPSK

Кемшіліктердің бірі, квадратуралық фазалық модуляцияда бір мезетте модулятор арналарында(+1, -1 не -1, +1 немесе +1, +1 -ге -1, -1) нышандардың ауысуы кезінде фазаның 180° секіруі болады.Бұндай фазалық секірулер, қарапайым екі фазалық модуляция кезінде паразиттік амплитудалық модуляцияға ұшырайды. Осының салдарынан таржолақты сүзгіде ақаулар пайда болып, синал майысуы нөлге түседі. Бұндай сигналдың жағымсыз өздегулері шеттік жолақ энергияның өсуіне және арнадағы

бөгеуілдерге алып келеді. Сигналдың квадратуралық сұлбада түрленуі, QPSK модуляторындағыдай болады. Ескере кетсек, Q-арнасында кодалаушы биттар T бір элементтің уақыт ұзақтығының ұсталып қалуы болады. Кодалау ағынының қосылуы кезінде фазаның өзгеруі, екі емес, бір тізбек элементімен анықталады. Секіру кезінде 180°-та фаза болмайды, яғни тізбектің әр элементі синфазалық немесе квадратуралық арна модулятор кірісіне түскен кезінде фазаның өзгеруіне алып келеді 0, 90 немесе 270° (-90°).

TETRA стандартында қатыстық (дифференциалдық) фазалық манипуляция қолданылады $(+\pi/4 - \pi/4,)$ еселі жылжуымен DQPSK – (Differential Quadrature Phase Shift Keying). Сонымен қатар тасушыдың майысушысы өгермелі мағынаға ие. Көрші арнаның талап етілген басу деңгейіне жету үшін беріліп жаткан тракттың сызықтығын қамтамасыз ету үшін. Бұл айғақ шығыс қуатының төмен (FDMA радиотерминалдарымен салыстырғанда) екенін анықтайды және TETRA стандарт абоненттік терминалдарының шығыс каскадының ПӘК-тін де анықтайды.

2.2 Сөйлеу сигналын кодалау және декодалау

Абоненеттердің тілдесуі жоғарғы деңгей айналасындағы шуылдар арасында болады. Ұялы телефон құтынушылары әдетте тілдесу жүргізу үшін қолайлы орын таңдай алады. Ал транкинг жүйесінде әр түрлі қауіпсіздік органдар осындай мүмкіндіктерге ие емес: гуілді сиреналар аясында, атыстар, зорайтқыштармен сөлесуімен көбіне жұмыс істейді және т.с.с. TETRA жабдығын өндіру кезінде осы ерекшеліктер ескерілді. Ол мұндай жағдайда қажетті шығыс аудио сигналының қуатын және оның аз бұрмалануы мен сөйлеу анықтығын қамтамасыз етеді. TETRA кодек пайдалануымен жақсы дауыстық сапасын аламыз[3].

TETRA стандартандағы қолданып отырған алгоритм кодалау/декодалау сызықтық болжау қозу көп импульс код(Code-Excited Linear Predictive, CELP) әдісі бойынша негізделген, ол өз кезегінде арнайы алгебралық құрымы бар кодалау кітабымен толықтанған. Бұл кодалау механизімі Algebraic CELP (ACELP) атына ие болды.

ACELP алгоритмімен жұмыс істейтін кодек, 30 мс (16 таңдау * 8 кГц = 128 кбит/с) сигнал ұзақтығы сөйлеу фрагменттерін қысады. Кодалу кітабы жиынтығы бойынша мөлшерлеме сөйлеу кодекінің кезінде берілетін кодталған сигналдарды сөйлеу жиынтығын тудырады. Кодек сөйлеу жылдамдығы — 4,567 кбит/сек. Радиоарнамен 7,2 кбит/сек қажетті жиілікті алу үшін, қателіктерді тіке түзету Forward Error Correction, FEC) және циклдік шығын кодалауы (Cyclic Redundancy Code, CRC) қолданылады. Декодердің қабылдау жағында қайта кері тәртіппен орындалады.

Аталып кеткен кодек құрылысы келесі функциялармен қамтамсыз етілген:

– сөйлеу элементтерінің маңыздылығын бағалау(Speech Importance Factor, SIF);

– жайлы шу деңгейін белгілеу (Comfort Noise Function, CNF);

– кадрлардың араласуы (Frame Stealing Function, FSF).

SIF әр сөйлеу кадрін талдайды, жоғалу кезінде сигналдың сапасының неше есе нашарлағанын анықтау үшін.Талдаудан алынған нәтижелерге қарай отырып, қажетті қорғау деңгейіне бейімделеді (нөлдік, яғни төменгі, орта, жоғарғы). CNF функциясы сапасыз кадрларды алмастыру үшін, арнайы кадрды тудырады.

2.3 Шифрлау және ақпараттарды қорғау

TETRA стандарты ақпараттарды қорғау келесі механизмдермен шешеді:

– абоненттерді аутентификациялау;
– беріліп отырған ақпаратты шифрлеу;
– абоненттік нөмірін жасырын болуын қамтамасыз ету.

TETRA сандарты жіберіп отырған ақпаратты басқа рұқсат етілмеген байланыстардан жоғарғы деңгейде қорғау шектеу қоя білу ерекшелігі. Сөйлеу және хаттама ақпаратын қорғау аутентификация рәсімі сәтті өткеннен кейін шифрлау белсендіріледі. Осы стандарттың дамуының қазіргі кезеңінде , ол төрт шифрлау алгоритмін қамтиды. Әр түрлі қорғаныс деңгейі талаптарына байланысты қорғаныс дәрежесін ұсынады. Сөйлеу сигналын шифрлау, төменгі жылдамдық ақпарат ағыны цифрлық өңдеу түрінде іске асады. Осындай алгоритмдер радиотілдесулердің жасырын тығдаудың алдын алуын қамтамасыз етеді. Рұсат етілмеген абоненттер цифрлық ақпарат ағынын аналогты сканер көмегімен бұза алмайды. Қажетінше керекті қорғау деңгейін 2.3 – кестеден көрсе болады, бырақ жіберу жылдамдығы айтарлықтай өзгереді. Ескере кетелік TETRA желісінде ақпарат тарату жылдамдығы GSM желісіне қарағанда жоғары.

2.2 кесте - Қорғаныс деңгейіне байланысты деректер жіберудің жылдамдығы (кбит/с)

Қорғаныс деңгейі	Тайм-слот қолдану саны			
	1	2	3	4
Қорғанысы жоқ	7,2	14,4	21,6	28,8
Төменгі	4,8	9,6	14,4	19,2
Жоғарғы	2,4	4,8	7,2	9,6

TETRA стандарты желіде пайдаланылатын уақытта псевдо-кездейсоқ бит негізгі ретін қалыптасқан, онда шифрлеу әдісі деректер ағыны қосылады[6].

Таратқыш және қабылдау тараптар арасындағы синхрондау сақтай отырып, кілт және псевдо-кездейсоқ ретпен бастапқы мәні біле отырып, қабылдағыш , осындай ретпен ретінде ақпаратты қалыптастыру және кодталған хабарды декодтау мүмкіндігі бар. Ағындақ шифрлау белгілі артықшылығы бар, ол басқа шифрлау әдістеріне қарағанда бөгеуілі бар арналарда қателіктердің көбеюі болмайды. Басқаша айтқанда, қабылдау қате биттік шифрленген мәтінді , сондай-ақ бір ғана қате биттік қабылдамау мәтінді береді және бірнеше қателер туғызбайды.

2.4 TETRA стандартының интерфейстері мен мәліметтерді жіберуі

TETRA стандартның барлық транкингтік желілердің элементтерінің дұрыс өзара әсерлесуі тоғыс интерфейспен анықталған[2]:

– Air Interface (AI) – базалық станциямен абоненттік радиостанция арасындағы радиоинтерфейс;

– Direct Mode Operation (DMO) – екі абоненттік радиостанция арасындағы тікелей байланыс интерфейсі;

– Terminal Equipment Interface (TEI) – абоненттік радиостанция мен мәліметтерді татару радиостанция арасындағы интерфейс;

– Inter System Interface (ISI) – жүйе аралық интерфейс бірнеше TETRA жүйесін бір жүйеге біріктіру үшін;

– Line-connected Station Interface (LSI) – тұрақты абоненттерді инфрақұрылысқа қосу интерфейсі;

– Network Management Centre Interface (NMCI) – жүйені орталық басқару интерфейсі;

– Gateways to PABX, PSTN, ISDN, PDN – сырты желілерге қосу интерфейсі;

– Remote Line Connected Terminal Interface – өшірілген басқарушы мен инфрақұрылыс арасындағы байланыс интерфейсі (SwMI);

– Man-Mashine Interface(MMI) – адам құрылғы интерфейсі, операторы терминалдар өзара іс-қимыл стандартты мүмкіндіктерін анықтау.

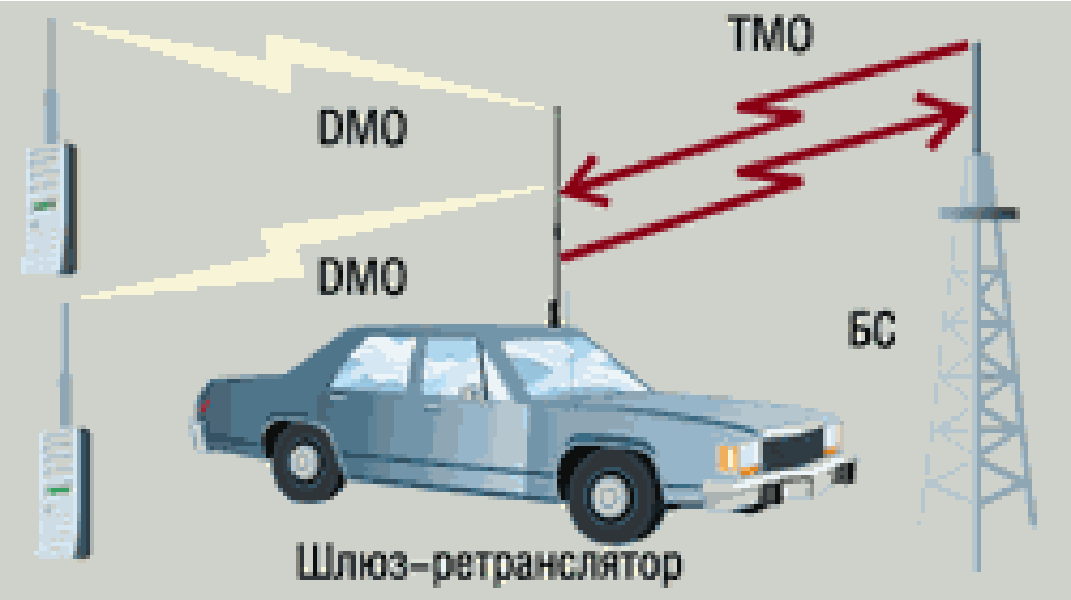
Абоненттік радиостанциялар (MS – Mobile Station) SwMI жүйесімен AI стандартты радиоинтерфейс арқылы өзара байланысты. TETRA желісінде жеке және топтық қоңыраулар қолдайды. Абоненттік радиостанциялардың байланысынан басқа, SwMI арқылы, тұрақты абоненттерге де қолдау көрсетеді (ЖҚТЖ (жалпы қоланыстағы телефон желісі) және басқа да желілер). SwMI жүйесіне абоненттер транзитті желі ақылы қосылады.

Тікелей байланыс (Direct Mode Operation – DMO) тәртібінің ең басты ерекшелігі инфрақұрылымды қолданбауы. Абоненттік радиостанциялар ETS 300 396-3 сәйкес хаттаманы қолдана отырып, арнайы бөлінген және программаланған DMO жиілік тәртібін қолдана отырып, екі жақты радиобайланыс орнатады. Тағы осындай байланыс, тіке байланыс тәртібі басқарушы тәртіп MDMO, DMO терминалымен уәкілеттенген .

TMO REP – транкингтік жүйеде және сондай ақ DMO - DM REP тіке байланыс тәртібінде, алыс қашықтыққа тарату деңгейін көтеру үшін ретронсляторлар қолданылады. DMO желісімен TMO желілерін байланыстыру үшін арнайы шлюздар (DMO GATE) немесе ретранслятор/шлюз DMO - DM REP/GATE (2.3 - сурет).[3]

Абоненттік радиостанция «қос бақылау» (DW-MS) тәртібінде жұмыс істеуі мүмкін:бір мезетте TMO және DMO тәртібінде.

Базалық станция SwMI инфрақұрылысының мүшесі болып табылады. Бір қызмет көрсету аймағы шегінен шығу кезінде, бір немесе бірнеше радиоарналарға қолдау көрсетеді.



2.3 сурет - DMO және TMO желілері тәртібінде абоненттік станциялардың байланысы

2.5 TETRA стандарты негізіндегі мәліметтер жіберу техногиясының бағдарламасы

Сымсыз деректерді беру үшін пайдалану, арттыру қажеттігін анықтайтын негізгі фактор , берілетін ақпараттың жылдамдығын және дәлдігін арттыру арқылы олардың тиімділігін арттыру үшін пайдаланушылардың ұмтылу болып табылады. Сымсыз деректерді беру пайдалану ықпал ететін тағы бір маңызды фактор - спектрлік тиімділігін арттыру немесе желілік әлеуетін арттыруға ұмтылу .

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып , стандартты TETRA жүйелерді қолдау көрсетілуі тиіс функцияларын анықтау , деректер беру үшін келесі қызметтер қаланды[5] :

- күй хабарлар(Status Messaging);
- қысқа хабарлар қызметі (Short Data Service – SDS);
- коммутациялық арналармен мәліметтер жіберу (Circuit Mode Data);
- мәліметтер жібер пакеті (Packet Data Service).

