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 т.ғ.к, доцент, PhD докторы Темырканова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: VSAT технологиясы негізінде корпоративті жерсеріктік байланыс желісін жобалау
Мамандығы: 5В071900 - Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар
Орындаған: Турарбек Сая Абумуталипқызы Тобы: РЭТ(МТС)к-16-2
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі: доцент, Жунусов Қанат Хафизович
Кеңесшілер:
Экономикалық бөлім бойынша:
доцент, Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____»_____2020ж.
(қолы)
Өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент, Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____«____» _____2020ж.
(қолы)
Есептеу техникасын қолдану бойынша:
доцент, Жунусов Қанат Хафизович
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)
Мөлшер бақылаушы:
аға оқытушы, Накисбекова Балауса Рыскожаев
(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: Турарбек Сая Абумуталипқызы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы VSAT технологиясы негізінде корпоративті жерсеріктік байланыс желісін жобалау

. «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):
KazSat – 3 ғарыш станциясының координатасы 58,6° ш.б.
Ku диапозоны f=11/14 ГГц
Антеннаны күшейту коэффициенті G=35/30 дБ
Қабылдағыш шуының коэффициенті $К_Ш$=8
Антеннаның Шу температурасы $Т_А$ =58К

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
1.Спутниктік байланыс және жұмыс принципі
2. Спутниктік байланыс жүйелері. VSAT
3. Әртүрлі үлгідегі VSAT технология құрылысы. VSAT платформасы
4. VSAT компоненттері
5. Ғарыштық байланыс жүйелерінде сигналдардың өтуі
6. Сигналдың әлсіреуін есептеу
7. Жаңбырдың әсерінен сигнал деңгейінің әлсіреуін есептеу
8. Өміртіршілік қауіпсіздігі
9. Техникалық – экономикалық есептеу

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1.Спутниктік желі құрылымы

2.VSAT желісін ұйымдастыру схемасы

3. Жиілік бөлінуіндегі сигнал құрылымы

4. TDMA спутниктік байланыс желісінің типтік конфигурациясы

5.Техникалық мәліметтер барысынды жасалған диаграммалар деңгейі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1.Гладышева Н.Н., Клочковская Л.П.. Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Алматы: АИЭС, 2008. – 16 с.

2.Аболиц А.И. Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность. –М.: ИТИС, 2004. - 426 с.

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

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	20.04.2020	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	06.05.2020	
Негізгі бөлім	Жунусов К.Х.	03.06.2020	
Есептеу техникасы	Жунусов К.Х.	03.06.2020	
Мөлшер бақылаушы	Накисбекова Б.Р.	04.06.2020	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылымижетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	10.02. 2020ж.	
2. Спутниктік байланыс туралы түсінік	10.02. 2020ж.	
3. Спутниктік байланыс жүйелері. VSAT	10.02. 2020ж.	
4. Технология және желілік топологияны таңдау	10.04. 2020ж.	
5. VSAT платформасын орнату	10.04. 2020ж.	
6. SkyEdge технологиясы	10.04. 2020ж.	
7. Жерсеріктік антенна	10.04. 2020ж.	
8. Спутниктік SkyEdge II Access модемы	10.04. 2020ж.	
9. VSAT компоненттерін талдау	30.04. 2020ж.	
10. Есептеу бөлімі	10.05. 2020ж.	
11. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	10.05. 2020ж.	
12. Экономикалық бөлім	10.05. 2020ж.	
13. Қорытынды	20.05.2020ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «_14_____»_____01_____ 2020 ж.

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

Жобаның
Ғылыми жетекшісі _____ Жунусов Қанат Хафизович
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Турарбек Сая Абумуталипқызы
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыс барысында корпоративті желі үшін VSAT спутниктік желісінің дизайны енгізіліп, жоба тақырыбын таңдаудың негіздемесі келтірілген. Спутниктік байланыс дәстүрлі радиорелейлік байланыстың дамуымен түсіндіріледі, ол ретранслятордың өте жоғары биіктікке көтерілуі, әлемнің кез-келген жерінде байланыс орнату артықшылығы дәлелдеулермен негізделген, ал ұялы байланыс операторлары мәліметтерді белгілі бір қамту аймағында ғана жібере алады. Ұсынылып отырған жобаның тез және орынды болатындығын дәлелдеу үшін экономикалық есептеулер жасалады және өмір қауіпсіздігі мәселелері қарастырылады.

Аннотация

В ходе дипломной работы введется проектирование спутниковой сети VSAT для корпоративной сети, приводится обоснования выбора темы проекта. Спутниковая связь объесняют развитием традиционной радиорелейной связи путем вынесения ретранслятора на очень большую высоту, так же обосновывается преимущество возможности осуществлять связь в любой точке мира, тогда как операторы сотовой связи могут передавать данные только на определенной территории покрытия. Для того, чтобы доказать, что предлагаемый проект является быстрым и применимым, будут разработаны экономические расчеты и рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

Abstract

During the thesis, the design of the VSAT satellite network for the corporate network will be introduced, the rationale for choosing the topic of the project is given. Satellite communications is being explained by the development of traditional radio-relay communications by moving the repeater to a very high altitude, the advantage of being able to communicate anywhere in the world is justified, while mobile operators can only transmit data in a certain coverage area. In order to prove that the proposed project is quick and applicable, economic calculations will be developed and life safety issues will be considered.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Спутниктік байланыс 10
1.1 Спутниктік байланыс және жұмыс принципі 10
1.2 Қамту аймағы және жиілік диапазоны 13
1.3 Спутниктік байланыс жүйелері. VSAT 15
1.4 Корпоративтік желіні құру үшін спутниктік байланысты қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері 18
1.5 Технология және желілік топологияны таңдау 18
2 Әртүрлі үлгідегі VSAT технология құрылысы 25
2.1 VSAT платформасын орнату 25
2.2 LNB PLL-дан кабель төсеу 26
2.3 Жерге қосуға арналған кабельді төсеу 27
2.4 Азимут дәрежесін таңдағанда жабдықты баптау 27
3 Жабдықты таңдау 30
3.1 NM-1VSAT-GILAT желілік модулі 30
3.2 SkyEdge технологиясын жалпы талдау 30
3.3 Жерсеріктік антеннаны таңдау 33
3.4 Спутниктік SkyEdge II Access модемы 35
3.5 VSAT компоненттері 36
4 Есептік бөлім 42
4.1 Есептер тізбесі және бастапқы деректер 42
4.2 «Төмен», «жоғары» желісінің энергетикалық есебі 42
4.3 Таратқыш (ҒС) мен қабылдағыш (ЖС) антенналарының арасындағы қашықтық 44
4.4 Ғарыштық байланыс жүйелерінде сигналдардың өтуі 45
4.5 Сигналдың әлсіреуі 46
4.6 Қабылдау жолының шудың жиынтық температурасы 48
4.7 Жаңбырдың әсерінен сигнал деңгейінің әлсіреуін есептеу 49
4.8 ЖС антеннасын күшейту коэффициенті 54
4.9 ҒС таратқышының қуаты 54
4.10 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуаты 55
5 Экономикалық бөлім 56
5.1 Түйін 56
5.2 Компания және сала 56
5.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу 56
5.4 Менеджмент 56
5.5 Қаражат жоспары 57
Қорытынды 66
6 Өмір қауіпсіздігі 67
6.1 Еңбек жағдайларын талдау 67
6.2 Есептеу бөлімі 72

Қысқартылған сөздер тізімі 80
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 82
А ҚОСЫМШАСЫ 84
Б ҚОСЫМШАСЫ 85

Кіріспе

Бүгінгі таңда спутниктік байланыс деректерді беруде жетекші орын алады. Жерсеріктік байланыс жүйелері әлемнің барлық бөліктеріндегі байланыс пен Интернетке қосылу қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған. Жердегі желіні пайдалану экономикалық тұрғыдан негізделмеген немесе байланыс қызметтеріне қол жеткізу мүмкін емес жерлерде спутниктік байланыс жүйесін пайдаланады.

Заманауи шындықтар спутниктік байланыстың жер үсті төсеу технологиясын алмастырудың мүмкін екендігі туралы қазірдің өзінде айтады. Бұл байланыс желілері технологиялық қол жетімділікті қамтамасыз ете алмайды, өйткені бұл жердегі қайталағыштардың көптігін қажет етеді, ал жетуге қиын жерлерде байланыс орнату мүмкін емес. Соңғы спутниктік байланыс технологиялары барлық қол жетімді байланыс қызметтерін және тікелей дыбыстық және теледидарлық тарату желілерін дамыту үшін тиімді техникалық - экономикалық тиімді шешімдерді ұсынады. Микроэлектроника саласындағы қол жеткен жетістіктердің арқасында спутниктік телефондар пайдаланушыларға соншалықты ықшамды және сенімді бола бастады, сондықтан әр түрлі пайдаланушылар топтарына барлық қажеттіліктер жасалады, спутниктік құрылғыларды жалға беру қызметі қазіргі заманғы спутниктік байланыс нарығында ең танымал қызметтердің бірі болып табылады.

Бүгінгі таңда жерсеріктік байланыс - бұл тұрғындар тығыздығы төмен аудандардағы абоненттерге байланыс қызметін ұсынудың жалғыз тиімді шешімі екенін бірқатар экономикалық зерттеулерді растайды. Спутник - егер тұрғындар тығыздығы 1,5 адам/км^2-ден төмен болса, жалғыз техникалық мүмкін және экономикалық тиімді шешім болып табылады. Бұл спутниктік байланыс қызметін, әсіресе үлкен аумақтағы халық тығыздығы төмен аймақтар үшін дамытудың айтарлықтай перспективаларын көрсетеді.

Осы жұмыстағы деректерді жобалау және талдау үшін біз тақырыпты деректерді берудің спутниктік байланысты зерттелетін түрі, сондай-ақ Қазақмыс корпорациясын объектісі ретінде аламыз. Кең байтақ территориясы бар және теңізге тікелей шығуға мүмкіндігі жоқ Еуразия құрлығының орталығында орналасқан біздің еліміз үшін қазіргі коммуникацияның маңыздылығын бағалау қиын. Мүмкін сондықтан да спутниктік жүйелер арқылы ақпарат беру Қазақстан экономикасының түрлі салаларында жұмыс жасайтын көптеген отандық және шетелдік компаниялардың күнделікті қажеттілігіне айналды. Алайда, шамамен бір жыл бұрын, бір қарағанда, спутниктік байланыс саласында түсініксіз өзгерістер болғандықтан, осы сектордың жеткізушілері туралы аз естілді. Бір қарағанда, спутниктік байланыс қызметтері қымбатқа түсетіндіктен болар.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - спутниктік байланыс арқылы корпоративті желіні жобалау, яғни осы байланыстың артықшылықтары мен кемшіліктерін алдымен зерттеу және талдау, сонымен қатар сигнал ағынын

есептеу және таратқыштардың күштілігін, сигналдың әлсіреу уақытын түсіндіруге арналған қуатын есептеу арқылы есептеу.

Жұмыс барысында шешілетін міндеттер:

- қалыптасқан қазіргі байланысты талдау;
- корпоративті байланыс желісін құру үшін қолайлы жабдықты таңдау;
- желілік топологияны таңдау;
- «төмен» және «жоғары» сызықтардағы таратқыш пен қабылдағыштың қуат мәндерін анықтау;
- таратқыштың электромагниттік сәулелену деңгейін және оның қоршаған ортаға әсерін анықтау;
- спутниктік байланыстың экономикалық тиімділігін талдау.

Жерсеріктік байланыс шалғайдағы елді мекендер үшін байланыстың ең тиімді және қолайлы әдістерінің бірі болып табылады.

Бұл жұмыста біз спутниктік байланыстың барлық аспектілерін зерттеу үшін техникалық зерттеулерді талдау, жіктеу, модельдеу, дизайн сияқты зерттеу әдістерін қолданамыз.

1 Спутниктік байланыс

1.1 Спутниктік байланыс және жұмыс принципі

Спутниктік байланыс-Жердің жасанды спутниктерін, әдетте, арнайы байланыс жерсеріктерін ретрансляторлар ретінде пайдалануға негізделген ғарыштық радиобайланыс түрлерінің бірі. Жерсеріктік байланыс стационарлық және жылжымалы (жердегі немесе ұшу аппараттарында орнатылған) болуы мүмкін жер станциялары арасында жүзеге асырылады.

Спутниктік байланыс ретрансляторды өте үлкен биіктікке шығару арқылы дәстүрлі радиорелелік байланысты дамытудың бір түрі болып табылады. Бұл жағдайда оның көрінуінің ең үлкен аймағы - Жер шарының жартысына жуығы, ал ретрансляторлар тізбегінің қажеттілігі жойылады - көп жағдайларда тек бір ретранслятордан тұрады.

1945 жылы Wireless World журналының қазан нөмірінде жарияланған «Жерден тыс ретрансляторлар»(«Extra-terrestrial Relays») мақаласында ағылшын ғалымы, жазушы және өнертапқыш Артур Кларк Ғаламдық байланыс жүйесін ұйымдастыруға мүмкіндік беретін геостационарлық орбиталарда байланыс жерсеріктерінің жүйесін құру идеясын ұсынды.

Зерттеудің алғашқы жылдарында радио сигналдың қарапайым шағылыстырғышы болып табылатын пассивті жерсеріктік ретрансляторлар (мысалдар — «Эхо» және «Эхо-2» жерсеріктері) пайдаланылды, олар қандай да бір Қабылдау — тарату жабдығының бортында тұрмайды. Мұндай спутниктер таратылмайды. Барлық заманауи байланыс жерсеріктері белсенді болып табылады. Белсенді ретрансляторлар сигналды қабылдау, өңдеу, күшейту және ретрансляциялау үшін электрондық аппаратурамен жабдықталған.

VSAT базасындағы спутниктік байланыс желісі үш негізгі элементті қамтиды[1]:

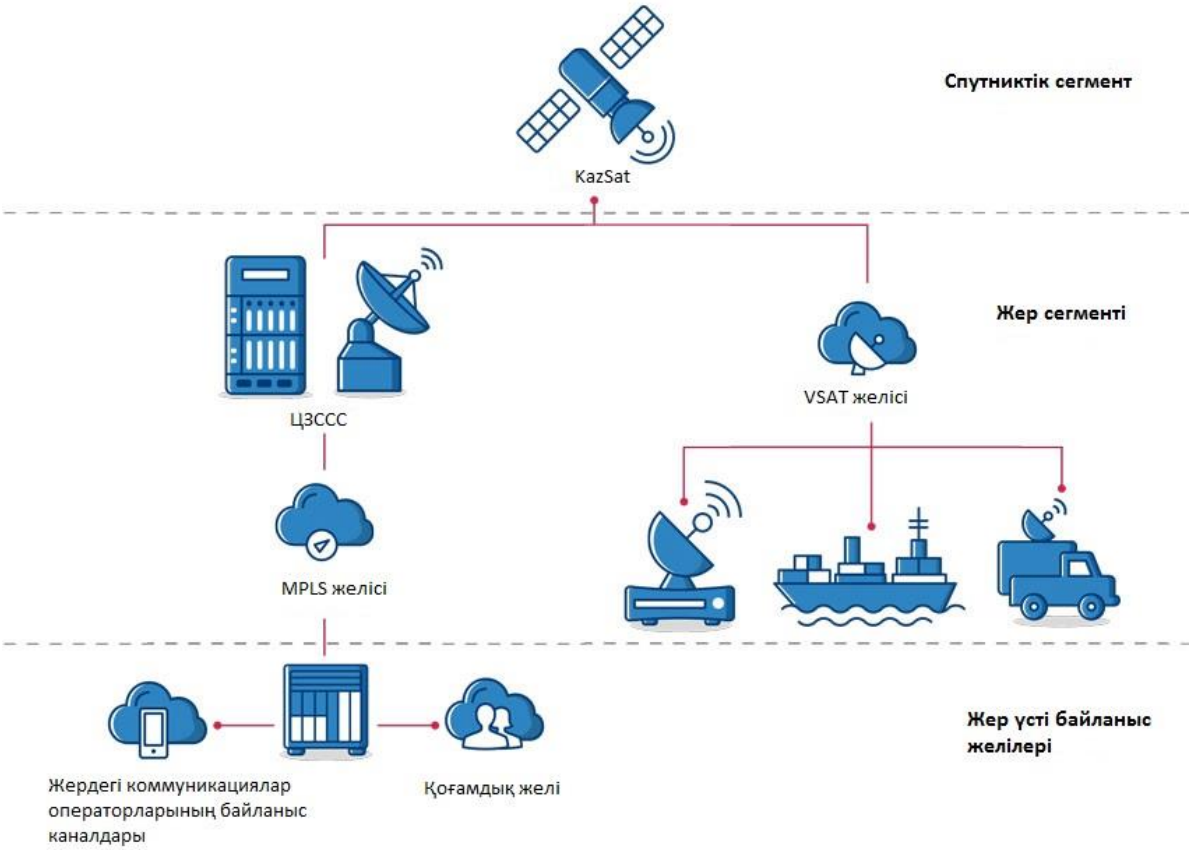
1) Орталық Жер станциясы (қажет болған жағдайда)
2) Спутник-ретранслятор
3) Абоненттік VSAT терминалдары

Орталық Жер станциясы(ОЖС) спутниктік байланыс желісіндегі орталық торап функцияларын орындайды және барлық желінің жұмысын басқаруды, оның ресурстарын қайта бөлуді, ақауларды анықтауды, желі қызметтерінің тарификациясын және жерүсті байланыс желілерімен түйіндесуді қамтамасыз етеді. Әдетте ОЖС ең үлкен трафик келетін желі торабында орнатылады. Бұл, мысалы, Компанияның корпоративтік желілеріндегі бас кеңсесі немесе есептеу орталығы немесе аймақтық желідегі ірі қала болуы мүмкін. ОЖС байланыс спутнигімен ақпарат алмасу ғарыштық байланыс орталықтарының көмегімен жүзеге асырылады.

VSAT желісінің ретрансляторлары геостационарлық жерсеріктер-ретрансляторлар базасында құрылады. Бұл абоненттік терминалдардың құрылымын барынша жеңілдетуге және оларды жерсерікті бақылау жүйесінсіз қарапайым тіркелген антенналармен жабдықтауға мүмкіндік береді. Спутник

қабылдайды сигнал жер станциялары, күшейтеді жібереді бұрын Жерге. Спутниктің маңызды сипаттамалары борттық таратқыштардың қуаты және ондағы радиожиілік арналарының (оқпандардың немесе транспондерлердің) саны болып табылады. VSAT типті шағын габаритті абоненттік станциялар арқылы жұмысты қамтамасыз ету үшін шығу қуаты шамамен 40 Вт болатын таратқыштар талап етіледі. Қазіргі заманғы VSAT әдетте 11/14 ГГц жиіліктер диапазонында Ku жұмыс істейтін, пайдаланатын KazSat спутнигі жүйелері бар.

Абоненттік VSAT терминалы әдетте тірек-бұрылыс құрылғысы бар спутниктік антеннаны, сыртқы қабылдағыш-таратқышты және спутниктік модемді қамтиды. Спутниктік модем қамтамасыз етеді жұптастыру спутниктік арнасын құрал-жабдықтармен пайдаланушының (компьютер, сервер ЖЕЖ, телефон, факс КАТС, т. б.). Сегменттік бөліну арқылы төменгі 1.1 суретте спутниктік желі құрылымы ккрсетілген.



1.1 сурет – Спутниктік желі құрылымы

1.1.1 Спутниктік ретрансляторлар

Спутниктік ретрансляторлар регенеративті емес және регенеративті болуы мүмкін. Бір жер станциясынан сигнал қабылдап, оны басқа жиілікке ауыстырады, күшейтеді және басқа жер станциясын береді. Спутник осы әрекеттерді орындайтын бірнеше тәуелсіз арналарды қолдана алады, олардың әрқайсысы спектрдің белгілі бір бөлігімен жұмыс істейді (бұл өңдеу арналары транспондер деп аталады) [2].

Регенеративті спутник алынған сигналды одан әрі демодуляциялайды және оны қайтадан модуляциялайды. Осының арқасында тарату кезінде жиналған қателер екі рет түзетіледі: спутникте және қабылдау станциясында. Бұл әдістің кемшілігі - бұл күрделілік (бұл спутниктің бағасы әлдеқайда жоғары), сонымен қатар сигнал берудің кешіктірілуі.

1.1.2 Жерсеріктік ретрансляторлардың орбиталары

Жерсеріктік ретрансляторлар орналасатын орбиталар үш класқа бөлінеді:

- экваторлық,
- көлбеу,
- полярлық.

Экваторлық орбитаның маңызды түрі геостационарлық орбита болып табылады, онда жерсерік жердің бұрыштық жылдамдығына тең бұрыштық жылдамдықпен, Жердің айналу бағытына сәйкес келетін бағытта айналады. Сонымен қатар, бұл қызмет көрсету аймағында қабылдағыштың бір нүктесінде тұрақты түрде жерсерікті «көреді».

Бірақ геостационарлық орбита бір және олардың арасындағы «қауіпсіздік интервалдарын» ескере отырып, спутниктердің өлшемдеріне бөлінген орбитаның шеңберінің ұзындығымен анықталатын оның сыйымдылығы түпкі. Сондықтан барлық спутниктерді шығаруға болмайды. Оның басқа кемшілігі үлкен биіктік (35 786 км) болып табылады, яғни спутникті орбитаға шығарудың үлкен бағасы. Үлкен биіктігі геостационарной орбитаның әкеледі, сондай-ақ үлкен задержкам ақпарат беру (өту уақыты сигналдың бір жердегі станциясына дейін басқа арқылы геостационарлық спутнигі тіпті теориялық тұрғыдан мүмкін емес кем 240 мс (екі орбитаның биіктігі, деленные арналған жарық жылдамдығы). Сонымен қатар, сигналды қабылдау нүктесіндегі жер бетіндегі қуат ағынының тығыздығы экватордан полюстерге бағыт бойынша электромагнитті энергия векторының жер бетіне көлбеу бұрышынан, сондай-ақ атмосфера арқылы сигналдың өту жолының ұлғаюынан және осыған байланысты сіңірулерден түседі. Сондықтан геостационарлық орбитадағы жер серігі поляр маңындағы облыстарда жер станцияларына қызмет көрсете алмайды.

Көлбеу орбитасы бұл мәселелерді шешуге мүмкіндік береді, алайда, жерсеріктің жер үсті бақылаушысына қатысты орын ауыстыруына байланысты байланысқа тәулік бойы қол жеткізуді қамтамасыз ету үшін бір орбитаға кем дегенде үш жерсерікті ұшыру қажет.

Полярлық орбита-көлбеу орбитаның шекті жағдайы (90° көлбеу).

Көлбеу орбиталарды пайдалану кезінде жер станциялары антеннаны жерсерікке бағыттауды және оны сүйемелдеуді жүзеге асыратын бақылау жүйелерімен жабдықталады.

Қазіргі уақытта, геостационарлық орбитада жұмыс істейтін қазіргі заманғы жерсеріктер берілген нүктеде ұстап қалудың жеткілікті жоғары дәлдігіне ие (әдетте, 0.1 градустан бойлық пен көлбеу бойынша нашар емес); қабылдау антенналық геостационарлық спутнигін сүйемелдеу, егер

антеннаның бағыттылық диаграммасының ені тұру нүктесінің айналасындағы спутниктің тербелістерімен салыстырылатын болса ғана қажет болады. Мысалы, Ku-диапазоны үшін-диаметрі 5 метрден асатын антенналар. Аз өлшем үшін антеннаны спутниктің тұру нүктесіне бір рет салу жеткілікті. Алайда, ілесіп жүру спутниктің апат алдындағы жағдайы жағдайында, оның иесі әр түрлі себептермен (регламенттік мерзімдерден өте немесе сирек) жерсерікті тұру нүктесінде ұстап тұру процедурасын жүзеге асырмаған жағдайда қажет.

1.2 Қамту аймағы және жиілік диапазоны

Радио жиілік диапазоны шектеулі ресурс болғандықтан, әртүрлі жер станцияларының бір жиіліктерін пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Мұны екі жолмен жасай аласыз:

- кеңістіктік бөлу - спутниктің әрбір антеннасы жер бетінің белгілі бір ауданынан ғана сигнал қабылдайды, сонымен қатар әр түрлі аудандар бір жиіліктерді пайдалана алады;
- поляризациялық бөлу - әртүрлі антенна қабылдайды және береді сигналы ортогональными поляризациями (сызықтық поляризация кезінде өзара перпендикуляр жазықтықта үшін айналма тиісінше правосторонним және левосторонним айналдыру арқылы), бұл ретте бір және сол жиіліктің қолданылуы мүмкін екі рет (әрқайсысы үшін поляризаций);

Геостационарлық орбитада орналасқан жерсерікке арналған жабудың типтік картасы мынадай компоненттерді қамтиды:

- жаһандық сәуле - барлық қамту аймағы бойынша жер станцияларымен байланыс жасайды, оған осы спутниктің басқа сәулелерімен қиылыспайтын жиіліктер бөлінген;
- батыс және шығыс полусфер сәулелері - бұл сәулелер а жазықтығында поляризацияланған, және де Батыс және шығыс полусферлерде бір жиілік диапазоны қолданылады;
- аймақтық сәулелер - В жазықтығында поляризацияланған (перпендикуляр А) және жартылай сфераның сәулелері сияқты жиіліктерді пайдаланады. Осылайша, аймақтардың бірінде орналасқан жер станциясы, сондай-ақ полусфер сәулелерін және жаһандық сәулелерді пайдалана алады;

Сонымен қатар, барлық жиіліктер (жаһандық сәуле үшін бөлінгендерді қоспағанда) бірнеше рет қолданылады: батыс және шығыс жарты шарларда және аймақтардың әрқайсысында.

Жер станциясынан жерсерікке және спутниктен жер станциясына деректерді беру жиілігін таңдау еркін емес. Жиілік, мысалы, радио толқындарының атмосферадағы сіңуіне, сондай-ақ таратушы және қабылдайтын антенналардың қажетті өлшемдеріне байланысты. Жер станциясынан жерсерікке берілетін жиіліктер спутниктен жердегі станцияға беру үшін пайдаланылатын жиіліктерден өзгеше болады (әдетте жоғарыда көрсетілгендердің біріншісі).

Спутниктік байланыста қолданылатын жиіліктер әріптермен белгіленетін диапазондарға бөлінеді. Өкінішке орай, әр түрлі әдебиетте диапазондардың

нақты шекаралары сәйкес келмеуі мүмкін. Болжамды мәндер ITU-R V. 431-6 ұсынымдарына берілген:

1.1 кесте – Спутниктік байланыстағы жиіліктер диапозоны

Диапазон атауы	Жиіліктер (ITU-R V. 431-6 сәйкес)	Қолдану
L	1,5 ГГц	Жылжымалы спутниктік байланыс
S	2,5 ГГц	Жылжымалы спутниктік байланыс
C	4 ГГц, 6 ГГц	Тіркелген спутниктік байланыс
X	Спутниктік байланыс үшін ITU-R ұсынымдарымен жиіліктер анықталмаған. Радиолокация бағдарламалары үшін 8-12 ГГц диапазоны көрсетілген.	Тіркелген спутниктік байланыс
Ku	11 ГГц, 12 ГГц, 14 ГГц	Тіркелген жерсеріктік байланыс, жерсеріктік хабар тарату
K	20 ГГц	Тіркелген жерсеріктік байланыс, жерсеріктік хабар тарату
Ka	30 ГГц	Тіркелген спутниктік байланыс, спутниктік байланыс

Жоғары жиіліктер де пайдаланылады, бірақ олардың жоғарылауы осы жиіліктердің радиотолқындарын атмосфераға жоғары сіңіру қиынға соғады. Ku-диапазоны салыстырмалы түрде шағын антенналармен қабылдауға мүмкіндік береді, сондықтан осы диапазонда ауа райы жағдайлары тарату сапасына елеулі әсер ететініне қарамастан, жерсеріктік теледидарда (DVB) қолданылады.

Ірі пайдаланушылар (ұйымдар) деректерді беру үшін С-диапазоны жиі қолданылады. Бұл жоғары сапалы қабылдау қамтамасыз етеді, бірақ антеннаның өте үлкен мөлшерін талап етеді.

1.2.1 Қол жеткізу әдістері

Бірнеше пайдаланушы спутниктік ретрансляторды бір уақытта пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін көпше кіру жүйелерін қолданады:

– жиілік бөлумен көпше қатынау - бұл ретте әрбір пайдаланушыға жеке жиілік диапазоны беріледі.

– уақытша бөлумен көпше қатынау - әрбір пайдаланушыға белгілі бір уақыт аралығы (таймслот) беріледі, сол уақытта ол деректерді беру мен қабылдауды жүргізеді.

– кодтық бөлумен көп қол жеткізу - бұл ретте әрбір пайдаланушыға кодтық біріздiлік, басқа пайдаланушылардың ортогоналдық кодтық тізбектеріне беріледі. Сонымен қатар, әр түрлі сигналдар бір-біріне кедергі келтірмейтіндей етіп кодтық біріздiлікке қойылады.

Сонымен қатар, көптеген пайдаланушылар жерсеріктік байланысқа тұрақты қатынауды талап етпейді. Бұл пайдаланушыларға байланыс арнасы (таймслот) DAMA (Demand Assigned Multiple Access — талап бойынша арналарды ұсынумен көпше қатынау) технологиясы арқылы талап ету бойынша бөлінеді.

1.3 Спутниктік байланыс жүйелері. VSAT

Спутниктік байланысты ұйымдастырудың бірнеше нұсқасы бар, олардың әрқайсысында қолданудың ерекше салалары бар. Қазіргі заманғы байланыс жүйелерін жіктеу, ең алдымен, абоненттік терминалдың түріне негізделеді. Соңғысы, өз кезегінде, тіркелген жерсеріктік байланыс қызметінің (ФСС) терминалдары және Жерсеріктік байланыстың жылжымалы қызметінің (ПСС) терминалдары болып бөлінеді. Бірінші типті ең көп таралған терминалдарға VSAT-станциялары немесе VSAT жүйелері (Very Small Aperture Terminal – өте кішкентай апертурасы бар терминал) жатады. Бұл жерсеріктік байланыс арналары арқылы деректерді және дауыс трафигін жіберуге арналған диаметрі 0,9-2,4 м антеннасы бар спутниктік байланыс станциясы. VSAT терминалдары – инфрақұрылым әлсіз дамыған жерлерде, мысалы, мұнай және газ өндіру орындарында байланысты ұйымдастырудың ең жақсы тәсілі.

Екінші типті терминалдардың арасында Iridium және Globalstar жүйелерінің абоненттік спутниктік «түтіктері» кең таралған. Жылжымалы спутниктік байланыс жүйелері жылжымалы объектілер, яғни қозғалыстағы объектілер арасындағы байланысты ұйымдастыру үшін әзірленген. Атап айтқанда-теңіз, әуе, автомобиль және теміржол спутниктік байланысын ұйымдастыру үшін.

