

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Бақытжанов Елдар Маратұлы

«Halyk Bank филиалдары арасында спутниктік байланысты ұйымдастыруды
талдау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

_____ И.Сырғабаев

« ____ » _____ 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Nalyk Bank филиалдары арасында спутниктік байланысты
ұйымдастыруды талдау»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

Е.Бақытжанов

Пікір беруші
техн.ғыл.канд.,
АУЭС доценті

_____ А.О.Касимов

« 24 » ____ 05 ____ 2020 ж.

Ғылыми жетекші
экон.ғыл.канд., лектор

_____ А.Е.Куттыбаева

« 24 » ____ 05 ____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Бүркітбаев ат.Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы
5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

_____ И.Сыргабаев

« _____ » _____ 2020 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Бақытжанов Елдар*

Тақырыбы «Налык Банк филиалдары арасында спутниктік байланысты ұйымдастыруды талдау»

Университет ректорының «27» қаңтар 2020 ж. № 762-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «10» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Алматы қаласы *Налык Банк мәліметтері*, 2) Көп станциялық қатынау әдістерін сипаттау; *VSAT спутниктік байланысы*; 3) *VSAT* спутниктік байланыс жүйесінде деректерді беруге арналған хаттамалар блогы; Таратқыш (ЗС) мен қабылдағыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептеу.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *Налык Банк қызметінің, байланысының қазіргі жағдайы; Жиілік спектрі. Жиілік диапазондары; ә) iDirect Mesh арқылы VSAT желілерін құру туралы шешім; VSAT жүйесіндегі модуляция әдістері; б) Қабылдағыш трактінің шудың жиынтық температурасын есептеу; в) ЗС қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатын анықтау; г) Деңгей диаграммасын құру әдісімен тексеру.*

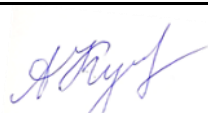
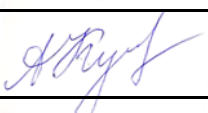
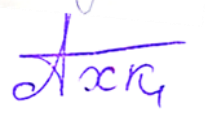
Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет 23 атау: 1) *Полунин А. Введение в технологии широкополосного доступа.- Сети телекоммуникации, 2001, № 2, с. 24-31.* 2) *Технические характеристики оборудования iDirect, 2008;* 3) *Справочник по спутниковой связи и вещанию.-М.: Радио и связь, 1997;* 4) *Техническое решение системы iDirect компании ТОО «СА-Телком», 2008.*


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2020 -25.01.2020	орындалды
Теориялық ақпарат	20.01.2020 -25.02.2020	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2020 – 01.04.2020	орындалды

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.2020	
Теориялық ақпарат	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.2020	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы Хабай А.	22.05.2020	


Ғылыми жетекшісі



А.Е.Куттыбаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Е.Бақытжанов

Күні

“ 22 ” _____ 05 _____ 2020 ж.

АНДАПТА

Осы дипломдық жұмыста iDirect жабдығы және технологиямен құрылған серік байланыс жүйесінде деректердің пакеттерді жоғалтуын азайту мен деректердің пакеттерді табыстау кезеңінде тоқтатудың азайту тәсілін іздестіру туралы сұрағы қарастырылады. Жұмыста «жоғары» мен «төмен» бағыттарында желінің энергетикалық есептері жүргізілген.