Деректер қызметтеріне, сонымен қатар, TETRA стандарты сыртқы құрылғылар мен бағдарламалар , деректер беру үшін мүмкіндіктер TETRA пайдаланушы терминалдарын пайдалануға мүмкіндік береді периферияльық интерфейс (PEI) анықтайды. PEI стандарты интерфейстің болуы, сондай-ақ TETRA жүйелер үшін өсіп келе жатқан нарықтық деректерді беру желілерін TETRA пайдаланатын бағдарламаларды әзірлеу үшін бірқатар компаниялардың айтарлықтай қызығушылық туғызды.

Бұл қосымшалар мынадай бағыттар бойынша пайдаланылады:

– паркін басқару;

– жүйесін (автомобильдер , адам) мониторинг объектілерін ұялы орналасқан жері;

– электрондық пошта;

– мәтіндік есептерді қалыптастыру;

– мәтіндік хабар алмасу ;

– сурет беру;

– биометриялық жүйелер (саусақ тексеру) ;

– телеметрия және ұтқыр бөлімшелердің қашықтан басқару пульті ;

– орталықтандырылған деректер базасымен операциялық жүйесі.

Күй хабарлары:

Күй хабарлар дауыстық коммуникация көне формасы болып табылмайды. Күй хабарлары оның ағымдағы жай-күйі туралы хабардар менеджер осындай жүйелерді тұтынушылар пайдаланатын қайталанатын дауыстық хабарлар, ауыстыру үшін арналған. Цифрлық кодтарды пайдаланып хабарларды жіберу үшін, өз кезегінде, пайдаланушы терминалдары және диспетчерлік станциялары стандартты мәтіндік хабарларға берілетін цифрлық кодтары сәйкес кестелер бар.

Таратушы және хабарламаның беріліс уақыты жазу сәйкестендіру бірлесе отырып мәртебесі хабарламаларды пайдалану тиімді автоматтандырылған паркін басқару жүйесін пайдаланушылар ұйымдастыруға , сондай-ақ жүйенің өткізу қабілетін жүктемені ұлғайтуға мүмкіндік береді .

Қысқа хабар қызметі абоненттер желі туралы ақпаратқа қол жеткізу, сондай-ақ бір-біріне және биржалық хабарлар байланысуға мүмкіндік береді. Қысқа хабарлама қызметін қолданып типтік қосымшалар болып табылады[7]:

– мәтіндік хабар алмасу;

– жылжымалы нысандар орналасу орнын бақылау;

– диспетчерлік автоматтандырылған;

– орталықтандырылған деректер базасына сұраулар;

– телеметрия және қашықтан басқару пульті.

TETRA стандартты қысқа хабарлар бірнеше түрлерін ұсынады:

- 1-ші түрі – 1 байт;
- 2-ші түрі – 2 байта;
- 3-ші түрі – 3 байта;

– 4- ші түрі – 140 байт.

Қысқа хабарлама құны 140 байт шектелу болғанына қарамастан, қысқа хабарламалар қызметі TETRA жүйесінде деректерді беру ең кең таралған әдісі болып табылады.

Қысқа хабарлама қызметінің негізінде , автоматтандырылған қозғалысын басқару қызметтерінің ұйымдастыру үшін мобильді нысан орналасқан жері және телеметрия жүйелер мен қашықтан басқару үшін басқару жүйелерін өтінімдерді үлкен санын әзірледі.

Қысқа хабарлама қызметін пайдаланып шешуге болады. Деректерді тасымалдау тапсырмасы салыстырмалы аз мөлшерде қатар жиі осындай ұялы офис ретінде деректердің үлкен көлемін беруге және орталықтандырылған деректер базасымен суреттерді жіберу үшін қажет.

Осы мақсат үшін, TETRA стандарты екі параметрлерін ұсынады: арналарды коммутациялау деректері және пакеттік деректер жіберілуі.

3 Өлшеулерді жүргізуге ұсынылатын әдістер

3.1 Радиоарналар санын анықтау

Айталық, транкингты TETRA байланыс жүйесін шамамен барлық қарастырылған аймақтың 2% қолдансын. Адам санын 1 385 267 деп алсақ, онда транкингтік байланысты қолданатын адам саны (3.1):

$$N_{2\%} = \frac{N_o}{0.02} = \frac{1385267}{0.02} = 22456 \text{ адам}, \qquad (3.1)$$

мұндағы N_o - жалпы адам саны.

Радиоарналар санын есептеу үшін базалық стануциядағы абоненттердің жалпы максимал санын анықтау керек (3.2):

$$N_{\max} = (10n - 1)k = (10 \cdot 16 - 1) \cdot 23 = 3975 \text{ абонент}, \qquad (3.2)$$

мұндағы n - қолданылатын радиоарналар саны (TETRA үшін максималды стандарт n=16);

k – бір тасымалдану жиілігіне сәйкес келетін абоненттер саны.

Қарастырған аймақта абоненттер саны 22456, ал БС саны- 7. Максималды базалық станциядағы абоненттер санын анықтайық:

$$N = N_{\max} M = 3975 \cdot 7 = 27825 \text{ абонент}, \qquad (3.3)$$

мұндағы M - БС жалпы саны.

Демек, максималды абоненеттік сиымдылық алдын ала болжағандыққа қарағанда көп, сонда жалпы қолдану арнасы 16.

Осыдан, бір БСқа сәйкес келетын абоненттер санын анықтаймыз (3.4):

$$N_{бс} = \frac{N_z}{M} = \frac{22456}{7} = 2407\,, \qquad (3.4)$$

мұндағы $N_з$ – жалпы абоненттер саны;

M - БС жалпы саны.

Бір БСға сәйкес келетын радиоарнлар саны (3.5):

$$n = \left| \frac{\frac{N_{бс}}{25} + 1}{7} + 1 \right| = \left| \frac{\frac{2407}{25} + 1}{7} + 1 \right| = 14 \text{ арна.} \qquad (3.5)$$

3.2 Интенсивті жүктемены есептеу

Интенсивті жүктемены есептеу бір абонент жүктемесымен Z_a=0,02 Эрл. анықталады (3.5)

$$A_{аб} = N_{бс} Z_a = 2407 \cdot 0{,}02 = 48{,}1 \text{ эрл,} \qquad (3.6)$$

мұндағы $N_{БС}$ – бір БС сәйкес абоненттер саны.

Егер 50% жүктемені есептесек (3.7):

$$A_{ич} = A_{исх} = A = \frac{A_{бс} \cdot 30}{100} = \frac{48{,}1 \cdot 30}{100} = 24 \text{ эрл.} \qquad (3.7)$$

Орташа жүктеме мәнін есептеймыз (3.8):

$$У_{ич} = У_{исх} = У = A + 0{,}6742\sqrt{A} = 24 + 0{,}6742\sqrt{24} = 27{,}3 \text{ эрл,} \qquad (3.8)$$

Демек:

$$У_{ич-1} = У_{исх-1} = У \cdot 7 = 27{,}3 \cdot 7 = 191{,}1.$$

3.3 Жүйеге қосылатын арналар санын есептеу

Айталық 80% жүйе ішінде тұйықталады.

Ықтималдылық p=0,05.

Ал БС $Y_{вх} = Y_{исх}$ = 27,3 Эрл, Эрланг кестесі бойынша V=36.

Сонда (3.9) :

$$N_{вх} = N_{исх} = E_n \left| \frac{V-1}{30} + 1 \right| = E_n \left| \frac{36-1}{30} + 1 \right| = 2\,\text{ағын.} \qquad (3.9)$$

Жалпы барлық абонент саны (3.10)

$$N_{общ} = (N_{вх} + N_{исх})n = (2+2)7 = 32, \qquad (3.10)$$

мұндағы n – БС саны.
АМТС арналар саны p=0,01 ықтималдылық пен (3.11):

$$У_{ич} = У_{исх} = 8\,\text{эрл.} \qquad (3.11)$$

Ал қосылу саны Эрланг формуласымен V=13. Осыдан ИКМ (3.12):

$$N_{вх} = N_{исх} = E_n \left| \frac{V-1}{30} + 1 \right| = E_n \left| \frac{13-1}{30} + 1 \right| = 1\,\text{ағын.}$$

Демек, $N_{общ}$ = 14.

3.4 Желіні құрастыру үшін құрылғы құралдары

Ең тиімді стацинарлы базалық шешім ретінде Motorola CTS200 алуға болады, ол Motorola CTS200 TETRA стандартына сәйкес (ETSI). CTS200 жүйелерінде дыбыстық сигналдардың цифрлық көрсетілімі қолданылады. Максималды жүйе конфигурациясында бастапқы қосалқы шешу қарастырылады. CTS200 жүйелерінде (API) интерфейсында қолданысқа ие, ал шлюз мәліметтер үшін (Packet Data Gateway) мен периферийлік интерфейс PEI. CTS200 Motorola CTS200 3.1 -суретте көрсетілген.

3.1 сурет - Motorola CTS200 базалық құрылғы

БС Motorola CTS200 негізгі техникалық сипаттамалары 3.1 кестеде көрсетілген [3]

Motorola фирмасының DT-410 диспетчерлік радиостанция MDT-400 мобильды радиостанциядан тұрады, интегралдық аппараттық блок, тұрақты микрофон мен WINDOWS ортасындағы TDS 410 компьютерлік бағдарлама қолданылады. Диспетчерлік радиостанция сұлбасы 3.2 суретте көрсетілген

DT-410 цифрлық диспетчерлік радиостанция физикалық түрде серверге қосылады радиобайланыста қолданылады. Клиенттік бөлім «Диспетчерская консоль» IP диспетчер орталығында қолданылады.

TETRA Motorola MTM800 Enhanced мобильды радиостанция TETRA стандартында құрылған. Онда қуатты процессор, кеңейтілген көлемдегі жады мен кеңжолақт радиотракт. Motorola MTM800 Enhanced мобильды радиостанцияның сыртық көрінісі 3.3 - суретте көрсетілген.

3.1 кесте - Негізгі техникалық сипаттамалар

Техникалық сипаттамалар	
Стандарт	ETS 300 394-1
Жиілік диапазоны	380 - 400 МГц, 410 - 430 МГц, 450 - 470 МГц, 805 - 870 МГц (спец.);
Қабылдаушы жиілік диапазоны	10 МГц (20 МГц)
Дуплексты байланыс режиміндегі жиілік шашырауі	10 МГц (45 МГц)
Сүзгі өту жолағы	5 МГц (14 МГц)
Шашырау арнасы	25 kHz
Синал қуаты	25 Вт (TETRA)
Қабылдау	стандарт
Гибридты сумматор	Wilkinson жүйесі
Қорктену көзі	кернеу -48 В /тұрақты токқа -60 В немесе 115 … 230 В айнымалы тоққа
Габарит моделі 8U (ВхШхГ)	477х542х520 мм (арналарға 2 … 8)
Масса	47 кг
Температура диапазоны	-20 … +55 ºС
Қолданылатын қуат	280 Вт

DT-410 диспетчерлік стационар радиостанциясының негізгі техникалық сипаттамалары 1.2 кестеде көрсетілген [3]

3.2 сурет - DT-410 диспетчерлік стационар радиостанция

3.2 кесте - DT-410 диспетчерлік стационар радиостанциясының негізгі техникалық сипаттамалар

Техникалық сипаттамалар	
өлшемі, мм	310x320x110
масса, г	3600
Шығыс қуаты, Вт	3/10 Вт
сезімталдылық, дБм	-112/-103
Жиілік диапазоны, МГц	380-400, 410-430, 450-470, 800
жиілік, Гц	50-60 Гц
Жұмыс температурасы	0 … +50°С
Кіріс кернеу	200-240 В айнымалы ток
Стандарт сәйкестігі	ETS 300 392-2/ES 300 394/ETS 300 395/EN 300 827/IEC-68

3.3 сурет - Motorola MTM800 Enhanced мобильды радиостанция

Моторола TETRA MTM800 радиостанциясы IP протоколы TETPA радиостанциясының 4 есе болып бірінші деңгей.

Мобильды радиостанцияның негізгі техникалық сипаттамалары 3.3 кестеде көрсетілген [3]

3.3 кесте - Мобильды радиостанцияның негізгі техникалық сипаттамалар

Техникалық сипаттамалар	
жиіліктік диапазон	380-430 МГц
Жиілік сеткасы	25.0 кГц
TMO / DMO диапазоны -	50.0 МГц / 50.0 МГц
Жиілік шашырауі	10.0 МГц
Таратушы қуаты	3 Вт
Температура диапазоны	от -30оС до +60 оС
өлшемдері, мм	49.0x170.0x155.0

3.5 Сымсыз –қамтамасыздандыру жүйесін есептеу

Бастапқы мәндер:

– БС жиілігі - 420 МГц;

– БС қуаты = 40 Вт, яғни 44 дБм;

– БС сезымталдылығы - 106 дБм;

– БС антеннасының күшейткыш коэффициенті 8 дБ.

– Антенна биіктігі 30 м.

Окамура – Хат модеоі бойынша TETRA станциясының қамтамасызндыру зонасын есептеймыз

Бастапқы мәліметтер бойынша Окамура Хатамен радиосигналдың өшуі в городских условиях рассчитывается по формуле, дБ [4]:

Алдымен қарастырылып жатқан телімдегі орташа трасса шығынын 3.12 - формуласымен анықтаймыз:

$$L_{\text{г}} = 69{,}55 + 26{,}16lgF - 13{,}82lgH_{\text{БС}} - aH_{AC} + (44{,}9 - 6{,}55lgH_{\text{БС}})lgR \quad (3.12)$$

мұндағы $H_{\text{БС}}$ - базалық станциядағы антеннаның өрлеу биіктігі,м;

$H_{\text{АС}}$-жердегі қозғалмалы станция антенасының биіктігі, м;

R- таратқыш пен қабылдағыштың арасындағы арақашықтық,км;

F-сигнал жиілігі, МГц.