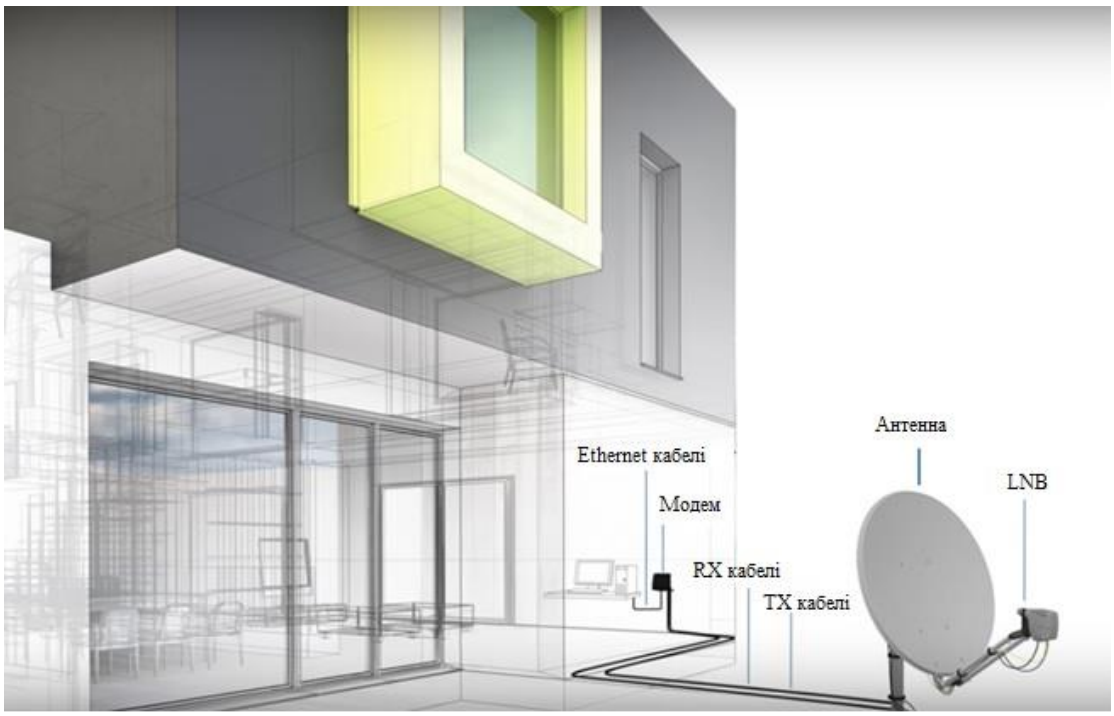
VSAT терминалы спутниктік антеннадан, модемден және қабылдағыш таратушыдан тұрады. Жүйенің жұмысы басқару орталығы мен жерсерік-ретранслятор байланысы арқылы жүзеге асырылады. VSAT-орангл мүмкіндік беретін технология. Very Small Aperture Terminal) - кіші жерсеріктік жер станциясы, яғни кішкентай антеннасы бар терминал. Технология XX ғасырдың 90-шы жылдарынан бастап спутниктік байланыста қолданылады.

Халықаралық жіктеме бойынша VSAT-ға диаметрі 2,5 метрден кем антенналары бар спутниктік станциялар жатады. Әдетте, VSAT үшін жерүсті байланыс арналарынан тәуелсіз жүйені ұйымдастырудың оңайлатылған рәсімі қолданылады. VSAT (қыс. жиіліктерді пайдалануға рұқсат алудан).

Мұндай байланыс идеясы 1945 жылы геостационарлық орбиталарда байланыс жерсеріктерінің жүйесін құруды ұсынған ағылшын ғалымы Артур

Кларкқа тиесілі, бірақ бұл өнертабысты патенттемеді, өйткені осындай іс жүзінде іске асыру мүмкін емес деп есептеді. Оның идеялары 1950-ші жылдардың өзінде – ақ іске асырыла бастады-ССРО борттағы радиоаппаратурасы бар бірінші жасанды жерсерікті іске қосты. Ал 1965 жылы «Молния-1» алғашқы нағыз байланыс спутнигі пайда болды. Сол уақытта американдықтар Аляскадағы спутниктік телефон байланысы желісімен тәжірибе жасай отырып, VSAT алғашқы прототипін құрды. Сол кезде ең ықшам спутниктік станция диаметрі 9 м антеннаға ие болды және жарты миллион доллар тұрды.

Бірінші спутниктердің мүмкіндіктері қарапайым болды, бірақ содан бері көп уақыт өтті және технологиялар алға жылжыды. Спутниктік байланыс дамып, қол жетімді болып келеді. Осы саладағы соңғы жетістіктер тарату арналарының өткізу қабілетін кеңейтудегі үлкен әлеует туралы айтады. Кеңжолақты кең таратылатын қосымшалармен және жылжымалы байланыстың жерсеріктік жүйелерімен спутниктік байланыс жүйелерінің болашағы. 1.2 суреттегі схемадағыдай көрсетілгендей VSAT желісі ұйымдастырылады.



1.2 сурет – VSAT желісін ұйымдастыру схемасы

1.3.1 VSAT спутниктік байланысын ұйымдастыру принциптері

VSAT базасындағы спутниктік байланыс желісі үш негізгі элементтен тұрады: орталық жер станциясы (қажет болған жағдайда), жерсеріктік-ретранслятор және абоненттік VSAT терминалдары[3].

- Орталық жер станциясы спутниктік байланыс желісінде орталық торап қызметін атқарады және барлық желінің жұмысын басқаруды, оның ресурстарын қайта бөлуді, ақауларды анықтауды, желі қызметтерінің тарификациясын және жерүсті байланыс желілерімен түйіндесуді қамтамасыз

етеді. Әдетте ОЖС ең үлкен трафик келетін желі торабында орнатылады. Бұл, мысалы, Компанияның корпоративтік желілеріндегі бас кеңсесі немесе есептеу орталығы немесе аймақтық желідегі ірі қала болуы мүмкін.

- Абоненттік VSAT терминалы әдетте антенна-фидер құрылғысын, сыртқы радиожиілік блогы мен ішкі блокты (модем) қамтиды. Сыртқы блок шағын қабылдағыш немесе қабылдағыш болып табылады. Ішкі блок спутниктік арнаны пайдаланушының терминалдық жабдығымен (компьютер, ЖЕЖ сервері, телефон, КАТС факсы және т.б.) жұптастыруды қамтамасыз етеді.

- VSAT желісінің жерсерік-ретрансляторлары геостационарлық байланыс жерсеріктерінің базасында құрылады. Бұл абоненттік терминалдардың құрылымын барынша жеңілдетуге және оларды жерсерікті бақылау жүйесінсіз қарапайым тіркелген антенналармен жабдықтауға мүмкіндік береді. Спутник қабылдайды сигнал жер станциялары, күшейтеді жібереді бұрын Жерге. Спутниктің маңызды сипаттамалары борттық таратқыштардың қуаты және ондағы радиожиілік арналарының (оқпандардың немесе транспондерлердің) саны болып табылады. VSAT типті шағын габаритті абоненттік станциялар арқылы жұмысты қамтамасыз ету үшін шығу қуаты шамамен 40 Вт болатын таратқыштар талап етіледі. Қазіргі заманғы VSAT әдетте 11/14 ГГц жиіліктің Ku-диапазонында жұмыс істейді (қабылдау жиілігінің бір мәні, екіншісі тарату); сондай-ақ С-диапазонын 4/6 ГГц пайдаланатын жүйелер бар, сондай-ақ қазір Ka-диапазоны 18/30 ГГц игеріледі.

Қабылдау - беру аппаратурасы және антенна-фидерлік құрылғы әдетте нарықта бар стандартты жабдықтың негізінде құрылады. Құны өлшемімен анықталады антенналар және таратқыштың қуаты, айтарлықтай тәуелді техникалық сипаттамалары пайдаланылатын спутнигін-қайта тарату. Байланыс сенімділігін қамтамасыз ету үшін аппаратура әдетте 100% резервке ие.

Арна құрушы аппаратура спутниктік радиоарналарды қалыптастыруды және олардың жер үсті байланыс желілерімен түйісуін қамтамасыз етеді. Жерсеріктік байланыс жүйелерін жеткізушілердің әрқайсысы ОЖС-ның осы бөлігінің өзіндік шешімдерін қолданады, бұл желіні құру үшін басқа фирмалардың аппаратурасын және абоненттік станцияларын пайдалану мүмкіндігін жиі жоққа шығарады. Бұл жүйе модульдік принцип бойынша құрылады, бұл трафиктің өсуі мен абоненттік станциялардың саны бойынша желіде өткізу қабілетін арттыру үшін жаңа блоктарды оңай қосуға мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы VSAT 4 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен (30 Мбит/с дейін мультикаст режимінде) VSAT иесімен ақпарат алуды және 1 — 2 Мбит/с дейін ақпарат беруді қамтамасыз етеді.

Қазіргі заманғы VSAT терминалдары Ethernet бір және одан да көп порттары және маршрутизатордың кіріктірілген функциялары бар. Кейбір модельдер кеңейту арқылы 1-2 телефон порттарымен жабдықталуы мүмкін.

1.4 Корпоративтік желіні құру үшін спутниктік байланысты қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Спутниктік байланыс желілерінің негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

- гигагерц жиіліктерінің кең ауқымындағы спутниктердің жұмысына негізделген үлкен өткізу қабілеті. Спутник бірнеше мың сөйлеу байланыс арналарын қолдай алады;
- өте үлкен қашықтықта орналасқан Станциялар арасындағы байланысты қамтамасыз ету және ең қиын жету нүктелерінде абоненттерге қызмет көрсету мүмкіндігі;
- ақпаратты тарату құнының өзара іс-қимыл жасайтын абоненттер арасындағы қашықтықтан тәуелсіздігі (құны тарату ұзақтығына немесе Берілетін трафик көлеміне байланысты);
- спутниктік байланыстың таратылуына байланысты физикалық іске қосылған коммутациялық құрылғыларсыз желіні құру мүмкіндігі. Бұл мүмкіндік байланыс пен байланыс құралдарының көптеген физикалық желілеріне негізделген кәдімгі жерсеріктік емес желіні пайдаланумен салыстырғанда айтарлықтай экономикалық тиімділікпен байланысты.

Спутниктік байланыс желілерінің кемшіліктері:

- деректерді берудің құпиялылығын қамтамасыз ету үшін шығындар мен уақыттың қажеттілігі, «бөтен» станциялардың деректерді ұстап қалуының алдын алу;
- спутник пен РТС арасындағы үлкен қашықтыққа байланысты жердегі станцияның радио сигналын қабылдауында кідірістің болуы. Бұл арна хаттамаларын орындаумен байланысты проблемаларды тудыруы мүмкін, сонымен қатар жауап беру уақыты;
- іргелес жиіліктерде жұмыс істейтін жердегі станциялардан радиосигналдарды өзара бұрмалау мүмкіндігі;
- жерсеріктік және жерсеріктік-жер бөлімдеріндегі сигналдардың әртүрлі атмосфералық құбылыстардың әсеріне ұшырауы.

6/4 және 14/12 ГГц диапазонында жиілікті тарату және жер серіктерін орбитаға орналастыру мәселелерін шешу үшін спутниктік байланыс технологиясын қолданатын көптеген елдердің белсенді ынтымақтастығы қажет.

1.5 Технология және желілік топологияны таңдау

Жер станциясы радиожиілік және арна құрушы жабдықтардан тұрады. Антенна және қабылдағыш таратқыш арна құрушы жабдықтың жұмысын қамтамасыз етеді, сондықтан жерсеріктің таңдалған түріне сәйкес келетін жабдықты дұрыс таңдау керек. Әдетте, бұл екі компонент ЖС жиынтықта шығарылады.

ЖС және бүкіл желінің жұмыс істеу принципі арна құрушы жабдықты анықтайды. Қазіргі уақытта спутниктік байланыс желілері үшін төрт негізгі технология бар. Олардың барлық артықшылықтары мен кемшіліктері бар, және

олардың бірде-біреуі әмбебап емес. Көптеген заманауи желілерде жұмыс тиімділігін арттыру үшін ресурстарды табысты бөлу үшін бір уақытта бірнеше технологияны пайдалануға болады. Олардың арасындағы негізгі айырмашылық спутниктік транспондердің ресурсын пайдалану болып табылады.

Телекоммуникациялық желілерді құрудағы негізгі мәселелердің бірі көптеген абоненттік (терминалдық) құрылғылардың ортақ байланыс ресурсына, ССС жағдайында транспондерлерге қол жеткізуі болып табылады. Арналарды мультиплекстеу үшін бірнеше әдіс бар. Үлкен қайталағыш өткізу қабілеті үшін келесі бірнеше қол жеткізу жүйелері енгізілген:

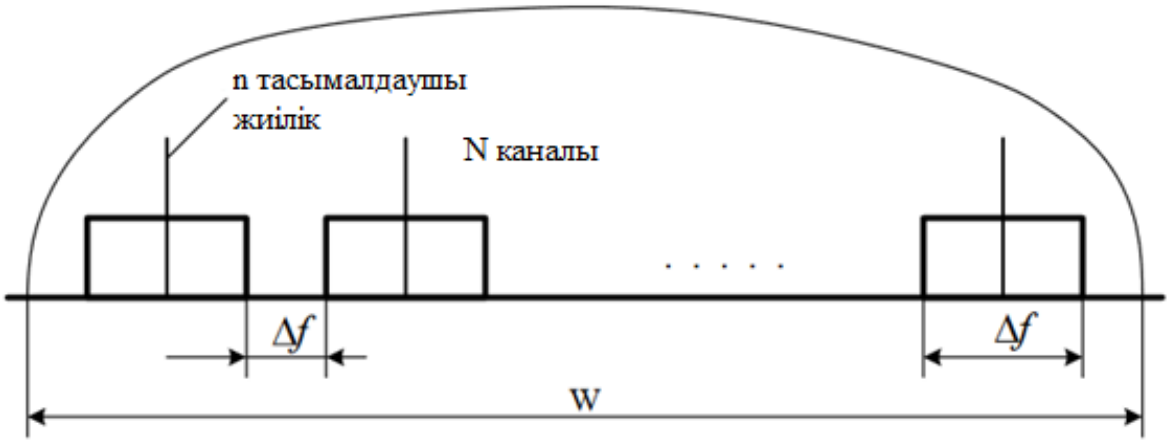
- SCPC (Single Channel Per Carrier) берілген жиілікте және өткізу жолағында бір сигналды пайдалануға жатады. Көбінесе бұл әдіс қарқынды трафигі бар шағын желілерді құру үшін қолданылады. SCPC технологиясы жоғары өткізу қабілеті, симметриялы немесе асимметриялы конфигурациялардағы екі нүктелі байланыс талап етілетін кәсіпорындарға арналған. Бірнеше желілерді қосу үшін, SCPC технологиясы бірнеше қашықтағы тораптар арасында өткізу жолағын бірлесіп пайдалануды жеңілдету үшін кең таратылатын SCPC тасымалдаушыны пайдалана отырып, көп нүктелі нүкте конфигурациясы ұсынылуы мүмкін. Осы технологияның негізгі кемшілігі желі тораптары арасында ретранслятор ресурсын динамикалық қайта бөлу қабілетінің болмауы болып табылады;
- DAMA (Demand Assigned Multiple Access) - бұл транспондерлердегі арналарды жылдам тағайындау ресурстарын пайдаланушылардың қажеттілігіне қарай жоғары тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін технология. Осы технологияның негізгі артықшылығы басқа технологиялармен салыстырғанда өткізу жолағын үнемдеу болып табылады, өйткені DAMA жүйесі байланыс сеансын өткізу негізінде байланыс арналарын тағайындайды. Желі пайдаланылмаса, арналар басқа пайдаланушыларға қайта тағайындау үшін орталық пулға қайта оралады. Өйткені ресурстар спутнигін пайдаланылады үнемді технология мінсіз дауыстық трафикті және трафикті деректерді дестелік жіберу режімін Кемшілігі технология болып табылады ресурстарды бөлу орталық станция желісін әкелуі мүмкін азайту жұмыс істеуі бүкіл желі;
- TDMA (Time Division Multiple Access) көптеген станцияларға уақыт бөлумен жалпы арнаға динамикалық қатынауды ұсынады. DAMA технологиясына қарағанда, ол байланыс орнатудың өте үлкен уақытымен салыстырғанда мұндай қатынау әлдеқайда жылдамырақ болады. Бірақ та TDMA желісінің ЗС өте қымбат тұрады, өйткені осы станциялардың кез келгені — тіпті ең аз трафигі бар-уақыт бойынша бөлінетін арнаның жалпы өткізу қабілетіне тең жылдамдықпен деректерді беруі тиіс. TDMA желілерінде орталық басқару станциясы, әдетте, жоқ;
- TDM / TDMA (Time Division Multiplexing / Time Division Multiple Access) — «жұлдыз» типті топологиялы желілердің аралас технологиясы. TDM/TDMA желісінде орталық ЗС бір немесе бірнеше бекітілген TDM

арналарының (уақытша мультиплексирлеумен) көмегімен пайдаланушылар станцияларымен байланысады, ал пайдаланушылар станциялары TDMA арналары арқылы Орталық ЗС қатынауын жүзеге асырады. Өйткені барлық станциялары қолданушылардың тікелей өзара іс-қимыл жасайды, тек орталық ЗС мүмкіндігі пайда болады қолдануға өте аз қуатты станцияның жетіспеушілігі, олардың энергетика пайдалана антенна диаметрі үлкен және қуатты таратқыш орталық ЗС. Станция параметрлерінің мұндай теңгерімсіздігінің есебінен пайдаланушылардың көп станциялары бар жобалардың құнын айтарлықтай төмендетуге болады. Міндетті түрде бар болуы орталық ЗС (ол функциясын орындайды концентратора желі) негіздейді жоғары талаптар, оның дайындығы — бұл жай-күйі осы станция байланысты жұмыс істеуі бүкіл желі.

FDMA жиілігін бөлудің одан әрі дамуы SCPC әдісі болды - бір тасымалдаушыға бір канал. Бұл жағдайда ені 4 кГц телефон каналы. Оның мәні барлық жиілік диапазоны, мысалы, 4 кГц қосалқы станцияға бөлінеді, әрқайсысы өздігінен модуляцияланған тасымалдаушысы бар. Станциялар арасында ішкі каналдардың таралуы DAMA (сұраныс-тапсыру мультиплеакциясы) әдісіне негізделген - талап бойынша канал тағайындаумен бірнеше рет қатынау. Бұл дегеніміз, таратуды бастамас бұрын әр станция орталық (басқару) станциясына басқа станциямен байланыс орнатқысы келетіні туралы хабарлайды. Қызметтік хабарламалар үшін арнайы сигнал арнасы бөлінеді, оның көмегімен станциялардың арасында ішкі арналардың таралуы жүреді, осылайша бір жиіліктегі ішкі каналда бір уақытта екі станция жұмыс істемейді. Әрбір ішкі каналда деректерді беру жылдамдығы оның еніне, кодтау механизміне және модуляция түріне байланысты болады. FDMA / DAMA тетігін алғаш рет Comsat компаниясы Intelsat IVA және V жерсеріктерінде енгізді. Бұл жүйеде сигнал арнасындағы алмасу уақытты бөлу режимінде (TDM) жүреді. Ақпарат циклді түрде қайталанатын 50 мс кадрларда беріледі. Рамка 1 мс 50 уақыт аралыққа бөлінеді. Әр уақыттық слот белгілі бір жердегі станцияға беріледі (Intelsat жүйесінде 50-ден аспайды). Уақыт аралығы кезінде жер үсті станциясы қызмет көрсету арнасының жиілігіне 128 бит жібере алады - дауыстық арнаға немесе каналға хабарлама жіберуге болады. Тарихи түрде FDMA-дан кейін уақытты бөлуге (TDMA) көп уақытты бөлу механизмі қолданыла бастады. Оның қағидаты қарапайым: бүкіл беріліс циклдік қайталанатын кадрларда (жақтауларда) жүреді, бірдей уақыт аралығына (уақыт аралықтарына) бөлінеді. Әр таратқышқа белгілі бір уақыт аралығы тағайындалады (тұрақты немесе уақытша). Бұл жағдайда негізгі проблема - кадрдың үндестірілуін жоғалту емес, ол үшін әр кадрдың басында импульстардың белгілі бір синхрондау реттілігі беріледі. Бір уақытта CERT пошта және телекоммуникация департаменттерінің Еуропалық конференциясы дауыстық ақпаратты таратуға арналған TDMA базалық құрылымын стандарт ретінде қабылдады. Цифрландырудан және кодтаудан кейін дауыстық деректер ағыны әр арнада 16 кГц жиілігі бар 8-биттік үлгілер тізбегін білдіреді деп болжанады. Бір TDMA кадры 16 тәуелсіз дауыс арналарына қызмет көрсетеді.

Олардың әрқайсысының үлгілері (әрқайсысы 8 бит) тұрақты түрде 128 биттің ішкі жақтауын құрайды. Берілу жылдамдығы (іріктеу жиілігі 16 кГц жиілігін ескере отырып) 2,048 Мбит / с құрайды. 32 ішкі қатарлар 2 мс жақтауды құрайды. Бұл әрбір жердегі станция мәліметтерді бір дауыстық арнада 32 8 биттік үлгілермен әр 2 мс сайын жібере алады деген сөз. Негізгі TDMA жақтауының нақты берілу уақыты 59 есе аз (33,9 мкс) - CERT негізгі TDMA жақтауының жердегі станция бойынша берілу жылдамдығы 120,832 Мб / с құрайды.

Осылайша, W жиілік диапазоны бар қайталағыштың жалпы магистралінде 12 радио сигналдар жіберіледі, олардың әрқайсысы N телефон хабарламаларын тасымалдайды. Арналардың жалпы саны N = n × N (1.3-сурет). Басқа байланыс жүйелерін іске асыруда бұрын жиналған жиілік-бөлу жүйелерін дамыту және пайдалану бойынша үлкен тәжірибе, сондай-ақ жабдықтың салыстырмалы қарапайымдылығы барлық қолданыстағы спутниктік байланыс жүйелерінде оның ішінде ішкі жүйелер (Intelsat, Intersputnik жүйелері), жиілік бөлінісі бар МД қазіргі кезде кеңінен қолданылады.

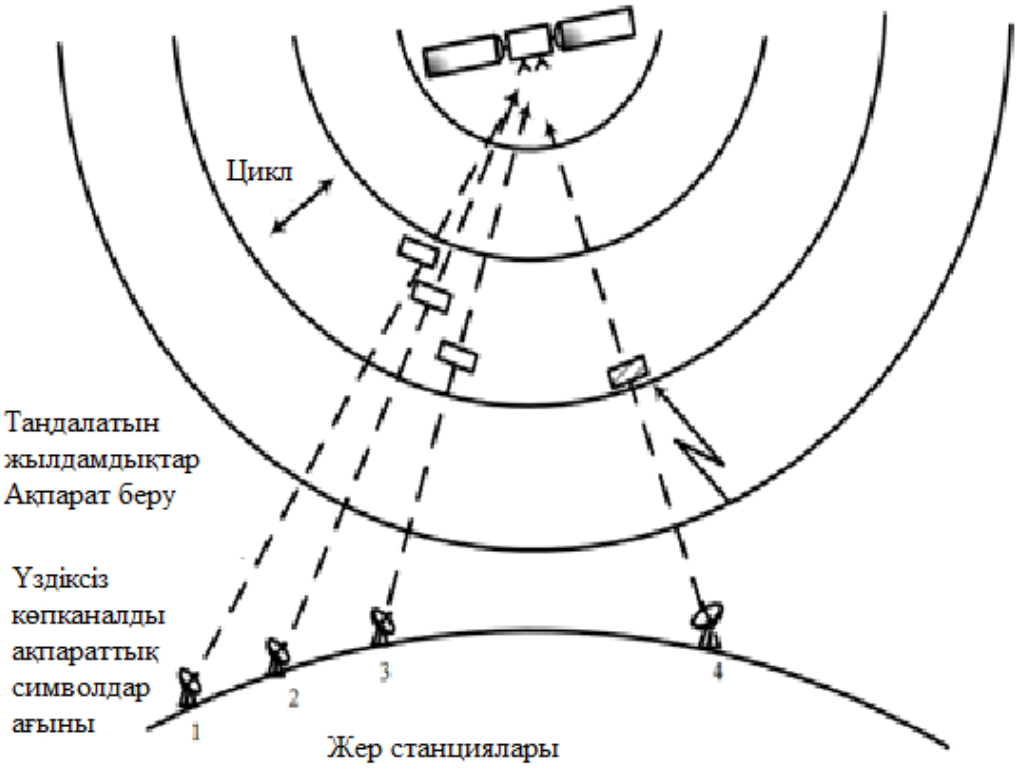


1.3 сурет - Жиілік бөлінуіндегі сигнал құрылымы

Уақытты бөлуге бірнеше рет қатынау (TDMA) - бұл жердегі жеке станциялардың берілімдері жерсерікте бөлек, бір-біріне сәйкес келмейтін уақыт аралықтарында алынуы керек, бұл сызықтық емес қайталағышта бұрмаланған өнімдердің пайда болуын болдырмайды. Жердегі әрбір станция спутниктегі уақыт жүйесін анықтап, жерсерікке тиісті уақыт аралықтарында келетін етіп уақытылы сигнал беруі керек. Төменде сигналдарды синхрондау және сигналдарды беру циклінің егжей-тегжейлері қарастырылады. 1.4 TDMA-мен типтік желілік конфигурацияны ұсынады, онда әр жылдамдықты радиожиілік энергиясының әр пакеті, әдетте төрт фазалы FM бар, спутникке белгіленген уақыт аралығында келеді. Кез-келген уақытта спутниктік қайталағышқа бір ғана сигнал келетіндіктен, инерциялық емес сызықтықсыздық нәтижесінде пайда болған бұрмалау өнімдері мүлдем жоқ немесе өте аз. Берілетін пакеттердегі ақпарат белгілерінің жылдамдығы, әдетте,

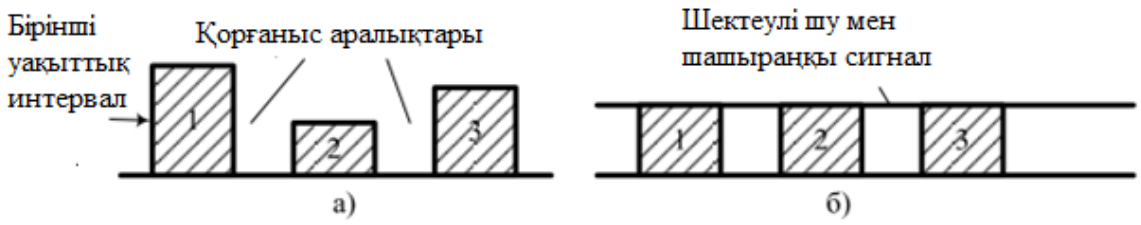
жер станциясына келетін үздіксіз таңбалы ағындардың жылдамдығынан бірнеше есе көп болатындығын ескеріңіз.

Уақытты бөлуге бірнеше рет қол жеткізгенде, қайталағыштың шығыс күшейткіші толық қанықтыру режимінде жұмыс істей алады, нәтижесінде шығыс сигналының пайдалы қуаты едәуір артады. Бұрмаланған өнімдердің сапасының нашарлауы кез-келген синхрондаудың дәлсіздіктерін жою үшін және сонымен қатар осы аралықтағы алдыңғы импульстардың «құйрығынан» туындаған елеулі кедергілерді болдырмау үшін тарату аралықтары арасында жеткілікті қорғаныс уақыт интервалымен әр сигналды беру арқылы жойылады. уақыт. Осы «құйрықтардың» амплитудасы өтпелі реакцияға, қайталағыштың қабылдау бөлігіне де, жер станциясының таратушы бөлігіне де кіретін сүзгілердің амплитудасы мен фазалық сипаттамаларына байланысты. 1.4 суретте уақыттық бөлініудің типтік конфигурациясы көрсетілген, онда әрбір жоғары жиіліктегі радиожиілік энергиясының жиынтығы, әдетте төрт фазалы ФМ бар, спутникке белгіленген уақыт аралығында келеді.



1.4 сурет - TDMA спутниктік байланыс желісінің типтік конфигурациясы.

Егер қайталағыш «шекті шектеу» режимінде жұмыс істесе және кіріс кезінде тек шу болған кезде де шығыс сигналын шектесе, қорғаныс уақыт интервалында да конверт тұрақты болады(1.5-сурет). Әдетте, қорғаныс саңылауларын аз мөлшерде таңдауға болады, сондықтан циклдегі жалпы қорғаныс уақыты пайдалы сигнал қуатының 10% -дан аз мөлшерін алады, ал қайталандырғыш 90% -дан астам тиімділікпен қолданылады.



1.5 сурет – Уақыттық бөліну кезінде қайталаушы сигналдардың типтік конверттері: а) шығу кезінде, б)кірісте

Желісін TDM/TDMA деректер берілетін арасындағы кез келген екі қолданушы станциялары, екі рет өтеді спутник арқылы қайта тарату (екі қадам). Бұл жағдайда сигналдың едәуір кідірісі (1-2 с) болады, бұл желі телекоммуникациялық қосымшаларды пайдалануға жарамсыз, осылайша мұндай кідірістерге сезімтал болады.

Жоғарыда қарастырылған негізгі технологияларды қолдау спутниктік байланыстың көптеген заманауи аппараттық құралдарында іске асырылған. Жиі бір уақытта бір желіде бірнеше технологияларды пайдалану мағынасы бар. Мысалы, TDM/TDMA және DAMA технологияларының комбинациясы ірі масштабты корпоративтік телекоммуникациялық инфрақұрылымды құру үшін ұсынылуы мүмкін. Соңғысы телефон және факсимильдік байланысты қамтамасыз етеді, аудио - және видеоконференцияларды ұйымдастыруға мүмкіндік береді, ал TDM/TDMA ішкі желісін пайдаланған кезде деректерді жіберуге болады.

1.5.1 Желіні пайдалану

Көптеген кәсіпорындар өз қызметкерлерін корпоративтік желіні әзірлеуді, салуды және одан әрі пайдалануды жүктей отырып, өздерінің телекоммуникациялық бөлімшелерін құру жолымен жүріп жатыр. Бұл ретте олар өз желілеріне толық бақылау алады және Бөгде ұйымдардың қызметтеріне ақы төлеуді үнемдейді. Алайда, кәсіпорындарда болашақ желіде пайдалану болжанатын технологияларды біле отырып, жоғары білікті персоналды жалдау мүмкіндігі әрқашан болмайды, ал мұндай персоналды дайындауға және жобаны іске асыру барысында жиі туындайтын күрделі проблемаларды шешуге арналған қосымша шығындар үнемделген сомадан едәуір асып кетуі мүмкін.

Сонымен қатар, желіні пайдалану үшін әртүрлі рұқсат беру құжаттарын алу талап етіледі, ал бұл өте көп еңбекті қажет ететін, қымбат және уақыт бойынша ұзақ процедура. Осындай жобаларды жүзеге асыру тәжірибесі мен қажетті лицензиялары бар танымал оператордың қызметтерін пайдалану оңайырақ, ал жиі арзанырақ. Егер кәсіпорын өз желісін өз бетінше бақылап, қызмет көрсеткісі келсе, яғни оның операторы, сыртқы оператор болуы желі жобасын әзірлеу және іске асыру кезеңдерінде ғана пайдалануға болады. Осы

уақыт ішінде кәсіпорынның өз мамандары барлық желіге әкімшілік ету және қызмет көрсету үшін қажетті дайындық ала алады.