Қолданыстағы жерсеріктік байланыс жүйесін талдау жасалынған, TSP/DP стек негізгі хаттамалар бойынша сатистика құрастырылған. Деректердің пакеттерді табыстау кезеңінде деректердің пакеттерін тоқтатудың және жоғалтуын азайту тәсілі ұсынылған. Бұл тәсілі серік байланыс жүйесін есеп шығару техникалары құралдарын әр түрлі параметрлардың модельдеуын нәтижелерімен дәлелденген. Спутниктік жүйе тиімділігін көбейту үшін осы тәсілін қолдануын керектігі жалпы қорытынды шығарылды.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается вопрос поиска метода снижения задержек в передаче пакетов данных и уменьшения потерь пакетов данных в спутниковой системе связи, построенной по технологии и оборудованию iDirect. В работе произведены энергетические расчеты спутниковой линии по направлению «вверх» и «вниз». Проанализирована действующая система спутниковой связи, сформирована статистика по основным протоколам стека ТСР/IP. Предложен метод уменьшения потерь пакетов данных и задержек в передаче пакетов данных. Данный метод был подтвержден результатами моделирования средствами вычислительной техники спутниковой системы связи с различными параметрами. Обосновывается целесообразность использования данного метода для увеличения эффективности спутниковой системы связи в целом.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается вопрос поиска метода снижения задержек в передаче пакетов данных и уменьшения потерь пакетов данных в спутниковой системе связи, построенной по технологии и оборудованию iDirect. В работе произведены энергетические расчеты спутниковой линии по направлению «вверх» и «вниз». Проанализирована действующая система спутниковой связи, сформирована статистика по основным протоколам стека ТСР/IP. Предложен метод уменьшения потерь пакетов данных и задержек в передаче пакетов данных. Данный метод был подтвержден результатами моделирования средствами вычислительной техники спутниковой системы связи с различными параметрами. Обосновывается целесообразность использования данного метода для увеличения эффективности спутниковой системы связи в целом.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Спутниктік байланыс жүйесінің қазіргі жағдайы	10
1.1 Спутниктік байланыс тарихы	10
1.2 VSAT спутниктік байланысы	10
1.3 Көп станциялық қатынау әдістерін сипаттау	14
1.4 Тапсырманың қойылымы	16
2 VSAT жүйесіндегі модуляция әдістері	17
2.1 Блок кодтары	18
2.2 Орайтын кодтары	19
2.3 SCPC жүйесі	22
2.4 TES-жүйе	23
2.5 PES жүйесі	24
2.6 VSAT спутниктік байланыс жүйесінде деректерді беруге арналған хаттамалар блогы	25
2.6.1 UDP хаттамасы	25
2.6.2 Бақылау жиынтықтау	26
2.6.3 TCP хаттамасы	26
2.7 iDirect технологиясы	28
3 ЗС-КС-ЗС спутниктік желісінің теориялық есебі	30
3.1 Спутниктік байланыс желісінің бастапқы деректері	30
3.2 ЗС спутниктік желісінің "жоғары" учаскесін энергетикалық есептеу-КС	32
3.2.1 Таратқыш (ЗС) мен қабылдағыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептеу	32
3.2.2 ЗС - КС желісінде сигналдың әлсіреуін есептеу	32
3.2.3 СБ антеннасын күшейту коэффициентін есептеу	34
3.2.4 Қабылдағыш трактінің шудың температурасын есептеу	35
3.2.5 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуатын есептеу	35
3.2.6 КЖ қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатын анықтау	36
3.2.7 СБ таратқышының қуатын анықтау	36
3.2.8 Деңгей диаграммасын құру әдісімен тексеру	37
3.3 КЖ спутниктік желісінің "төмен" учаскесін есептеу- ЗС	38
3.3.1 қабылдағыш (ЗС) мен таратқыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептеу	38
3.3.2 КСЗС желісінде сигналдың әлсіреуін есептеу	38
3.3.3 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуатын есептеу	40
3.3.6 ЗС қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатын анықтау	40
3.3.7 Деңгей диаграммасын құру әдісімен тексеру	41
3.4 ЗС-КЗС спутниктік желісін есептеу нәтижелерінің жиынтық кестесі	42
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Байланыс саласы ХІХ-ХХ ғасырларда өзінің дамуына үлкен серпін алды. Осының арқасында бүкіл әлемде телекоммуникация жүйелерінің үлкен саны пайда болды, олар әдетте жеке және бір-біріне қарамастан дамыды. Қазіргі уақытта Байланыс қызметтеріне қажеттілік үнемі өсуде. Ақпаратты берудің үлкен жылдамдығы, байланыс жүйесінің істен шығуына және жер шарының қашықтағы нүктелерінде байланыс қызметтерін ұсыну талап етіледі. Үлкен бәсекелестік жағдайында байланыс қызметтерін ұсыну үшін оператор бәсекелестерден қалыс қалмау үшін және клиенттердің барлық сұраныстарын қанағаттандыру үшін өз желісін жаңғыртуға дайын болуы тиіс. Осыған байланысты тек бір бөлек таңдалған технологиядан құрылған қазіргі заманғы телекоммуникациялық желіні ұсыну мүмкін емес. Гибридті желілер-деректерді берудің екі және одан да көп технологияларын қолдану жолымен құрылған телекоммуникация желілері. Бұл жұмыста қашықтағы нүктелерде байланысты ұйымдастыру үшін негізгі рөл атқаратын жалпы желінің жеке алынған сегменті ретінде байланыстың спутниктік жүйелері қарастырылады. Спутниктік байланыс жүйелері телекоммуникация қызметтерін аумақтық рамаларға байланыспай беруге мүмкіндік береді. Байланыс түрінің ерекшелігі геостационарлық орбитада орналасқан Жердің жасанды спутнигінен сигналды кері жерге қайта таратады. Өкінішке орай, спутниктік байланыс кезіндегі сигнал қашықтықты шамамен 70 – 72 мың километрге жеңеді, бұл кідіріс беру, мәліметтер пакеттеріне өте қатты әсер етеді. Бұл жұмыста негізгі мақсат ақпаратты беру кезінде кідірісті азайту және деректер пакеттерін жоғалтудың алдын алу әдістерін талдау болып табылады.