Ал осы телімдегі түзеткіш фактор 3.13 - формуласымен анықталады:

$$aH_{AC}=3{,}2(lg(11{,}75H_{AC}))^2-4{,}97. \quad (3.13)$$

Трасса шығындарының қосындысы 3.14 – формуламен аныкталады

$$L_p = L_г + \Delta P_\sigma + L_{Доп} . \quad (3.14)$$

Сигнал қуатының қажетті қоры оның ауданы 90 %-ке және 75%-ке сенімді қабылдауы мүмкін, ΔP_σ = 0,68 σ, ΔP_σ = 0,68 · 8 = 5,6 дБм, мұндағы σ = 8 дБ – қабылдағыш түйініндегі флуктуация кесірінен орташа квадратты сигналдың ауып кетуі. Ғимараттағы қосымша шығын $L_{Доп}$ = 12 дБ.

Қала маңы үшін түзеткіш факторын 3.15 – формуламен анықтаймыз:

$$aH_{AC}=3{,}2(lg(11{,}77 \cdot 5))^2 - 4{,}97 = 5 . \quad (3.15)$$

Сонымен жоғарыдағы есептеу формулаларын қолданып төменгі БС →АС трассасындағы орташа шығынын, трасса шығындарының қосындысын анықтаймыз.

Қосымша коэффициенті есептеймыз, дБ:

$$A(h_r) = (1{,}1\lg(f) - 0{,}7)h_r - (1{,}56\lg(f) - 0{,}8)$$

$$A(h_r) = (1{,}1 \cdot lg400 - 0{,}7) \cdot 1{,}5 - (1{,}56 \cdot \lg 400 - 0{,}8) = -0{,}014$$

Қосынды өшуді анқтаймыз :

$$L_\Sigma = P_{ПРД} + \eta_{ФПРД} + G_{АПРД} + \xi_П + G_{АПРС} + \eta_{ФПРС} + \xi_П + P_{ПРС}$$

мұндағы $P_{ПРД}$ - БС қуаты, дБм;

$\eta_{ФПРД}$ - фидер КПДсі;

$G_{АПРД}$ - БС антеннасының күшейткіш коэффициенті, дБ;

$G_{АПРС}$ - антенна күшейткіш коэффициенті;

$\eta_{ФПРС}$ - БС қабылдаушы антенна күшейткіш коэффициенті, дБ;

ξ_C - антеннаның радиосигнал коэффициенты;

$P_{ПРС}$ - қуаты , дБм.

$$L_\Sigma = 44 + 0.95 + 8 + 0.9 + 0 + 0.95 + 0.9 + 106 = 161.7$$

Демек, қызмет көрсету ара қашықтығы d.

$$d = \frac{L - 69{,}55 - 26{,}16 \cdot \log(f) + 13.82 \cdot \log(h_{бс}) - A(hr)}{(44{,}9 - 6{,}55 \cdot \log(h_{бс}))}$$

Бастапқы мәліметтерге сүйене отырып, табалдырық сигнал анықтау және есептеу. Кездейсоқ бастапқы фаза мен амплитудасын ала отырып

толығымен анықталған сигналдың когерентті тізбектермен когерентті емес тізбек импульстарын есептеу (3.3 - кесте).

3.3 кесте - Есептеуге берілген мәліметтер

Есептеуге берілген мәліметтер	
1. Максимал мүмкін рұқсат етілген жалған дабыл ықтималдылығы $P_{лт.доп}$	10^{-3},10^{-5}
2. Тізбектелген импульстар, n	1, 20
3.Дурыс бақылау ықтималдылығы , P_o	0,92
4. Қашықтығы, r, м	1000
5. Бұрыштық координаттармен рұқсат қабілеттілігі, град	Θ_α=10Θ_β=10
6. Алыс қашықтыққа таралу Δr, м	0,5
7.Спектрлік – энергетикалық шудың сипаттамасы , №	3.1
8. Тасушының жылдамдығы V_H, м/с	15
9. Мақсаттың жылдамдығы $V_Ц$, м/с	5
10. Антеннаның сезімталдылығы, γ, мкВ/Па	300
11. Электронды трактің шу деңгейі, $U_{м\ эл.}$, мкВ	5

Есептеудің сипаттамалары қисаюы деп аталады. Дурыс бақылау ықтималдылығы, P_o мен жалған дабыл ықтималдылығы P_o және қатыстық бірлік сигналдың мәні:

$$q = \sqrt{\frac{2E_0}{N_0}}, \tag{3.16}$$

мұндағы q параметрі сигналдың бөгеуілі мен келісілегн сүзгінің шығысындағы кернеуінің қатынасына тең.

Егер рұқсат етілген мән берілген болса $P_{лт}$, онда сәйкес мағына жазылады P_o.

Сигнал жоқ кезіндегі корреляцияланған интегралдың шартты тығыздық ықтималдылығы $W\left(K/0\right)$ және сигнал бар кезінде $W\left(K/1\right)$ келесі теңдеулермен анықталады (3.16):

$$W\left(K/0\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k}} \exp\left[-\frac{K^2}{2\sigma_k^2}\right], \tag{3.17}$$

$$W\left(K/1\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k}} \exp\left[-\frac{\left(K-E_s\right)^2}{2\sigma_k^2}\right]. \tag{3.18}$$

мұндағы K және E_S^2 корреляциялық интеграл және сигналдың энергиясы.

K мәнін K_o табалдырық мәнімен салыстырғанда жалған дабылдың ықтимладылығы келесі формуламен анықталады $\sigma_к$.(3.19; 3.20)

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{N_0 E_S'}{2}} \tag{3.19}$$

$$P_{лт} = \frac{1}{2}\left[1 - \Phi\left(\frac{K_0}{\sigma_k}\right)\right]. \tag{3.20}$$

Дұрыс анықтау ықтималдылығы табалдырық K_o қатынасына ғана тәуелді емес, орта квадраттық мәні $\sigma_к$ (3.21; 3.22).

$$\frac{E_S}{\sigma_k} = \sqrt{\frac{2E_S}{\sigma_k}} = q, \tag{3.21}$$

q– анықтау параметрі.

$$P_0 = \frac{1}{2}\left[1 - \Phi\left(\frac{K_0}{\sigma_k} - q\right)\right]. \tag{3.22}$$

3.20 және 3.21 өрнектерден $\Phi(U)$ – ықтималдылық интеграл:

$$\Phi(U) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^U e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \tag{3.23}$$

3.22 - Өрнек келесі түрге ие:

$$P_0 = \frac{1}{2}[1 - \Phi(q - q_0)]. \tag{3.24}$$

Яғни, егер ықтималдық интегралы осы түрде анықталса (3.25)

$$\Phi(U) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^U e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \tag{3.25}$$

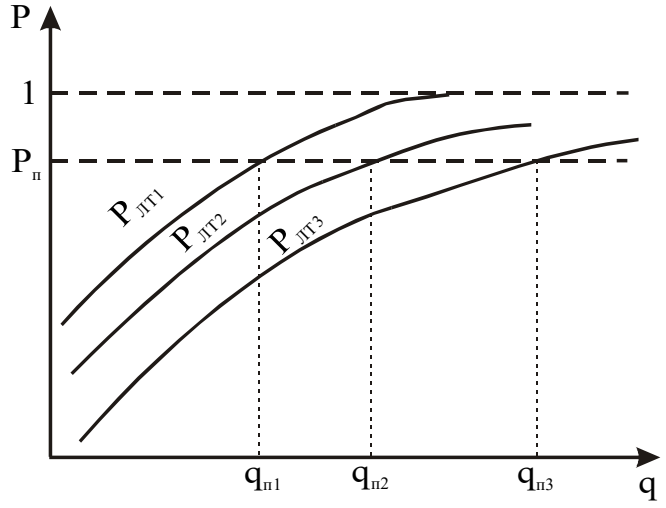
(3.23), (3.24), (3.25) өрнектер келесі түрге ие

$$P_{лт} = 1 - \Phi(qo), \tag{3.26}$$

$$P_{лт} = 1 - \Phi(q - qo)\ , \tag{3.27}$$

мұндағы q - анықтау параметрі.

Берілген жалған дабыл ықтималдылығы үлкен болған сайын дұрыс анықтау ықтималдылығы үлкен болуы (3.5 - сурет). Қисық анықтауларды қолдана отырып, табалдырық сигналын анықтауға болады, яғни берілген жалған дабыл ықтималдылығы дұрыс талап етілген ықтималдылықпен анықтауға болады $P_{\text{д}}$



3.5 сурет - Қисық анықтаулар

Тәжірибеде толық анықталған сигнал жағдайы өте сирек кездеседі, бырақ оны асқа алуан түрлі құрылғыларды анықтаумен салыстыру ыңғайлы.

3.5 Техникалық сипаттамаларды есептеу

Оптималды жилікті есептеулерден аламыз, яғни сигнал жарамды шу және аз жұтылуға ие (3.28).

$$f_{\text{опт}} = \frac{39}{\sqrt[3]{(2r_{max})^2}} = \frac{39}{\sqrt[3]{(2\cdot 1)^2}} = 24700(\text{Гц}). \qquad (3.28)$$

мұндағы r_{max} – анықтау нүктесіне дейінгі қашықтық (км).

Кейбір диапазондарда жиілік таңдаулар болғандықтан, $f_{\text{опт}} = 39000$, минималды шу деңгейін ұтамыз, бырақ сигналдың жұтылуына соқтығысамыз.

Қабылдау трактінің өткізу жолағы

Ол Доплерлік жиілік ығысуынан және спектр ені эхо-сигналдан жинақталады (3.29) .

$$\Delta f = \Delta f\text{д} + \Delta f\text{сп}, \qquad (3.29)$$

мұндағы $\Delta \boldsymbol{f}$д – анықтаймыз, доплерлік жиілік ығысуы

$$\Delta f_{\text{д}} = \frac{4\, f_{\text{опт}}\,(v_{\text{т}} + \ v_{\text{ма}})}{\text{c}} = \frac{4 \cdot 39000(15+5)}{1483} = 2104 \text{ Гц},$$

мұндағы $v_{\text{Т}}$ – тасушының жылдамдығы,

$v_{\text{ма}}$ –мақсатты анықтау жылдамдығы,

с – ортадағы дыбыстың жылдамдығы,

Δfс – эхо-сигналдың спектр енін анықтаймыз.

Коэффициент 1,37 сигнал-шу қатынасы біздің жағдайға оптималды болғандықтан аламыз (3.30)

$$\Delta f\text{c} = \frac{1{,}37}{\tau_u}, \tag{3.30}$$

Яғни,

$$\tau_u = \frac{2 \cdot \Delta r}{c} = \frac{2 \cdot 0{,}3}{1483} = 0{,}67 \text{ (мс)},$$

мұндағы Δr –алыс қашықтыққа рұқсат етілген мүмкіндік.

Сонда Δfсп $= 2032$ (Гц).

$$\Delta f \ = 2032 + 2104 = 4136 \text{ (Гц)}.$$

Кіріс трактіне әсер етіп отырған шу деңгейі. Шу деңгейін есептеу үшін спектрлі-энергетикалық шу сипаттамасын қолданады.Қазіргі жағдайда теңіз сипаттамасы. Сәулеленген сигналдың жиілігі 39000 Гц, онда Pпр $= 2 \cdot 10^{-5}$ Па/Гц.

Қабылдағыш антеннаның кірісіндегі шулық қысымның деңгейі (3.31)

$$P'_{\text{ш}} = U_{\text{ш}}/\gamma, \tag{3.31}$$

мұндағы $U_{\text{ш}}$ – қабылдағыш тракт алдындағы кірісі шу деңгейі және қабылдағыш тракт шуы;

γ - қабылдау тәртібіндегі антеннаның сезімталдылығы (мкВ/Па), $U_{\text{ш эл}}$ – электронды тракттегі шу деңгейі (мкВ).

$$U_{\text{ш}} \ = \sqrt{\left(\gamma \cdot P_{\text{пр}}\sqrt{\Delta f}\right)^2 + \ U_{\text{ш эл}}^2} = \sqrt{\left(300 \cdot 2 \cdot 10^{-5}\sqrt{4136}\right)^2 + 5^2} = 5{,}015 \text{ (мкВ)}$$

Сонда $P'_{\text{ш}} = 0{,}017$ (Па).