Алайда, кәсіпорынға өз желісін салу міндетті емес, өйткені оған қажетті барлық байланыс қызметтерін (пайдаланушылар станцияларын жалға берумен) осындай инфрақұрылымды пайдаланатын оператор ұсына алады. Бұл кәсіпорынға өз желісін жобалау мен салуға ірі инвестицияларға байланысты қаржылық тәуекелден құтылуға мүмкіндік береді. Егер ол үшін желіні иеленудің принципті мәні болса, уақыт өте келе станцияны сатып алуға болады және желі айтарлықтай масштабқа жеткенде, ал онда қолданылған спутниктік технология пайдаланушылардың телекоммуникациялық қажеттіліктерін қанағаттандыру тұрғысынан өзінің тиімділігін дәлелдейді, жерсеріктік ретранслятор ресурсын жалға алады, меншікті орталық СҚ салып, оған станцияны ауыстырып қосады.

Желі салынды және пайдалануға берілді, табысты жұмыс істеу үшін оған дұрыс қызмет көрсету қажет. Өйткені, тіпті ең сенімді технологиялар кейде бұзылады. Статистикаға сәйкес, ең жоғарғы ақаулар оны пайдаланудың алғашқы жылында пайда болады. Әрине, өндірушілер өз жабдықтарын кепілді жөндеуді қамтамасыз етеді, бірақ бұл ұзақ процесс - бір айдан және одан да көп. Осыған байланысты компанияда желінің электронды жабдықтарының барлық түрлеріне арналған қосалқы бөлшектердің жеке қоймасы болуы тиіс және ол үшін сізге орындар бөліп, осы қосалқы бөлшектерді шығаратын адамдарды жалға алу, сақтау, тасымалдау және т. б. қажет.

Сонымен қатар, Сізге қысқа мерзімде қосалқы бөлшектері мен өлшеу құралдары бар ақаулы жабдықты орнату орнына шығуға дайын білікті мамандар қажет болады. Өлшеу жабдығын сатып алу және оны жұмыс жағдайында ұстау айтарлықтай инвестицияларды талап ететінін атап өткен жөн[4].

Кәсіпорын үшін желіге өз ресурстарымен қызмет көрсету тек үлкен (100-ден астам) станциялармен ғана экономикалық тұрғыдан ақталған. Сондықтан бүкіл әлем бойынша, соның ішінде Қазақстанда да көптеген корпоративтік клиенттер желілердің көп санына қызмет көрсететін және жоғары білікті сервистік мамандар штаты, қосалқы бөлшектер қоймасы және қажетті өлшеу жабдығы бар операторлармен жұмыс істеуді қалайды.

2 Әртүрлі үлгідегі VSAT технология құрылысы

VSAT спутниктік желісінің типтік орналасуы келесідей[5]:

- Орбитада орналасқан байланыс спутнигі (байланыс спутнигі);
- VSAT желісінің оператор-операторының желіні басқару орталығы (ҰБО), байланыс спутнигі арқылы бүкіл желінің жабдықтарына қызмет көрсететін;
- Желі топологиясына сәйкес VSAT оператор компаниясының HUB арқылы сыртқы әлеммен немесе бір-бірімен өзара әрекеттесетін жабдық (спутниктік модемдер немесе терминалдар).

VSAT спутниктік желісінің негізгі элементі - ЖБО. Бұл Интернеттен, жалпыға қол жетімді телефон желісінен және VSAT желісінің басқа терминалдарынан клиенттік жабдыққа қол жеткізуді қамтамасыз ететін және клиенттің корпоративті желісі ішінде трафик алмасуды жүзеге асыратын Желіні басқару орталығы. Орталық басқару орталығы магистральдық байланыс операторлары ұсынатын магистральдық байланыс каналдарына кең жолақты қосылымға ие және қашықтағы VSAT терминалынан сыртқы әлемге ақпаратты жеткізуді қамтамасыз етеді. Орталық басқару орталығы желінің барлық ақпараттық ағындарын байланыс спутнигіне таратады қуатты қабылдағыш кешенімен жабдықталған. ЖБО құрамына арна құрайтын жабдық (спутниктік қабылдағыш антенна, қабылдағыш және т.б.) және HUB (VSAT желісіндегі барлық ақпаратты өңдеу және ауыстыру орталығы) кіреді.

Радиожиіліктер шектеулі ресурс болғандықтан, әр түрлі жердегі станциялардың бірдей жиіліктерді пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Мұны істеудің екі жолы бар:

- кеңістіктік бөлу - әр спутниктік антенна белгілі бір аймақтан сигнал қабылдайды, ал әртүрлі аудандар бірдей жиіліктерді қолдана алады;
- поляризацияның бөлінуі - әр түрлі антенналар поляризацияның өзара перпендикуляр жазықтықтарында сигнал қабылдайды және таратады, ал сол жиіліктерді екі есе қолдануға болады (әр жазықтық үшін).

2.1 VSAT платформасын орнату

Антенна оның мөлшеріне байланысты жерге, шатырға немесе ғимараттардың қабырғаларына орнатылады[6].

Антеннаны орнату орнын таңдау кезінде келесі талаптарды орындалады:

- антеннаны орнатқан жерден оңтүстік-батысқа / оңтүстік-шығысқа қарай жерсеріктің «көрінуіне» кедергі келтіретін ғимараттар, құрылыстар, ағаштар немесе басқа кедергілер болмайды;
- антеннаны жерге орнатқан кезде топырақтың түрін (жер, тас, бетон және т.б.) ескеріледі;
- шатырға орнатқан кезде шатырдың темірбетон болуы керек (жұмсақ шатыры болуы мүмкін) және көлбеу 5 градустан аспайтындығын ескеріледі;

- ғимараттың төбесіне орнатқан кезде, шатырдың максималды 200 кг / ш.м жүктемеге төтеп беретініне ҚР ҚНжЕ РК 1.03-06-2002 бойынша көз жеткізіледі[7];

Антеннаны жерге немесе ғимараттың төбесіне орнату үшін тиісті мөлшердегі көлденең платформа: Антеннаның диаметрі - 1,8 м, платформаның өлшемі - 2х2 м, жалпы жүктемесі - 800 кг болады;

- антенна станцияның жабық қондырғысы мен деректерді тарату қондырғысы орнатылатын бөлмеден 60 м аспайтын қашықтықта орналасады. РЖ кабелінің максималды рұқсат етілген ұзындығы - 60 м;
- орнатудың кез-келген нұсқасымен, спутниктік станцияны орнатудың санитарлық нормаларын (орнату алаңын қоршау, минималды аспалы биіктігін 3,5 м. қамтамасыз ету және т.б.) қамтамасыз етіледі.

2.2 LNB PLL-дан кабель төсеу

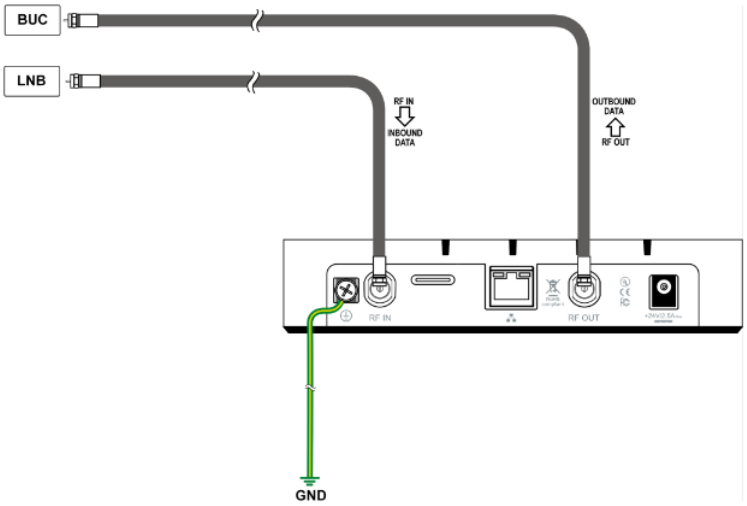
Жер бетіндегі спутниктен алынған сигнал өте әлсіз екенін есте ұстаған жөн, сондықтан оны қабылдауға арналған антенна дециметрге қарағанда күрделі және оның құны да жоғары болады. Спутниктік сигналды «ұстап алу» керек, тіпті антенна мен ашық аспанның арасындағы кішкене кедергі (ағаш бұтақтары, сымдар) оны қабылдауды едәуір қиындата алады. Арзан коаксиалды кабель жоғары жиілікті сигналдың төмендеу коэффициентіне байланысты жұмыс істемейді. «Жерсеріктік» кабель үшін 1,5 ГГц-ден жоғары жиіліктегі тозу коэффициенті 30 дБ / 100м аспауы керек[8]. Тозу коэффициенті, өз кезегінде, оның техникалық сипаттамаларында көруге болатын келесі кабель параметрлеріне әсер етеді:

- Орталық ядроның диаметрі - соғұрлым үлкен;
- Өзегі жасалған материал - таза мыс, мыс қапталған болаттан жақсы;
- Өрнектің материалы (сыртқы өткізгіш): алюминий фольга мыс орамамен бірге жеткілікті қорғаныс әсерін береді;
- Орталық өткізгіштің диэлектрикінің материалы - физикалық көбіктенетін полиэтиленге артықшылық беріледі, өйткені оның көпіршіктері көп және оқшаулау қасиеттері жақсы.

Радио сигналдары үшін бір немесе екі коаксельді кабель қажет болады. Олар сондай-ақ LNB және BUC қуатын беру үшін төмен кернеулі тұрақты ток көздерін тасымалдайды. F қосқышының ортаңғы түйреуіші шамамен 2 мм болуы керек. Екі коаксельді кабельдің сыртқы өрнегі барлық төрт жағынан жақсы жалғанған болуы керек. Егер бір коаксельді кабельдің сыртқы өрнегі бір жерде ажыратылса, онда таңқаларлық әсерлер пайда болады.

Антеннаның құрылымын найзағай соққыларынан қорғауды қамтамасыз ету үшін жерге қосу керек. Егер ғимарат РМЕ типті жерге тұйықтағышты пайдаланса, найзағайдың қосылуы туралы білікті электр маманына хабарласыңыз, өйткені электр желісінде ақаулық туындаса, қауіпті жағдай туындауы мүмкін. Кейбір елдерде пайдалы ережелер бар және антеннаны қалай қауіпсіз жерге қою туралы нұсқаулар бар.

Коаксиальды және жер сымдарының қосылуына мұқият болыңыз, өйткені әр ұшында дифференциалды кернеу болуы мүмкін. Антенна құрылымы мен ішкі шасси блогы арасындағы қалың жерге қосу кабелі коаксельді кабельдерді қосуды қауіпсіз етуі керек. Егер күмәніңіз болса, басқа коаксқа қоспас бұрын ішкі корпустың шассиі мен антенна арасында байланыс орнату үшін бір коакстың сыртын қолданыңыз, сол кезде коакстың ортаңғы түйрегіші сыртқы жаққа дейін қосылуы мүмкін. Төменгі суретте көрсетілгендей LNB және PLL кабельдері модемге қосылады.



2.1 сурет - LNB және PLL кабельдері модемге қосылуы

2.3 Жерге қосуға арналған кабельді төсеу

Жерлендіргіш сым немесе тұрғын электр өткізгіші жер электродының ГЗШ қосылуын қамтамасыз ететін сым деп аталады

Электр тогының соғуынан және қорғаныс коммутациялық құрылғыларының жұмысынан сенімді қорғанысты қамтамасыз ету үшін фазалық бөлікке байланысты жерлендірілген сым таңдалады. Бұл кездейсоқ жағдайда ол жоғары токтарға төтеп беріп, өртенбеуі үшін қажет. Егер бұл орын алса, онда қорғау жұмыс істемейді және қауіпті әлеует құрылғының корпусында болады.

Жерге қосылатын сымның көлденең қимасы:

– егер фаза 16 шаршы метрге дейінгі қимамен қолданылса. мм - жерге қосу өткізгіші бірдей мөлшерде болуы керек;

- егер фазалық қиманың ауданы 16-дан 35 шаршы метрге дейін болса. мм, содан кейін «жер» ол 16 шаршы метр болуы керек. мм;

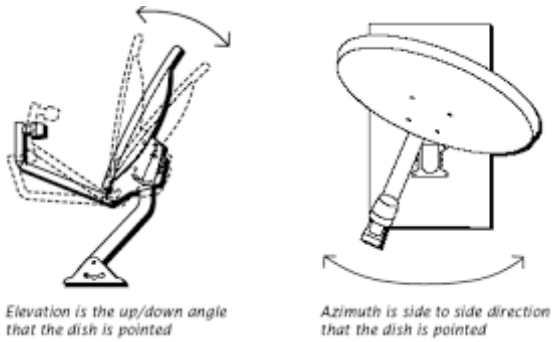
- 35 шаршы метрден асатын фазалық қимасы бар. мм - жердегі сымның ең аз көлденең қимасы фазалық қиманың жартысынан кем болмауы керек.

2.4 Азимут дәрежесін таңдағанда жабдықты баптау

Азимут бүкіл антеннаның тік ось айналасында айналуын білдіреді. Бұл бүйір бұрышқа қарама-қарсы жақ. Әдетте сіз негізгі бекіту кронштейнін

босатып, белгілі бір азимутқа қол жеткізу үшін табақты осы тік оське айналдырасыз.

Биіктік дегеніміз сәуленің бағытымен тікелей жерсерікке және жергілікті горизонталь жазықтыққа бағытталған бұрыш. Бұл жоғары-төмен бұрыш. Төменгі суретте көрсетілгендей антеннаның қондырғысын жылжыту арқылы және градусын өзгерту арқылы азимуты орнатылады.



2.2 сурет – Азимут градусын таңдау

Антенна конфигурациясын жасау үшін бірінші интернет конфигурациясын енгізіп, модемге қосалады. Модем антеннаны көрсету кезінде пайда болатын сигнал қуатының ауытқуларына жауап беріледі. Осы кезде транзивер жұмыс істей бастайды, ол сигнал іздейтінін білдіретін Searching (іздеу) сигналын береді.

Трансиверде жүйеге сигналдың күйі мен күшін көрсетуге мүмкіндік беретін бекітілген динамик бар. Таратқыш шығаратын дыбыстарды келесі түрлерге бөлуге болады(2.3 сурет):

Searching (Іздеу) - процессордың орнатылып жатқанын көрсетеді, бірақ модем әлі синхрондалмаған.

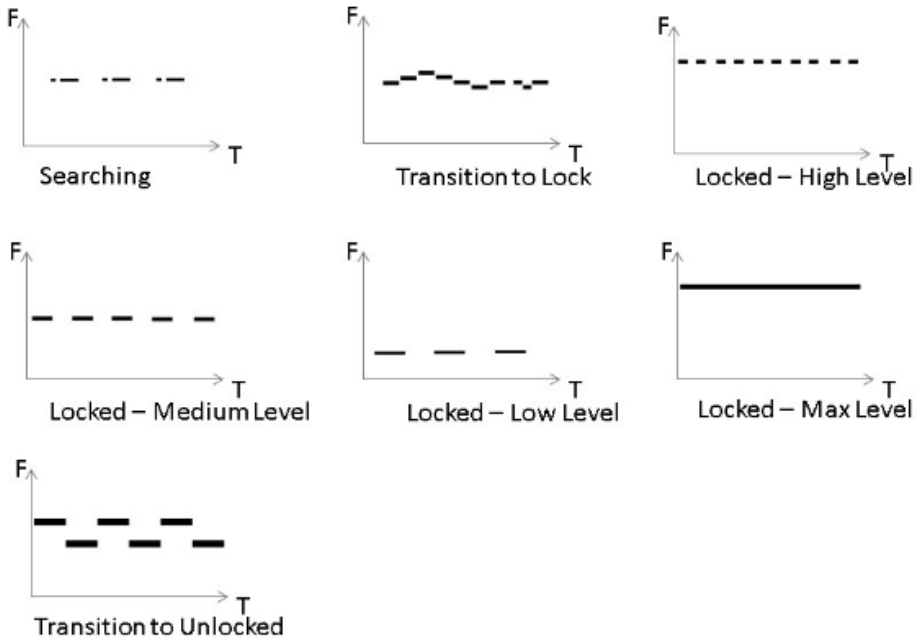
Transition2Lock – короткий двухсекундный переходный тон, указывающий на то, что модем синхронизирован. После этого тона приемопередатчик немедленно начнет излучать один из синхронизированных тонов, в соответствии с уровнем приема.

Locked - модемнің спутникпен синхрондалғандығын білдіретін бірнеше дыбыстық сигнал. Амплитуда мен импульстің қайталану жылдамдығы n деңгейіне пропорционал.

Peak - нұсқау процесінің кез келген нүктесінде қабылдаудың ең жоғары деңгейі болады. Бұл деңгей біртіндеп нұсқаулық жетілдірілген сайын жоғарылайды. Максималды қабылдауға байланысты үздіксіз сигнал.

Transition2Searching - егер қозғалыс кезінде құлыпталған күй жоғалса, «Іздеу» үнімен бірге жүретін 2 секундтық ауысу үні («Полиция сиренасы») пайда болады.

Abort - енгізілген параметрлер мен орнатылған жинақ арасындағы сәйкессіздік.



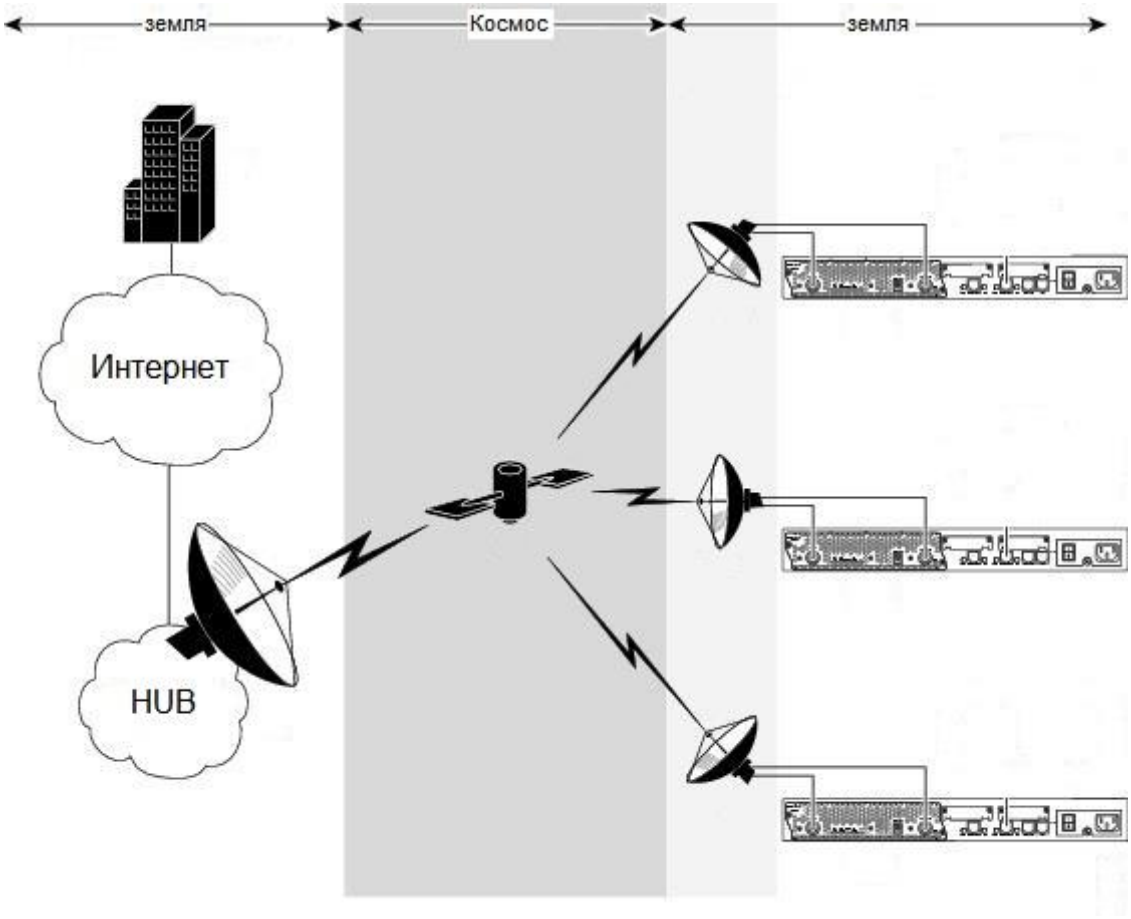
2.3 сурет - Дыбыстық визуализация

Дәрежені секундына 1 градусқа өзгерту керек. Transition2Lock үні естілгеннен кейін медиа синхрондағаны туралы сигнал беріледі. Осы тонның амплитудасы мен импульстің қайталану жиілігі қабылдау деңгейіне пропорционалды. Спутникке қатысты орнын одан әрі өзгертуге жол бермеу үшін антеннаны жинауды қамтамасыз ететін қысқыш жаңғақтарды мачтаға бекітіледі.

3 Жабдықты таңдау

3.1 NM-1VSAT-GILAT желілік модулі

NM-1VSAT-GILAT желілік модулі Gilat SkyEdge-мен үйлесімді жерсеріктік байланыс желілерінде екіжақты спутниктік WAN-байланысы бар Cisco қатынау модульдік маршрутизаторын ұсынады. NM-1VSAT-GILAT желілік модулі өте аз апертурасы бар терминалдың (VSAT) ішкі блогы немесе спутниктік байланыс желісінің жердегі станциясы ретінде жұмыс істейді. «Өте кішкентай» антенна сыртқы VSAT (ODU) блогы деп аталады. NM-1VSAT-GILAT желілік модулі ішкі блок ретінде сыртқы блок пен VSAT желісі арасындағы интерфейс болып табылады. ODU қабылдайды және жібереді сигналдар спутник, ал спутник жібереді және қабылдайды сигналдар жер бетіндегі орталық концентратора, ол бақылайды және барлық спутниктік желісі. 3.1 суретте NM-1VSAT-GILAT желілік Модулінің бет тақтасы көрсетілген.



3.1 сурет - NM-1VSAT-GILAT желілік модулінің бет тақтасы

3.2 SkyEdge технологиясын жалпы талдау

SkyEdge (Gilat Network Systems) технологиясы - Gilat Network Systems ұсынған VSAT спутниктік технологиясы, 2005 жылы жасалған.

SkyEdge технологиясы спутниктік мультисервистік деректерді, дауыстық және бейне желілерді құруға арналған. Технология сізге VSAT-спутниктік терминалдардың арнайы желісін құруға мүмкіндік береді, олар екі бағытты IP-ге негізделген қосымшалар мен мультисастикалық тапсырмаларды қолдауға арналған.

Бұл технология Интернетке немесе Интранетке қол жетімділікті ұйымдастыруға, сондай-ақ жеке кеңселер мен желілерді ұйымдастыруға өте ыңғайлы, олардың көмегімен бас кеңселер немесе ақпараттық орталықтар географиялық жағынан алыс, алыс және жақын жерлерде мәліметтер алмасады.

SkyEdge технологиясы-бір платформада бірнеше қосымшалардың функцияларын біріктіретін VSAT желілерін құру үшін әмбебап платформа. Бұл желіні интерактивті IP-байланыс үшін және қолданыстағы хаттамалардың негізінде байланыс үшін, сондай-ақ көп адресті IP-трансляция және бейне және аудио ағындарын беру үшін пайдалануға болады.

Екі бағытты функциялар жоғары деңгейдегі өзара іс-қимылды, кері байланысты және ресурстарға қол жеткізуді қамтамасыз етеді. DVB Шығыс тасымалдауышымен және кеңейтілген IP-технологияларымен үйлесімділігінің арқасында SkyEdge технологиясы кез келген көп адресті IP-трансляцияларды және деректерді беру қосымшаларын виртуалды қолдауды қамтамасыз етеді.

SkyEdge технологиялық платформасы GSM және CDMA2000 технологияларын қолдау үшін кіріктірілген шешімдерге ие, ол арналар мен басқалармен салыстырғанда жерсеріктік сегментті пайдалану бойынша 80% -ға тиімді. Шешімдер ашық және тиімді түрде дауыс пен деректерді беру жөніндегі қызметтердің жоғары сапасын сақтай отырып, Ұяларды желімен қосады.

Бірінші рет жерсеріктік байланыста SkyEdge отбасы телефония және деректерді беру комбинациясын ұсынады [9]:

- Жақсартылған сәулет;
- Топологияларды қолдау: жұлдыз (star), мульти-жұлдыз (multi-star), толық байланыс (mesh);
- Бір HUB бірнеше спутниктермен бір уақытта жұмыс істеуге қолдау көрсету;
- Кең IP мүмкіндіктері-барлық деректер беру және топтық хабар тарату қосымшаларын қолдау (multicast) IP;
- Интерактивті кең жолақты IP;
- Арналарды коммутациялау арқылы дауысты таратудың ең тиімді әдісін қоса алғанда, телефонияны толық қолдау.

Сериялық хаттамалар, VoIP, бейне конференциялар:

- DVB-S стандартының бірнеше басты Outbound-бір тасымалдаушыға 66 Мбит/с дейін;
- 340 Кбит/с шағын желілерді опциональды қолдау;
- Inbound-60 Кбит/с бастап 2 Мбит/с дейін;
- Жерсеріктік ресурсқа қатынаудың әртүрлі схемалары.

3.2.1 SkyEdge Инфрақұрылымы

SkyEdge технологиясы негізіндегі желі келесі компоненттерден тұрады:

- басқару құралдары бар бас жер станциясы немесе орталық станция;
- желіні басқару жүйелері;
- алыс жерлерде орналасқан VSAT-терминалдар. Терминалдар орталық станция мен VSAT-терминалдардың байланысы үшін көлік ортасын қамтамасыз ете отырып, Ku-диапазонында, кеңейтілген Ku-диапазонында, C-диапазонында немесе кеңейтілген C-диапазонында жерсеріктік арналармен жұмыс істей алады.

Орталық станция кең жолақты жабдықтар мен радиожиілік терминалынан тұрады. Радиожиілік терминалы стандартты антеннаны қамтиды (Ku-диапазоны үшін типтік диаметрі 4,5 метр). Кеңжолақты жабдық модульдік болып табылады және жерсерік арқылы таратуды басқару үшін орталық станцияның жерсеріктік процессорларын, 100baset интерфейсі бар орталық станция протоколының серверін, орталық станция протоколының қосымша процессорын, TCP жылдамдату және маршруттаудың ішкі құралдарын қамтиды, орталық терминалға қосылған және желіні басқарудың кеңейтілген объектілі-бағытталған жүйесі (NMS) Орталық станцияның модульдік құрылымы әрбір пайдаланушы желісін қолда бар және болашақ қажеттіліктерді қанағаттандыру мақсатында барынша тиімді етуге мүмкіндік береді. Желіні басқару жүйесі (NMS) операторға барлық ішкі желіні басқару және мониторингті жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Желі басқару жүйесі (NMS) пайдаланушыға Орталық станцияның өзінде де, алыстағы терминалдарда да жеке конфигурациялық параметрлерді бақылауға, өзгертуге және жүктеуге мүмкіндік береді. Сервер жұмыс станциялары желіні басқару жүйесінің (NMS), әдетте, орналастырылады жерде орталық станция, қазір пайдаланушы жұмыс станциясы желіні басқару жүйесінің (NMS) өзінен пайдаланушы. (NMS) желіні басқару пайдаланушы жүйесінің интерфейсі желіні конфигурациялау, оператор менеджменті, желі мониторингі, басқару командаларын бейнелеу, дабылдар мен оқиғалар, статистикалық деректерді жинау және есептерді дайындау үшін қолданылады. Төменде SkyEdge жүйесінің негізгі экраны (NMS) көрсетіледі. Қосымша қосылатын модуль ретінде QoS және арнайы кітапханалар қауымдастығы қарастырылған.

Алыстағы станция шағын сыртқы антеннадан (Ku-диапазоны үшін 0,55-1,2 метр және C диапазоны үшін 1,8 метр), сыртқы қондырғының аз қуатты блогынан (ODU) және ішкі қондырғының блогынан (IDU) тұрады.

Ішкі қондырғы блогы (IDU) LAN пайдаланушылық жергілікті желісі үшін интерфейсті және дәйекті интерфейсті, сондай-ақ VSAT-терминалдарға арналған жерсеріктік таратуды басқаруды қамтамасыз етеді. VSAT-терминал орнату орнына бармай жүктелетін бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалану арқылы конфигурацияланады. VSAT-терминалдың бағдарламалық қамтамасыз етуі, ол TCP-үдеткіш және қосымша жеткізілетін маршруттау құралдары

(статикалық маршруттау, RIP және IRDP сияқты), ішкі қондырғы блогына (IDU) қосылған.

VSAT-терминал антеннасының фокальды нүктесінде Орнатылатын қашықтағы станцияның сыртқы қондырғысының блогы (ODU), модульденген радиожиілік сигналдарын орталық станцияға жібереді және Орталық станциядан спутник арқылы модульденген радиожиілік сигналдарын қабылдайды.

Сыртқы қондырғы блогының қоршаған ортаның әсерінен қорғау үшін герметикалық орындалуы бар және салыстырмалы ылғалдылығы 100% - ға дейін болғанда 40°C-тан +60°C (40°F-тан +140°F-қа дейін) диапазонында қоршаған ортаның температурасы кезінде сенімді жұмыс істеуге қабілетті.

Сыртқы қондырғы блогында VSAT-терминалдың қабылдау жолында жаппай өндірілген LNB сериялық түрде шығарылатын VSAT-терминалын қолдану есебінен tvro спутниктік телевизиялық қабылдау технологиясы қолданылады. Бұл жүйенің сенімділігін арнайы әзірленген түпнұсқалық аз шу шығаратын блок-түрлендіргіштермен (LNB) салыстырғанда арттырады. Сонымен қатар, бұл жағдайда қашықтағы станция аппаратурасы оңай және арзан болады.

VSAT-терминалдың антеннасы рефлектор (антенналық айна), офсеттік сәулелендіру және монтаждық комплектіден тұрады. Стандартты рефлектор композициялық көмірпластикадан жасалған параболикалық айна болып табылады. Нақты орналасу орны үшін антенна көлемі кіріс хабарламаларының ақпараттық жылдамдығына, ауа райы-климаттық жағдайларға және осы аймақтағы жерсеріктік қамту аймағына байланысты; Ku-диапазоны үшін антенна көлемі 0,55 метрден 1,20 метрге дейін; C-диапазоны немесе кеңейтілген C-диапазоны үшін антенна көлемі 1,80 метрден 2,4 метрге дейін құрайды.

3.3 Жерсеріктік антеннаны таңдау

Жерсеріктік антенна жерсеріктен сигнал қабылдау үшін қолданылады. Антенна бетінен шағылысқан жерсерік сигналы бірінші аралық жиілікке түрлендірілетін конвертордың сәулелендіру құралында фокусталады.

Антенналардың негізгі үш түрі бар: осесимметриялық (тура фокусты), симметриялық емес (офсетті) және екі фазалы. Ең көп таралған екі бірінші түрі, төменгі суреттерде бейнеленген.

3.2 сурет - Офсеттік антенна

3.3 сурет - Тікфокусты антенна

Тікелей фокустық антеннада спутниктік сигнал антенна фокусында орналасқан (фокус антеннаның орталық осінде орналасқан) конвертордың сәулелендіру құралына фокусталады [10].

Офсеттік антеннада спутниктің бұрышынан сигнал антенна жазықтығына түседі және сол бұрышқа әсер етіп, конвертордың сәулелендіру құралына түседі (антенна фокусы антенна ортасына қарай жылжиды).

Егер антеннаның жазықтығы жер жазықтығына перпендикуляр орналасса, яғни көкжиекке 90 градус бұрышында антенна құлайтын сигнал одан 90 градус бұрышында бейнеленеді, Бұл жағдайда көкжиек жазықтығы мен антеннаға түсетін сигнал сәулесі арасындағы бұрыш офсеттік антеннаның ығысу бұрышы деп аталады.