1 Спутниктік байланыс жүйесінің қазіргі жағдайы

1.1 Спутниктік байланыс тарихы

Жер бетінде Жерсеріктік байланыстың жаһандық жүйелерін құру идеясы 1945 ж. Артур Кларкпен ұсынылған. Бұл идеяны жүзеге асыру баллистикалық зымырандар пайда болғаннан кейін 12 жылдан кейін ғана мүмкін болды, олардың көмегімен 1957 жылдың 4 қазанында орбитаға Жердің алғашқы жасанды серігі (ЖҚЗ) іске қосылды. АЖЖ ұшуын бақылау үшін онда 27 МГц диапазонында жұмыс істейтін шағын радиотаратқыш - маяк орналастырылған. Бірнеше жылдан кейін 1961 ж. 12 сәуірде "Восток" кеңестік ғарыш кемесінде тұңғыш рет Ю. А. Гагарин жерді Тарихи айналып өтті. Бұл ретте ғарышкердің радио бойынша Жермен тұрақты байланысы болды. Осылайша, түрлі бейбіт міндеттерді шешу үшін ғарыш кеңістігін зерттеу және пайдалану бойынша жүйелі жұмыс басталды.

Ғарыш техникасын құру өте тиімді алыс Радиобайланыс және хабар тарату жүйелерін дамытуға мүмкіндік берді. АҚШ-та байланыс спутниктерін құру бойынша қарқынды жұмыстар басталды. Мұндай жұмыстар біздің елімізде де өрістей бастады. Оның үлкен аумағы және байланыстың әлсіз дамуы, әсіресе басқа техникалық құралдардың көмегімен байланыс желілерін құру (РРЛ, кәбілдік желілер және т.б.) үлкен шығындармен ұштасқан, байланыстың бұл жаңа түрін өте перспективалы етті.