Антеннаның ауданы

$$S = a \cdot b.$$

$$a = (50{,}5 \cdot c)/f\text{опт} \cdot \Theta\alpha = (50{,}5 \cdot 1483)/39000 \cdot 10 = 0{,}192 \text{ (м)},$$

$$b = (50{,}5 \cdot c)/f_{\text{опт}} \cdot \Theta\beta = (50{,}5 \cdot 1483)/39000 \cdot 10 = 0{,}192 \text{ (м)}.$$

$$S = 0{,}192 \cdot 0{,}192 = 0{,}037 \text{ (м2)}.$$

яғни, $\Theta\alpha$, $\Theta\alpha$ - бұрыштық координаталмен рұқсат ету мүмкіндігі.
Қарқындылығы (3.32)

$$I = |P'_{\text{ш}}/\rho \cdot c| = 0{,}017/103 \cdot 1483 = 1{,}127 \cdot 10^{-8}, \qquad (3.32)$$

яғни ρ - дыбыс тарау кезіндегі ортаның тығыздығы (су),
с – ортадағы дауыс жылдамдығы.
Орта квадраттық шу кернеуі

$$W_{\text{ш}} = I \cdot S = 1{,}127 \cdot 10 - 8 \cdot 0{,}037 = 4{,}157 \cdot 10^{-10}.$$

Шулы бөгеуілдің спектрлік тығыздығы

$$N_0 = W_{\text{ш}}/\Delta f = 4{,}157 \cdot 10^{-10}/4136 = 1{,}005 \cdot 10^{-13} (\text{Вт/Гц}).$$

Табалдырықты анықтау және анықтау сипатының отбасын құру. Екі берілген жалған дабыл ықтималдылығымен табалдырықты есептейміз $P_{\text{жд}} = 10^{-3}$ $P_{\text{жд2}} = 10^{-5}$

Үш жағдай үшін:

а) сигнал нақ анықталған

Бөгеуілдерді тарату орташа жылдамдық бойынша қарастырамыз. Табалдырықты анықтағаннан кейін, интеграл ықтималдылығы 3.1 - кестесін қолданамыз (3.34) пен (3.35):

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Z} e^{\frac{t^2}{2}} dt. \qquad (3.33)$$

$$P_{\text{жд}} = 1 - \Phi(q_0), \text{ сонда, } q_0 = arg\left[\Phi\left(P_{\text{жд}}\right)\right]. \qquad (3.34)$$

Ықтималдылық интеграл 3.4 - кестесінен:

$$P_{\text{жд1}} = 10^{-3}, q_0 = 3{,}1;$$

$$P_{\text{жд2}} = 10^{-5}, q_0 = 4{,}27.$$

Қисық анықтау тұрғызу үшін нүктелерді табамыз:

$$P_{жд} = 1 - \Phi(q_0 - q).$$

б) Кездейсоқ бастапқы фаза сигналы

Релевтік бөгеуілдерді тарқату, бірақ үлкен «сигнал/шу» қатынасында тарқату қалыпты деңгейде келеді (3.35) (3.5- кесте):

$$q_0 = \sqrt{-2 \cdot ln(P_{жд})}. \quad (3.35)$$

3.4 кесте - Белгілі сигналдың қисық анықтау құрылыс нүктесі

q	$P_{жд1} = 10^{-3}$	$P_{жд2} = 10^{-5}$
1	0,01786	0,0005
2	0,1357	0,011
3	0,4602	0,102
4	0,8159	0,39
5	0,97128	0,76
6	0,998134	0,95
7	0,9999519	0,997
8	0,99999	0,9999
9		0,99999

Сонда:

$$P_{жд1} = 10^{-3}, q_0 = 3{,}72; \; P_{жд2} = 10^{-5}, q_0 = 4{,}8$$

3.5 кесте - Кездейсоқ бастапқы фаза сигналының қисық анықтау нүктелері

q	$P_{жд1} = 10^{-3}$	$P_{жд2} = 10^{-5}$
1	0,00326	0,00007
2	0,4272	0,0025
3	0,2358	0,035
4	0,6103	0,21
5	0,8997	0,57
6	0,9887	0,88
7	0,99841	0,98
8	0,99999	0,9993
9		0,99999

в) кездейсоқ фаза мен амплитуда сигналы (3.38):

$$q_0 = \sqrt{-2 \cdot ln(P_{жд})}, \quad (3.38)$$

Сонда:

$$P_{жд1} = 10^{-3}, q_0 = 3{,}72;$$

$$P_{жд2} = 10^{-5}, q_0 = 4{,}8$$

Қисық анықтауларға нүктелерді есептеу (3.39) (3.6-кесте):

$$P_0 = (P_{жд})^{\frac{1}{q^2/2}}. \quad (3.39)$$

3.6 кесте - Сигналдың кездейсоқ фаза мен амплитудасының қисық анықтау нүктелері

q	$P_{жд1} = 10^{-3}$	$P_{жд2} = 10^{-5}$
1	0,01	0,0005
2	0,1	0,02
3	0,2848	0,11
4	0,4642	0,28
5	0,5995	0,42
6	0,6852	0,55
7	0,7627	0,64
8	0,8111	0,7
9	0,8467	0,76
10	0,8753	0,8
11	0,8938	0,83
12	0,9097	0,85
13	0,9224	0,87
14	0,9326	0,89
15	0,941	0,91
16	0,9479	0,92
17	0,9536	0,924
18	0,9585	0,93
19	0,9627	0,944
20	0,9662	0,95

Анықтау сипаттамасының есептеуі

а) Сигналдың энергиясы қажет

$$P_{0\,мин} = 0{,}92$$

$$q_{\text{оп}} = \sqrt{\frac{2\,E_S}{N_0}}, \tag{3.40}$$

Сонда:

$$E_S = \frac{N_0 \cdot q_{\text{оп}}^2}{2}\,. \tag{3.41}$$

Біздің есептеулердің берілгендері 3.1 – сурет пен (3.2- суреттерде көрсетілген

Нәтижелер 3.7– кестесінде көрсетілген.

3.7 кесте - Дұрыс анықтау берілген минималды ықтималдылық сигналдың энергиясы

Сигнал	$P_{\text{жд1}} = 10^{-3}$		$P_{\text{жд2}} = 10^{-5}$	
	q_n	E_S	q_n	E_S
Толық анықталған	4,5	$2{,}261 \cdot 10^{-13}$	6	$3{,}015 \cdot 10^{-13}$
Кездейсоқ бастапқы фазамен	5,1	$2{,}563 \cdot 10^{-13}$	6,7	$3{,}367 \cdot 10^{-12}$
Кездейсоқ амплитуда және фазамен	13	$6{,}533 \cdot 10^{-12}$	17	$1{,}005 \cdot 10^{-12}$

б) когерентті және когерентті емес қабылдау кезіндегі минималды сигналдың энергиясы :

$$E_{\text{и}} = E_S/n. \tag{3.42}$$

Когерентті қабылдауға арналған (3.42) формула.

$$E_{\text{и}} = E_S/\sqrt{n}\,. \tag{3.43}$$

Когерентті емес қабылдауға арналған (3.43) формула.

$n = 1$ және $n = 20$

Тізбектей қабылданған сигналдардың саны.

$n = 1$үшін когерентті және когерентті емес қабылдаулар үшін айырмашылық жоқ (3.8 - кесте).

в) анықтау коэффициенті (3.9 - кесте):

$$\delta = q_{\text{оп}}/\sqrt{n}\ . \tag{3.44}$$

Когерентті қабылдау үшін 3.44.

$$\delta = q_{\text{оп}}/\sqrt[4]{n}\ . \qquad (3.45)$$

Когерентті емес қабылдау үшін.

3.8 кесте - Минималды табалдырық сигналдың энергиясы

		$P_{\text{жд1}} = 10^{-3}$		$P_{\text{жд2}} = 10^{-5}$	
Сигнал	Қабылдау түрі	$n = 1$	$n = 20$	$n = 1$	$n = 20$
Толық анықталған	когеренттік	$2{,}261 \cdot 10^{-12}$	$1{,}508 \cdot 10^{-14}$	$3{,}015 \cdot 10^{-13}$	$2{,}01 \cdot 10^{-14}$
	когеренттік емес		$5{,}839 \cdot 10^{-13}$		$7{,}785 \cdot 10^{-13}$
Кездейсоқ фаза жылжуымен	когеренттік	$2{,}563 \cdot 10^{-13}$	$1{,}709 \cdot 10^{-14}$	$3{,}367 \cdot 10^{-12}$	$2{,}245 \cdot 10^{-14}$
	когеренттік емес		$6{,}617 \cdot 10^{-13}$		$8{,}694 \cdot 10^{-13}$
Кездейсоқ амплитуда және фаза мен	когеренттік	$6{,}533 \cdot 10^{-12}$	$4{,}355 \cdot 10^{-14}$	$1{,}005 \cdot 10^{-12}$	$6{,}701 \cdot 10^{-14}$
	когеренттік емес		$1{,}687 \cdot 10^{-13}$		$2{,}595 \cdot 10^{-13}$

3.9 кесте - Анықтау коэффициенті, δ

		$P_{\text{жд1}} = 10^{-3}$		$P_{\text{жд2}} = 10^{-5}$	
Сигнал	Қабылдау түрі	$n = 1$	$n = 20$	$n = 1$	$n = 20$
Толық анықталған	когеренттік	4,5	1,162	6	1,549
	когеренттік емес		2,287		3,049
Кездейсоқ фаза жылжуымен	когеренттік	5,1	1,317	6,7	1,73
	когеренттік емес		2,591		3,404
Кездейсоқ амплитуда және фаза мен	когеренттік	13	3,357	17	5,164
	когеренттік емес		6,606		10,163

г) импульстік қуат (3.46)

$$W_{\text{и}} = E_S/\tau_{\text{и}}\ , \qquad (3.46)$$

болған кезде $n = 1$;

$$W_{\text{и}} = E_S/\tau_{\text{и}}, \qquad (3.47)$$

болған кезде n=20 (3.10 –кесте).

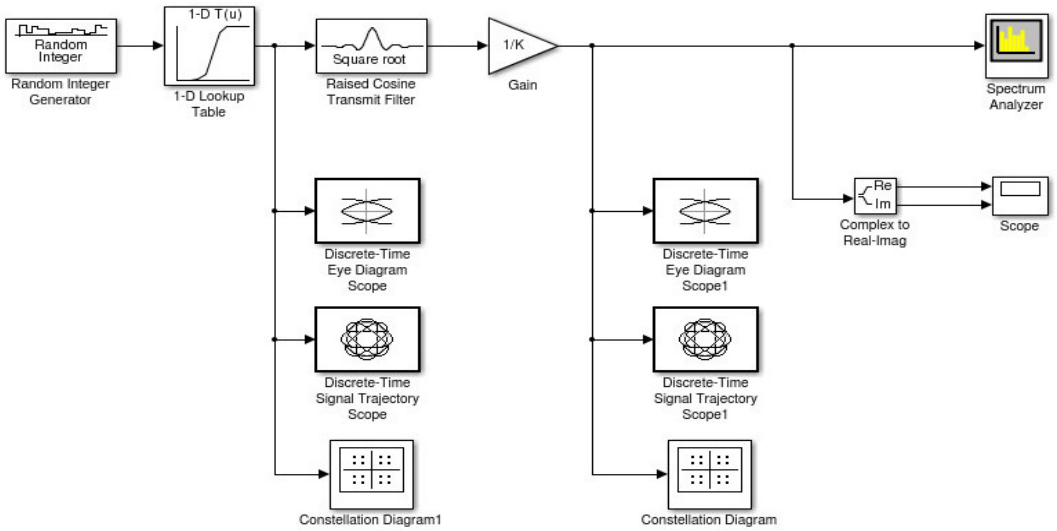
3.10 кесте - Импульстік қуат $W_и$, Вт

		$P_{жд1} = 10^{-3}$		$P_{жд2} = 10^{-5}$	
Сигнал	Қабылдау түрі	$n = 1$	$n = 20$	$n = 1$	$n = 20$
Толық анықталған	когеренттік	$3{,}354 \cdot 10^{-10}$	$2{,}236 \cdot 10^{-11}$	$4{,}472 \cdot 10^{-10}$	$2{,}981 \cdot 10^{-11}$
	когеренттік емес		$8{,}659 \cdot 10^{-11}$		$1{,}155 \cdot 10^{-11}$
Кездейсоқ фаза жылжуымен	когеренттік	$3{,}801 \cdot 10^{-10}$	$2{,}534 \cdot 10^{-11}$	$4{,}993 \cdot 10^{-10}$	$3{,}329 \cdot 10^{-11}$
	когеренттік емес		$9{,}814 \cdot 10^{-11}$		$1{,}289 \cdot 10^{-10}$
Кездейсоқ амплитуда және фаза мен	когеренттік	$9{,}688 \cdot 10^{-10}$	$6{,}459 \cdot 10^{-11}$	$1{,}491 \cdot 10^{-9}$	$9{,}937 \cdot 10^{-10}$
	когеренттік емес		$2{,}502 \cdot 10^{-10}$		$3{,}849 \cdot 10^{-10}$

3.6 Simulink динамикалық үлгілеу ортасында ақпаратты берудің сандық жоғары жылдамдықты жүйесінің радиосигналдарын құру және құру құрылғысының имитациялық моделін әзірлеу

Simulink ортасында модельдеу моделін құру үшін ақпаратты беру жүйелері үшін радиоқабылдағыш құрылғылардың құрылымдық-функционалдық схемаларын құру қажет.

3.7-суретте жоғары жылдамдықты ақпарат тарату жүйелерінің радио таратқышының әмбебап үлгісі көрсетілген.