Сәйкесінше, егер антеннаны тік орнатса, онда ол автоматты түрде аспандағы нүктеге жылжу бұрышына тең бұрышпен бағытталатын болады.

Әр түрлі диаметрлі антенналардың жылжу бұрышы әртүрлі және антенналардың сипаттамаларының бірі болып табылады.

Басқа маңызды параметр-антенна диаметрі, антенна көп болған сайын, ол конвертордың сәулелендіру құралында сигналды соғұрлым күшті түсіре алады. Антеннаның сипаттамасында диаметрі мен сезімталдығы көрсетіледі. Сезімталдық антенна айнасының өлшеміне және одан аз сапасына байланысты.

Сипаттамасы:

- рефлектордың диаметрі: 180 см;
- сегменттер саны: 6;
- күшейту с-диапазоны: 35 дБ;
- ku күшейту-диапазоны: 43 дБ;
- материал: гальванизир. Болат;
    1) жел жүктемесі жұмыс: 25 м / с;
    2) жел жүктемесі макс.: 40 м / с;
    3) таза салмағы: 28 кг.

NRM тірегі 1,8-102-1500 VSAT (Very Small Aperture Terminal - шағын габаритті спутниктік терминал) класына жататын Жерсеріктік байланыстың Қабылдау-тарату жер станцияларын (СБЖС) құру үшін кез келген жазық беттерде диаметрі 1,8 метр VSAT антеннасын орнатуға арналған.

Тірек диаметрі 1,8 VSAT антеннасын 360 градусқа азимут бойынша айналдыруға мүмкіндік береді.

Npm тірегі 1,8-102-1500 болаттан жасалған құрама конструкция түрінде орындалған, төменгі 3.4 суретінде көрсетілген. Жел жүктемелері кезінде орнықтылықты қамтамасыз ету үшін тірек көлемі 200x200x400 бетонды блоктармен тиеледі. Тіректі төбеде монтаждау кезінде РМ 1,8 тіреуі үшін резеңке төсемді пайдалану ұсынылады.

Тірек ҚНжЕ 2.01.07 – 85[11] бойынша 1-6 жел аудандарында-40-тан +50 градусқа дейін температурада және 25 градус С температурада ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 100% дейін болғанда пайдалануға арналған.

Сипаттамасы:

- Тірек-бұрылыс құрылғысының отырғызу диаметрі-102 мм;

- Тіректің биіктігі-1500 мм;
- Негізі-2500х2500 ММ;
- Жабын-топырақ-эмаль.

Габариттік және салмақ параметрлері:

- Жалпы көлемі-300х150х2500 ММ;
- Салмағы-89,00 кг;
- Көлемі-0,1125 текше м;
- Тасымалдау орындарының саны-6 орын.

3.4 сурет –NPMM 1,8-102-1500 тірегі

3.4 Спутниктік SkyEdge II Access модемы

SkyEdge II спутниктік модемі инфрақұрылымы нашар аймақтарда және т.б. кеңселік жұмыс істеуге арналған VSAT модульді модульдік терминал болып табылады. Ұсынылған модемнің ерекшелігі - деректерді тек Wi-Fi арқылы беруді қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен бірге топтық бағыттауға да қолдау көрсетеді. Модульділіктің арқасында VSAT ұсынатын мүмкіндіктер кеңеюі мүмкін. Модемде екі кеңейту ұялары бар, онда тиісті тақталарды, мысалы, телефонды, енгізуге болады. порттары.

SkyEdge II Access модемі VoIP қызметтерін, мультимедиялық қосымшаларды қолдайды, әйгілі DVB-S2 және -RCS стандарттарына негізделген, жоғары және төмен ағыс арналарында жоғары жылдамдықты қамтамасыз етеді, бүкіл жолақты трафикпен тығыз толтырады. Модемде Интернет-протоколдарды жеделдету, VoIP, QoS, жергілікті желінің ішкі порттары және дауыстық байланыс бар. Сондай-ақ, модеммен бірге спутниктік деректер беру арқылы 1-хоп жұмысының схемасын қамтамасыз ететін MESH карталарын пайдалануға болады. 3.5 суретте көрсетілген.

SkyEdge II Access-кәсіпорынның бір немесе бірнеше кеңселері үшін, сондай-ақ алыс елді мекендерде қолданылатын кең жолақты IP қатынауды және топтық адресацияны қолдайтын модульдік қабылдау-тарату VSAT терминалы. SkyEdge II Access Интернетке кеңжолақты қатынауды қамтамасыз етеді, VoIP байланысын және мультимедиялық қосымшалардың жұмысын қолдайды.

SkyEdge II Access DVB-S2 және DVB-RCS стандарттарына негізделген. SkyEdge II Access модульдік құрылымы бар және VSAT мүмкіндіктерін кеңейтеді. Екі слотты кеңейту үшін қосымша кеңейту платалары, мысалы, телефон порттарының платалары орнатылуы мүмкін.

SkyEdge II Access келесі ерекшеліктері бар:

- Кіріс және шығыс арналарының жоғары жылдамдығы;
- ACM пайдалану кезінде жоғары тиімділік және DVB-S2 стандарты бойынша кіріс арналарын адаптивті басқару;
- Кірістірілген VoIP, QoS және TCP, HTTP, VPN жылдамдату;
- Кіріктірілген ЛВС порттары және дауыстық байланысты кеңейту порттары;
- Екі кеңейту слоттары;
- Кеңейтілген функционалдығы бар DVB-S2 және DVB-RCS стандарттары негізінде VSAT-терминал.

Қолдану:

- Кең жолақты IP-қосымшалар үшін жоғары жылдамдықты мультисервистік VSAT терминалы;
- Mesh картасы болған жағдайда, VSAT терминалдың құрамында спутниктік байланыс арнасы арқылы бір жібергіш жұмыс сызбасын қамтамасыз етеді.

3.5 сурет - SkyEdge II Access модемы

3.5 VSAT компоненттері

Спутниктік конвертер-жерсеріктен қабылданатын сигналдың аз шуыл күшейткішін және жиілікті төмендететін түрлендіргішті біріктіретін қабылдағыш құрылғы. Конвертер спутниктік антеннаның сәулелендіру құралында орнатылады және қабылдау жабдығына коаксиалды кабель қосылады, сол кабель бойынша конвертерді қоректендіру және қажет болса, басқару сигналдарын беру жүзеге асырылады.

Жоғары тұрақты конвертерлердің тірек генераторлары үлгілік көз бойынша автоподстройкамен жиілікті синтезатор ретінде құрылады (ағыл. Phase-locked loop, PLL). Үлгі ретінде әдетте 10 МГц жиілігімен сигнал қолданылады. PLL LNB тірек генераторы жиілігінің тұрақтылығы үлгілік сигнал көзіне байланысты.

Жоғары тұрақты PLL-LNB стандартты SMW фазалық шудың тамаша параметрлерімен өндіріледі, бұл ber (Bit Error Rate - бит бойынша қателердің жиілігі) төмен жылдамдықты қамтамасыз етеді және жоғары. Стандарт - шығу коннекторлары F-, N - немесе SMA, кең жиілік диапазоны және төмен шу коэффициенті[12].

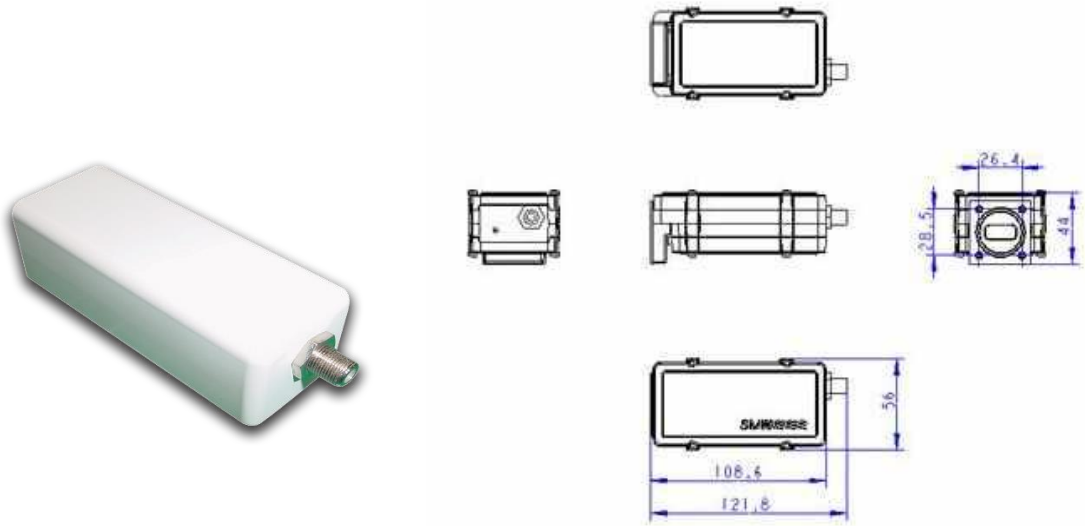
Жоғары тұрақты PLL LNB Конвертер ерекшеліктері:

Гетеродиннің жоғары тұрақтылығы ±10 кГц-тен ±250 кГц-ке дейін дрейф жиілігін шектейді.

PLL-LNB опциялары - теңшелетін гетеродин, теңшелетін күшейту, DC үшін бөлек кіріс коннекторы, кеңейтілген жиілік диапазоны.

Барлық LNB жеке қолмен теңшеледі, бұл әрбір бірлік үшін ең жақсы параметрлерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сапа мен сенімділік өте маңызды. Барлық LNB жоғары және төмен температуралардың әсерінен кең тестілеуден өтеді, су өткізбейтін тест және қатаң электрлік тестілеу.

Жоғарыда аталған ерекшеліктер бойынша жобалау үшін NRJ2837 сериялы жоғары тұрақсыз спутниктік конвертер таңдалды. Конвертен төменгі 3.6 суретте жалпы көрінісі мен схемалық тұрғыда крсетілген.



3.6 сурет - PLL-LNB-дың NJR2837 сериясы

Конвертердің ерекшелігі:

- Ұйымдастыру жиілігі

РЧ жиілігі: 10,95 - 11,7 ГГц

ПЧ жиілігі: 950 - 1700 МГц

Жергілікті осциллятор жиілігі: 10,0 ГГц

- Шудың төмен деңгейі

Шу деңгейі (NF): 0,8 дБ типі.

- LO жиіліктің тұрақтылығы

H-түрі: +/- 10 бет / мин (+/- 100 кГц типі)

S-түрі: +/- 3 бет / мин (+/- 30 кГц типі)

U-түрі: +/- 1 бет / мин (+/- 10 кГц типі)

- Кіші өлшем және жеңіл салмақ

Салмағы: 260г

- Басқа да ерекшеліктер

RoHS сәйкестігі

BUC-Жерсерік байланысында қабылданған block Upconverter үшін қысқарту, жерсерікке сигнал беру үшін қолданылатын және бір блокта «жоғары» жиілік түрлендіргішін және Қуат күшейткішін біріктіретін құрылғының атауы.

BUC құрылымы тікелей антеннаға немесе оның жанында орнатуға арналған, герметикалық ауа райы бар. Корпус BUC түрінде орындалады, радиатор, бұру выделяющееся жұмысы кезінде жылу, қуатты күшейткіштер бар желдеткіштер мәжбүрлеп салқындату. BUC шығысы стандартты толқынды фланец түрінде орындалған (түрі диапазонға байланысты), ол толқынжолмен немесе тікелей антеннаның сәулелендіргішімен жалғанады. Кіріс — әдетте F типті (75 Ом толқындық кедергісі бар) немесе n типті (50 Ом) Жоғары жиілікті коаксиалды ажыратқыш.

Негізінен пайдаланылады қатты денелер (жартылай өткізгіш) BUC, сондай-ақ, деп аталатын SSPB (Solid State Power Block-Up Converter). Жоғары ПӘК бар үлкен қуатты BUC (жүздеген Ватт) талап етілетін жерде жүгіруші толқын шамдары (ЛБВ, ағылш. TWT). Соңғы жылдары қатты денелі күшейткіштің ПӘК-ін ұлғайтуға мүмкіндік беретін GaN (галлий нитрид негізіндегі жартылай өткізгіш құрылғылар) жаңа технологиясы пайда болды.

Көптеген жағдайларда BUC әмбебап болып табылады және әр түрлі шеткі жерсеріктік жабдықтарымен пайдаланылуы мүмкін. Алайда, кейбір өндірушілер стандартты емес шешімдерді қолданады — мысалы, BUC VSAT-Hughes станциялары үшін басқа жерсеріктік терминалдармен жұмыс істей алмайды.

Ka-диапазон терминалдарында қабылдау конвертері бар бір блокқа біріктірілген BUC қолданылады (TRIA — Transmit and receive integrated assembly). TRIA-ны жерсеріктік модемге қосу үшін тек бір ғана радиожиілік кабелі қажет, бұл ретте қабылдау және беру әртүрлі жиілік диапазондарында жүзеге асырылады.

Сондай-ақ, BUC таратушы күшейткіш-конвертерін және LNB қабылдау конвертерін «iLNB» (interactive LNB) немесе «smart LNB» деп аталатын бір блокқа біріктіру тәсілі бар. Сыртқы ол пластикалық корпуста үлкейтілген телевизиялық конвертті еске түсіреді,қосылым екі кабельмен — қабылдау және беру үшін бөлек жүргізіледі. Мұндай құрастыруда күшейткіш аз қуатты, 0.5-0.8 Ватт қолданылады. Мұндай жинақтар ақпараттың үлкен көлемін беруді талап етпейтін интерактивті спутниктік теледидар үшін ұсынылады, сондай-ақ ASTRA2Connect (SES Broadband) екіжақты спутниктік Интернет жүйесінде пайдаланылады. Пайдалану мұндай жинау тек арнайы есептелген, оның қолдану жабдықтармен (спутник модемдері және т. б.).

Жоғарыда аталған сипаттамаларға сүйене отырып, NJT8302 сериялы таратушы күшейткіш-Конвертер таңдалды, төменгі суретте көрсетілген.

3.7 сурет – BUC NJT8302 және жерсеріктік антеннаның сәулелендіру құралына BUC және LNB құрастыру

Күшейткіш-түрлендіргіштің сипаттамалары:

- Ұйымдастыру жиілігі

РЧ жиілігі: 14,0 - 14,5 ГГц

ПЧ жиілігі: 950 - 1450 МГц

Жергілікті осциллятор жиілігі: 13,05 ГГц

- Жоғары қуат шығысы

P1dB: +34 дБм мин. қатты қызған

ACPR: -26 дБк @ маршрут = + 34 дБм

Қуатты тұтыну: 18 Вт

- Балалардың мөлшері және жеңіл салмағы

Салмағы: 350г

- Басқа да ерекшеліктер

RoHS сәйкестігі

3.5.1 Байланысты ұйымдастыруға арналған қосалқы компоненттер

Кабельді қосу желісі - IFL (Intermediate Frequency Line). Шығу және IDU кірісіне BUC және LNB қосатын, 75 Ом импеденциясы бар екі икемді РЖ кабелі.

Осы кабель арқылы өтетін электрлік сигналды сыртқы электромагниттік толқындардың әсерінен (электр құрылғыларынан, электр желілерінен, электронды құрылғылардан және т.б. электромагниттік кедергілерден) қорғауға арналған.

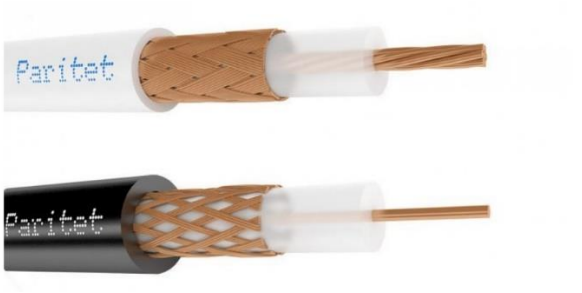
Спутниктік табаққа кабель таңдаудағы негізгі көрсеткіштердің бірі - орталық өткізгіш арқылы берілетін сигналдың төмендеуі (толқындық кедергі). Сигналдың сөнуі коаксиалды кабель жасалған материалға тікелей байланысты. Мысалы, мыс қорытпаларынан жасалған кабельдегі тозу алюминий қорытпаларынан жасалған кабельге қарағанда бірнеше есе аз болады.

Коаксиалды кабельдің ортаңғы өзегі, мыс болуы керек. Кейбір маркаларда мыс алюминийге және болат өзекке шашыратылады.

Кабельді оқшаулау өте қиын болмағаны жөн, мысалы, суық мезгілде ол оңай жарылып кетеді.

РЖ кабелінің сипаттамасы:

- Толқын кедергісі, Ом 75;
- Өткізгіш түрі;
- Кабельдің сыртқы диаметрі, артық емес, мм 3.3;
- ПВХ қабықтың түрі;
- Өрілген мыс сым түрі 90%;
- Жұмыс температурасының диапазоны, ° С-40 ... + 70;
- Салмақ, артық емес, кг 18.2.



3.8 сурет - Толқындық кедергісі бар радиожиілік кабелі

Орнату кезінде спутниктік жабдықтарды арақашықтық конвертора спутниктік дейін қабылдағышты (ресиверді) аспайтын 30м., яғни, біз пайдалануға болады бұл кабель қосылу үшін сатып алынған құрал-жабдық.

Қазақмыс корпорациясы үшін операторлардан барлық жабдықтар жалға беріледі, қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін осы жабдықтарды тіректе сақтау қажет. ҮҚК суреттерінде төменде көрсетілгендей, жабдық тағаны, модем және клиенттің басқа да желілік жабдықтары тіректе сақталады.

3.9 сурет – Жабдық сөресі

Спутниктік табақ үзіліссіз қуатты тұтынады, осыған байланысты өндірісте ҮҚК орнату қажет. Кенеттен электр қуатының тоқтауы деректердің жоғалуына және жабдықтың физикалық зақымдалуына әкелуі мүмкін.

Электр желісінде қуатты тұтынушыларды ауыстырған кезде әрдайым кедергілер мен толқулар болады.

Егер белгілі бір электр желісіне жүктеме үлкен болса, жүктеме кезіндегі кернеу нормадан төмендейді. Компьютерлерді (және басқа жүктемелерді) «таза» кернеумен қамтамасыз ету үшін үздіксіз қуат көзі қажет.

Электр қуаты үзілген жағдайда, батарея батареядан жұмыс істей бастайды, компьютер үшін 220 В айнымалы кернеу шығарады. Төмендегі фотода UPS таңдалған түрі UPE Crown SMU-1KVA болып табылады.

3.10 сурет - UPE Crown CMU-1KVA

4 Есептік бөлім

4.1 Есептер тізбесі және бастапқы деректер

Бұл бөлімде мынадай есептер келтірілген:

- «төмен», «жоғары желісінің энергетикалық есебі»;
- жер станциясынан спутникке азимут;
- жер станциясынан жерсерікке орын бұрышы;
- таратқыш (КС) мен қабылдағыш (ЗС) антенналарының арасындағы қашықтық;
- трассада қосымша әлсіреу;
- қабылдау жолының шудың жиынтық температурасы;
- сигнал деңгейінің әлсіреуі;
- ҒС таратқышының қуаты.

4.1 кесте – ҒС параметрлері

Параметр		Мәні
Координаттары		58,6° ш.б.
Диапазоны f, ГГц		14/11
Антеннаны күшейту коэффициенті G, дБ	Қабылдау	35
	Беру	30
Қабылдағыш шуының коэффициенті $К_Ш$		8
Антеннаның Шу температурасы T_A, К		58
КПД АФТ(тиімділігі)		0,9

4.2 кесте – ЖС параметрлері

Параметр	Мәні
Диапазоны f, ГГц	14/11
Антенна диаметрі D_A, м	1,8
Тиімді жиілік жолағы $\Delta f_ш$, МГц	33
Қабылдағыш шуының коэффициенті $К_Ш$	8
Сигнал/Шу қатынасы $P_с/P_ш$, дБ	16,5
КПД АФТ(тиімділігі)	0,90

4.2 «Төмен», «жоғары» желісінің энергетикалық есебі

Жерсеріктің азимутын және жердегі станциялардың биіктігін формулаларға сәйкес есептейміз[13]:

$$Az = 180° - arctg\left(\frac{tg\Delta\beta}{\sin\xi}\right), \tag{4.1}$$

мұнда

Az – жер станциясынан спутникке азимут, град;

$\Delta\beta = |\beta_{кс} - \beta_{зс}|$ - ғарыштық және жердегі станциялардың бойлық арасындағы айырмашылық, град;
$\beta_{кс}$ – спутник асты нүктесінің бойлығы, град;
$\beta_{зс}$ – жер станциясының бойлығы, град;
ξ – жер станциясының ені, град.

$$\gamma = arctg\left(\frac{\cos\Delta\beta \cdot \cos\xi - 0{,}15126}{\sqrt{\sin^2\Delta\beta + \cos\Delta\beta \cdot \sin\xi}}\right), \tag{4.2}$$

мұнда
γ – жер станциясынан жерсерікке дейінгі биіктік бұрышы, град;
$\Delta\beta = |\beta_{кс} - \beta_{зс}|$ - ғарыш және жер станциясының бойлық айырмашылығы, град;
$\beta_{кс}$ – спутник асты нүктесінің бойлығы, град;
$\beta_{зс}$ – жер станциясының бойлығы, град;
ξ – жер станциясының ені, град.

Басқа қалалардың координаттары жер станциялары 4.3 - кестеге енгізіледі.

4.3 кесте – Қосылу нүктелерінің координаттары

Қосылу нүктесі	с.е.	ш.б.
Абыз Кен орны (ЖС1)	49^0 44’	76^0 44’
Ақбастау Кен орны (ЖС2)	49^0 41’	73^0 59’

(4.1) және (4.2) формулаларға бастапқы деректерді орналастыра отырып, азимут пен ЖС үшін орын бұрышын аламыз:

Абыз кен орны ЖС1 үшін:

$$\Delta\beta = |58{,}10° - 76{,}73°| = 18{,}63°$$

$$Az = 180° - arctg\left(\frac{tg18{,}63°}{\sin 49{,}73°}\right) = 180° - arctg\left(\frac{0{,}33}{0{,}76}\right) = 156{,}53^0,$$

$$\gamma = arctg\left(\frac{\cos 18{,}63° \cdot \cos 49{,}73° - 0{,}15126}{\sqrt{\sin^2 18{,}63° + \cos 18{,}63° \cdot \sin 49{,}73°}}\right) = arctg\left(\frac{0{,}94 \cdot 0{,}64 - 0{,}15126}{\sqrt{0{,}1 + 0{,}94 \cdot 0{,}76}}\right) =$$
$$= 26{,}52°,$$

Ақбастау кен орны ЖС2 үшін:

$$\Delta\beta = |58{,}10° - 73{,}93°| = 15{,}83°$$

$$Az = 180° - arctg\left(\frac{tg15{,}83°}{\sin 49{,}68°}\right) = 180° - arctg\left(\frac{0{,}28}{0{,}76}\right) = 159{,}84^0,$$

$$\gamma = arctg\left(\frac{\cos 15{,}83° \cdot \cos 49{,}73° - 0{,}15126}{\sqrt{\sin^2 15{,}83° + \cos 15{,}83° \cdot \sin 49.73°}}\right) = arctg\left(\frac{0{,}96 \cdot 0{,}64 - 0{,}15126}{\sqrt{0{,}07 + 0{,}96 \cdot 0{,}76}}\right) =$$
$$= 27{,}32°.$$

Алынған нәтижелерді 4.4-кестеге жазамыз.

4.4 кесте – Есептеу нәтижелері

Қосылу нүктесі	Δβ1, град.	Az1, град.	γ1, град.
Абыз Кен орны (ЖС1)	18,63	156,53	26,52
Акбастау Кен орны (ЖС2)	15,83	159,84	27,32

4.3 Таратқыш (ҒС) мен қабылдағыш (ЖС) антенналарының арасындағы қашықтық

Жер станцияларынан борттық ретрансляторға дейінгі қашықтықты есептеу (4.3) формуласы бойынша есептеледі:

$$\mathrm{d} = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos(\psi)}, \quad (4.3)$$

$$\cos(\psi) = \cos(\xi_{ЖС}) \cdot \cos(\beta), \quad (4.4)$$

мұнда

$\xi_{ЗС}$ – жер станциясының ені;

d - жер станциясынан жерсерікке дейінгі қашықтық, км.

ЖС1 үшін есептеу:

$$\cos(\psi) = \cos(49{,}73°) \cdot \cos(18{,}63°) = 0{,}60$$

$$\mathrm{d} = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}60} = 38680{,}71 \text{ км}$$

ЖС2 үшін:

$$\cos(\psi) = \cos(49{,}68°) \cdot \cos(15{,}83°) = 0{,}61$$

$$\mathrm{d} = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}61} = 38611{,}21 \text{ км}$$

4.5 кестеге мәліметтерді енгіземіз.

Есептеу нәтижелерін салыстыра отырып, бірінші жіне екінші жер станцияларының мәндері ұқсас екені көрінеді.

4.5 кесте – Есептеу нәтижелері

Қосылу нүктесі	cos(ψ), град	d, км
Абыз Кен орны (ЖС1)	0,60	38680,71
Акбастау Кен орны (ЖС2)	0,61	38611,21

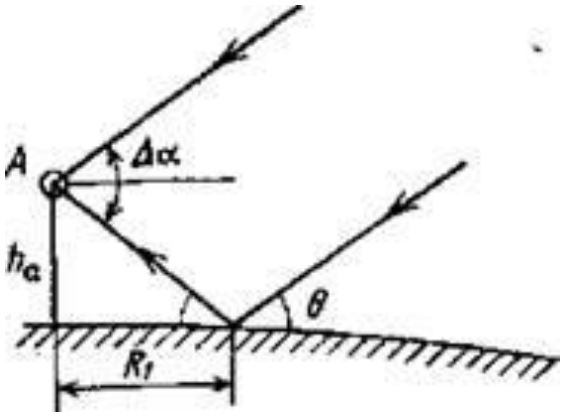
4.4 Ғарыштық байланыс жүйелерінде сигналдардың өтуі

Жер — Ғарыш (немесе ғарыш — Жер) желілерінде радиотолқындардың таралуына ионосфера мен тропосфера сияқты жер атмосферасы елеулі әсер етеді. Бұл әсер әсіресе 10 ГГц және одан жоғары жиіліктерде байқалады, сондай-ақ толқынның аз келу бұрыштарында (жер станциясы антеннасының кіші бұрыштарында) байқалады [14].

Ионосфераның әсері энергияның жұтылуында, сигналдың дисперсиясында, яғни жолақтағы кідіріс уақытының біркелкі еместігінде, электрондардың шоғырлануының жергілікті тұрақсыз шашырауынан, сызықтық поляризацияланған толқынның поляризация жазықтығының айналуынан (фарадеево айналу) пайда болған сигналдың «жыпылықтауынан» көрінуі мүмкін. Бұл әсерлердің барлығы сигнал жиілігінің квадратына, ал дисперсия — жиілік текшесіне пропорционалды. Сондықтан 1 ГГц жоғары жиіліктерде жұмыс істейтін ғарыштық қызметтер поляризация жазықтығының айналуын қоспағанда, ионосфераның әсерін ескермеуі мүмкін.

Айналудың өзгеруі тәуліктік және маусымдық жүріске, күн белсенділігінің циклдарына бағынатын тұрақты сипатқа ие, сондай-ақ уақыттың шағын пайызындағы тұрақты жүрістен елеулі және болжанбаған ауытқуларға ұшырайды. 1 ГГц жиілігінде максималды айналу амплитудасы 30° орын бұрышында 108° - ге жетуі мүмкін, ал 4,6 және 1,2 ГГц жиіліктерінде максималды амплитудалар тиісінше 9,4 және 1°-ге жетті. Толқынның айналмалы поляризациясын қолдану, біздің жағдайдағыдай осы құбылыстың әсерін толығымен жоюға мүмкіндік береді.

Сигнал деңгейінің өзгеруі жер бетінен шағылысқан тікелей толқын мен толқынның интерференциясынан туындауы мүмкін, ол интерфереция түрі 4.1 суретте бейнеленген.



4.1 сурет - Жер бетінен шағылысқан түзу толқын мен толқынның интерференциясы

4.5 Сигналдың әлсіреуі

Радио сигналдың өшуінің негізгі себебі-толқын фронтының сфералық шығынынан туындаған еркін кеңістіктегі өшу.

«KazSat-3» спутнигімен жұмыс істеу кезінде жиілік жоспарына сәйкес алтыншы оқпанның жұмыс жиіліктерін таңдаймыз: ЗС қабылдау жиілігі 11 ГГц; тарату жиілігі 14 ГГц.

Еркін кеңістікте сигнал энергиясының өшуі мына формула бойынша есептеледі:

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2}, \qquad (4.5)$$

мұнда

L - энергияның өшуі, дБ;

d – ҒС мен ЖС арасындағы қашықтық;

λ – толқын ұзындығы.

Барлық жер станциялары борттық ретранслятордың бір оқпанымен жұмыс істейді, сондықтан толқындардың жұмыс ұзындығы жер станциялары үшін бірдей.

$$\lambda_{\downarrow ПРМ} = \frac{c}{f_{\downarrow}} = \frac{3 \cdot 10^8}{11 \cdot 10^9} = 0{,}027 \text{ м},$$

$$\lambda_{\uparrow ПРД} = \frac{c}{f_{\uparrow}} = \frac{3 \cdot 10^8}{14 \cdot 10^9} = 0{,}021 \text{ м}.$$

ЗС1 үшін жер - жерсерік тарату жолындағы толқын фронтының алшақтығы есебінен еркін кеңістікте сигнал энергиясының өшуі тең болады:

$$L_{0\downarrow} = \frac{16 \cdot 3{,}14^2 \cdot (38680{,}71 \cdot 10^3)^2}{0{,}027^2} = 3{,}23 \cdot 10^{20},$$

$$L_{0\uparrow} = \frac{16 \cdot 3{,}14^2 \cdot (38680{,}71 \cdot 10^3)^2}{0{,}021^2} = 5{,}35 \cdot 10^{20}.$$

ЗС2 үшін:

$$L_{0\downarrow} = \frac{16 \cdot 3{,}14^2 \cdot (38611{,}21 \cdot 10^3)^2}{0{,}027^2} = 3{,}22 \cdot 10^{20},$$

$$L_{0\uparrow} = \frac{16 \cdot 3{,}14^2 \cdot (38611{,}21 \cdot 10^3)^2}{0{,}021^2} = 5{,}33 \cdot 10^{20}.$$

Есептеу нәтижелері 4.6 кестеден тұрады.

4.6 кесте – Есептеу нәтижелері

Қосылу нүктесі	$L_{0\downarrow ПРМ}$, дБ	$L_{0\uparrow ПРД}$, дБ
Абыз Кен орны (ЖС1)	$3{,}23\cdot10^{20}$	$5{,}35\cdot10^{20}$
Акбастау Кен орны (ЖС2)	$3{,}22\cdot10^{20}$	$5{,}33\cdot10^{20}$

Бос кеңістіктегі құлдырауға қосымша, спутниктік байланыстардағы сигнал көптеген басқа факторларға байланысты болады. Атмосфералық сіңіру, сыну, жауын-шашынның әсері және басқалары. Екінші жағынан, тербелістердің шуынан басқа, спутниктік және жер станциялары қабылдағыштары ғарыштан, күннен және планеталардан келетін сәулелену түрінде әр түрлі кедергілерге ұшырайды. Осы жағдайларда барлық факторлардың әсерін дұрыс және дәл қарастыру жүйенің оңтайлы дизайнын жасауға, оның ең қиын жағдайларда сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге, сонымен бірге артық қуат резервтерін алып тастауға мүмкіндік береді, бұл жер станциясының жабдықтарының күрделілігінің негізсіз өсуіне әкеледі [15].