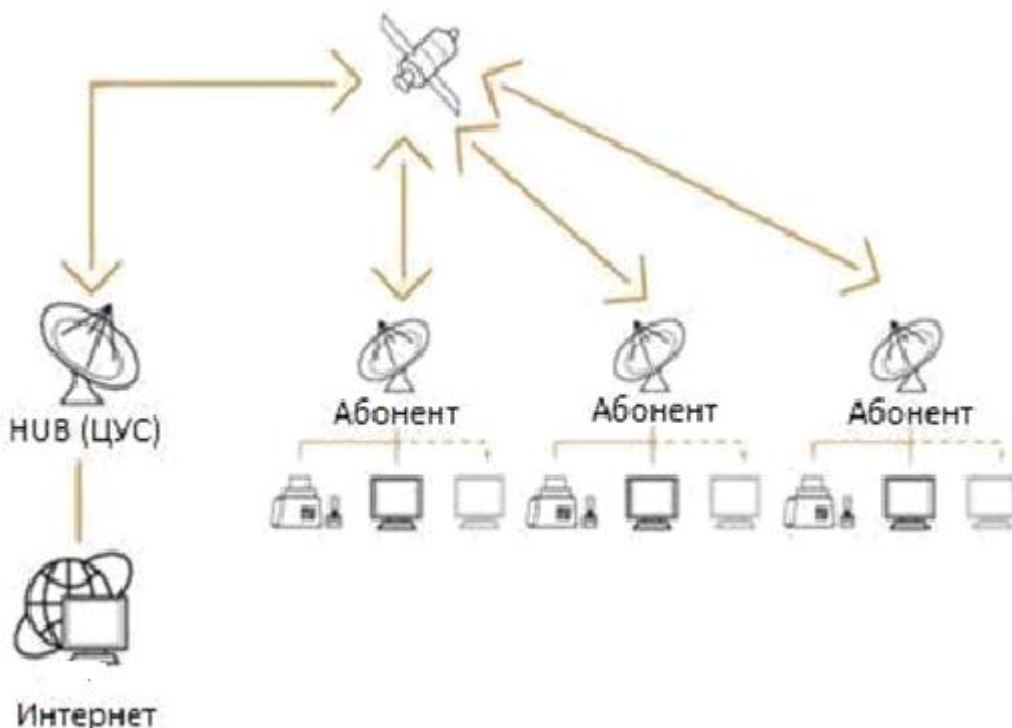
1.2 VSAT спутниктік байланысы

Жерсеріктік байланыс-Жердің жасанды спутниктерін ретрансляторлар ретінде пайдалануға негізделген радиобайланыс түрлерінің бірі. Жер бетіндегі байланыс тұрақты да, жылжымалы да болуы мүмкін жер станциялары арасында жүзеге асырылады.

Спутниктік байланыс ретрансляторды өте үлкен биіктікке (жүзден он мың км дейін) шығару жолымен дәстүрлі радиорелелік байланысты дамыту болып табылады. Бұл жағдайда оның көріну аймағы-жер шарының жартысына жуығы болғандықтан, ретрансляторлар тізбегінің қажеттілігі жойылады. Спутник арқылы беру үшін сигнал модульденуі тиіс. Модуляция жер станциясында жүргізіледі. Модуляцияланған сигнал күшейтіледі, қажетті жиілікке ауыстырылады және таратушы антеннаға түседі.

Батыс елдерінде Азаматтық спутниктік байланыс саласындағы зерттеулер ХХ ғасырдың 50-ші жылдардың екінші жартысында пайда бола бастады. Оларға арта түскен қажеттіліктер трансатлантикалық телефон байланысы болып табылады. Алғашқы жасанды Жер серігі 1957 жылы ССРО-да іске қосылды, бірақ ғарыштық бағдарламаның көп жабылуына байланысты социалистік

елдерде спутниктік байланысты дамыту батыстық елдерге қарағанда басқаша жүрді. Ұзақ уақыт бойы спутниктік байланыс КСРО Қорғаныс министрлігінің мүддесінде ғана дамыды. Азаматтық спутниктік байланысты дамыту 1971 жылы ғана қол қойылған "Интерспутник" байланыс жүйесін құру туралы Социалистік блоктың 9 елі арасындағы келісіммен басталды.