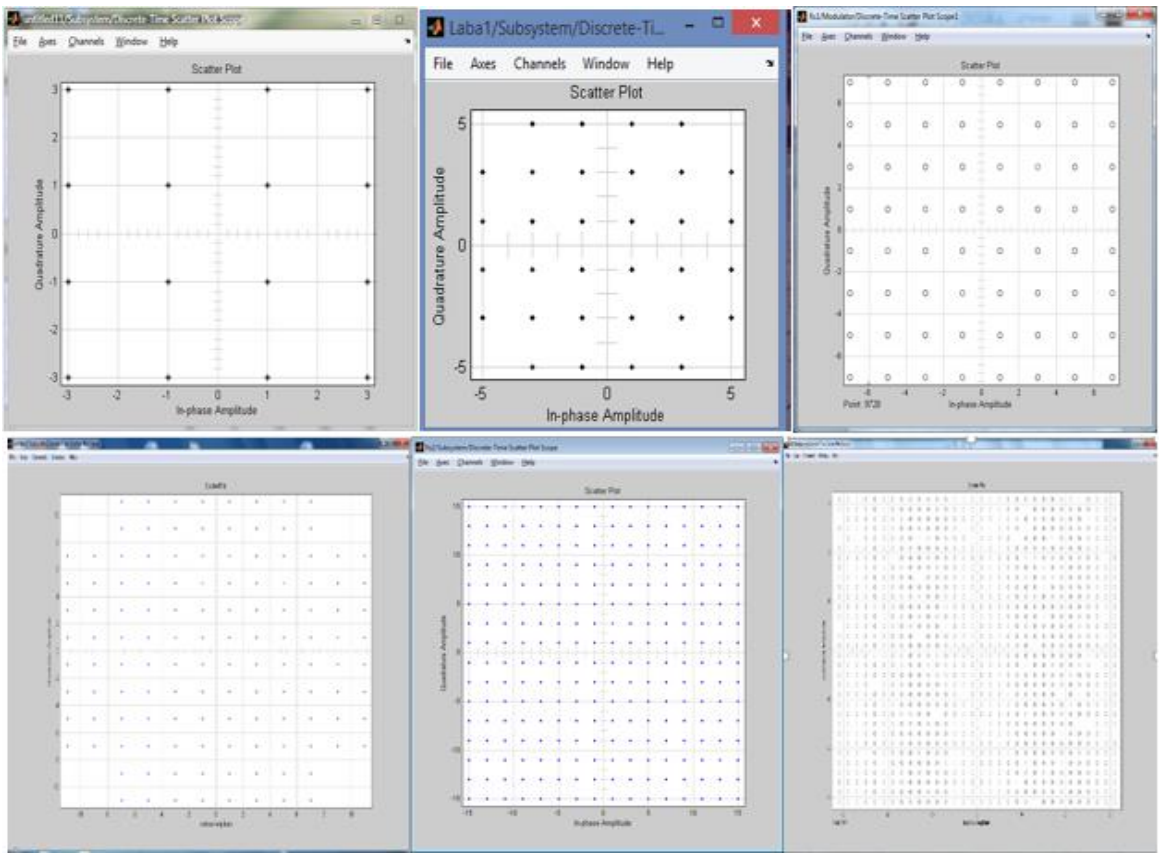
3.7 сурет – Жоғары жылдамдықты ақпарат беру жүйелерінің радио таратқыш құрылғысының модельдеу моделінің құрылымы

Жоғарыда келтірілген модель жұмыс істеуі үшін кездейсоқ сандар генераторындағы шоқжұлдыздың орнын (M-ary number), іріктеу жиілігін (Үлгі уақыты) белгілеу керек, ақиқат кестесінің параметрлеріндегі кіріс таңбаларының векторы мен сигнал шоқжұлдызының нүктелері арасындағы сәйкестікті анықтап, сүзгі түрін таңдау керек (Сүзгі түрі), топтық кідіріс (Топтық кідіріс), дөңгелектеу коэффициенті (Roll факторы), жиіліктің жоғарылау коэффициенті (Жоғары іріктеу коэффициенті), сигналдарды өңдеу табиғаты (Input Processing), күшейткіш параметрлерінде - күшейткіштің өсуі 1/К, мұнда

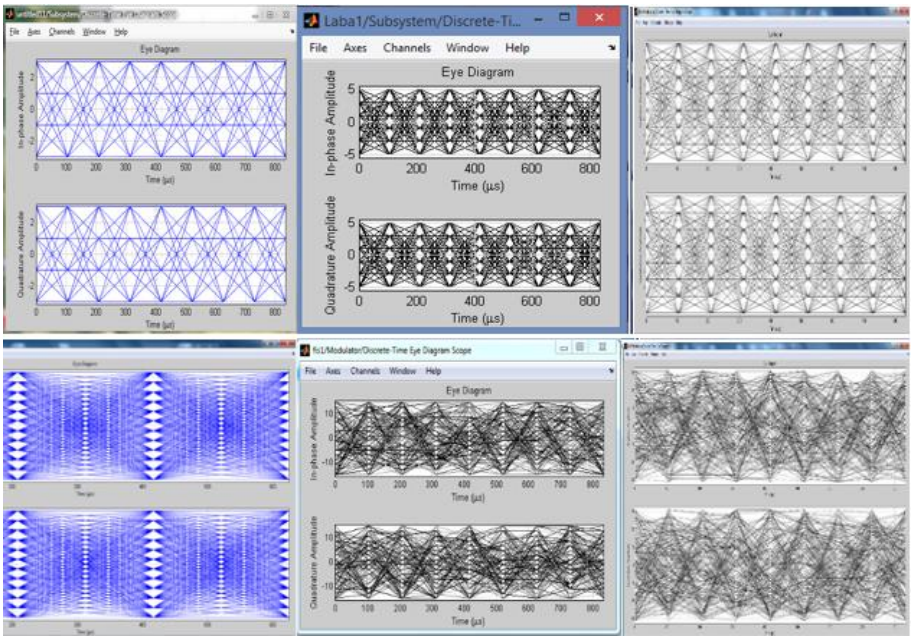
$$K = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N-1}\left|s_i\right|^2} \quad , \qquad (3.48)$$

мұнда N – шоқжұлдыз позициясы.

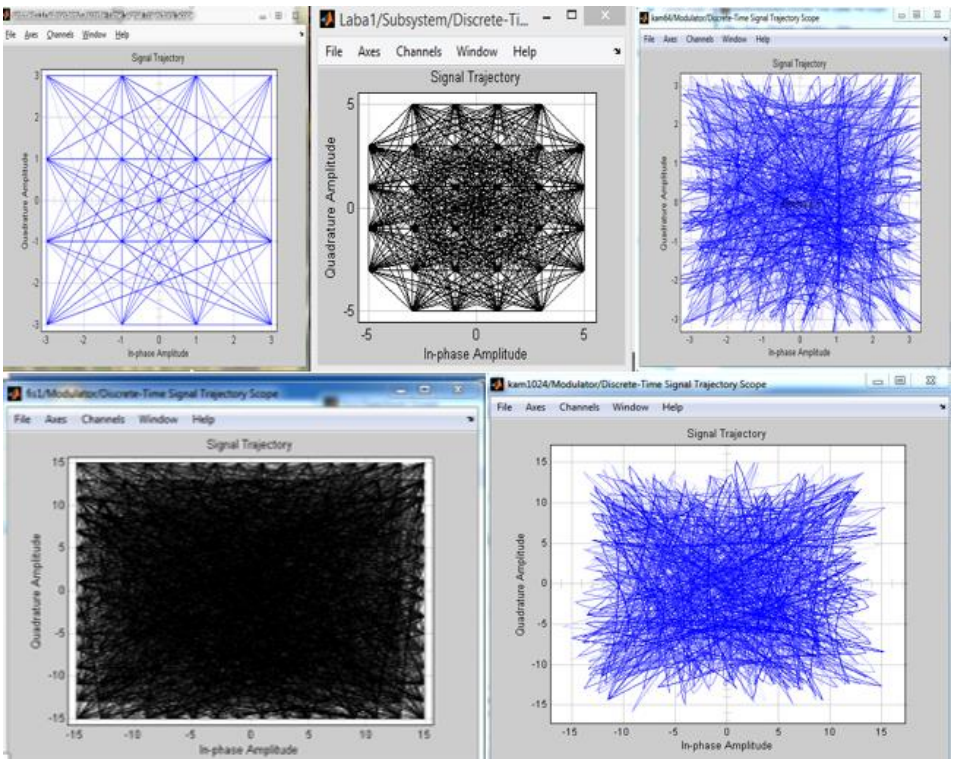
3.8-3.10 Суреттерде КАМ бар кейбір сигналдардың ақпаратын көрсететін блоктар қарастырылған.



3.8 сурет - КАМ бар сигналдардың амплитудалық-фазалық шоқжұлдыздары-16, -32, -64, -128, -256, -1024



3.9 сурет - КАМ бар сигналдардың қайта кодтау кестесінің шығысындағы көз диаграммалары-16, -32, -64, -128, -256, -1024



3.10 сурет - КАМ бар кешенді өрмелі сигнал векторының траекториясы-16, -32, -64, -256, -1024

3.7 Simulink ортасында ақпаратты таратудың сандық жоғары жылдамдықты жүйесінің радиосигналдарын қабылдау және өңдеу құрылғысының имитациялық моделін әзірлеу

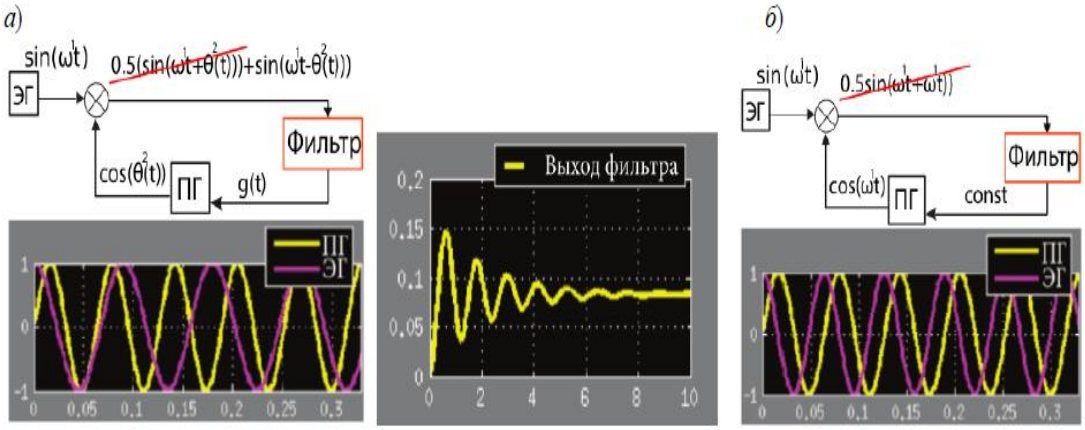
Қазіргі таңда цифрлық байланыс қабылдағыштарының архитектурасының үш буынын бөліп көрсетуге болады. Бірінші қабылдағыштарда сигналдарды өңдеудің үлкен бөлігі аналогтық түрде жүргізілді. Бірте- бірте цифрлық өңдеу сигналдарды аналогтық өңдеуді ығыстырды, және бүгінгі күні кейбір байланыс жүйелерінде аналогтық сигналдарды алып жүретін жиілікте гигагерц бірліктеріне бірден АЦТ- ға беруге болады.

Келісілген сүзу аналогтық сүзгілердің буымен орындалады, содан кейін сигнал символдық жиілікте жұмыс істейтін екі АЦТ көмегімен цифрлық түрге түрлендіріледі. Бақылау үшін символьной жиілігі пайдаланылады аналогтық ілмек фазалық жиілігін (ФАПЧ), детектор орындалатын сандық түрде. Сондай-ақ, сигналдың тасымалдау жиілігін бақылау жүзеге асырылады , Аналогты ФАПЧ ілмегі сандық детектормен басқарылады. Мұндай архитектураның кемшіліктері айқын: аналогтық квадраттық өңдеу; көтергіш жиілікті аналогтық қалпына келтіру; импульстердің жүру жиілігін аналогтық қалпына келтіру.

Сигналдарды цифрлық өңдеу байланыс жүйесінің таратушы жағында сүзгілермен бірдей екі бірдей бірдей келісілген сүзгіні жасауға мүмкіндік береді.

үшінші буын архитектурасында цифрлық жүйелер ақпараттарын қабылдау, аналогтық өңдеу жоқ, қоспағанда жүйелерін ауыстыру сигнал спектрінің тарапынан өте жоғары жиілікті (Сурет 3.11).

3.11 сурет - үшінші буын қабылдағыштарының архитектурасы

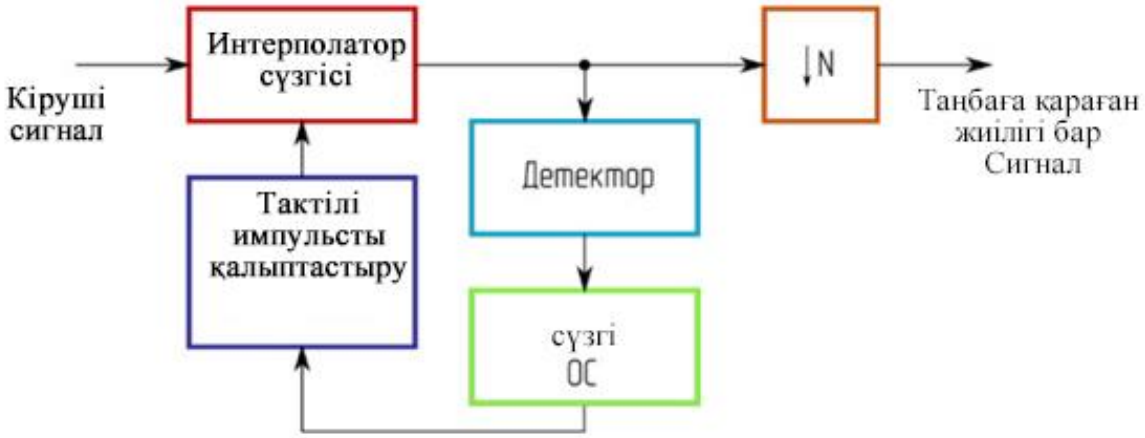


а) уақыттың бастапқы сәті– генераторлардың жиілігі әр түрлі; б) өтпелі процесстен кейін- генераторлардың жиілігі сәйкес келеді

3.12 сурет – фазалық детектор – көбейтгішпен классикалық ФАПЧ жиіліктерін қайта құру