Жерсерік арналарының кейбір сапалық көрсеткіштерінің нормалары (мысалы, сигналдан шуылға қатынасы) статистикалық сипатқа ие. Бұл алаңдаушылық тудыратын факторларды статистикалық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді, яғни. есептеу кезінде фактордың әсерінің сандық өлшемін ғана емес, сонымен бірге оның пайда болу ықтималдығын да енгізіңіз. Берілген сигналдардың сипаты мен санын, сондай-ақ олардың спутниктік қайталағышта түрлендіру сипатын ескеру қажет.

Антеннаны ЖЖС-ке бағыттаудың дәлдігі мен дәлдігі себебінен атмосферадағы қосымша сигналдың және жаңбырдың, тұманның және бұлттылықтың салдарынан болған қосымша құлдырауды есептеу жоғары және төмен түсу үшін бір рет жасалады, өйткені геостационарлық спутниктер пайдаланылады және бұл параметрлер Қазақстан бойынша аздап өзгереді .

Сонымен қатар, сигналдардың көп бөлігі кездейсоқ болып табылады, себебі бұл ортадағы жолдың ұзындығына және орын бұрышына байланысты емес, сонымен қатар тұнбадағы сигналдың жұтылуына да байланысты. Байланыс жиілігі жоғары болған сайын, олардың берілген қарқындылығы кезінде шөгінділердегі жоғалтулар соғұрлым көп болады, ол өз кезегінде кездейсоқ болып табылады.

Тропосферада негізгі шығындар O_2 оттегімен, H_2O су буымен және тұман, жаңбыр және қар түрінде шөгінділерден туындайды.

Гидрометеороларда өшу жаңбырдың қарқындылығына, олардың түсу аймағының көлеміне және аймақ бойынша қарқындылықтың таралуына байланысты. Тұманда жұтылу, әдетте, дождқа қарағанда, тәртіпке аз, және болжамдық есептеулер кезінде ескерілмеуі мүмкін. Антенналарға түсетін ірі үлпектер түріндегі сулы қар сіңіру 4.6 дБ-ға дейін жетуі мүмкін, алайда мұндай құбылыстың ықтималдығы үлкен емес.

4.5.1 Трассада қосымша әлсіреу

Радиотолқындардың сынуы спутниктің нақты және айқын бағыттары арасындағы бұрыштың пайда болуына әкеледі, нәтижесінде жер станциясының антенналары мен спутниктердің бір-біріне дұрыс бағытталмауы салдарынан сигналдың қосымша түсуі болады. Рефракциядан туындаған бұрыштық ауытқу дәреженің оннан бір бөлігін құрайды және антенналардың тікелей бағытын алдын-ала түзету арқылы өтеуге немесе азайтуға болады. Автоматты антеннаны максималды сигналға бағыттай отырып, сыну әсері іс жүзінде жойылады. 14/11 ГГц және одан жоғары диапазондарда сыну әсері шамалы болғандықтан, біз оны мүлдем есепке алмаймыз.

Қосымша шығындар келесі құбылыстармен байланысты:

- атмосфераның газ тәрізді ортасында сигнал қуатын сіңіру;
- рефракция және антенналардың дәлсіздігі салдарынан жоғалтулар;

атмосферадағы фазалық әсерлер;

- антенналардың поляризациясының келісілмеуіне байланысты жоғалтулар;
- атмосферадағы радиотолқындарды деполяризациялау.

Сигналдың қосымша шығындарында L_A атмосферасында жұтылу (жауын-шашын), $L_П$ антенналарының поляризациясының келісілмеуінен және L_P рефракциясының салдарынан жоғалтулар есепке алынады

$$L_{доп} = L_A + L_П + L_P, \tag{4.6}$$

$$L_{доп} = 0{,}8+0{,}9+0{,}2=1{,}9 \text{ дБ } (1{,}55 \text{ раз}).$$

4.6 Қабылдау жолының шудың жиынтық температурасы

Шу факторлары спутниктік радио байланыстарды жобалауда үлкен рөл атқарады.Жер серіктік радио байланыстарды есептеу кезінде әр түрлі көздерден жер станциясының қабылдағышы кіргенде пайда болатын шудың жалпы қуатын анықтау маңызды.

Антеннадан, толқын қабылдағыштан және қабылдағыштан тұратын қабылдау жүйесінің шуылының жалпы эквивалентті температурасы қабылдағыштың кірісіне есептеледі:

$$T_\Sigma = T_A + T_0 \cdot \frac{1-\eta}{\eta} + \frac{T_Ш}{\eta}, \tag{4.7}$$

мұнда

T_Σ – қабылдау жүйесінің жалпы эквиваленттік шу температурасы, К;

T_A – антеннасының эквиваленттік шу температурасы;

T_0 – абсолютті температура (290 К);

$\eta_в$ – толқындардың жүру коэффициенті;

$T_Ш=(K_Ш-1)\cdot T_0$ – қабылдағыштың меншікті шу температурасы.

$$T_ш = (8 - 1) \cdot 290° = 2030°К$$

мұнда

$K_ш$ – Ресивердің шу деңгейі, жабдықтың сипаттамасында көрсетілген.

Осылайша, қабылдағыштың кірісіне қайта есептелетін антеннадан, толқын өткізгіштің жолынан және қабылдағыштан тұратын қабылдау жүйесіндегі шудың жалпы эквиваленттік температурасы келесіге тең болады:

$$T_\Sigma = 58 + 290 \cdot \frac{1-0,9}{0,9} + \frac{2030}{0,9} = 2345,8 \ {}^0К.$$

4.7 Жаңбырдың әсерінен сигнал деңгейінің әлсіреуін есептеу

Жауындағы радиотолқындардың таралуы мен жұтылу қарқындылығы жаңбырдың қарқындылығына I_m мм/сағ. Сонымен қатар, жаңбыр жауатын аумақтың мөлшері, бөлшектердің электрлік қасиеттері, жер станциясының климаттық аймағы, сонымен қатар жаңбырдың тұрақсыздығы сияқты факторлар маңызды рөл атқарады. Жоғары қарқынды жаңбыр локализацияланған және жоғары қарқындылықтың өзегі, сондай-ақ қарқындылығы өзектен қашықтығымен төмендейтін кең аймақ бар. Жауын-шашынның қарқындылығы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым оның ұзақтылығы қысқа болады. Жауын-шашынның түсуін есептеудің маңызды факторы сонымен қатар олардың белгілі бір климаттық аймақтағы орташа ұзақтығы немесе орташа жылдық қарқындылық болып табылады, бұл аймақта бұл жылдағы уақыттың 99% -ынан аспайды немесе, керісінше, оның 0,01% -ынан асады.

Барлық әсер ететін факторларды есепке ала отырып, дождтағы әлсіреу коэффициентінің қатаң сандық бағасы қиындайды және әдетте көптеген эксперименттік бақылаулар деректерін есепке ала отырып, сол немесе басқа климаттық аймақ үшін орташаланған эмпирикалық бағалауды пайдаланады.

Жаңбырдың қарқындылығы әртүрлі географиялық аудандарда және жылдың әр түрлі мезгілінде әртүрлі. Қазақстан МӘС ұсынымдарына сәйкес Е аймағына жатады, демек, жыл мезгілінің 0,001% үшін жаңбыр интенсивтілігі $I_д$=22 мм/сағ құрайды.

Анықтау үшін әлсіреуі дабыл жауын-шашын желіде ЖС–ЖЖС (немесе ЖЖС–ЖС) білу қажет ұзындығын жолдары дабыл жауын-шашын. Жауын биіктігі 0°С изотерманың биіктігімен (немесе судың қату деңгейімен) анықталады, одан төмен жаңбырдың мұз тамшылары сұйық фазаға өтеді.

МӘС ұсынысына сәйкес нөлдік изотерманың орташа биіктігі формуламен анықталады[16]:

$$h_{\text{E}} = 5{,}1 - 2{,}151 \cdot \lg(1 + 10^{\frac{\xi - 27^\circ}{25}}), \qquad (4.8)$$

мұнда

h_{E} – нөлдік изотерманың орташа биіктігі, км;

ξ – жер станциясының ені, град.

Жаңбыр биіктігі h_E эмпирикалық коэффициентке көбейтумен анықталады, ол тропикалық аймақтарда жаңбыр биіктігі қату деңгейінен едәуір төмен екенін ескереді:

$$h_{\text{Д}} = C \cdot h_{\text{E}}, \qquad (4.9)$$

мұнда

$C = 0{,}6$ кезінде $0^\circ \le |\xi| < 20^\circ$;

$C = 0{,}6 + 0{,}02(|\xi| - 20)$ кезінде $20^\circ \le |\xi| \le 40^\circ$;

$C = 1$ кезінде $|\xi| > 40^\circ$.

Қазақстанның климаттық аймағы үшін С=1 (статистикалық деректерге сәйкес), => $h_{\text{Д}} = h_E$.

Сондай-ақ көлденең бағытта жаңбырдың кеңістіктік біркелкі еместігін ескеру қажет. Станциядан жаңбырдың биіктігіне дейінгі көлбеу трасса бойынша сигнал жолының ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$d_{\text{Д}} = \frac{2(h_{\text{Д}} - h_{\text{З}})}{\sqrt{\sin^2\gamma + 2(h_{\text{Д}} - h_{\text{З}})} + \sin\gamma}, \text{ кезінде } \gamma < 10^\circ \qquad (4.10)$$

$$d_{\text{Д}} = \frac{(h_{\text{Д}} - h_{\text{З}})}{\sin\gamma}, \text{ кезінде } \gamma > 10^\circ, \qquad (4.11)$$

мұнда

$d_{\text{Д}}$ – ЖС-тан жаңбыр биіктігіне дейінгі көлбеу трассада сигнал жолының ұзындығы, км;

$h_{\text{З}}$ – теңіз деңгейінен жоғары ЖС биіктігі, км;

γ – ЖС антеннасының орын бұрышы, град.;

Сондай-ақ есептеу үшін қисық трассаның көлденең проекциясын білу қажет, оны өрнек бойынша анықтауға болады:

$$d_{\text{Г}} = d_{\text{Д}} \cdot \cos\gamma, \qquad (4.12)$$

мұнда

$d_Г$ – көлбеу трассаның көлденең проекциясы, км;

$d_Д$ – ЖС-тан жаңбыр биіктігіне дейінгі көлбеу трассада сигнал жолының ұзындығы, км;

γ – ЖС антеннасының орын бұрышы, град.

Сондай-ақ 0,01% уақыт үшін жаңбырдың біркелкі еместігін ескеретін азайту факторы:

$$r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4d_Г}, \tag{4.13}$$

мұнда

$r_{0,01}$ – азайту факторы, өлшемсіз шама;

$d_Г$ – көлбеу трассаның көлденең проекциясы, км.

Жаңбырда сигналдың түпкілікті әлсіреуі орташа жылдың 0,01% - дан асатын мән ретінде анықталады, мына формула бойынша:

$$L_Д = L'_Д \cdot r_{0.01} \cdot d_Д, \tag{4.14}$$

мұнда

$r_{0,01}$ – азайту факторы, өлшемсіз шама;

$d_Д$ – ЖС-тан жаңбыр биіктігіне дейінгі көлбеу трассада сигнал жолының ұзындығы, км;

$L'_Д$ – дожде сигналдың погондық әлсіреуі $L'_Д$, дБ/км.

9 ... 30 ГГц жиілік диапазонында берілген қарқындылықтағы $I_д$ үшін сызықтық сөндіру функцияларын $L'_Д$ қуатына тәуелділікке жақындатуға болады:

$$L'_Д = \theta_Д \cdot I_Д^{\psi_Д}, \tag{4.15}$$

мұндағы $\psi_Д$ және $\theta_Д$ коэффициенттері жиілік функциялары болып табылады және төмендегі формулалар бойынша есептеледі:

$$\psi_Д = 1{,}47 - 0{,}09\sqrt{f}, \tag{4.16}$$

$$\theta_Д = -10^{-3} + 5.1 \cdot 10^{-5} f^{2{,}45}, \tag{4.17}$$

f жиілігі ГГц-де көрсетілген.

МӘС ұсыныстарында ұсынылған әдістеме мен қарастырылған жағдайға қатысты есептелген мәліметтерге сәйкес біз мыналарды аламыз:

ЖС 1 - ЖЖС учаскесі үшін (жоғары сызық және төмен сызық):

1. Нөлдік изотерманың орташа биіктігі және жаңбырдың биіктігі 4.8 және 4.9 формулалары бойынша есептеледі:

$$h_{\text{Е}} = h_{\text{Д}} = 5{,}1 - 2{,}151 \cdot \lg(1 + 10^{\frac{49{,}73^\circ - 27^\circ}{25^\circ}}) = 3{,}03 \text{ км}$$

2. Станциядан жаңбырдың биіктігіне дейін көлбеу трассада сигнал жолының ұзындығы 4.10 формуласы бойынша есептеледі:

$$d_{\text{Д}} = \frac{(3{,}03 - 0{,}083)}{\sin(26{,}52)} = 6{,}69 \text{ км}$$

3. Көлбеу трассаның көлденең проекциясы 4.12 формуласы бойынша есептеледі:

$$d_{\text{Г}} = 6{,}69 \cdot \cos(26{,}52) = 5{,}95 \text{ км}$$

4. 0,01% уақыт үшін жаңбырдың біркелкі еместігін ескеретін азайту факторы 4.13 формуласы бойынша есептеледі:

$$r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4 \cdot 5{,}95} = 0{,}79$$

ЖС2 - ЖЖС учаскесі үшін (жоғары сызық және төмен сызық):

1. Нөлдік изотерманың орташа биіктігі және жаңбырдың биіктігі 4.8 және 4.9 формулалары бойынша есептеледі:

$$h_{\text{Е}} = h_{\text{Д}} = 5{,}1 - 2{,}151 \cdot \lg(1 + 10^{\frac{49{,}68^\circ - 27^\circ}{25^\circ}}) = 3{,}04 \text{ км}$$

2. Станциядан жаңбырдың биіктігіне дейін көлбеу трассада сигнал жолының ұзындығы 4.10 формуласы бойынша есептеледі:

$$d_{\text{Д}} = \frac{(3{,}04 - 0{,}029)}{\sin(27{,}32)} = 6{,}69 \text{ км}$$

3. Көлбеу трассаның көлденең проекциясы 4.12 формуласы бойынша есептеледі:

$$d_{\text{Г}} = 6{,}69 \cdot \cos(27{,}32) = 5{,}88 \text{ км}$$

4. 0,01% уақыт үшін жаңбырдың біркелкі еместігін ескеретін азайту факторы 4.13 формуласы бойынша есептеледі:

$$r_{0.01} = \frac{90}{90 + 4 \cdot 5{,}88} = 0{,}79$$

Сызықтық ескіруді табу үшін алдымен $\psi_Д$ және $\theta_Д$ коэффициенттерін табамыз:

11 ГГц жиілігінде:

$$\psi_{Д\downarrow} = 1{,}47 - 0{,}09\sqrt{11} = 1{,}17$$

$$\theta_{Д\downarrow} = -10^{-3} + 5.1 \cdot 10^{-5} 11^{2,45} = 0{,}0172$$

14 ГГц жиілігінде:

$$\psi_{Д\uparrow} = 1{,}47 - 0{,}09\sqrt{14} = 1{,}13$$

$$\theta_{Д\uparrow} = -10^{-3} + 5.1 \cdot 10^{-5} 14^{2,45} = 0{,}0318$$

Жаңбырдағы сызықтық сөну $L'_Д$ мәні 22 мм/сағ.

ЗС2 үшін $\psi_Д$ және $\theta_Д$ коэффициенттері бірдей, $I_д$= 22 мм/сағ үшін $L'_Д$ жаңбырдағы сызықтық түсудің мәні болады:

11 ГГц жиілігінде:

$$L'_Д = 0{,}0172 \cdot 22^{1,1715} = 0{,}64 \text{ дБ/км}$$

14 ГГц жиілігінде:

$$L'_Д = 0{,}0318 \cdot 22^{1,1333} = 1{,}056 \text{ дБ/км}$$

Нәтижесінде бізде сигналдың төмендеуі бар:

11 ГГц жиілігінде:

$$L_Д = 0{,}64 \cdot 0{,}79 \cdot 6{,}69 = 3{,}38 \text{ дБ}$$

14 ГГц жиілігінде:

$$L_Д = 1{,}056 \cdot 0{,}79 \cdot 6{,}69 = 5{,}58 \text{ дБ}$$

Екінші ЖС үшін есептеулерді орындаймыз. MathCAD бағдарламасында жасалған есептеулер(Ә қосымшасында көрсетілген) 4.7 кестеде келтірілген.

4.7 кесте – Есептеу нәтижелері

Қосылу нүктесі	h_E, км	$d_д$, км	$d_г$, км	$r_{0.01}$	$L_д$, дБ	
					11 ГГц	14 ГГц
Абыз Кен орны	3,03	6,69	5,95	0,79	3,38	5,58
Акбастау Кен орны	3,04	6,69	5,88	0,79	3,38	5,58

4.8 ЖС антеннасын күшейту коэффициенті

Антеннаның күшейту коэффициенті мына формула бойынша есептеледі:

$$G_{ЗС} = \frac{10 \cdot g \cdot D_A^2}{\lambda^2}, \qquad (4.18)$$

мұнда
g – антенна бетін пайдалану коэффициенті (0,6...0,8);
D_A – ЖС антеннасының диаметрі.

$$G_{ЗС\downarrow} = \frac{10 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}8^2}{0{,}027^2} = 35555{,}55$$

$$G_{ЗС\uparrow} = \frac{10 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}8^2}{0{,}021^2} = 58775{,}51$$

4.9 ҒС таратқышының қуаты

«Төмен» желісі үшін:

$$P_{ПРД(КС)} = \frac{L_{0\downarrow} \cdot L_{ДОП} \cdot P_{ШКС.} \cdot b \cdot \left(\frac{P_C}{P_Ш}\right)_\Sigma}{G_{ПРД} \cdot G_{ПРМ} \cdot \eta_{ПРД} \cdot \eta_{ПРМ}}, \qquad (4.19)$$

«Жоғары» желісі үшін:

$$P_{ПРД(ЗС)} = \frac{L_{0\uparrow} \cdot L_{ДОП} \cdot P_{ШКС.} \cdot a \cdot \left(\frac{P_C}{P_Ш}\right)_\Sigma}{G_{ПРД} \cdot G_{ПРМ} \cdot \eta_{ПРД} \cdot \eta_{ПРМ}}, \qquad (4.20)$$

мұнда
b=1,2 дБ – «төмен» сызық үшін қауіпсіздік коэффициенті;
a=6 дБ – «жоғары» сызық үшін қауіпсіздік коэффициенті;
$P_{пер}$ – таратқыштың шығысындағы сигнал қуаты, дБ;
$G_{пер}$ – таратқышты күшейту коэффициенті, дБ;

$\eta_{пер}$ – антенна-толқынды трактідегі жоғалтулар, дБ;

Жерсеріктік байланыс желілері үшін сигнал/шу қатынасы 11-ден 16 дБ-ға дейінгі диапазонда таңдалады. Жобаланатын желі деректер беруге арналған болғандықтан, 11 дБ ең төменгі мәнін пайдалануға болады.

$$(\frac{P_C}{P_Ш})_\Sigma = 10^{\frac{11}{10}} = 10^{1,1} = 12,59$$

4.10 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуаты

$$P_ш = k \cdot T_\Sigma \cdot \Delta f_ш, \qquad (4.21)$$

мұнда

$\Delta f_{ш.}$ – тиімді жиілік жолағы, МГц;

k - Больцман тұрақты $1,23 \cdot 10^{-23}$ Вт/Гц;

$T_{\Sigma КС}$ - БР қабылдау жолының жиынтық Шу температурасы, К.

$$P_{ш.КС} = 1,23 \cdot 10^{-23} \cdot 2,34 \cdot 10^3 \cdot 33 \cdot 10^6 = 1.07 \cdot 10^{-12}, \text{ Вт.}$$

Антеннаны күшейту коэффициенті таратқыш (ҒС)-ке тең 30 дБ $(10^{\frac{30}{10}} = 1000\,рет)$-қабылдағыштың (ҒС): 35 дБ $(10^{\frac{35}{10}} = 3162\,рет)$, $КПД_{АФТ}$ үшін қабылдау ЖС және ҒС 0,9 дБ-ға тең. Содан кейін (3.18.1) және (3.18.2) формулаға деректерді қойып:

«Төмен» желісі үшін:

$$P_{ПРД(КС)} = \frac{3,23 \cdot 10^{20} \cdot 1,55 \cdot 1,07 \cdot 10^{-12} \cdot 1,32 \cdot 12,59}{1000 \cdot 3555,55 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 309 Вт$$

«Жоғары» желісі үшін:

$$P_{ПРД(ЗС)} = \frac{5,35 \cdot 10^{20} \cdot 1,55 \cdot 1,07 \cdot 10^{-12} \cdot 3,98 \cdot 12,59}{3162 \cdot 3555,55 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 484,93 Вт$$

Жүргізілген нәтижелерден қорытынды жасауға болады.

«Жоғары» сызығындағы қуат деңгейі 484,93 Вт, «төмен» желісінде 309 Вт тең. Тарату антеннасынан қабылдау антеннасына дейінгі қашықтық шекті мәннен аспайды (36000<d<42644 км).

5 Экономикалық бөлім

5.1 Түйін

Қазіргі таңда телекоммуникация саласы қарқынды дамуда, сол себепті ақпарат алмасу үшін сапалы қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін технологиялардың бірі спутниктік байланыс арқылы жүргізілетін VSAT технологиясы болып табылады. Спутниктік байланыс желілері байланыс пен радиосигналдарды тарату әдістерін дамытудағы жаңа кезең. АҚ “KazTransCom” Қарағанды қаласында жергілікті байланыс орнату мүмкіндігі болмағандықтан, VSAT технологиясы арқылы антенна орнатып, жаңа байланыс желімін құру қарастырылды.

5.2 Компания және сала

Сату нарығы телекоммуникациялық қызмет көрсетулердің және ақпараттық технологиялар саласында қызметтердің кең спектрін ұсынуға мамандандырылған ірі байланыс операторларының бірі АҚ “KazTransCom” болып табылады. Шетелдік, мемлекеттік,корпоративтік және операторларға қызмет көрсететін мекеме бұл дипломдық жұмыста «Қазақмыс корпорациясына» спутниктік байланыс желісін орнату арқылы қолданылатын технологияның тиімділігі талданды. Бұл жобаланатын желі Қарағанды облысындағы алыс орналасқан мекеме филиалдары.

5.3 Қызметтерді (өнімдерді) бейнелеп жазу

Қазақстандық нарық - бұл Қазақстанның ұлттық экономикасының қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі. 2005 жылдың басында Қазақстанның телекоммуникация нарығында 281 кәсіпорын жұмыс істеді, берілген лицензиялардың саны мыңнан асты, ал 12 оператор Қазақстан Республикасының барлық телекоммуникация нарығының 97% -ын иеленді. Тұтынушыларға қызмет көрсетуге мамандандырылған «KazTransCom» АҚ деректерді беру ұйымдарының тізіміне енеді және әртүрлі сегменттерге телекоммуникация қызметтерін ұсынады. Қазақстандағы телекоммуникацияның үш маңызды нарығы - тіркелген байланыс, ұялы байланыс және деректерді беру нарығы. Бұл диссертация Интернет нарығының және деректерді беру сегментін қарастырады. Бұл нарыққа абоненттік базаның өсуі мен инфрақұрылымды дамыту кіретін мобильді байланыс және кабельді теледидармен жабдықталған, Қазақстан Республикасының телекоммуникация нарығының ең қарқынды дамып келе жатқан үш сегменті кіреді. «KazTransCom» АҚ байланыс операторлары, корпоративті клиенттер, шетелдік және мемлекеттік институттар, оның ішінде «Қазақмыс» корпорациясы үшін басымдықты жеткізуші болып табылады.

5.4 Менеджмент

Ақпараттық технологиялар бойынша көптеген мекемелер VSAT технологиясы бойынша керекті жабдықтарды алып, өздері құрастыруға

тырысады, бірақ жабдықтардың құны арзан болмағандықтан, пайдалану қажеттілігін білетін, жұмыс тәжірибиесі мол мамандарға сену қажет.. Сонымен қатар, технологияның барлық ерекшеліктерін сақтау тек стандарттарға сәйкес желіні дұрыс жобалау кезінде ғана қол жеткізуге болатынын білу қажет. Сондай-ақ төселген кабельдерді сертификаттау үшін тестілік жабдықтар қажет, қойылған антеннаның спутникке қарайтын градусын есептеп, желіге баптау үшін қажетті құралдар мен материалдар болуы тиіс. Сондықтан, спутникті интернет желісінде жұмыс істейтін, Sky Edge II Access антеннасын құруды білетін нұсқау неғұрлым орынды болып табылады.

Жұмыста көрсетілген Қарағанды облысындағы екі спутниктік антеннаны желіге қосатын, әрі жабдықтардың баптау жұмыстарын жасайтын үш жұмыскердің негізінде есептеу жұмыстарын көрсетеміз, яғни Sky Edge II Access антеннасын құрастырап, LNB қабылдағыш/таратқышты орнататын монтажшы, екінші кезекті Sky Edge II Access модемін панраметрлерін орнататын инженер және қашықтықта тексеретін байланыс инженері қажет.

5.5 Қаражат жоспары

5.5.1 Жобаланатын желінің күрделі шығындарын есептеу

Желі ұйымдастыру үшін қажетті күрделі қаржы көлемін есептейміз. Бұл ретте, жабдықтарды сатып алуға арналған шығындарды ғана емес, сонымен қатар кәсіпорынның толыққанды жұмыс істеуі үшін қажетті қосымша қаражатты да ескереміз. Материалдар мен жабдықтардың құны 5.1-5.4 кестелерде көрсетілген[17,18].

5.1 кесте – VSAT технологиясы арқылы қосылатын спутниктік желі салуға арналған шығындар

Материалдардың атауы	Саны	Бағасы	Құны
SkyEdge II Access модемы	2	770000	1540000
Антенна, D=1,8 м	2	250000	500000
UPE Crown CMU-1KVA	2	60000	120000
Антенна қондырғысы NPMM 1,8-102-1500	2	96000	192000
LNB PLL 2W, BUC 3W	2	9000	18000
RFT 4W	2	16000	32000
Кабель UTP 6 Cat, 305м, 75 Ом	1	72000	72000
ПВХ оқшауланған шланг, D=32мм, 305м	1	122000	122000
Барлығы			2596000

Желіні жобалауға және құруға жалпы шығындар әр түрлі баптар бойынша барлық шығындардың сомасы ретінде анықталады[19]:

$$\sum K = K_O + K_M + K_{TP}, \qquad (5.1)$$

мұнда

K_O - жабдықтарды сатып алуға арналған күрделі салымдар.

K_M – пайдалану орнында жабдықты монтаждауға арналған шығындар (жабдықтың өзіндік құнының 20%-ы);

K_{TP} – көлік шығындары (жабдық құнының 5%-ы).

$$K_M = 0{,}2 \cdot 2596000 = 519200 \quad \textit{тенге}$$

$$K_{TP} = 0{,}05 \cdot 2596000 = 129800 \text{ тенге}$$

$$\sum K = 2596000 + 519200 + 129800 = 3245000 \text{ тенге}$$

5.5.2 Пайдалану шығыстарын есептеу

Пайдалану шығыстарының құрамына шығындардың мынадай баптары кіреді:

- қызметкерлердің жалақысы. Пайдалану шығыстарына инженерлік–техникалық, басшы қызметкерлердің, қызметшілер мен қызмет көрсетуші персоналдың жалақысына арналған шығыстар енгізіледі;
- әлеуметтік салық;
- өндірістік қажеттіліктерге арналған электр энергиясы;
- амортизациялық аударымдар, яғни ақшалай нысанда кәсіпорынның негізгі қорларының тозуын өтеуге арналған шығыстар;
- үстеме шығыстар. Оларға жарнама, бөлме жалдау және өзге де шығыстар жатады.

Осы байланыс жүйесінің пайдалану шығыстары мынадай формула бойынша айқындалады:

$$Э_P = ФОТ + C_н + M + Э + A + K + H, \qquad (5.2)$$

мұнда

ФОТ – еңбекақы төлеу қоры;

$С_н$ – әлеуметтік салық және медициналық сақтандыруға арналған аударымдар (ФОТ-тан 11%);

М – материалдық шығындар және қосалқы бөлшектер (Ко-дан 0,5%);

А – амортизациялық аударымдар;

Э – электр энергиясына арналған шығындар;

К – кредиттер (банктік шығыстар);

Н – үстеме шығыстар.

5.5.3 Еңбекақы төлеу қорын есептеу

Оператордың қызметін ұйымдастыру үшін қызметкерлердің бастапқы саны 5.2-кестеде көрсетілген.

5.2 кесте – Штат кестесі

Лауазымы	Саны, адам	Айлық жалақы, теңге	Жылдық жалақы, теңге
Инженер	1	140000	1680000
Монтажшы	1	100000	1200000
Инженер-электросвязи	1	170000	2040000
Барлығы	3	410000	4920000

Еңбекақы төлеу қоры мынадай формула бойынша айқындалады:

$$ФОТ = З_{ОСН} + З_{ДОП}, \quad (5.3)$$

мұнда $З_{ОСН}$ – негізгі жалақы;

$З_{ДОП}$ – қосымша жалақы.

$З_{ОСН} = 8160000$ тенге

Қосымша жалақы (мереке күндеріндегі жұмыс, үстеме және сыйақы) негізгі жалақының 20% құрайды және мына формула бойынша есептеледі:

$$З_{ДОП} = 4920000 \times 0{,}2 = 984000 \text{ тенге}$$

Сонда ФОТ болады:

$$ФОТ = 4920000 + 984000 = 5904000 \text{ тенге}$$

5.5.4 Әлеуметтік аударымдарды есептеу

Еңбек ақы қорын есептеу кезінде, зейнетақы аударымдарын шегергендегі жалпы еңбекақы қорының 11% мөлшерінде әлеуметтік салық ескерілуі керек.

Әлеуметтік салық және медициналық сақтандыруға арналған аударымдар мынадай формула бойынша анықталады:

$$С_н = 0{,}11 \times ФОТ, \quad (5.4)$$

Сонда ФОТ-ның 10% - ын құрайтын зейнетақы қорын шегеріп тастағанда, әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар құрайды:

$$C_н = 0{,}11 \times [5904000 - (0{,}1 \times 5904000)] = 584496_{\text{тенге}}$$

5.5.5 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Амортизациялық аударымдар сомасы негізгі қорлар құнының процентімен белгіленетін бірыңғай нормалар бойынша есептеледі. Байланыс жабдығына амортизация нормасы 15% құрайды. Амортизациялық аударымдар мынадай формула бойынша есептеледі:

$$A_O = H_A \times \sum K, \qquad (5.5)$$

мұнда

H_A – байланыс саласы үшін амортизациялық аударымдар нормасы 15%;

$\sum K$ – негізгі өндірістік қорлардың баланстық құны.

$$A_O = 0{,}15 \cdot 3245000 = 486750 \quad \textit{тенге}$$

5.5.6 Материалдық шығындарды есептеу

Қосалқы бөлшектер мен ағымдағы жөндеуге арналған материалдық шығындар мен шығыстар күрделі салымдардың 0,5% құрайды:

$$M = 0{,}005 \cdot K, \qquad (5.6)$$

$$M = 0{,}005 \cdot 3245000 = 16225_{\text{тенге}}$$

5.5.7 Электроэнергияға жұмсалатын шығын Электр қондырғылары қолданатын болғандықтан, электр энергиясының шығынын есептейміз:

$$Э = W \cdot T \cdot S, \qquad (5.7)$$

мұндағы W қондырғылардың орнатылған қуаты, кВт;

S – кВт/сағ электр энергиясының құны;

T – құрылғылардың жұмыс жасау уақыты, сағат.