Сурет 1.1 – VSAT жерсеріктік байланыс жүйесінің схемасы. Star Топологиясы

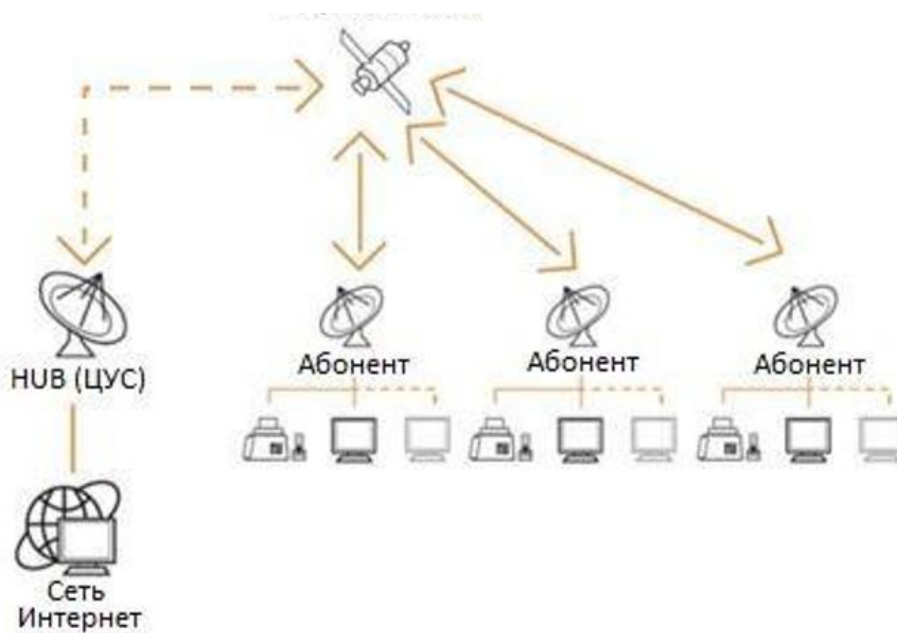
VSAT стансаларының тартымды ерекшелігі олардың жер үсті байланыс желілерінсіз айналып өтуі мүмкін пайдаланушылардан тікелей жақын орналасуы болып табылады. Жалпы VSAT станциялары 725-729 ММҚР ұсынымдарында сипатталған белгілі бір сипаттамаларға ие станциялар деп аталады. Жоғары жылдамдықта (10 кбит/сек және одан жоғары) ақпаратты тұрақты беру кезінде тиімді бекітілген арнасы бар жүйелерден басқа, көптеген абоненттік СБ арасында арнаны уақытша, жиіліктік, кодтық немесе құрамдастырылған бөлуді пайдаланатын жүйелер бар.

ССС жіктеуге мүмкіндік беретін тағы бір параметр

Хаттаманы қолдану. Бірінші жерсеріктік жүйелер толқынсыз болды және пайдаланушыға мөлдір арна ұсынды. Мұндай жүйелердің кемшілігі, мысалы, пайдаланушының ақпаратын қабылдаушы Тараптың оны жеткізуін растаусыз беру болып табылады. Басқаша айтқанда, мұндай жүйелерде ақпарат алмасуға қатысушылар арасындағы диалог ережелері ескерілмеген. Бұл жағдайда ССС сапасы спутниктік арнаның сапасымен анықталады. 10-6 шегінде символға қатысты ықтималдығының типтік мәндерінде..10-7 үлкен файлдарды жерсерік жүйелері

арқылы, тіпті әртүрлі кедергіге төзімді кодтарды пайдалана отырып жіберу қиын. Қазіргі заманғы ССС абоненттер арасында ақпарат алмасудың жоғары жылдамдығын сақтай отырып, байланыстың сенімділігін арттыратын протоколды пайдаланады. Мысалы, төмендегі PES™ түріндегі деректер беру жүйесі үшін (Personal Earth Station-дербес жер станциясы) символға қатысты байланыс уақытының 99% үшін 10-9 аспайды.

Қазіргі уақытта Ресейде VSAT типті желілер мен жер станциялары оларды қатаң түсінуде әзірше аз, бірақ олардың саны өсетін болады, өйткені біздің еліміз үлкен ұзындықпен қатар, әсіресе шеткі дамыған байланыс инфрақұрылымына ие. Мұндай күрделі аппаратураны таңдау кезінде көптеген факторларға назар аудару керек, ең маңыздысының бірі-әлемде осы типті аппаратураның қаншалықты кең таралғаны, осындай техниканы әзірлеумен айналысатын фирманың нарықтағы уақытына байланысты. Бұл жүйе жұмысының сенімділігіне кепілдік береді, басқа жүйелермен байланысты қамтамасыз етеді.



Сурет 1.2 - Жерсеріктік байланыс жүйесінің схемасы. Mesh топологиясы

VSAT спутниктік байланыс жүйесінде топологияның 2 түрі жиі қолданылады.