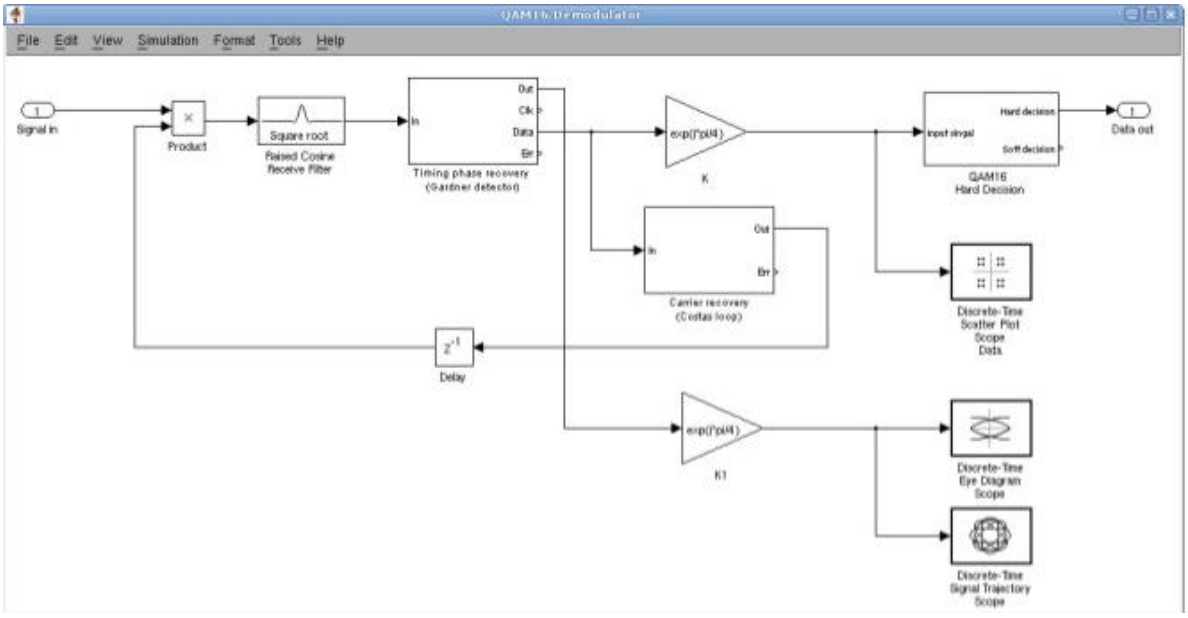
3.13 суретте тактілік импульстерді қалпына келтіру ілмегінің құрылымдық сұлбасы көрсетілген . Бірнеше түрлі синхрондау қателіктерінің символдық жиілігі бойынша детекторлары бар, олардың кейбіреулері таңбаға бір санаумен (мысалы, максимальді ақиқат детекторы), басқалары – таңбаға екі санаумен (Гарднер детекторы, ноль арқылы өту детекторы) жұмыс істейді, олардың барлығы кері байланыс фильтріне түсетін синхрондау қатесінің сигналын береді. Кері байланыс сүзгісінің шығыс сигналы тактілі

импульстердің басқарылатын генераторына келіп түседі және оның жиілігі мен фазасын реттейді.



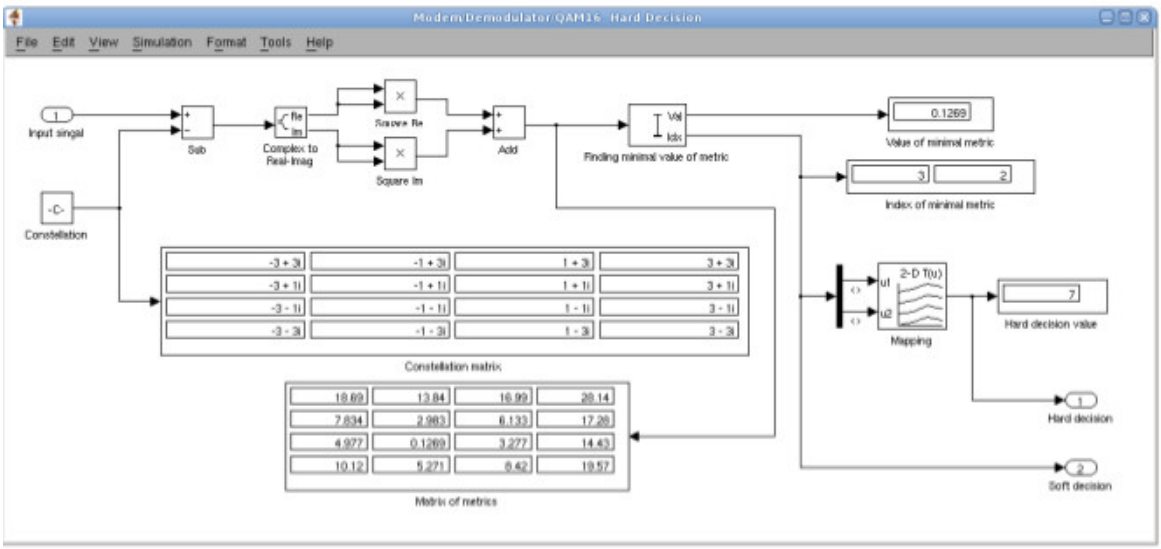
3.13 сурет - Символдық жиілікті қалпына келтіру сұлбасы

Байланыс жүйесі моделінің қабылдау бөлігінің блогы 3.14 суретте көрсетілген.

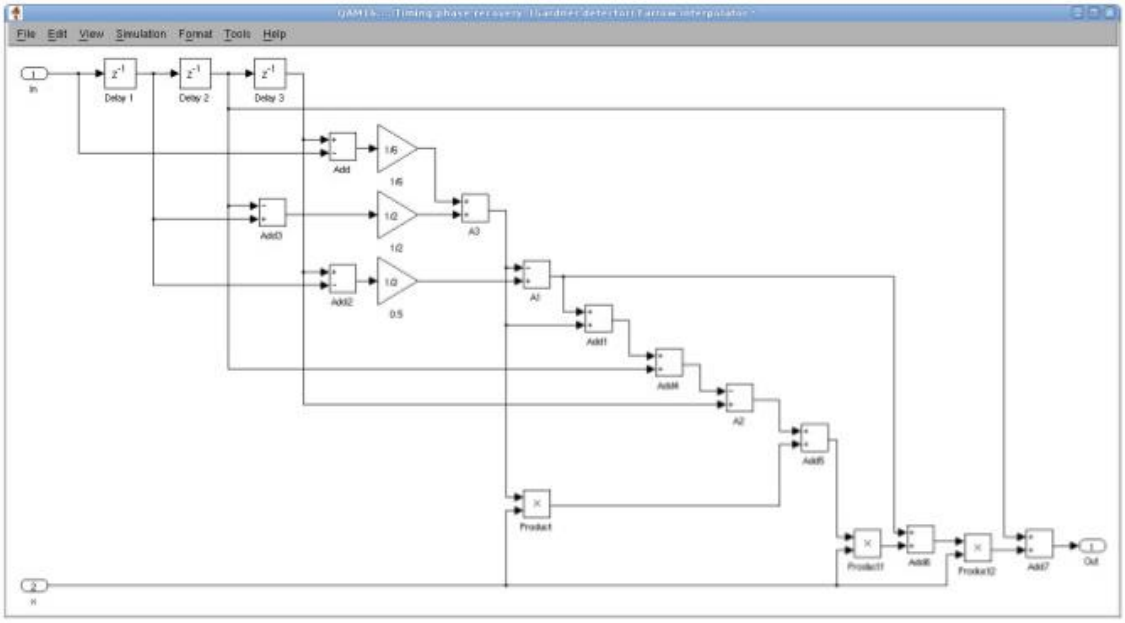


3.14 сурет - радиосигналдарды қабылдау және өңдеу құрылғысының имитациялық моделі

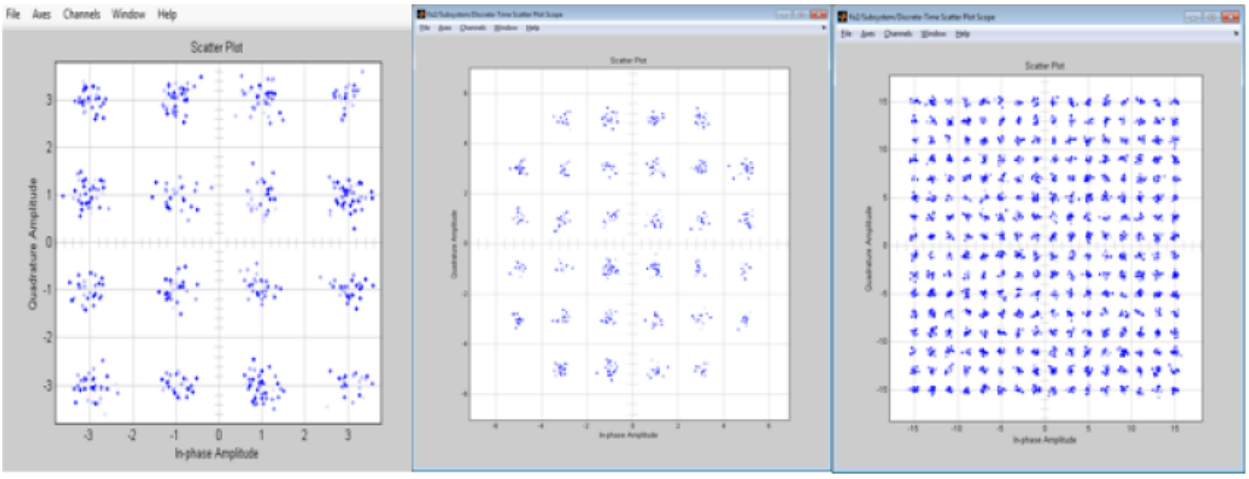
Сигналдың демодуляциясы метрикаларды есептеу негізінде жүзеге асырылады және әмбебап демодулятор түрінде орындалады (3.15 сурет).



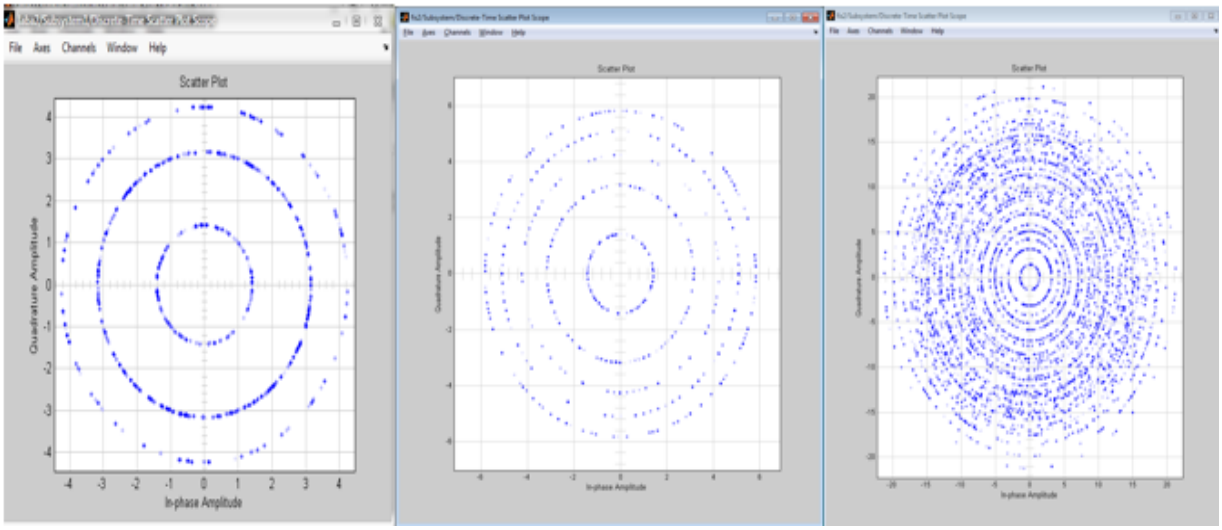
3.15 сурет - Әмбебап демодулятордың имитациялық моделі



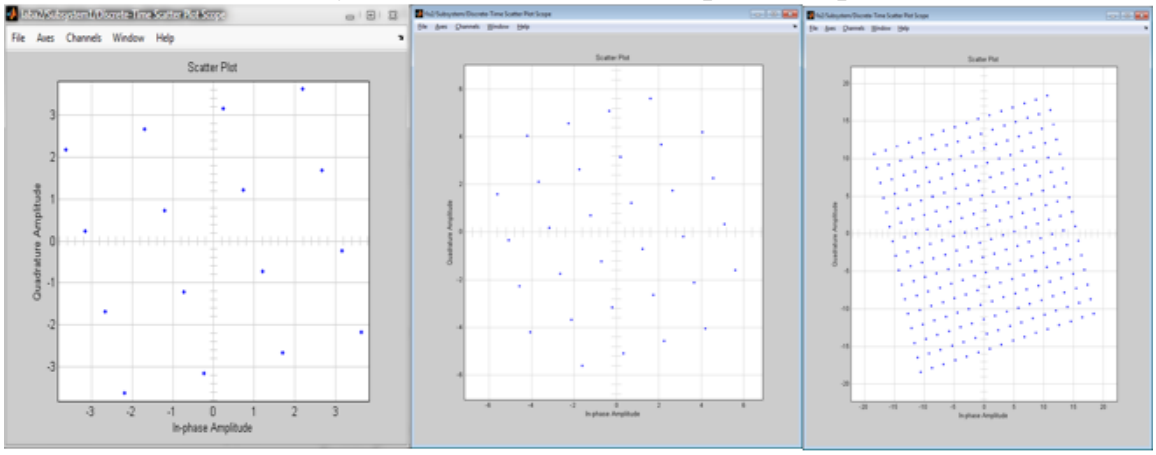
3.16 сурет - Интерполятор фильтрінің имитациялық моделі



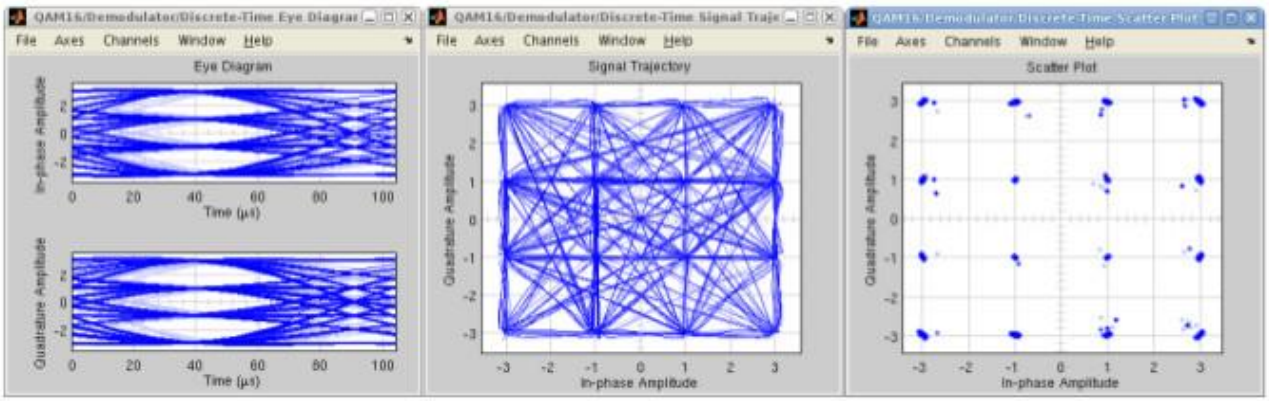
3.17 сурет - АБГШ қосу кезінде квадраттық амплитудалық модуляциясы бар сигнал диаграммалары



3.18 сурет - Жиіліктік келісу кезіндегі квадраттық амплитудалық модуляциямен сигнал диаграммалары



3.19 сурет - Фазалық келісу кезіндегі квадраттық амплитудалық модуляциямен сигнал диаграммалары



3.20 сурет - Символдық жиілік бойынша шашырандыру кезіндегі квадраттық амплитудалық модуляциямен сигнал диаграммалары

Демек, Tetra сүзгілеу үшін Simulink бағдарламалық пакетінің базасында квадратуралық амплитудалық модуляциясы бар радиосигналдарды қабылдау және өңдеу құрылғысының имитациялық моделі әзірленді.