Электр энергиясының шығыны кесте 5.3 – кестеде көрсетілген.

5.3 кесте – Электр энергиясына кететін шығындар

Құрылғы атаулары	Саны	Қуаты, Вт	Пайдалы электр энергия құны

SkyEdge II Access модемы	2	13	6.82344

5.3 кестенің жалғасы

Құрылғы атаулары	Саны	Қуаты, Вт	Пайдалы электр энергия құны
Таратқыш BUC	2	28	7.96068

$$Э_1 = W \cdot T \cdot S = 0{,}013 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 21{,}87 = 13{,}64$$

$$Э_2 = W \cdot T \cdot S = 0{,}028 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 21{,}87 = 29{,}39$$

Модемның және таратқыштың айына жұмсалатын электроэнергия құны:

$$Э_1 = W \cdot T \cdot S = 13{,}64 \cdot 30 = 409{,}2$$

$$Э_2 = W \cdot T \cdot S = 29{,}39 \cdot 30 = 881{,}7$$

5.5.8 Үстеме шығыстарды есептеу

Үстеме шығыстар өзіндік құнның 30% құрайды және мынадай формула бойынша есептеледі:

$$H = 0{,}3 \times (ФОТ + Ос + A_0 + Э + M), \qquad (5.8)$$

$$H = 0{,}3 \times (5904000 + 584496 + 486750 + 0 + 16225) = 2097441{,}3 тг$$

Осылайша, жылдық пайдалану шығыстары:

$$Э_P = 5904000 + 584496 + 486750 + 1549080{,}8 + 16225 + 2097441{,}3 = 6991471 тг$$

Алынған есептеулердің нәтижелерін қорытындылай келе, жылдық пайдалану шығындары ұсынылатын 5.4-кестедегі мәліметтер арқылы көрсетілген.

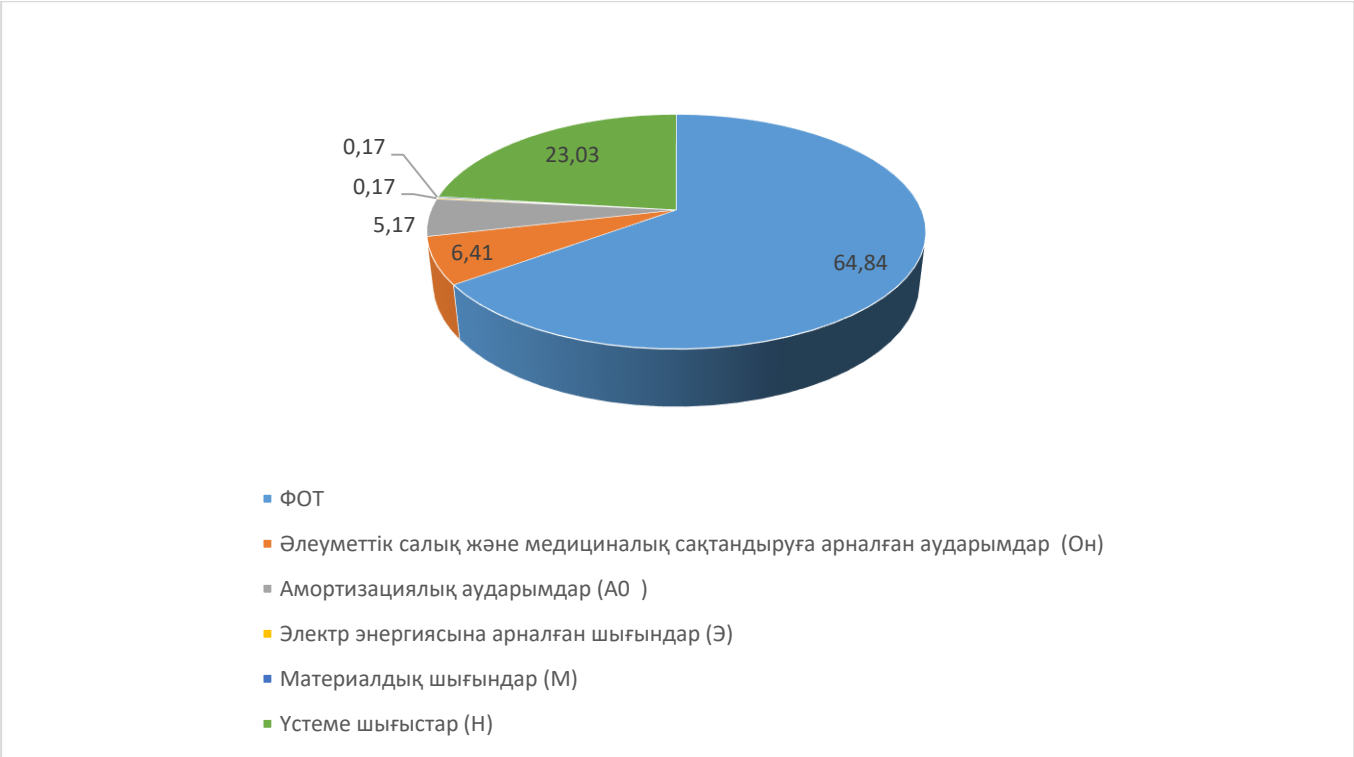
5.4 кесте – Жылдық пайдалану шығындары

Көрсеткіш	Сомасы, теңге	Шығыстар құрылымы, %
ФОТ	5904000	64,84
Әлеуметтік салық және медициналық сақтандыруға арналған аударымдар ($О_н$)	584496	6,41
Амортизациялық аударымдар ($А_0$)	486750	5,17

Электр энергиясына арналған шығындар (Э)	15490,8	0,17

5.4 кестенің жалғасы

Көрсеткіш	Сомасы, теңге	Шығыстар құрылымы, %
Материалдық шығындар (М)	16225	0,17
Үстеме шығыстар (Н)	2097441,3	23,03
Барлығы	9104403,1	100



5.1 Сурет – Жылдық пайдалану шығыстарының диаграммасы

5.5.9 Пайданы есептеу

Негізгі қызметтен түсетін табыс-байланыс кәсіпорындарының бір жыл ішіндегі қолданыстағы тарифтер бойынша тұтынушымен өткізілген байланыс қызметінің барлық көлемі үшін алатын табысы 5.9 формуласы бойынша анықталады.

$$Д = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot U_i \cdot 12 \quad , \qquad (5.9)$$

мұнда q_i – табиғи көріністегі қызметтердің і түрінің көлемі;
U_i – қызметтердің І-ші түріне арналған тариф, теңгемен;
n – қызметтер номенклатурасы;

«Казахмыс» Корпорациясында жұмысшылар саны көп, өрі сырт жерде орналасқандықтан, қосылатын интернет желісін тұрақты тұрде қолданылатын болады, төменде 5.5-кестеде АҚ «KazTransCom» ұсынатын қызметтер мен тарифтер келтірілген.

5.5 кесте – АҚ «KazTransCom» «Казахмыс» Корпорация мекемесіне көрсетілетін қызмет түрлері

Kazsat-3 спутниктік желі арқылы берілетін қызмет түрлері	Ай сайынғы абоненттік төлем мөлшері, теңгемен
Спутниктік желіге VSAT орнату (бір реттік)	177655
Интернетке спутник арқылы қол жеткізуді ұйымдастыру (бір реттік)	10000
4 IP адрестің IP блогын тіркеу (ай сайын)	3500
8 IP адрестің IP блогын тіркеу (ай сайын)	4610
512/4096 максималды өткізу қабілеттілігімен арнаны бөлу (ай сайын)	315000
1024/4096 максималды өткізу қабілеті бар арнаны бөлектеу (ай сайын)	386480
512/4096 жылдамдығымен арнайы спутниктік канал арқылы Интернетке қол жетімділікті қамтамасыз ету (ай сайын)	5600
1024/4096 жылдамдығымен арнайы спутниктік канал арқылы Интернетке қол жетімділікті қамтамасыз ету (ай сайын)	9300
4 IP адресінен тұратын блокты қолдау (ай сайын)	3125
8 IP адресінен тұратын блокты қолдау (ай сайын)	6116,07

Компания қызметтерге ақылы қосылуды көздемейтіндіктен, бір жыл ішіндегі жалпы табыс:

$$Д = 2 \cdot (177655 + 10000) + (3500 + 315000 + 5600 + 3125) \cdot 12 +$$
$$+ (4610 + 386480 + 9300 + 6116{,}07) \cdot 12 =$$
$$9156090{,}4 \quad \textit{тенге}$$

5.5.10 Экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу

VSAT терминалын енгізуден тиімділікті бағалау келесі көрсеткіштер негізінде жүргізіледі:

- қызметтерді сатудан түскен пайда;
- таза табыс;
- таза келтірілген кіріс;
- үстеме шығыстарды есепке алмағанда өтелімділік мерзімі;
- дисконттауды ескере отырып, өтелімділік мерзімі;

- рентабельділігі.

Пайда мына формула бойынша анықталады:

$$П = Д_Г - Э_Р, \quad (5.10)$$

Пайда есептеу бойынша:

$$П = 9156090{,}4 - 6991741 = 2164349{,}4 \text{ тенге}$$

Корпоративтік салық пайданың 9,5% құрайды. Өкімде қалатын таза табыс қызметтерді сатудан түскен пайда мен корпоративтік салық арасындағы айырма ретінде айқындалады:

$$ЧД = 0{,}905 \cdot П, \quad (5.11)$$

$$ЧД = 0{,}905 \cdot 2164349{,}4 = 1958736{,}207 \text{ тенге}$$

Күрделі салымдардың экономикалық тиімділік коэффициентін анықтаймыз:

$$E = \frac{П}{K}, \quad (5.12)$$

Мәндерді қойып, тиімділік коэффициентін есептейміз:

$$E = \frac{2164349{,}4}{3245000} = 0{,}7$$

Өтімділік мерзімін анықтаймыз:

$$T = \frac{1}{E}, \quad (5.13)$$

$$T = \frac{1}{0{,}7} = 1{,}42 \text{ жыл}$$

5.5.11 Жобаның экономикалық тиімділігін есептеу

Дисконт нормасы 11% құрайды. Таза дисконтталған табыс (NPV), жобаның пайдалылық индексі (PI), кірістіліктің ішкі нормасы (IRR).

Дисконттау коэффициентін анықтаймын:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (5.14)$$

мұнда
r – дисконт нормасы;
t – есептеу қадамының нөмірі (жыл).

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1+0{,}11)^1} = 0{,}9$$
$$\alpha_2 = \frac{1}{(1+0{,}11)^2} = 0{,}811$$
$$\alpha_3 = \frac{1}{(1+0{,}11)^3} = 0{,}731$$

Таза ағымдағы құн мынадай формула бойынша есептеледі:

$$PV_t = P_t \cdot \alpha_t, \quad (5.15)$$

$$PV_1 = P_t \cdot \alpha_1 = 2164349{,}4 \cdot 0{,}9 = 1947914{,}46$$

$$PV_2 = P_t \cdot \alpha_2 = 2164349{,}4 \cdot 0{,}811 = 1755287{,}3634$$

$$PV_3 = P_t \cdot \alpha_3 = 2164349{,}4 \cdot 0{,}731 = 1582139{,}4114$$

мұнда P_t – t кезеңіндегі төлемдердің таза ағыны.

Таза дисконтталған табыс (Net Present Value – NPV) ақша ағындарын дисконттау әдістерінің тобына жатады:

$$NPV_t = \sum PV_t - I_0, \quad (5.16)$$

$$NPV_t = (1947914{,}46 + 1755287{,}3634 + 1582139{,}4114) - 25960 = 2689341{,}2348$$

мұнда PV_t –жобаның экономикалық өмірінің ішіндегі ақша ағынының құны;
I_0 – жобаға күрделі салымдар.

Инвестициялардың кірістілік индексі-таза ағымдағы құн сомасының инвестициялық шығындар шамасына қатынасы ретінде айқындалатын коэффициент:

$$PI_t = \frac{\sum_{t=1}^{n} PV_t}{I_0}, \quad (5.17)$$

$$PI_t = \frac{5285341,2348}{2596000} = 2,035$$

Инвестицияның кірістілігінің ішкі нормасы (IRR) дисконт нормасын (гвн) білдіреді, ол кезде жобадан түскен дисконтталған кірістер инвестициялық шығындарға тең. Осы көрсеткіштер 5.6-кестеде келтірілген.

5.6 кесте – Жоба бойынша көрсеткіштерді есептеу

Көрсеткіштер атауы	2020ж.	2021ж.	2022ж.
Ақша қаражатының таза ағыны, (CF), тг	2164349,4		
Дисконт нормасы (E), салыс.бірл.	11		
Дисконттау коэффициенті (α_t)	0,9	0,811	0,731
Таза ағымдағы құн (PV), тг	1 947 914,46	1 755 287,3634	1 582 139,4114
Таза дисконтталған табыс (NPV), тг	2 689 341,2348		
Кірістілік индексі (PI)	2,035		
Инвестициялық шығындар (K, I), тг	3 245 000	0	0
Кірістіліктің ішкі нормасы (IRR), %	35		
Өспелі қорытындымен таза ағымдағы құн, тг	-1 297 085,54	1 755 287,3634	1 582 139,4114

Қорытынды

Осы жобаның өтелімділігінің есептік мерзімі дисконттаусыз 2 жыл, ал дисконттаумен - 3 жылды құрайды, бұл 5 жыл нормативтік көрсеткіштерден аспайды. Осылайша, провайдері АҚ «KazTransCom» болып табылатын абоненттік қатынау желісін жобалауды VSAT технологиясы негізінде жасалатын жоба экономикалық тиімді болып саналады.

Жобалаудың негізгі көрсеткіштері:

Алынған нәтижелерді талдау бойынша күрделі шығындар – 3 245 000 теңгені, пайдалану шығындары – 6 991 741 теңгені, негізгі қызметтен түскен кірістер – 9 156 090,4 теңгені, таза кіріс – 1 839 696,99 теңгені құрайтынын көрсетті. Жобаның өтелу мерзімі – 1,42 жыл.

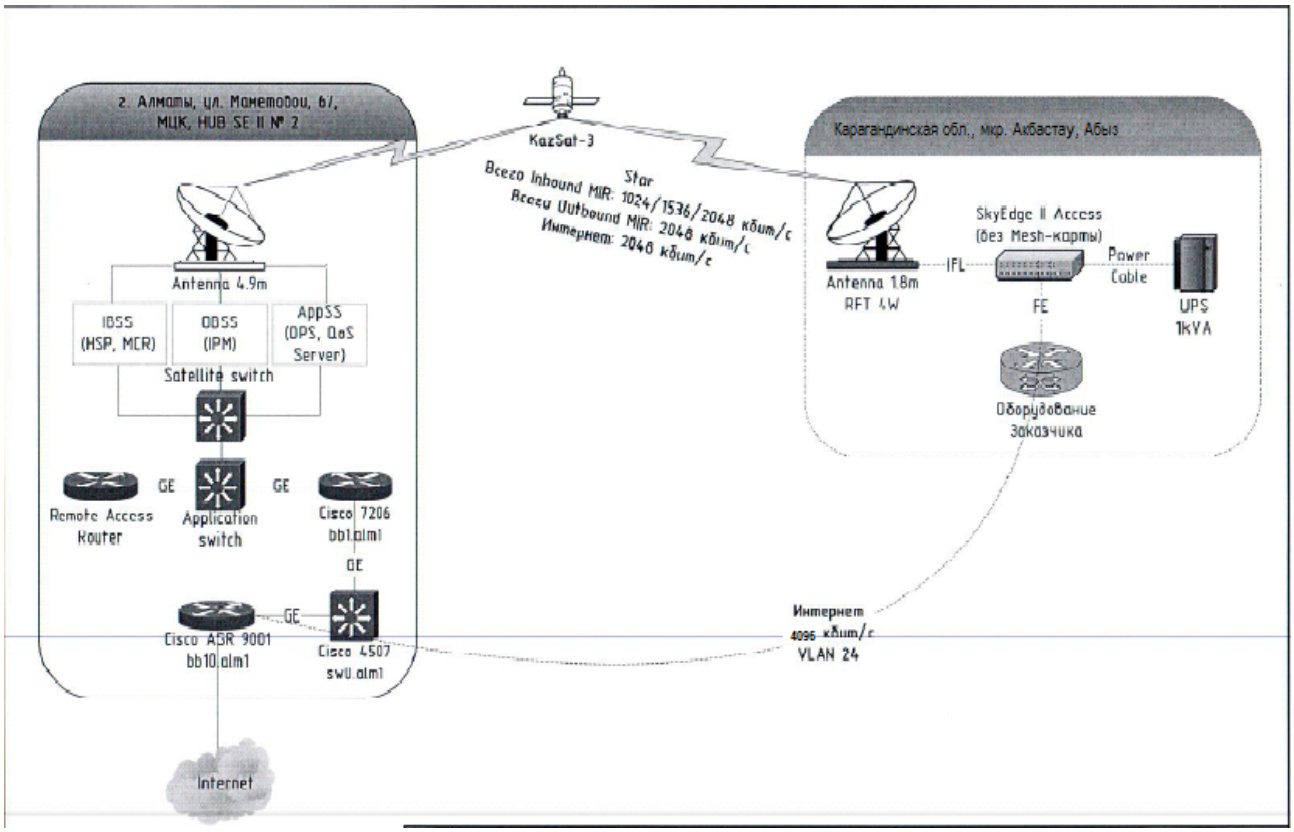
6 Өмір қауіпсіздігі

6.1 Еңбек жағдайларын талдау

6.1.1 Спутниктік таратқыштың электромагниттік өрісінің әсерін талдау

«VSAT технологиясы негізінде корпоративті спутниктік байланыс желісін жобалау» дипломдық жұмысында SkyEdge спутниктік байланыс жерүсті таратқыш станциясы Gilat класындағы VSAT (Израиль) барлық халықаралық қауіпсіздік стандарттарына сәйкес жасалынған. Жұмыс жиілігі: қабылдау 10,95 - 12,75 ГГц, беру үшін 13,75 - 14,50 ГГц.

Спутниктік желіні VSAT технологиясы бойынша жобалау үшін 6.1 кестеде көрсетілген жабдықтар арқылы корпоративтік желі орнату жұмыстары жасалады[20]. Төменде көрсетілген техникалық шешім бойынша провайдердың орталық байланыс орталығы(ЦУС) арқылы KazSat 3 коммерциялық геостационарлық телекоммуникациялық жерсерігіне қосылады. Желіні басқару орталығы желі абоненттері арасында байланыс орнатуға (жер үсті және спутниктік терминалдарға) және барлық периферияльық құрылғылардың жұмыс күйін сақтауға қызмет етеді. Корпоративті мекемеге диаметрі 1,8 м спутниктік антенна, UPS үздіксіз қуат көзі, SkyEdge II Access модемы, LNB PLL және BUC қабылдағыштары арқылы қосылады және қосалқы компоненттер қажет.



6.1 сурет - Қарағанды облысы, Ақбастау, Абыз шағын ауданы мекен-жайы бойынша жерсеріктік желіні қосудың техникалық шешімі

6.1 кесте – Спутниктік желі орнатуға арналған жабдықтар

Материалдардың атауы	Саны
SkyEdge II Access модемы	2
Антенна, D=1,8 м	2
UPE Crown CMU-1KVA	2
Антенна қондырғысы NPMM 1,8-102-1500	2
LNB PLL	2
RFT 4W	2
Кабель UTP 6 Cat, 305м	1
ПВХ оқшауланған шланг, D=32мм, 305м	1

Бұл жұмыста жасалған спутниктік ыдыстар қабылдау және тарату бойынша жұмыс істейді. Бұл жағдайда электромагниттік толқындардың эмиссиясы жүреді, бұл жеткілікті үлкен күштің электромагниттік өрісі құрылады. Сондықтан олар адамдарға зиянды, өйткені бұл әртүрлі ауруларды тудырады.

Микротолқындардың халықаралық жіктемесіне сәйкес микротолқындардың (3 ... 30 ГГц) диапазондары радиотолқындардың 10 ... 1 см диапазондарына сәйкес келеді. Мұндай радио толқындар сәулелену көзінен сәуле толқындары сияқты қабылдау орнына таралады - түзу сызықты сәулелер түрінде. Радиотолқындардың таралуының қажетті шарты - олардың жолында қорғайтын (көлеңкелі) кедергілердің болмауы. Бұл мұндай радио толқындардың кедергілерге шағылысу (кедергілерді айналып өту) қабілетінің өте әлсіздігіне байланысты. Микротолқын диапазонының техникалық жабдықталуы көздің көру сызығымен шектелген деп саналады. Басқаша айтқанда, таратушы және қабылдайтын антенналар - бір-бірін «көретіндей» бір түзу сызықта болады.

Экология тұрғысынан ЭМӨ қоршаған ортаны энергетикалық ластау түрлерінің бірі болып табылады. Денедегі әрекет ететін ЭМӨ қарқындылығының кейбір мәндеріне дейін пассивті қорғаныс механизмдері әрекет етеді - бейімделу реакциясы, тез әсер ететін периферияльық жүйке жүйесінен туындаған бейімделу [21].

Электрмагниттік өрістердің шекті рұқсат етілетін деңгейлері электр өрісінің E В/м –ге және магнит өрісінің күші Н А/м -ге сәйкес 300 МГц-ге дейінгі жиілік диапазонында белгіленеді. Кейде шетелдік стандарттарда магнит өрісінің индукциясы қалыпқа келеді, ол Тл (мТл, мкТл) - 1 мТл 800 А/м-ге сәйкес келеді. 300 МГц-ден жоғары жиілік диапазонында энергия ағынының тығыздығы (ЭАТ) Вт/м^2 (мВт/см^2 және мкВт/см^2) арқылы белгіленеді [22].

Электромагниттік өрістер және сәулелену:

Сәулелік энергияның белгілі бір мөлшері сіңіп, жылуға айналады, бұл адам денсаулығына электромагниттік энергияның әсер етуі мүмкін салдарға әкеледі.

Жиілік пен энергияда электромагниттік толқындарды иондаушы сәуле немесе иондаушы емес сәуле (NIR) деп жіктелінетінін білеміз.

Толқындардың ұзындықтарының (10 км-ден 1 мм-ге дейін) және жиіліктің (0,003-тен 300 ГГц-ге дейін) ионданбайтын электромагниттік сәулеленуінің көпшілігі радиожиілік диапазонының (РМП РЧ) немесе радио толқындардың электрмагниттік өрістерінен тұрады. Ғарышта және әртүрлі ақпарат құралдарында таралатын электромагниттік толқындардың қасиеті радио байланысында, теледидарда және радиолокацияда кеңінен қолданылады, ал металл құрылымындағы ішкі кемшіліктерді анықтау үшін әр түрлі ортаның шекарасынан көріну қасиеті кемшіліктерді анықтауда қолданылды.

Сыртқы электромагниттік көздердің теріс әсерінен келесі проблемалар туындайды:

- Жүйке жүйесімен. Бұл ұйқысыздық, депрессия, бас ауруы, есте сақтау қабілеті мен ақпаратты қабылдау (бұзылған таным), теңгерімсіздік, бас айналу, бағдарланудың нашарлығы (атаксия синдромы), бұлшықет ауыруы, бұлшықет әлсіздігі;
- Жүрек-қантамыр жүйесі. Бұл нейроциркуляциялық типті дистония, жүрек ырғағының тұрақсыздығы және қан қысымының жоғарылауы, жүректегі ауырсыну, қан құрамындағы бұзылулар;
- Иммундық жүйемен. Бұл Т-лимфоциттердің тежелуі, иммунитеттің бұзылуы;
- Эндокриндік жүйемен. Бұл қандағы адреналин деңгейінің жоғарылауы, қанның коагуляциясының өзгеруі, жүйе мүшелерінің әртүрлі дисфункциясы;
- Энергетикалық жүйемен. Бұл бүкіл жүйенің теңгерімсіздігі және оның патогендік өзгеруі.

Мұндай қауіпті салдарлар адам денесі үшін электромагниттік өрістер мен радиациядан қорғаудың қажет екендігін көрсетеді. Адамды зиянды әсерден қорғау үшін электромагниттік сәулеленудің шекті деңгейін белгілейтін қатаң стандарттар қолданылады, атап айтқанда, «Денсаулық сақтау және денсаулық сақтау жүйесі туралы» Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрінің 2012 жылғы 05 мамырдағы № 362 бұйрығы, санитарлық-эпидемиологиялық ережелер мен стандарттар. Адамдар үшін электромагниттік сәулеленудің рұқсат етілген мөлшері - 0,5 мкТл.

Электромагниттік сәулеленуден қорғау.

Электромагниттік әсерлер барлық жерде қала тұрғындарын таң қалдырады, бірақ қауіптілік дәрежесі радиацияның қарқындылығымен бағаланады, сондықтан адамдар бұл мәселені елеусіз деп санайтындықтан, көбіне қауіпсіздік шараларына мән бермейді. Сондықтан зиянды электромагниттік өрістер, олардың қауіптілік дәрежесін объективті бағалай білу және олардың әсерінен қорғау әдістерін тиімді қолданады.

ЭМӨ сәулеленуінен қорғаныс. Ұйымдастырушылық қауіпсіздік:

- жабдықтың ұтымды жұмыс режимдерін таңдау;

- объектілерді персоналды электромагниттік сәулелену көздерімен (компьютерлік техниканы пайдаланушыларды) жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз ету;
- жабдықты ұтымды орналастыру;
- РЖ ЭМӨ деңгейінің жоғарылығы бар учаскелерді белгілеу және қоршау.

Ең қарапайым және қол жетімді қорғаныс әдісі - қашықтықтан қорғау, өйткені магнит ағынының тығыздығы радиациялық жүйеден қашықтықтың квадратына кері пропорцияда төмендейді. Сонымен, магниттік ақаулардың детекторларының конструкцияларын жасау кезінде қызмет көрсететін персоналды электромагниттік өрістің тікелей әсер ету аймағынан едәуір қашықтықта алып тастау қарастырылған (5-тен 11 м-ге дейін), ал ұялы телефондардың антеннасын орналастыру құрылымдық жағынан басынан қашықта қамтамасыз етілген. Бұл жағдайда құлақ пен түтік арасындағы ең үлкен алшақтықты байқау ұсынылады. Мұның бәрі қашықтықтан қорғауға қатысты.

Келесі маңызды шара - бұл РЖ ЭМӨ әсер ету аймағында өткізілетін уақыт шегі (уақытты қорғау) немесе ЭМӨ көздері бар портативті және мобильді құрылғыларды пайдалану ұзақтығы.

Спутниктік жабдықтардың адамдарға зияны бар-жоғы туралы айтпас бұрын, қандай антенналар бар екені қарастырылады. Электромагниттік өрістің көзі - сигнал шығаратын және антенна арқылы сыртқы ортаға берілетін таратушы құрылғы. Дипломдық жұмыста қолданылатын диаметрі 1,8 м антенна сигналды беріп, қайта қабылдайтын болғандықтан зиянды әсерә бар. Бұл бағытта жағарыда айтылған қорғаныс шаралары орындалады.

Ұйым қызметкерлерінің өзін-өзі қорғау:

Кәсіпорында кәсіби мамандар жұмыс атқаратын болғандықтан, осы мақсатта белгілі бір ережелерді сақтау ұсынылады:

- Сәулеленуден қауіпсіз қашықтықты сақтау. Бұл қарапайым, бірақ өте тиімді ереже болып табылады. Сізге компьютер мониторынан кем дегенде 35 см, ұялы және электр желісінің қайталағыштарынан 30 м қашықтықта болу тиіс, ұялы телефоннан 3 см және электр сағатынан кемінде 6 см қашықтықта;
- Радиациялық аймақта өткізілетін уақытты шектеу. Басып шығарғыштың немесе ксерокөшірме машинасының қасында, сондай-ақ жұмыс істеп тұрған микротолқынды пештің қасында тұруға болмайды;
- Қажетсіз электрлік және электрондық құрылғыларды ажырату. Егер қазіргі уақытта құрылғылар қолданылмаған болмаса, өшіріледі. Бұл компьютерлерге, теледидарларға, тіпті зарядтағыштарға да қатысты;
- Жұмыс орнының жанында трансформатор кабинасы, ұялы байланыс қайталағыш, таратушы антенналар және басқа көздер болса, онда қажетті қорғаныс шараларын қабылдау үшін флюксметрмен фоны өлшенеді;
- Тұрмыстық электр құрылғыларын ұқыпты пайдалану. Кез-келген электр құрылғысы пайдалану ұзақтығы бұзылған немесе жақындықтың шамадан тыс жағдайында зиянды әсер етеді.

Компьютермен жұмыс істеу кезіндегі оператордың қауіпсіздігі.

Мониторинг бөлімінде жұмыс істейтін «Қазақмыс» корпорациясының қызметкерлері негізінен ақпаратты оқумен айналысады. Өңделген ақпараттың дисплейі ретінде LG диапазоны (FlatGop моделі) диагоналі 15 дюймді, жарықтылықты, түс пен контрастты реттеу мүмкіндігі бар, жалпақ экран сәулеленуді төмендететін қорғаныс сүзгісімен жабдықталған.

Ақпаратты алу кезіндегі оператордың қызметі басқару объектісінің және сыртқы ортаның жай-күйі туралы ақпаратты қабылдаумен байланысты және оның әрекеттері сигналдарды анықтау, оқшаулау, тану жағдайында болады.

Оператордың әрекеті қабылданған ақпаратқа барынша тиімді және жеткілікті болуы үшін және оған психикалық физикалық факторлар әсер етпейді, мысалы, психикалық шамадан тыс жүктеме, визуалды анализаторлардың шамадан тыс жүктемесі, жұмыс монотониясы, эмоционалды шамадан тыс жүктеме. Компания эргономикаға, микроклиматқа және оператордың жұмыс орнындағы құрылғыларға көп көңіл бөледі.

Ауа температурасы адамның әл-ауқатына және еңбек нәтижесіне айтарлықтай әсер етеді. Төмен температура дененің салқындауын тудырады және суық тиюге ықпал етеді. Жоғары температурада дененің қызып кетуі орын алады, бұл тердің жоғарылауына және қызметкерлердің жұмысының төмендеуіне әкеледі. Қызметкер апатқа әкелуі мүмкін назарын жоғалтады.

Ылғалдылықтың жоғарылауы терінің және өкпенің бетінен ылғалдың булануын қиындатады, бұл дененің терморегуляциясының бұзылуына және нәтижесінде адамның жағдайының нашарлауына және өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Салыстырмалы ылғалдылық төмендегенде (20% -дан аз), адам жоғарғы тыныс жолдарының шырышты қабығының құрғау сезімін сезінеді.