"Жұлдыз" (Star) типті желі VSAT класты абоненттік станцияларымен ССС құрудың кең тараған архитектурасы болып табылады (1.1 суретті қараңыз). Мұндай желі Орталық жер станциясы (ағылшын әдебиетінде ЦЗС немесе HUB) мен энергетикалық тиімді схема бойынша қашықтағы перифериялық станциялардың (терминалдардың) арасында көп бағытталған радиалды трафикті қамтамасыз етеді: кіші ЗС - үлкен ЦЗС, үлкен диаметрлі антеннамен және қуатты таратқышпен жабдықталған. "Жұлдыз" архитектурасының кемшілігі желі терминалдары арасындағы байланыс кезінде екі рет секірудің болуы болып табылады, бұл сигналдың Елеулі кідіруіне әкеледі. Мұндай аппаратураның

VSAT желісі айтарлықтай өзара трафигі жоқ қашықтағы терминалдардың көп саны мен фирманың орталық кеңсесі, әртүрлі көлік, өндірістік және қаржы мекемелері арасында ақпарат алмасуды ұйымдастыру үшін кеңінен қолданылады. Осыған ұқсас қашықтағы абоненттерге қызмет көрсету үшін телефон байланысы желілері құрылады, оларға орталық станция арқылы жалпы пайдаланымдағы телефондық коммутацияланатын желіге шығу қамтамасыз етіледі, ол жерде коммутация орталығына немесе АТС қосылған. "Жұлдыз" типті желіде бақылау және басқару функциялары әдетте орталықтандырылған және Орталық басқару станциясында (ЦУС) шоғырланған. ЦУС желі абоненттері арасында (жер үсті және жерсеріктік терминалдар) қосылыстарды орнатудың және барлық перифериялық құрылғылардың жұмыс жағдайын ұстап тұрудың қызметтік функцияларын орындайды. Әдетте ЦЗС/ЦУС функциялары бір кешенде біріктірілген, ол трафик коммутаторы мен жер үсті арналары бар спутниктік желі интерфейсінің рөлін орындайды. Сонымен қатар, "star" типті желілерде бір ЦУС ресурсы бірнеше VSAT автономды қосалқы желілерімен ұсынылуы мүмкін. Мұндай шешім экономикалық жағынан тиімді болып табылады, өйткені бір ЦУС/ЦЭС бірнеше миллион доллар тұрады және 10 мың және одан да көп терминалдарға қызмет көрсете алады, ал бір клиенттің орташа желісі 100 терминалдан сирек асады.

"Әр адаммен" (MESH) желісінде кез келген абоненттік станциялар арасында тікелей қосылыстар қамтамасыз етіледі ("бір-секірмелі" байланыс режимі деп аталады) (1.2 суретті қараңыз). Талап етілетін дуплексті радиоарналардың саны тең:

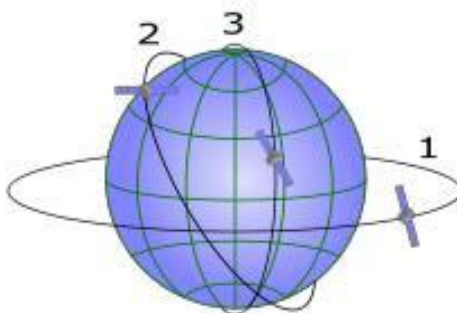
$$N \cdot (N - 1) \quad (1.1)$$

мұндағы N-желідегі абоненттік станциялардың саны.

Бұл ретте әрбір абоненттік станцияда N-1 Қабылдау арнасы болуы тиіс. Мұндай архитектура қол жетімділігі қиын немесе алыс аудандарда жасалатын телефон желілері үшін, сондай-ақ қашықтағы терминалдардың салыстырмалы аз саны бар деректерді беру желілері үшін оңтайлы. Сонымен қатар, VSAT-дан екі шағын терминал арасында жұмыс істеу үшін "жұлдыз" желісімен салыстырғанда үлкен энергетикалық ресурстар талап етіледі, "әрқайсысымен" типті желілерде абоненттік станцияларда неғұрлым қуатты таратқыштар мен үлкен диаметрлі Антенналарды пайдалануға тура келеді, бұл олардың бағасына елеулі әсер етеді. Осы топологиялардың әрқайсысы өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие. Нақты жағдайларда әр топологияда жақсы іске асырылатын қызметтердің кең спектрін ұсыну жиі талап етіледі. Сондықтан көптеген желілер аралас топологиялар бойынша салынып жатыр. 1.3 спутниктік байланыс орбиталары жерсеріктік ретрансляторлар орналасатын орбиталар үш класқа бөлінеді (1.3-суретті қараңыз).