4 Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі

Tetra үшін цифрлық сигналдарды өңдеу құрылғыларын зерттеу компьютерде жүргізіледі, сондықтан тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде дербес компьютерлерге қойылатын талаптар, сондай-ақ жеке электронды-есептеуіш машинамен жабдықталған жұмыс орнындағы еңбек жағдайлары мен факторлары қаралатын болады.

Tetra байланысы ұйымдастырылған электромагниттік сәулелену диапазоны микротолқын диапазонына жатады, яғни, жиілік диапазоны 300 МГц - 300 ГГц және толқын ұзындығы 1 м - 1 мм. Өндірістегі микротолқынды сәулеленудің негізгі көздері мыналар: радио таратқыш құрылғылардың антенналары, таратушы желілердегі тесіктер мен саңылаулар және толқындардың фланецтік қосылыстары, генераторлардың қорғаныш құрылғыларындағы ағып кетулер мен тесіктер, генераторлардың ашық шығулары.

4.1 Адам ағзасына электромагниттік сәуленің әсері

Радио жиілік диапазонының электромагниттік өрістері (ЭМӨ) деңгейлерінің адам ағзасына әсерін зерттеу бойынша зерттеулер жүйке, жүрек-қан тамырлары, тыныс алу жүйелері тарапынан белгілі бір өзгерістер, қан көрсеткіштерінің өзгеруі, зат алмасу және эндокриндік бездердің кейбір функциялары анықталған. Өндірістік жағдайларда адамдардың үлкен контингентін тексеру кезінде көңіл-күйдің нашарлауына шағымдардың саны мен жиілігі кәсіби өтілінің ұлғаюымен өсе түсетіні анықталды, сонымен қатар созылмалы сәулеленуде ерте және неғұрлым айқын реакциялар жүйке жүйесі тарапынан анықталады. Психоневрологиялық симптомдар тұрақты бас ауруы,

шаршау, әлсіздік, ұйқының бұзылуы, жоғары тітіркену, есте сақтау және зейіннің әлсіреуі түрінде көрінеді. Кейде ұстамалы бас ауруы, тері қабаттарының қатуы, адинамия және талу жағдайлары байқалады. АЖЖ-сәулеленудің ұзақ әсер етуі кезінде қандағы өзгерістер, хрусталиктің (катаракта) жуылуы, трофикалық аурулар (шаштың түсуі, арықтау, тырнақтың сынуы), ал соңғы мәліметтерге сәйкес онкологиялық аурулар санының өсуі, репродуктивті функцияның, иммунитеттің жоғалуы орын алуы мүмкін.

Осылайша, өндірістік және қоршаған ортадағы электромагниттік жағдайды қалыптастырудағы ЭМӨ-нің биологиялық маңыздылығы жұмыс аймағы мен тұрғын аумақтағы электромагниттік өрістерді гигиеналық бағалау және болжау әдістемелерін игеру, санитарлық-қорғау аймақтарын анықтау және ЭМӨ-нің адам ағзасына зиянды әсерін төмендету бойынша басқа да инженерлік-техникалық тәсілдер мен құралдарды қолдану үшін маңызды алғы шарт болып табылады.

4.2 АЖЖ сәулеленуден қорғаудың негізгі тәсілдері мен құралдары

Персоналды немесе халықты электромагниттік сәулеленуден қорғауды таңдау кезінде өндірістің ерекшеліктерін, жабдықты пайдалану шарттарын, жиіліктердің жұмыс ауқымын, Орындалатын жұмыстардың сипатын, өрістің қарқындылығын, сәулелену ұзақтығын және басқа да факторларды ескеру қажет.

1.02.2010 жылғы "ұялы байланыс жүйелерін орнатуға және пайдалануға қойылатын гигиеналық талаптар" №14 СанЕжН-ге сәйкес жұмыс немесе тұрғын аймақта өріс қарқындылығын төмендету үшін әр түрлі инженерлік - техникалық тәсілдер мен құралдарды, сондай-ақ ұйымдастыру және емдеу-алдын алу іс- шараларын қолдану ұсынылады.

Инженерлік-техникалық әдістер мен құралдар ретінде мыналар қолданылады: сәуле шығарғыштарды, үй-жайларды немесе жұмыс орындарын экрандау; қуат көзінің қуатын азайту есебінен (егер техникалық шарттар мүмкіндік берсе) жұмыс немесе тұрғын аймақтағы энергия ағынының кернеулігі мен тығыздығын азайту және қуат пен келісілген жүктемелерді (мысалы, антенналардың эквиваленттерін) әлсіретушілерді (аттенюаторларды) пайдалану; жеке қорғаныс құралдарын қолдану.

Экрандау кезінде экранның материалымен электромагниттік энергияны сіңіру және оның экран бетінен шағылысу сияқты құбылыстар қолданылады. Сіңіру ЭМӨ негізделеді жылу шығындармен қабатындағы материалдың және тәуелді электромагниттік қасиеттері материал экран (электр өткізгіштік, магниттік өтімділік, т. б.). Сурет ауаның электромагниттік қасиеттерінің (немесе электромагниттік энергия таралатын басқа ортаның) және экран материалының сәйкессіздігіне байланысты.

Экрандарды дайындау үшін жұқа металл (болат, алюминий, мыс, қорытпалар) табақтар немесе металл торлар қолданылады, себебі металдар жақсы өткізгіш бола отырып, экрандау кезінде пайдаланылатын екі құбылысты іске асырады.

Ауа мен металдың электромагниттік қасиеттерінің Елеулі сәйкессіздігіне байланысты металдардың үлкен шағылысу қабілеті бірқатар жағдайларда жағымсыз болуы мүмкін, өйткені жұмыс аймағындағы өріс қарқындылығы ұлғайтылуы және сәуле шығарушының жұмыс режиміне әсер етуі мүмкін. Мұндай жағдайларда арнайы конструкцияның шағылысу коэффициенті аз экрандарды - жұтатын экрандарды қолданған жөн. Металл экрандар радио жиілік диапазонының электромагниттік энергиясы үшін іс жүзінде өткізбейді.

Жұтатын жүктемелер мен аттенюаторларды қолдану қоршаған кеңістікке электромагниттік энергия сәулеленуінің қарқындылығын 60 дБ және одан да көп әлсіретуге мүмкіндік береді.

Антенна өрісінде жұмыс істеу, объектіде сынау және реттеу жұмыстарын жүргізу, авариялық жағдайларды жою және жөндеу кезінде ЭМӨ-ден қорғау үшін жеке қорғаныс құралдарын пайдалану ұсынылады. Барлық денені қорғау үшін комбинезондар, халаттар және капюшондар қолданылады. Олар матаның үш қабатынан жасалады. Ішкі және сыртқы қабаттар мақта - мата матадан (диагональ, жиек), ал орташа қорғаныш қабаты өткізгіш торы бар радиотехникалық матадан жасалады. Көзді қорғау үшін жартылай өткізгіш қалайы бар шыныдан жасалған арнайы радиозащит көзілдірік пайдаланылады. Осы көзілдіріктермен ЭМӨ әлсіреуі 20-дан 22 дБ-ға дейін.

Ұйымдастыру іс-шаралары: персоналға қойылатын талаптар (жасы, медициналық куәландыру, оқыту, нұсқаулық және т. б.), жұмыс үй-жайларындағы жабдықтар мен жұмыс орындарын ұтымды өзара орналастыруды таңдау; Жабдықтар мен қызмет көрсету персоналының тиімді жұмыс режимін белгілеу; жабдықтың жұмысын уақыт бойынша шектеу (мысалы, жөндеу және жөндеу жұмыстарын жүргізу уақытын қысқарту есебінен); қашықтықты қорғау (жабдықты қашықтықтан басқаруды пайдалану мүмкіндігі болған кезде ЭМӨ көзінен жұмыс орнын); ескерту сигнализациясы құралдарын қолдану.

Емдеу-профилактикалық іс-шаралар ЭМӨ әсерінен туындауы мүмкін аурудың алдын алуға, сондай-ақ ауру анықталған кезде жұмыскерлерді дер кезінде емдеуге бағытталған.

ЭМӨ жағдайында жұмыс істейтін адамдардың кәсіптік ауруларының алдын алу үшін алдын ала (жұмысқа түсетіндер үшін) және мерзімдік (жылына кемінде бір рет) медициналық бақылау сияқты шаралар, сондай-ақ ЭМӨ әсеріне адам ағзасының тұрақтылығын арттыруға ықпал ететін бірқатар шаралар қолданылады. Медициналық бақылау ЭМӨ сәулелену жағдайында жұмыс істеуге қарсы болмайтын ағзадағы осындай патологиялық өзгерістері бар адамдарды анықтауға және емдеу қажеттілігін анықтауға мүмкіндік береді.

ЭМӨ ағзаның резистенттілігін арттыруға ықпал ететін іс-шараларға тұрақты физикалық жаттығулар, Еңбек және демалыс уақытын ұтымды ету ,

сондай-ақ кейбір дәрілік препараттар мен жалпы бекітетін витаминді кешендерді пайдалану жатқызылуы мүмкін.

5 Техникалық-экономикалық негіздеме

Есептік кезеңнің жылдары бойынша техникалық-экономикалық көрсеткіштердің тұрақтылығымен сипатталатын ғылыми-техникалық прогрестің іс- шаралары үшін радиобайланыстың цифрлық жүйесін енгізуден түскен шығындарды есептеу 5.1 формуласы бойынша орындалады.

$$З = \frac{З_Г}{К_{рп} + Е_н}, \qquad (5.1)$$

мұнда $З_Г$ - есепті кезеңнің жылдар бойынша өзгермеген жабдықты енгізуге және қызмет көрсетуге арналған шығындар;

$$З_Г = И + (К_{рп} + Е_н) \cdot К, \qquad (5.2)$$

мұнда $И$ - цифрлық радиобайланыс жүйесін пайдалануға арналған ағымдағы шығындар;

$Е_н$ - күрделі салымдар тиімділігінің нормативі, $Е_н$=0,25;

$К$ - цифрлық радиобайланыс желісін құруға арналған күрделі шығындар;

$К_{рп}$ - уақыт факторын ескере отырып және қызмет ету мерзіміне байланысты есептелген жабдықты реновациялау коэффициенті, $К_{рп}$=0,0315.

5.1 Радиобайланыс жүйесін құруға арналған күрделі салымдарды есептеу

Байланыс желісін құруға күрделі салымдарға:

– жабдықтың құны;
– жабдықты монтаждау және іске қосу-баптау;
– Көлік және дайындау-қойма шығыстары;
– жабдықты тіркеуге, жиіліктерді алуға байланысты өзге де шығыстар, күтпеген шығыстар.

Құрал- жабдықтың құны қаралып отырған стандарттың 5.1 кестеде келтірілген.

5.1 кесте - Tetra Транкингтік жүйесі жабдықтарының құны

Жинақтаушылардың атауы	құны, тенге.	саны, дана.	Жиынтықтауыш тардың жиынтық құны
Базалық станция (БС)	3 428 500	8	27428000
Маршруттауды басқару торабы (коммутатор) IP-N	125 000	1	125000
Жинақтаушылардың атауы	құны, тенге.	саны, дана.	Жиынтықтауыш тардың жиынтық құны
Аккумуляторлық шкаф	102 380	8	819040
Аккумуляторлы батареи SPG	34 020	8	272160
GPS антенна	12 000	8	96000
екіполяризациялы антенна	135 500	8	1084000
Стационар терминал	64 000	96	6144000
Сыртқы батареялары бар UPS(APS) үздіксіз қуат көзі	223 750	8	1790000
Алып жүретін терминал	25 700	50	1285000
NMS желісін басқару жүйесі	13 740 000	1	13740 000
Дербес компьютер NMS	235 200	1	235200
Коаксиалды кабель, 50 Ом, м	470	880	413600
Аппаратты контейнер	176 000	8	1408000
Монтажды арматура	147 300	12	1767600
Барлығы	56 607 600		

Жабдықты монтаждау және орнату жабдық құнының 8 % құрайды. Көлік шығындары жабдық құнының 2,5 % құрайды. Басқа шығындар 4 %, күтпеген шығындар - 2% құрайды.