Ғимараттағы оңтайлы микроклиматтық жағдайды қамтамасыз ету үшін жылыту және ауа баптау жүйесі қарастырылған, нәтижесінде микроклиматтың параметрлері 1-ші санаттағы жұмыс үшін (жеңіл физикалық) «Жұмыс аймағының ауасы, жалпы санитарлық-гигиеналық талаптарға» сәйкес келеді. Ауа температурасы үнемі 22-24˚ С0, салыстырмалы ылғалдылық 40-60% сақталады.

Оператордың өзін ыңғайлы сезінуі үшін жұмыс орнының құрылғысы өте маңызды, сондықтан монитор үстелге немесе тіреуішке экранның қашықтығы 700 мм (оңтайлы 450-500 мм) аспайтындай орналастырылған, биіктігі олардың арасындағы бұрыш болатындай қалыпты және экранның көлденең сызығы 20˚, ал көлденең жазықтықта көру бұрышы 60˚ аспады. Пернетақта стандартты үстелге биіктігі 750 мм, үстелдің жазықтығына 15 градус бұрышта, шетінен 100-130 мм қашықтықта орналастырылған. Орындықтың биіктігі реттелетін орындық қолданылады. Оператор мәліметтерді енгізуге арналған құжат оператордың көзінен солға қарай 450-500 мм қашықтықта орналасқан, ал көлденең жазықтықта монитордың арасындағы бұрыш 30-40˚ болады [23].

Антеннамен жұмыс жасайтын болғандықтан және антенна мекеменің сыртында орналасатынын ескере отырып, найзағай соққыларына есептеу

жұмыстарын ескереміз. Ғимараттың ішіне көптеген байланыс және электр сымдары, сонымен қатар әуе желілері енгізілген, бұл ғимараттың ішкі жабдықтары мен құрылымына ену қаупін арттырады (ғимараттың тұрғындары электр тогының соғуына әкеледі). Найзағайдың қайталама көріністері көптеген металл бөлшектері бар құрылыс жабдықтарына да әсер етеді және ұшқын әсерінен басқа, жабдықтың бұзылуына әкеледі. Осылайша, ғимаратта адамдардың, жабдықтардың және материалдық құндылықтардың қауіпсіздігін, күннің күйіп қалуынан және жойылуынан, найзағайдан қорғайтын құралдар қолданылады.

Найзағайдың тікелей соққыларынан қорғау үшін ғимаратта электр разрядты қабылдайтын және найзағай тогын жерге қауіпсіз түрде ағызатын найзағай штангалары орналастырылған, олар қорғаныш аймағын, найзағайдан жасалған кеңістікті, оның ішінде адамдар, ғимараттар мен құрылыстар найзағайдан қорғалған. Найзағай өзектері найзағай өзектерінен, төмен өткізгіштерден және қорғаныш жерге тұйықталудан тұрады. Найзағай өзектері найзағайдың ең жоғарғы бөлігі болып табылады және найзағай қабылдау және оны жер электродына қосылған ток өткізгіштерге беру үшін қолданылады.

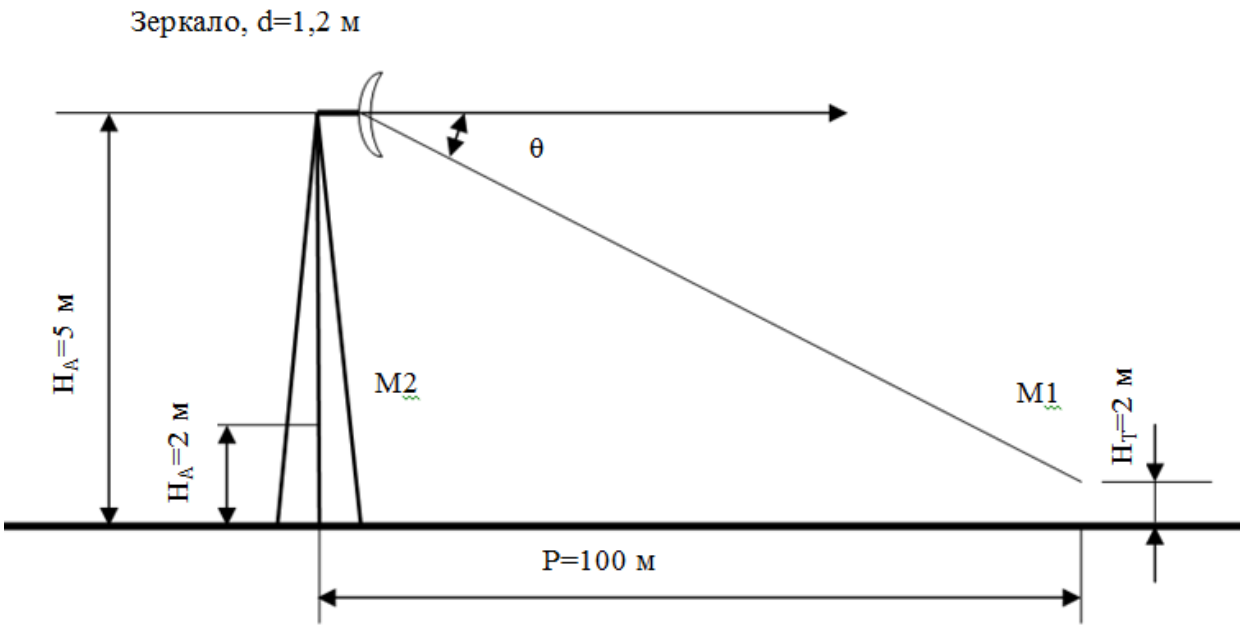
6.2 Есептеу бөлімі

6.2.1 Өнеркәсіптік ортада жиі қолданылатын электромагниттік өрістерді есептеу

Электромагниттік өрісті есептеу «Радиожиілік диапазонының электромагниттік өрістерінен қорғау» методикалық нұсқау бойынша жүргізілді[24]. Электромагниттік экологияның маңызды міндеттерінің бірі радиациялық объектілердің айналасындағы электромагниттік ортаны болжау болып табылады. Ол радиациялық объектілерді жобалау, салу немесе қайта құру кезеңдерінде жүзеге асырылады және электромагниттік ортаны қолданыстағы стандарттарды орындау тұрғысынан бағалауға мүмкіндік береді, сонымен қатар ұйымдастырушылық және қала құрылысы шараларының жиынтығын көрсетеді. Сонымен қатар, дұрыс болжам телекоммуникация құралдарын дамыту перспективаларын бағалайды және электромагниттік қауіпсіздік тұрғысынан техникалық құралдардың энергетикалық әлеуетін негіздейді, антенна құрылғыларын орналастыруды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Техникалық құрал ретінде біз тікелей көрінуге арналған радиорелелік жүйенің жабдықтарын қарастырамыз (РРСП ПВ). Қуаты 1 Вт. Параболалық антенна (РА) $2\Psi_0 = 210$ ° айнаның саңылау бұрышымен қолданылады. Антенна 5 м биіктікте орналасқан, антеннаның диаметрі d = 1,8 м, ал антеннаның бағыты D0 = 10 дБ құрайды. М1 нүктесінде электромагниттік өрістің деңгейін анықтаймыз. М1 нүктесі көрші станцияның бағытында орналасқан, оның биіктігі 2 м. ал мачтаның түбінен қашықтық - 100 м.М2 нүктесі мачтаның өсінде, 2 м биіктікте орналасқан.

Мәселе туралы мәлімет 6.2 суретте көрсетілген.



6.2 сурет - РРСП ПВ антеннасынан ППМ есептеу

Есептеу әдісін таңдау

ЭМӨ деңгейлерін есептеу әдісін таңдау үшін қосымша критерийлер енгізілген. $R<R_{гр}$ үшін ЭМӨ деңгейі антенна токынан тікелей есептеледі, ал $R>R_{гр}$ үшін ол антенна токынан немесе сәуле сызығынан есептелетін сәулелену үлгісінен есептеледі, мұнда:

$$R_{гр} = \frac{D_{max}^2}{0{,}32\lambda}, \qquad (6.1)$$

мұнда R – антеннаның геометриялық центрінен бақылау нүктесіне дейінгі қашықтық (ЭМӨ деңгейі анықталады);

D_{max} – антеннаның максималды мөлшері.

λ – жиілік диапазонының орташа толқын ұзындығы 11,7-12,5 ГГц, λ= 0,025 м.

$$R_{гр} = \frac{1{,}2^2}{0{,}32 \cdot 0{,}025} = 180 \text{ м}$$

РРСП ПВ антеннасының геометриялық орталығынан М1 нүктесіне дейінгі қашықтық 100 м, яғни ол $R_{гр}$-ге қарағанда аз. Сондықтан ЭМӨ деңгейлерін есептеу тікелей антенна тогымен жүзеге асырылады.

Электростатикалық өріске әсер ету деңгейін бағалау (ЭМӨ)

Қызметкерлерге ауысымына бір сағаттан астам уақыт әсер еткен кезде электростатикалық өрістің беріктік деңгейінің формуласына сәйкес табамыз:

$$E_{ПДУ} = \frac{60}{\sqrt{t}} = \frac{60}{\sqrt{8}} = 22{,}21 \text{ кВ/м}\ , \qquad (6.2)$$

мұнда

$E_{ПДУ}$ – өрістің максималды рұқсат етілетін күші, кВ / м;

t – экспозиция уақыты, с.

Өнеркәсіптік жиіліктің ЭМӨ барлық ауысымда жұмыс орнында электр өрісінің кернеудің рұқсат етілген деңгейі 60 кВ/м.

Қызметкерлердің жұмыс орнында өндірістік жиілікті ЭМӨ бағалау және нормалау электромагниттік өріске кететін уақытқа байланысты дифференциалды түрде жүзеге асырылады.

Формула бойынша 5 кВ/м кернеуде электр өрісінде персоналдың болуының рұқсат етілген уақытын табамыз:

$$\mathrm{T} = \frac{50}{\mathrm{E}} - 2, \tag{6.3}$$

$$T = \frac{50}{E} = \frac{50}{5} - 2 = 8 \text{ ч}$$

мұнда Т – тиісті кернеу деңгейімен ЭЖ-та рұқсат етілген уақыт, h

Электр өрісінің кернеуі 20-дан 25 кВ/м-ге дейін, тұрудың рұқсат етілетін уақыты - 10 минут[25]. Қорғаныс құралдарынсыз кернеуі 25 кВ/м-ден астам электр өткізгіштерде болуға рұқсат етілмейді.

ЭМӨ-ті бағалау және нормалау

30 кГц - 300 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ -ті бағалау және реттеу энергияның әсер ету шамасына сәйкес жүзеге асырылады (ЭЭ). Электромагниттік өрістің энергияға әсер етуі электр немесе магнит өрісінің квадраты мен адамдарға әсер ету уақыты ретінде анықталады

$$ЭЭ_{\mathrm{E}} = \mathrm{E}^2\mathrm{T}, \tag{6.4}$$

$$ЭЭ_{\mathrm{H}} = \mathrm{H}^2\mathrm{T}, \tag{6.5}$$

мұнда Е – электр өрісінің күші, В / м;

Н – магнит өрісінің күші, А / м;

Т - бір жұмыс ауысымындағы жұмыс орнындағы әсер ету уақыты, сағ.

Магнит өрісінің күші 6.2 кестеге сәйкес таңдалады.

6.2 кесте - Тұрақты магнит өрісінің жұмысшыларға әсері

Экспозиция уақыты, мин	МӨ шиеленісі
0-10	24
11-60	16
61-480	8

$$ЭЭ_{\mathrm{E}} = 5^2 \cdot 8 = 200\ (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$$

$$ЭЭ_{Н} = 8^2 \cdot 8 = 72\ (А/м)^2 \cdot ч$$

300 МГц - 300 ГГц жиілік диапазонындағы энергия ағынының тығыздығы бойынша формула бойынша анықтаймыз:

$$ЭЭ_{ППЭ} = ППЭ^2Т = 1{,}2^2 \cdot 8 = 11{,}52\ мкВт/см^2, \qquad (6.6)$$

мұнда ППЭ – энергия ағынының тығыздығы (мкВт/см^2).

Ауыспалы персоналдың жұмыс орындарындағы қуаттың (ЭЭПДУ) шекті рұқсат етілген деңгейлері 6.3 кестеде келтірілген.

6.3 кесте - 30 кГц - 300 ГГц жиілік диапазонындағы электромагниттік өрістердің энергия әсерін қашықтан басқару

Параметр	$ЭЭ_{ПДУ}$ жиіліктер диапозонында, МГц				
	0,03–3,0	3,0–30,0	30,0–50,0	50,0–300,0	300,0-300000,0
$ЭЭ_{Е}(В/м)^2 \cdot ч$	20000	7000	800	800	–
$ЭЭ_{Н}(А/м)^2 \cdot ч$	200	–	0,72	–	–
$ЭЭ_{ППЭ}$мкВт/см^2	–	–	–	–	200

Электрлік және магниттік өрістердің, электр энергиясының ағымының тығыздығының максималды деңгейі 6.4 кестеде көрсетілген мәндерден аспайды.

6.4 кесте - ЭМӨ-нің қарқындылығы мен энергия ағынының тығыздығын максималды қашықтан басқару 30 кГц - 300 ГГц жиілік диапазонында

Параметр	$ЭЭ_{ПДУ}$ жиіліктер диапозонында, МГц				
	0,03–3,0	3,0–30,0	30,0–50,0	50,0–300,0	300,0-300000,0
$Е, (В/м)^2$	2500	295	80	80	–
$Н, (А/м)^2$	250	–	3,0	–	–
ППЭ, мкВт/см^2	–	–	–	1000	5000

6.2.2 Ғимараттар мен құрылыстарды найзағайдан қорғауды дамыту

Өмір қауіпсіздігі методикалық есептеу нұсқаулығына сәйкес жасалған [26]. Найзағайдың әсері механикалық (найзағай тогына жоғары қарсылықпен нысанды бұзу) және термиялық (өрт пен жарылыстарға әкелетін жылудың көп мөлшерін шығару) әсерінде, сондай-ақ жекелеген бөліктердің арасында ұшқын тудыратын электростатикалық және электродинамикалық индукция арқылы қайталама көріністерде найзағайдың тікелей соққыларында көрінеді.

ТМД аумағындағы найзағайдың орташа жылдық ұзақтығының картасын пайдаланып, Қарағанды облысында найзағайдың қарқындылығы жылына 20-40 сағатты құрайтынын анықтаймыз. ҚР ЕЖ 2.04-103-2013[27] сәйкес бұл қарқындылық n = 3-ке тең 1 км^2 алаңға найзағайдың орташа жылдық санына

сәйкес келеді. Содан кейін найзағай болмаған кезде ғимаратқа жыл ішінде күтілетін шығындар саны:

$$N = (S + 6h) \cdot (L + 6h) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6.7)$$

мұнда S — ғимарат ені (20 м);
L — ғимарат ұзындығы(50 м);
h — ғимарат биіктігі(5 м).
Сандық мәндерді алмастыра отырып, біз мыналарды аламыз:

$$N = (20 + 10) \cdot (50 + 10) \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 5{,}4 \cdot 10^{-3}$$

Ғимарат В1а жарылысының қауіптілік класына жатады (қалыпты жұмыс кезінде ауамен жанатын немесе булардың жарылғыш қоспалары пайда болмайтын бөлмелерде орналасқан). «Ғимараттар мен құрылыстардың найзағайдан қорғайтын аймақтарының түрлері мен санаттары» кестесіне сәйкес, ғимаратқа найзағайдың күтілетін санымен оның найзағайдан қорғаныс деңгейі II санатқа жатады (найзағайдың тікелей соққыларынан және оның қайталама көріністерінен қорғаныс), В найзағайдан қорғау аймақтары (сенімділік деңгейі 95% -дан жоғары) .

Найзағайдың тікелей соққыларынан қорғау үшін найзағай шыбықтары ғимараттың ұштарында бойлық ось бойымен орналасқан (6.3 сурет). Мұндай найзағай өткізгіш S / 2 = 10 м радиуста h биіктіктегі ғимараттың найзағайдан қорғанысын қамтамасыз етеді (6.3-сурет). Сонда h биіктіктегі найзағайдың қорғаныс радиусына арналған формуладан найзағайдың биіктігі мына формула бойынша есептеледі:

$$H = \frac{r_x}{1{,}5} + 1{,}25h, \quad (6.8)$$

$$r_x = 1{,}5(H - 1{,}25h), \quad (6.9)$$

$$H = \frac{r_x}{1{,}5} + 1{,}25 \cdot 5 = 12{,}92 \text{ м}$$

Осы биіктіктегі қос өзекті найзағай найзағай өзектерінің саңылауындағы қорғаныш аймағының биіктігін қамтамасыз етеді.

$$H_0 = 4 \cdot H - \sqrt{9 \cdot H^2 + 0{,}25 \cdot a^2}, \quad (6.11)$$

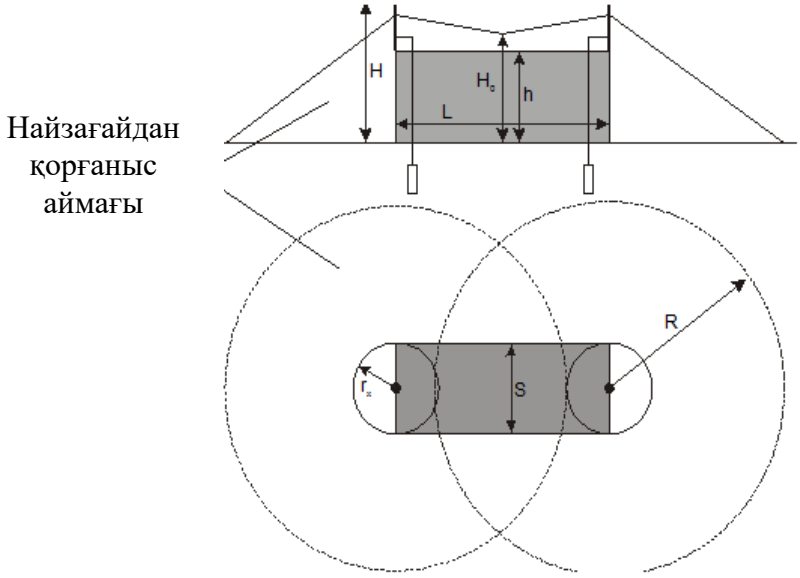
$$H_0 = 4 \cdot 12{,}92 - \sqrt{9 \cdot 12{,}92^2 + 0{,}25 \cdot 10^2} = 12{,}59, \text{ м.}$$

Биіктігі h < 1,5H болатын ғимараттар үшін найзағай өзектерінің арасындағы саңылаудағы қорғаныс аймағының ені бір найзағайдың қорғаныш аймағының радиусына тең r_0=r=10 м.

Найзағай өткізгіштері төмен өткізгіштер ғимараттың қабырғасына салынып, олардан белгілі бір қалыңдықтағы ағаш тақтайшамен бөлінген. Адамдардың байқаусызда төмен өткізгішке тиіп кетуіне жол бермеу үшін шаралар қабылданады.

Жерге қосқыштар, оларды найзағай өзектерімен байланыстыратын төмен өткізгіштермен бірге найзағай тогын жерге жіберіп қана қоймай, сонымен қатар оның жердегі біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Бұл үшін найзағайдың өтпелі кедергісі жақын орналасқан жерлердің ішіндегі ең кішісі болады, әйтпесе найзағай объектіні тікелей найзағай соққыларынан қорғай алмайды. Адамдарға кернеуді тигізбеу үшін найзағай өткізгіштің жерге тұйықтаушысы адамдар баратын жерлерден кемінде 5 м қашықтықта орналастырылады. Мүмкін болатын қоқыстардың алдын алу үшін жерге тұйықтағыш өткізгіштер жер асты металл коммуникацияларынан 3 м қашықтықта орналасады.

Тұрғын үй ғимаратына көптеген кабельдер мен әуе байланыс желілері енгізілгендіктен, жоғары потенциалды олар арқылы сырғып кетуден қорғау үшін шаралар қабылданады: кабельдердің металл қабықтары найзағайдан қорғаныс тізбегіне қосылған, ал кабельдердің металл тесіктері кедергілер арқылы өтеді.



6.3 сурет - Екі қатарлы найзағай өткізгіштің қорғаныс аймағы

Бөлім бойынша жалпы қорытынды:

SkyEdge таратқышының электромагниттік өрісінің әсерін талдау жүйенің экологиялық қауіпсіздігін атап өтуге мүмкіндік береді. SkyEdge таратқыштарында қолданылатын күшейткіштердің қуаты өте аз. Арна таратқыштарда ол ондаған МВт өлшенеді, ал жүздеген арналарды таратуға арналған топтық таратқыштарда, Вт бірлікте.

Есептеулер SkyEdge жабдықтар таратқышы тудыратын электромагниттік өрістің деңгейі адам ағзасы мен қоршаған орта үшін нормаларды сақтаған

жағдайда қауіпті емес екенін көрсетті. Сәулелендіру көзінен 100 м қашықтықта орналасқан екі нүктедегі қуат ағынының тығыздығының есептік мәні $0{,}034$ мкВт/см^2 және тікелей таратқыштың орналасқан жерінде $0{,}027$ мкВт/см^2 рұқсат етілгеннен едәуір аз болды. деңгейі 10 мкВт/см2. Осы жағдайларды ескере отырып, SkyEdge жабдықтарын таратқыштар тұрғындарға зиян келтірместен және айналадағы ландшафт пен ғимараттарға ешқандай әсер етпестен ғимараттардың төбесінде орналасуы мүмкін деген тұжырымға келдік.

Қорытынды

Телекоммуникация нарығының қарқынды дамып келе жатқан жағдайында және Қазақстанның цифрлық хабар таратуға көшкенде дамушы компанияларды барлық жерде сапалы байланыспен, тіпті елдің ең алыс аудандарын да қамтамасыз ету қажеттігі туындайды. Басқа қолданыстағы технологиялармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие SkyEdge жабдығы Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында спутниктік байланысты жылдам енгізуге ықпал етуге бағытталған. Қабылдау жабдығының аз құны, SkyEdge орнату және пайдалану жеңілдігі кезінде қызметтердің кең контентін ұсынуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген талдау туралы айтуға мүмкіндік береді жүйесінің сенімділігін тұрғысынан қабылданатын сигнал. Дипломдық жұмыстың техникалық бөлігін орындау барысында спутниктік байланыс жүйесінің «төмен» және «жоғары» желілері үшін энергетикалық есеп жүргізілді. Шекті мәннен ($36000<d<42644$ км) аспайтын ғарыш аппараты мен жер стациялары арасындағы қашықтық анықталды. «Жоғары» сыныбындағы қуат деңгейі 484,93 Вт, «төмен» желісінде 309 Вт тең. Сондай-ақ, деңгейлердің диаграммасы жасалды, яғни оның ғарыш станциясы мен жер арасындағы өтудің әрбір кезеңінде сигналдың деңгейі анықталды.

SkyEdge жүйесі таратқышының электромагниттік өрісінің әсерін зерттеу бізге қабылдаушы антенналардың экологиялық зиянсыздығын белгілеуге мүмкіндік береді. ($0{,}034$ мкВт/см^2) және таратқыштың орналасу осіне ($0{,}027$ мкВт/см^2) сәйкес келетін 100 м қашықтықта орналасқан екі нүктедегі қуат ағыны тығыздығының есептелген мәндері 10 мкВт/см2 шекті рұқсат етілген деңгейден едәуір аз болды. Осы жағдайларды ескере отырып, SkyEdge жабдығының таратқыштары тұрғындарға зиян келтірмей және қоршаған ландшафт пен құрылыстарға еш әсер етпей, ғимараттардың төбесінде орналасуы мүмкін.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, SkyEdge жабдығы жүйенің жылдам бұрылуына және салыстырмалы түрде шағын капитал салымында абоненттіксыйымдылықты өсіруге мүмкіндік береді. Желі ұйымына салынған қаражатты кәсіпорын 1,42 жылда өтейді.

Қысқартылған сөздер тізімі

ОЖС	Орталық Жер станциясы	
ЖЕЖ	Жергілікті есептеу желісі	
КАТС	Кеңсе автоматтандырылған телефон станциясы	
ЖС	Жер станциясы	
КПД АФТ	АФТ пайдалы әсер коэффициенті	
ҒС	Ғарыс станциясы	
ЖЖС	Жасанды Жер серігі	
МӘС	Медициналық-әлеуметтік сараптама	
ҮҚК	Үздіксіз қоректендіру көзі	
ЭӨ	Электромагниттік өріс	
ЖБО	Желіні басқару орталығы	
ЖПТЖ	Жалпы пайдаланудағы телефон желісі	
РК	Республика Казахстан	
ҚАТ	Қуат ағынының тығыздығы	
ПДУ	Шекті рұқсат етілген деңгей	
ПА	Параболалық антенна	
ХЭБО	Халықаралық электр байланысы одағы	
КНД	Бағыттың әсер ету коэффициенті	
АТС	Автоматты телефон станциясы	
VoIP	Voice over IP	IP арқылы дауыстық
TCP	Transmission Control Protocol	Берілістерді басқару протоколы
RIP	Routing Information Protocol	Компьютерлік желіні бағыттау хаттамасы
DVB	Digital Video Broadcasting	Сандық бейне хабар тарату
VSAT	Very Small Aperture Terminal	Шағын жерсеріктік жер станция
SCPC	Single Channel Per Carrier	Бөлінген жерсерік арналары
DAMA	Demand Assigned Multiple Access	Талап бойынша арнаны беру арқылы көп қол жеткізу
TDMA	Time Division Multiple Access	Уақыт бойынша бөлумен көпше қол жеткізу
TDM / TDMA	Time Division Multiplexing / Time Division Multiple Access	Уақытша мультиплексирлеу /уақыт бойынша бөлумен көпше қол жеткізу
RA	Random Access	Кездейсоқ қол жеткізу
ODU	OutDoorUnit	Сыртқы қондырғы
IDU	InDoorUnit	Ішкі қондырғы
MPN	Management Private Network	Жеке желіні басқару
LNB	Low Noise Block	Аз көлемді күшейткіш
BUC	Block Upconverter	Спутниктік конвертер

ISDN	Integrated Service Digital Network	Қызметтерді интеграциялайтын сандық желі
IP	Internet Protocol	Желіаралық хаттама
GSM	Groupe Spécial Mobile	Ұялы байланыс үшін жаһандық сандық стандарт
GMSK	Gaussian minimum-shift keying	Гауссовская жиілік модуляциясы
DVB-S	Digital Video Broadcasting-Satelite	Сандық бейне хабар тарату-спутниктік
DSL	digital subscriber line	Сандық абоненттік желі
ITU-R V.431-6	NOMENCLATURE OF THE FREQUENCY AND WAVELENGTH BANDS USEDIN TELECOMMUNICATIONS	Теоекоммуникацияларда қолданылатын Толқындылық және Толқындық номенклатура

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кукк К. Спутниковая связь. Прошлое, настоящее, будущее. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. -258 с.
2. Скляр, Бернард. С43. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2004. - 1104 с.
3. Maral Gerard. VSAT Networks. –US.: Satellite Communications Systems, 1995. -215 p.
4. Кунегин С.В. Спутниковая связь для корпоративных сетей. –М.: Сайт посвященный информационным и телекоммуникационным технологиям, 2018. -6 с. URL: http://kunegin.com/ref1/sput/corpnet.htm
5. Аболиц А.И. Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность. –М.: ИТИС, 2004. - 426 с.
6. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи. –М.: Учебное пособие для вузов, 2014. -244 с.
7. Құрылыс комитеті, Индустрия және сауда министрлігі: ҚР ЕЖ 1.03-06-2002/ Құрылыс индустриясы. Ғимараттар мен құрылыстар кәсіпорындарының құрылысын ұйымдастыру: - Астана, 2003. -69 б.
8. Mirette Sadek. Personal satellite communication: Technologies and challenges. – USA.: IEEE Wireless Communications, 2008. -35 p.
9. Платформа Gilat SkyEdge. – М.: Развитие спутниковых систем связи РССС.РФ, 2019. -10 с. URL: http://p3c.ru/platform_skyedge_vsat
10. АО KazTransCom. VSAT станции. Общие технические условия размещения оборудования. –Алматы.: Оператор связи, 2020.
11. Ресей Федерациясының Құрылыс Министрлігі: ҚНжЕ 2.01.07-85/ Құрылыс Нұқсқаулары, Жолдар жіне әсерлер: -М., 2007. -46 б.
12. New Japan Radio Co. Satellite Communication. –Japan: Microwave Products, 2020.
13. Гладышева Н.Н., Клочковская Л.П.. Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Алматы: АИЭС, 2008. – 16 с.
14. Кантор Л.Я., Тимофеев В.В. Спутниковая связь и проблема геостационарной орбиты. - М.: Радио и связь, 1988. - 168 с.
15. Садомовский А.С. Радиосистемы передачи информации: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2001.
16. Банкет В.Д., Дорофеев В.М. Цифровые методы в спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 2008.- 240 с.
17. Антенна VSAT Ku-Band. –Хабаровск.: Портал услуг, 2020. URL: https://net27.ru/antenna-vsat-ku-band-skyware-120sm-type-123-class-ii.html
18. Модем SkyEdge II Access. –М.: Тесс Коммуникейшн, Продажа оборудования VSAT, 2020. URL: https://tesscom.ru/vsat

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

20. Құрылыс комитеті, Индустрия және сауда министрлігі: ҚР ҚНжЕ 4.04-10-2002/ Электрлік құрылғылар, Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік стандарттар: - Астана, 2003. -114 б.

21. Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: – М.: Радио и связь, 2015

22. Белов С.В. Безопасность Жизнедеятельности: Высшая школа. – Москва.: Наука, 2017. - 616 с.

23. 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.

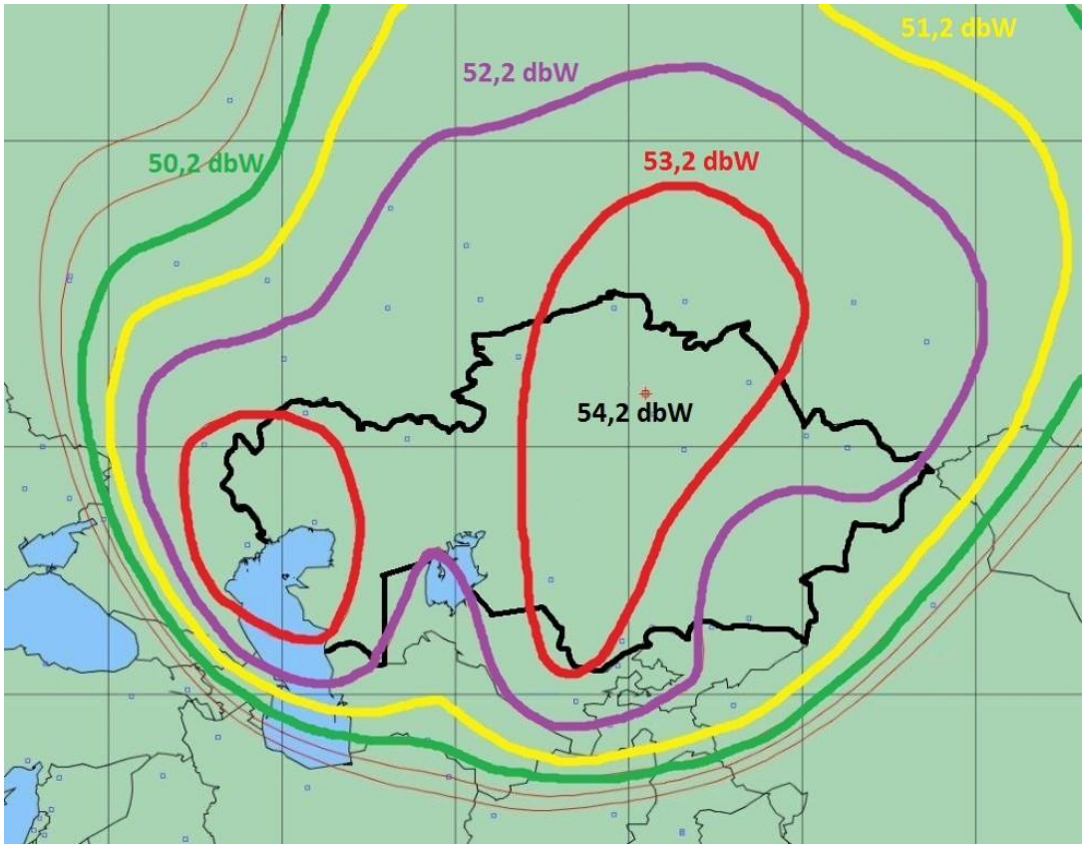
24. Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е.. Охрана труда и основы безопасности жизнедеятельности. Защита от воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Методические указания и задания к расчетно-графической работе для студентов специалистов 5В071900 - Алматы: АИЭС, 2010 - 33 с.