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 аймағындағы қабылдағыштың тұрақты түрде "көретінін" білдіреді. Алайда геостационарлық орбитасы бір және барлық спутниктерді оған шығару мүмкін емес. Оның басқа кемшілігі-үлкен биіктік, яғни спутникті орбитаға шығарудың үлкен бағасы. Бұдан басқа, геостационарлық орбитадағы жер серігі поляр маңындағы аймақтағы 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.



Сурет 1.3 - Экваторлық (геостационарлық), 2 - көлбеу, 3 - полярлық орбиталар

Полярлық орбита-еңіс жағдай. Көлбеу орбиталарды пайдалану кезінде жер станциялары антеннаны жерсерікке бағыттауды жүзеге асыратын бақылау жүйелерімен жабдықталады. Геостационарлық орбитадағы спутниктермен жұмыс істейтін станциялар, әдетте, идеалды геостационарлық орбитадан ауытқуды өтеу үшін осындай жүйелермен жабдықталады. Жерсеріктік теледидарды қабылдау үшін пайдаланылатын шағын Антенналарды қоспағанда: олардың бағытталу диаграммасы өте кең, сондықтан олар жер серігінің тербелістерін сезбейді. Жылжымалы жерсеріктік байланыс жүйелерінің көпшілігінің ерекшелігі терминал антеннасының кішкентай өлшемі болып табылады, бұл сигналды қабылдауды қиындатады.

1.3 Көп станциялық қатынау әдістерін сипаттау

Жерсерігі бар жер үсті терминалдарының жиынтығы жұмысының бірнеше жолы бар. Бұл жағдайда жиілік бойынша (FDM), уақыт бойынша (TDM), CDMA (Code Division Multiple Access), ALOHA немесе сұраныс әдісі қолданылуы мүмкін. Сұраулар схемасы жер үсті станциялары бойымен маркер қозғалатын логикалық сақинаны құрайды. Жер үсті станциясы осы маркерді алып қана жерсерікке жіберуді бастауы мүмкін.

ALOHA қарапайым жүйесі (70-ші жылдары Гавай университетінің Норман Абрамсон тобымен жасалған) әрбір станцияны ол қалаған кезде беруді бастауға мүмкіндік береді. Мұндай схема сөзсіз қақтығыстарға әкеледі. Бұл бір жағынан хабар беруші тарап қақтығыс туралы тек ~270 мс кейін ғана білетіндігімен байланысты. Сонымен қатар, станция бірнеше кездейсоқ уақыт күтеді және тағы бір рет қайталауға Әрекет жасайды. Мұндай қатынау алгоритмі арнаны 18% - ға жуық деңгейде пайдалану тиімділігін қамтамасыз етеді, бұл спутниктік арналар сияқты қымбат арналар үшін мүлдем жол берілмейді. Осы себепті, көбінесе Aloha жүйесінің Домен нұсқасы қолданылады, ол тиімділікті екі есе арттырады. Бір жердегі станция (эталонды) кезең-кезеңімен синхрондау үшін барлық қатысушылар пайдаланатын арнайы сигнал жібереді. Егер уақытша Домен ұзындығы DT тең болса, онда k нөмірімен домен жоғарыда аталған сигналға қатысты kDT уақыты сәтінде басталады. Өртүрлі станциялардың сағаттары өртүрлі болғандықтан, мерзімді ресинхронизация қажет. Басқа мәселе-түрлі станциялар үшін сигнал тарату уақытын шашырату.