Байланыс жүйесін енгізуге кететін капиталдық салымдарды есептеу нәтижесі 5.2- кестеде көрсетілген.

5.2 кесте - Радиобайланыс желісін құруға күрделі салымдарды есептеу

Шығындар атауы	құны, тенге
Құрал- жабдықтар	56 607 600
Жабдықты монтаждау және орнату	4528608
Транспорттық шығындар	1415190
Өзге де және күтпеген шығыстар	3396456
Барлығы	65947854

5.2 Тікелей және жалпы ағымдағы шығындарды есептеу

Радиобайланыстың цифрлық желісін ұстауға арналған тікелей шығыстарға:

– қызмет көрсететін персоналдың еңбегіне ақы төлеу;
– әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар;
– электр энергиясына шығындар;
– материалдарға шығындар;
– басқа шығындар

Жалпы шығыстарға өзге де әкімшілік-басқару шығыстары жатады.

Осы шығыстарды анықтау үшін бастапқы деректер:

– 1- разрядты тарифтік ставка, ТСТ = 8700 теңге;
– КСАР инженерінің тарифтік коэффициенті = 3,4;
– сыйақы коэффициенті кП = 1,4;
– Транкинг жүйесі үшін екі қабылдағыш таратқышы бар базалық станция тұтынатын қуат, РБС = 200 Вт·сағ;
– РҚ жүйесін басқару жабдығын тұтынатын қуат = 400 Вт·сағ;
– дербес компьютер қолданатын қуат, Рпк = 220 Вт·сағ;
– құны 1 кВт·сағ-25 теңге.

Жобаланатын учаскеде цифрлық радиобайланыс жүйесінің жабдықтарына қызмет көрсету үшін қызмет көрсететін персонал қажет. Жүйенің базалық жабдықтарына қызмет көрсету үшін екінші санатты екі инженер қажет. Базалық станциялардың жабдықтарына қызмет көрсету үшін екі бригада қажет, оның құрамына екі электромеханик және екінші санатты бір инженер кіреді . Қр басқару аппараты кіреді бір басшысы с окладом 160000 теңге. Қызметкердің лауазымдық жалақысы:

$$ДО_{ИНЖ} = T_{СТ} \cdot k_{ТАР} \cdot (k_{ОСОБ} + k_{ОТВ} + k_{СПЕЦ} + k_{КОНТР} + 1), \qquad (5.3)$$

мұнда $T_{СТ}$ - 1 разрядтағы тариф ставкасы, Тст = 8700 тенге;

$k_{ТАР}$ - тарифтік коэффициент работника;

$k_{ТАР}$ = 2,84 - инженер үшін;

$k_{ТАР}$ = 2,48 - электромеханик үшін;

$k_{ОСОБ}$ - үшін ерекшеліктері еңбекті ұйымдастыру, kособ = 0,15;

$k_{ОТВ}$ - орындалатын жұмыстардың жауапкершілік сипаты үшін, kотв = 0,15;

$k_{СПЕЦ}$ - арнайы жабдықтағы жұмыс үшін, kспец = 0,09;

$k_{КОНТР}$ - келісім-шарт бойынша жоғарылату коэффициенті, kконтр = 0,5.

$ДО_{ИНЖ}$ = 8700 · 2,84 · (0,15 + 0,15 + 0,09 + 0,5 + 1) = 46698 тенге (инженер үшін)

$ДО_{МЕХ}$ = 8700 · 2,48 · (0,15 + 0,15 + 0,09 + 0,5 + 1) = 40779 (электромеханик үшін).

Инженердің негізгі еңбекақысын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$ЗП = ДО \cdot (1 + k_{ВЫСЛ} + k_{ПРЕМ} + k_{НАДБ}), \quad (5.4)$$

мұнда $k_{ВЫСЛ}$ - еңбек сіңірген еңбегі үшін коэффициент, kвысл = 0,015;
$k_{ПРЕМ}$ - сыйлықақы беру коэффициенті, kпрем = 0,4;

$k_{НАДБ}$ - толық күрделілік коэффициенті, kнадб = 0,24.

$ЗП_{ИНЖ}$ = 46698 · (1 + 0,015 + 0,4 + 0,24) = 77285 тенге (инженер),

$ЗП_{МЕХ}$ = 40779 · (1 + 0,015 + 0,4 + 0,24) = 67489 тенге (электромеханик).

Сонда бір жылдағы өндірістік персоналдың негізгі жалақысы:

$ЗП_{О}$ = (4 · 77285 + 4 · 67489 + 160000) · 12 = 8857152 тенге

$ЗП_{Д}$ = 8857152 · 0,1 = 885715 тенге

Әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар негізгі және қосымша еңбекақының 34,6%- ын құрайды

СО = (8857152 + 885715) · 0,346 = 3371032 тенге

Электр энергиясына жұмсалатын шығындарды мына формула бойынша анықтаймыз:

$$З_{ЭН} = \frac{(P_{БС} \cdot N_1 + P_{ПК} \cdot N_2 + P_{ОУ} \cdot N_3) \cdot T \cdot Ц}{1000}, \quad (5.5)$$

мұнда P - базалық станция тұтынатын қуат, Вт·ч;
N_1 - базалық станциялар саны;
$P_{ПК}$ - жеке компьютер тұтынатын қуат, Вт·ч;
N_2- дербес компьютерлер саны;
$P_{ОУ}$ - жүйені басқару жабдығы тұтынылатын қуат;
N_3- басқару жабдықтарының саны.
T - жабдықтың жұмыс сағаттарының саны, Т=24·365=8760 ч;
$Ц$- құны 1 кВт·ч.

$$З_{ЭН} = \frac{(200 \cdot 8 + 220 \cdot 1 + 400 \cdot 1) \cdot 8760 \cdot 25}{1000} = 486180$$ тенге

Материалдар мен қосалқы бөлшектерге арналған шығындар байланыс жабдықтары мен құрылыстарының анық үздіксіз жұмыс істеуі үшін қажетті

профилактикалық және жөндеу жұмыстарына арналған шығыстарды қамтиды және жабдықтар құнының 0,5% деңгейінде анықталады.

$$ЗМ = ЦО \cdot 0,005. \quad (5.6)$$

$$ЗМ = 56\ 607\ 600 \cdot 0,005 = 283038 \text{ тенге}$$

Өзге де өндірістік және көлік шығыстарына арнайы киімдердің тозуына, жабдықтарды жөндеу бойынша жұмыстарға ақы төлеу, ішкі өндірістік көлік шығыстары, жүріп - тұру шығындары үшін үстеме ақы, өндірістік персоналдың іссапар шығыстары, жылыту, жарықтандыру кіреді-еңбекақыдан (негізгі және қосымша) 3% қабылдауға және мына формула бойынша анықтауға болады (5.7)):

$$ЗП_Р = 0,03 \cdot (ЗП_О + ЗП_Д). \quad (5.7)$$

$$ЗП_Р = 0,03 \cdot (8857152 + 885715) = 292286 \text{ тенге}$$

Ағымдағы тікелей шығындардың жиынтығы:

$$ИП_Р = ЗП_О + ЗП_Д + С_О + ЗЭ_Н + З_М + ЗП_{Р.} \quad (5.8)$$

$$ИП_Р = 8857152+885715+3371032+486180+283038+292286 = 14175403 \text{ тенге}$$

Өзге әкімшілік-басқару шығыстары тікелей шығындардың 10% құрайды.

Қарастырылып отырған байланыс стандарттары үшін тура және жалпы шығындарды есептеу 5.3- кестеде келтірілген .

5.3 кесте - Тікелей және жалпы шығындар

Шығындар	құны, тенге
Тікелей шығындар	14175403
Әкімшілік басқару шығыстары	1417540
Жалпы ағымдағы шығындар	15592943

Ол кезде цифрлық радиобайланыс желісіне жиынтық шығындар құрайды:

$$З = \frac{15592943 + (0,0315 + 0,25) \cdot 65947854}{0,0315 + 0,25} = 121340192 \text{ тенге.}$$

Қорытынды

Бұл жұмыстың негізгі бағыты TETRA цифрлық стандартын сипаттау болып табылады. Жұмыс бабында техникалық сипаттамалар қарастырылды: жүйенің жұмыс істеу диапазоны; қолданып отырған модуляция тәсілдері, және TETRA радиоинтерфейсі мен құрылымы кең ауқымды қарастырылды. TETRA жүйесінде қатыстық-фазалық (дифференциалдық) манипуляция $(+\pi/4\ -\pi/4,)$, (DQPSK - Differential Quadrature Phase Shift Keying) фазалық жылжуымен қолданылды.

Мәліметтерді шифрлау және қорғау процессі сипатталды. Ағындық шифрлау басқа шифрлау әдістеріне қарағанда, бөгеуілі бар арналарда қателіктердің көбеюі жоқ болуымен ерекшелінеді.

Бұл дипломдық жұмыста жылжымалы байланыстың цифрлық транкингтік желісінің құрылу ерекшеліктері қарастырылды. Әртүрлі цифрлық транкингтік жүйелерді салыстыру орын алды. Олардың ішінде комбинацияланған желі құрылуы үшін барлық параметрлерге едәуір сәйкес келетін TETRA жүйесі таңдалды. Цифрлық технологиялық транкингтік радиобайланыс жүйелерінің жүргізілген салыстырмалы анализі теміржол көлігі жағдайларында кең қолданысқа цифрлық транкингтік TETRA, TETRAPOL, APC025 жүйелері ие болғанын көрсетті.

Кәсіби радиобайланыс желілері үшін модуляция әдісін сипаттайтын негізгі көрсеткіш болып арнаның жолақ еніне келтірілген радиоарна бойынша ақпаратты тарату жылдамдығы табылады. Сондықтан модуляция әдістері перспективті болатын әдістерге DQPSK және GMSK (200кГц арна ені кезінде) жатады, олар TETRA және GSM жүйелерінде қолданылады.

Нысана қозғалысының жылдамдығы артқан кезде, сонымен қатар жұмыс жиілігі артқан кезде, деңгей қимасының көрсеткіш шамасы артады, бұл уақыт бірлігіндегі сигналдың қату санының артуын білдіреді. R/o=0,l параметрінің мәні кезінде және нысана қозғалысының жылдамдығы 100 км/сағ кезінде 460 МГц жиілік диапазонында деңгей қимасының көрсеткіші және 8 және 15бір/сек мәнін қабылдайды. Антеннаның шуыл температурасы - 295.55К. Сигнал/шу қатынасы 21 дБ. Бұл жұмыс тұрақтылығы үшін жақсы нәтиже.

Сонымен қатар, деректер алмасудың жоғары жылдамдықтарымен цифрлық байланыс желілерінде радиосигналдарды қабылдау және өңдеу, генерациялау және қалыптастыру құрылғыларын модельдеудің таңдалған ортасында әмбебап Имитациялық модельдер әзірленді.

Ақпаратты берудің жоғары жылдамдықты радиожүйелерінде жиіліктік селекция сүзгілерінің параметрлерін таңдау рәсімі әзірленді.

Пайдаланылғын әдебиеттер тізімі

1 Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фистова Т.В. Сети подвижной связи. - М.: Радио и связь, 2007

2 Гришанков Б.Т. TETRA: технология цифровой транкинговой радиосвязи. - М.: Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2001

3 Зюко А.Г. Помехоустойчивость и эффективность систем связи. - М.: Связьиздат., 2009.

3 К.Феер. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. - М.: Радио и связь, 2000.

4 Голубицкая Е.А.. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2006.

5 Базылов К.Б, Алибаева С.А. Методические указания для выполнения экономической части выпускной работы. - Алматы: АУЭС, 2009.

6 Фурсов В.Г. Финансовый менеджмент. Учебное пособие. – М.: Энергия, 2010.

7 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник. – М.: Радио и связь, 2008.

8 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 2003.

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

11 СНИП РК 2.02-05-2002 Пожарная безопасность зданий и сооружений

12 ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.

13 Технико-экономические особенности создания транковых систем. Компания «Информационная Индустрия». Интернет страница: http://www.informind.ru/po/mpt

14 TETRA в Казахстане. Интернет страница казахстанский сервис для ведения бесплатных блогов. ОАО «You vision». http://yvision.kz/post/345175.

15 Транкинговые системы. Компания «Транкинговые системы связи». Интернет–страница: http://ew7as.at.tut.by/trunk.html

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

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

18 Волков, Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учеб. пособие / Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. - М.: Эко-Трендз, 2005.

19 Восстановление несущей с помощью ФАПЧ с расширенной полосой захвата [Электронный ресурс]. –Режим доступа: http://stcspica.ru/files/CarrierRec.pdf. Дата обращения: 9.02.2014.

20 Галкин, В.А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учеб. пособие для вузов / Галкин В.А. - М.: Горячая Линия – Телеком, 2007.

21 Гинзбург, В.В. Теория синхронизации демодуляторов / Гинзбург В.В., Каяцкас А.А. - М.: Связь, 1974.

22 Говорухин, В. Компьютер в математических исследованиях. Учебный курс. / Говорухин В., Цибулин В. - СПб: ПИТЕР, 2001.

23 Джон К. Белами Цифровая телефония / Джон К. Белами // Изд. 3-е. М.: ЭКТренд, 2004. 639 с.

24 Дж. Спилкер Цифровая спутниковая связь / Дж. Спилкер; под ред. Маркова. М.: Связь, 1979. 591 с.

25 Довбня, В.Г. Вероятность ошибки подоптимального приема многопозиционных сигналов с квадратурной амплитудной манипуляцией / Довбня В.Г., Онучин М.Я., Сизов А.С. // Методы и средства обработки систем информации: Сб. науч. ст. Курск, 1997.