25. Ресей Госкомсанепиднадзоры: ҚР ЕЖ 2.1.8/2.24.1383-03/ Санитарлық ережелер мен ережелер, Радиожиіліктегі электромагниттік шығарындылар (ЭМФ РЖ): – М.,2003.

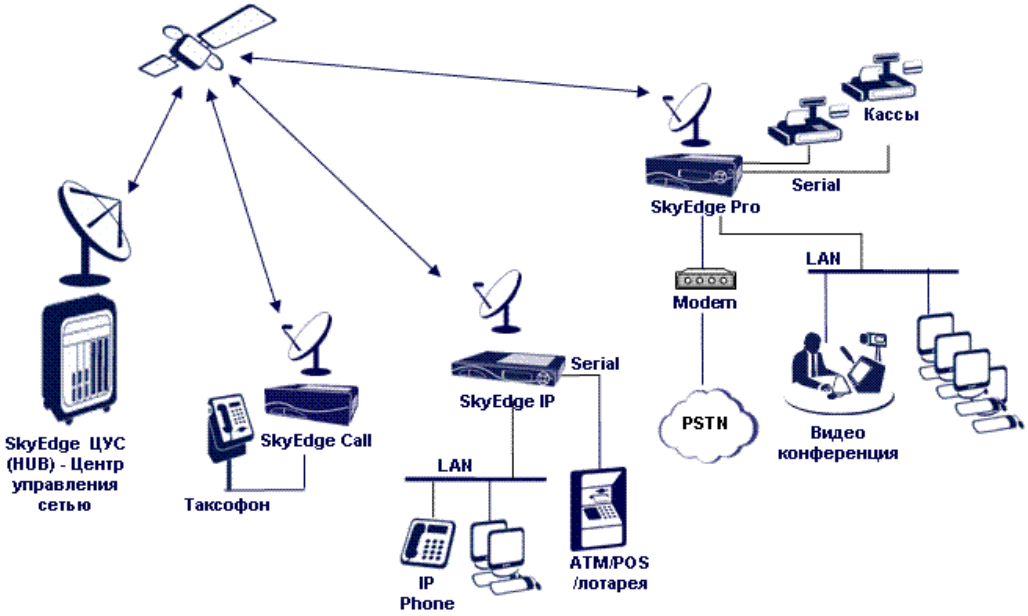
26. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

27. Құрылыс комитеті, Индустрия және сауда министрлігі: ҚР ЕЖ 2.04-103-2013/ Ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау құрылысы, Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік стандарттар: - Астана, 2015. -100 б.

А ҚОСЫМШАСЫ



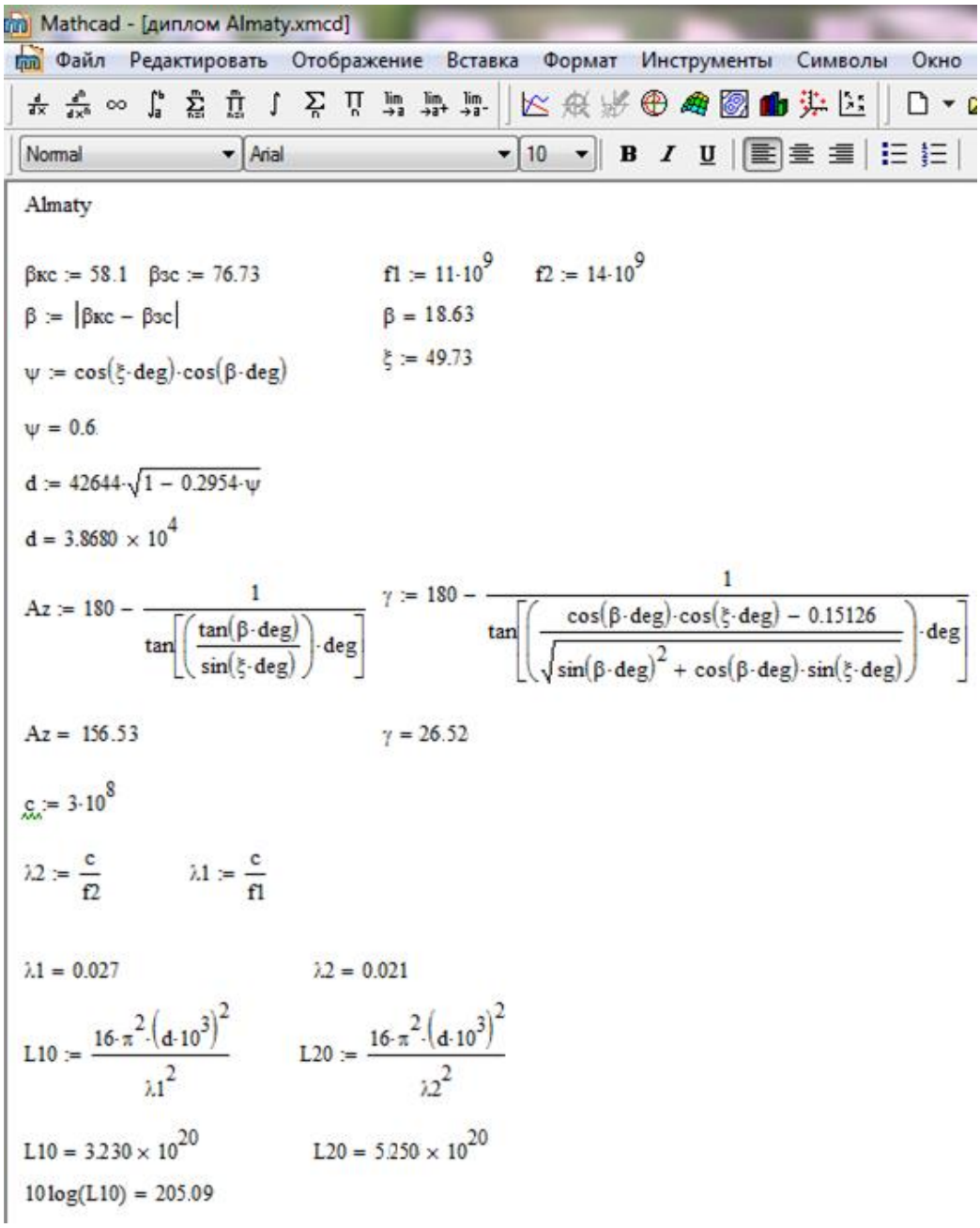
А.1 Сурет - KazSat-3 ҒК қамту аймағы



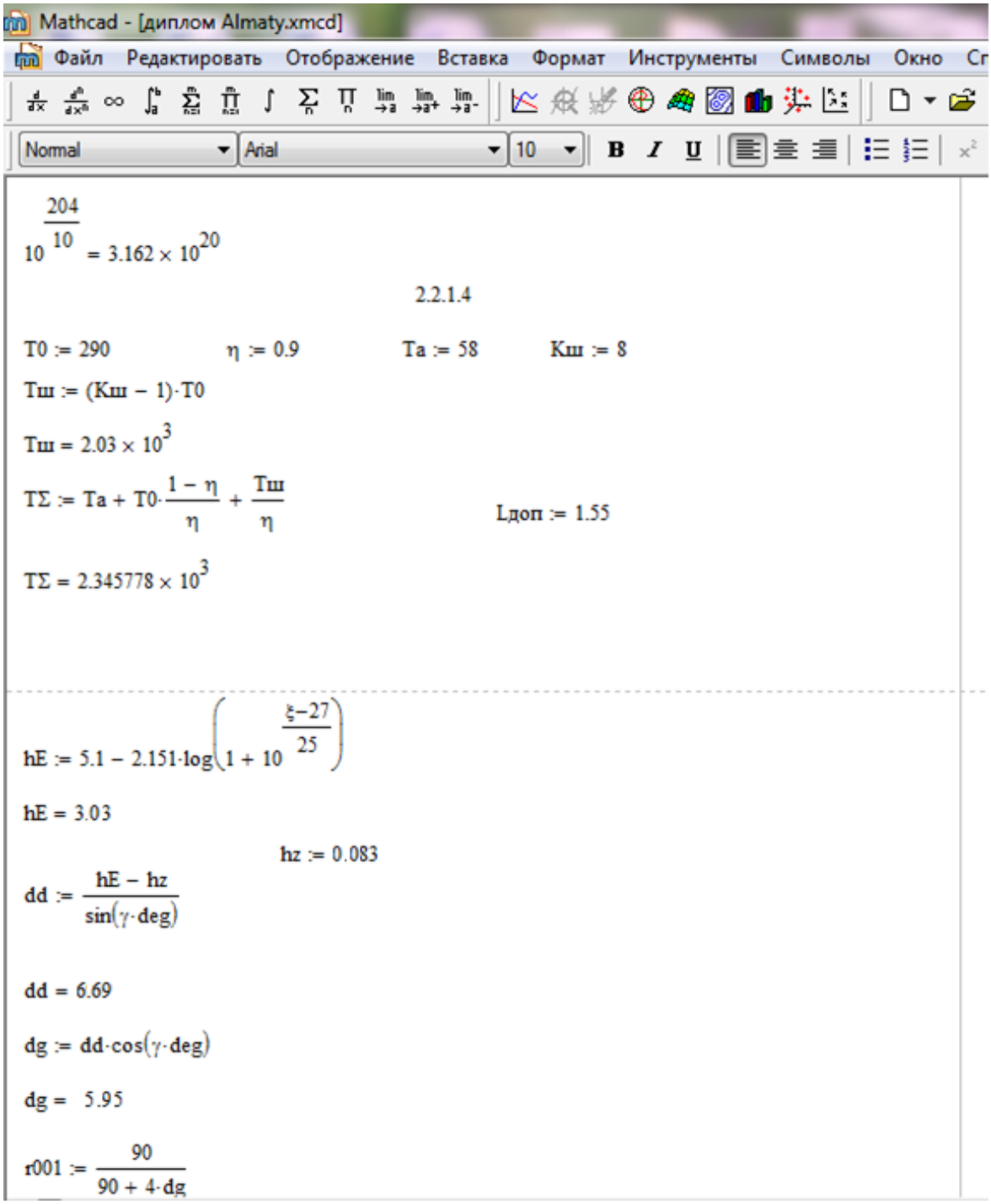
А.2 Сурет - Жұлдыз топологиясы бойынша байланыс арналарын ұйымдастыру

Б ҚОСЫМШАСЫ

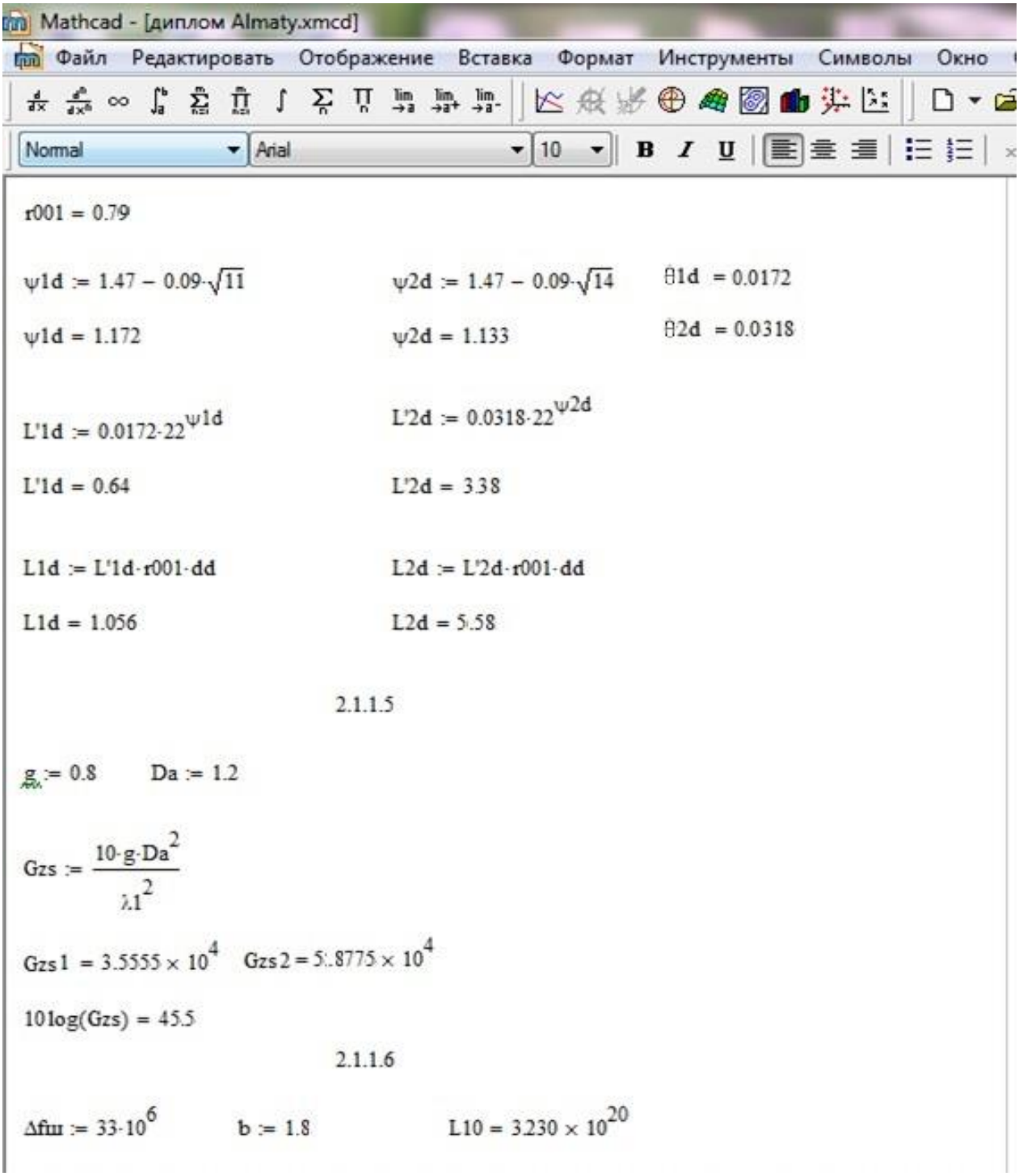
MathCAD 14 бағдарламасында орындалған есептеу жұмыстары



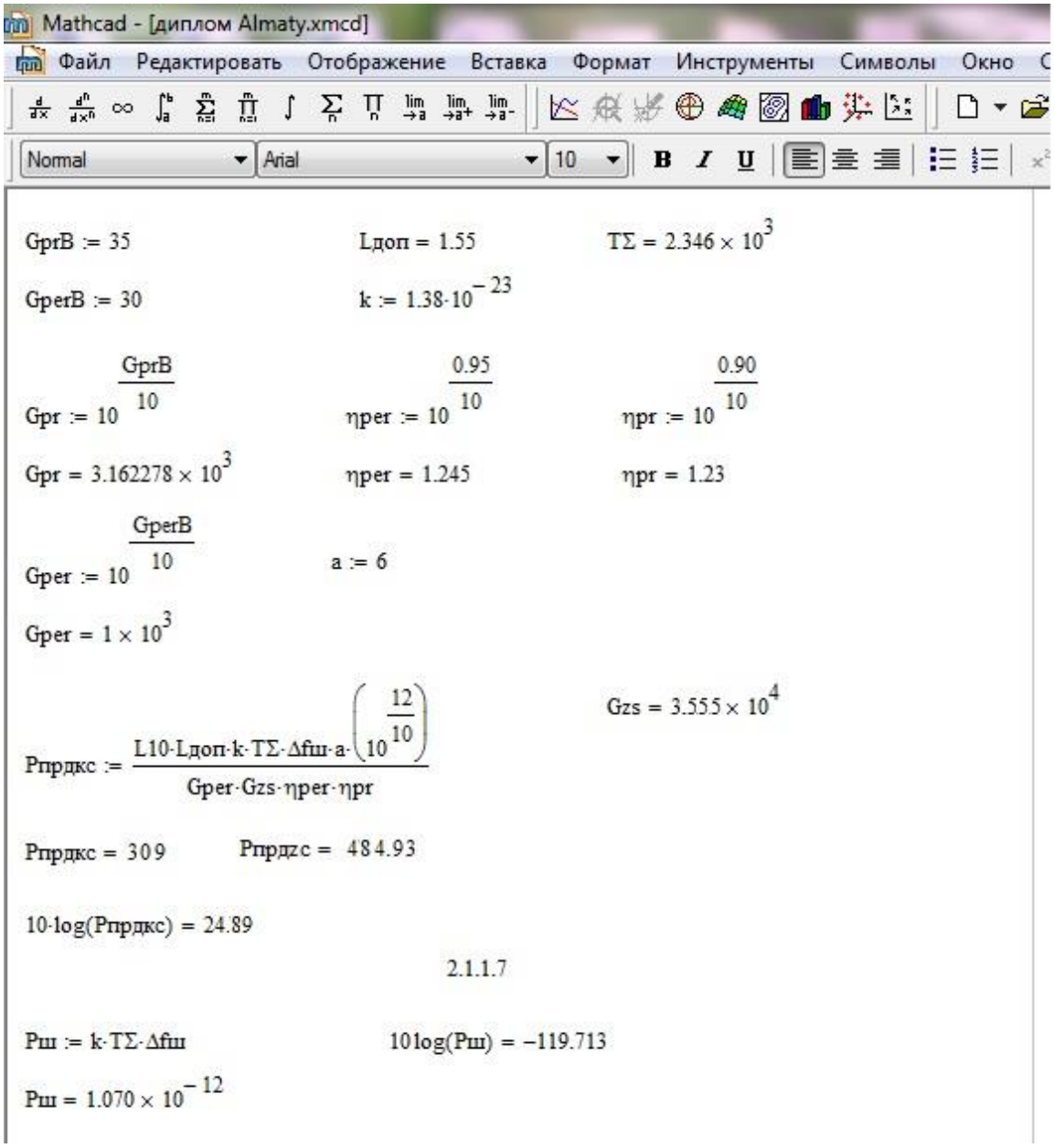
Б.1 Сурет – ЗС1-ден КС-ге дейінгі қашықтықты есептеу; желілерде өшу, MathCad 14 бағдарламасында орындалған



Б.2 Сурет – ЗС 1 үшін Шу температурасының коэффициентін есептеу, MathCad 14 бағдарламасында орындалған

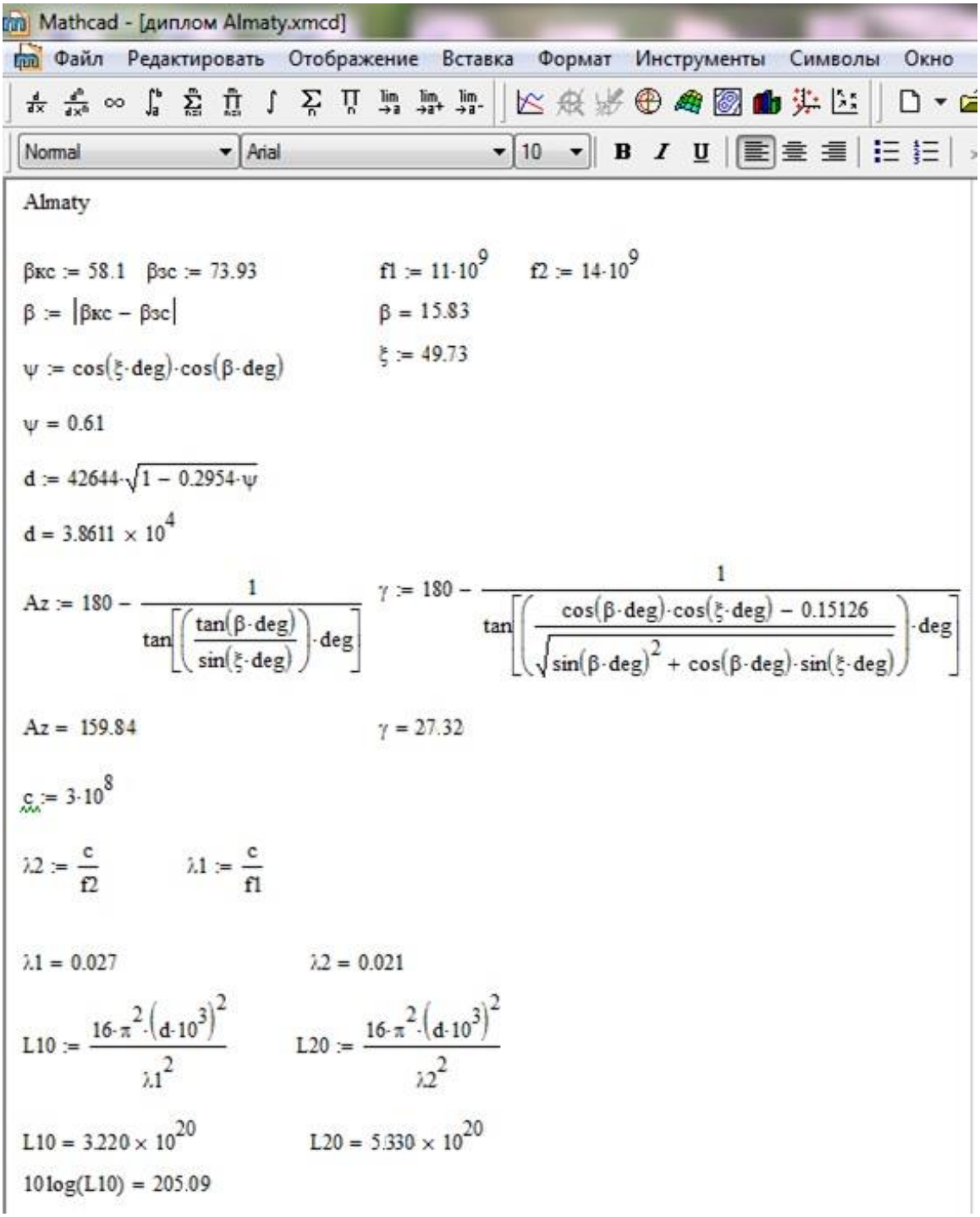


Б.3 Сурет – Сигнал жолының ұзындығын есептеу ЗС 1 үшін, MathCad 14 бағдарламасында орындалған



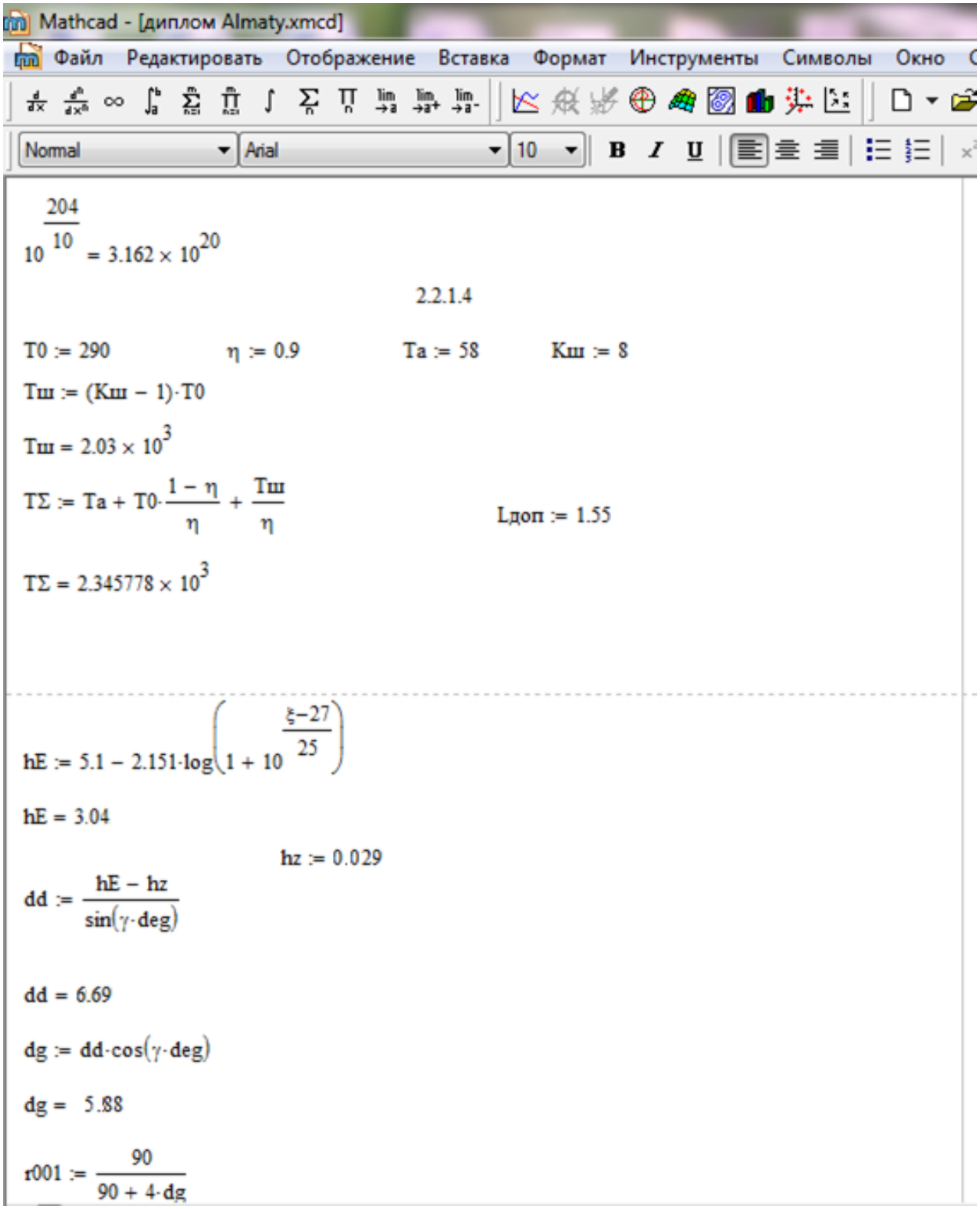
Б.4 Сурет – Тарату КС қуатын есептеу,
MathCad 14 бағдарламасында орындалған

Төменгі суреттерде жоғарғы есептеулерге сәйкес ЗС 2 үшін есептеу жұмыстары көрсетілген.

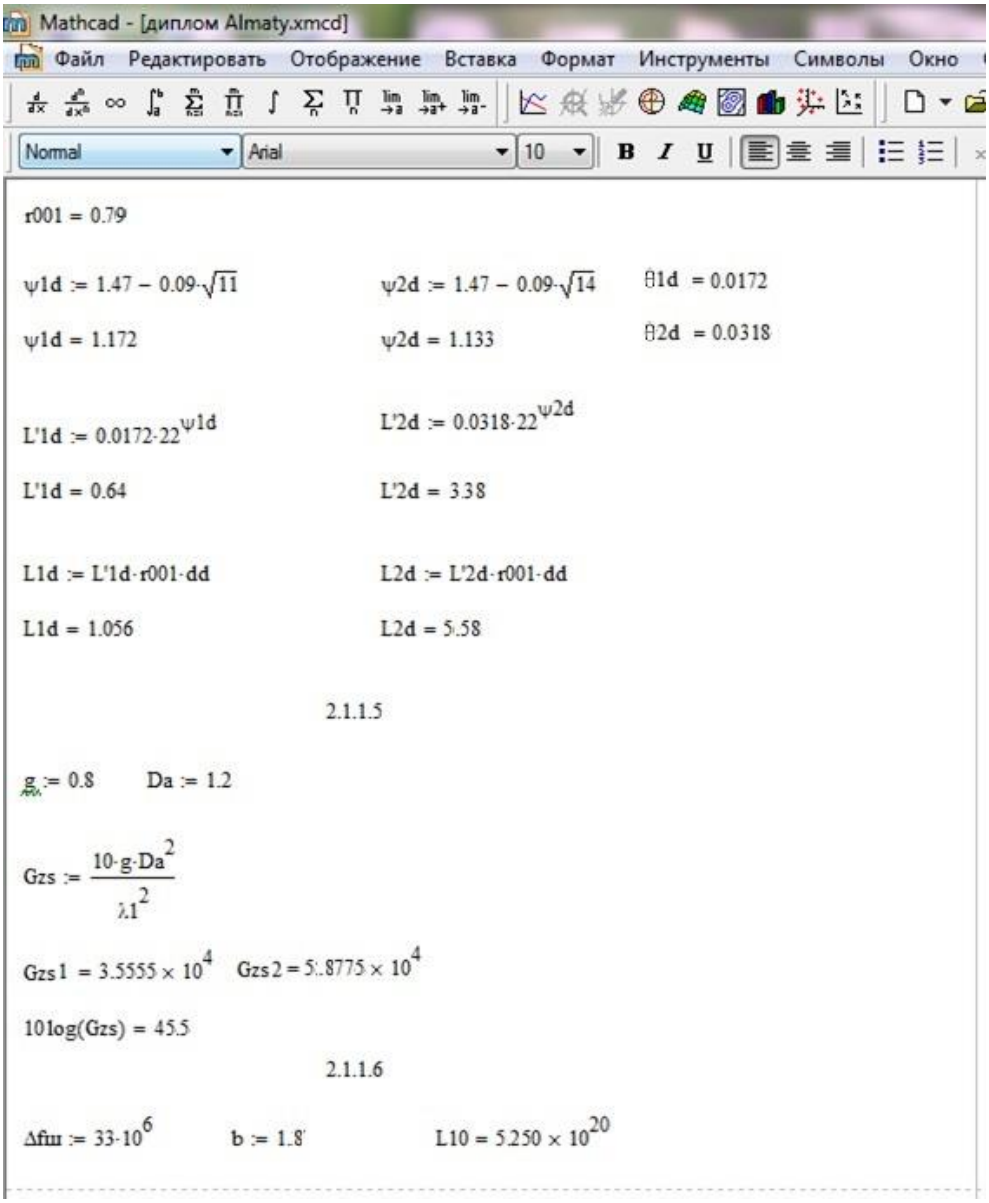


Б.5 Сурет – ЗС2-ден КС-ге дейінгі қашықтықты есептеу; желілерде өшу, MathCad 14 бағдарламасында орындалған

,



Б.6 Сурет – ЗС 2 үшін Шу температурасының коэффициентін есептеу, MathCad 14 бағдарламасында орындалған



Б.7 Сурет – Сигнал жолының ұзындығын есептеу ЗС 2 үшін, MathCad 14 бағдарламасында орындалған