Жиілік бойынша мультиплексиру әдісі (FDM) ең көне және ең жиі қолданылатын болып табылады. 36 Мбит / с жолағы бар типтік транспондер әрқайсысы басқалармен интерференцияны болдырмау үшін өзінің бірегей жиілігімен жұмыс істейтін ИКМ-арналарын 500 64кбит/с алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Көрші арналар бір-бірінен жеткілікті қашықтықта тұруы тиіс. Бұдан басқа, берілетін сигналдың деңгейі бақылануы тиіс, өйткені тым үлкен шығыс қуаты кезінде көрші арнада интерференциялық кедергілер туындауы мүмкін. Егер станциялардың саны көп болмаса және тұрақты болса, жиілік арналары тұрақты түрде таратылуы мүмкін. Бірақ терминалдардың ауыспалы саны немесе жүктеудің айқын флуктуациясы кезінде ресурстарды динамикалық бөлуге көшуге тура келеді. Мұндай тарату механизмдерінің бірі SPADE деп аталады, ол INTELSAT базасында байланыс жүйелерінің алғашқы нұсқаларында қолданылған. Әрбір Spade жүйесінің транспондері 64-кбит/с бойынша 794 симплексті ИКМ-арналардан және 128 кбит/с жолағы бар бір сигналдық арнадан тұрады. Бұл ретте жоғарылайтын және төменгі каналдар бар жолағы бойынша 50 Мбит/с. Сигналдық арна бөлінеді 50 домендерді 1 мс (128 бит). Әрбір домен жер бетіндегі станцияның біріне тиесілі, олардың саны 50-ден аспайтын. Станция берілуге дайын болғанда, ол пайдаланылмайтын арнаны ерікті түрде таңдайды және осы арнаның нөмірін өзінің 128 биттік доменіне жазады. Егер бір арна екі немесе одан да көп станцияны алуға тырысса, соқтығысады және олар кейінірек әрекетті қайталауға мәжбүр болады. Уақыт бойынша мультиплексиру әдісі FDM-мен ұқсас және тәжірибеде кеңінен қолданылады. Сондай-ақ, домендер үшін қадамдастыру қажет. Бұл эталондық станция көмегімен Aloha домендік жүйесінде де жасалады. Жер үсті станцияларына домендерді беру орталықтандырылып немесе орталықтандырылып орындалуы мүмкін. ACTS жүйесін қарастырайық (Advanced Communication Technology Satellite). Жүйе 110 Мбит/с-тан 4 тәуелсіз арна (TDM) бар (екі өрлеуші және екі төмен түсіруші). Арналардың әрқайсысы 1-миллисекунд кадрлар түрінде құрылымдалған, олардың әрқайсысының 1728

уақытша домендері бар. Әрқайсысы уақытша домендерді бар 64-битовое деректер өрісі, бұл іске асыруға мүмкіндік береді дауыстық арна жолағы бар 64 кбит/с. Басқармасы уақытша домендерді азайту мақсатында уақыт орын ауыстыру векторының сәулелену спутнигін білуді көздейді географиялық жағдайының жерүсті станциялар. Уақытша домендерді басқару жердегі станциялардың бірі (MCS - Master Control Station) жүзеге асырылады. ACTS жүйесінің жұмысы үш қадамдық процесс болып табылады. Әрбір қадам 1 мс алады. Бірінші қадамда жерсерік кадр алады және оны 1728-ұяшықты буферде есте сақтайды. Екіншісінде-борттық ЭЕМ әрбір кіріс жазбасын Шығыс буферіне көшіреді (басқа антенна үшін мүмкін). Ақырында, шығу жазбасы жердегі станцияға беріледі.

1.4 Тапсырманың қойылымы

Әрбір жердегі станцияның бастапқы сәтінде бір уақытша доменге сәйкес қойылады. Қосымша доменді алу үшін, мысалы, тағы бір телефон арнасын ұйымдастыру үшін, станция MCS сұрау жібереді. Бұл мақсаттар үшін сыйымдылығы 13 сек болатын арнайы басқару арнасы бөлінеді. TDM-да ресурстарды бөлудің динамикалық әдістері де бар (Крузер [Crowther], Биндер [Binder] және Робертс [Roberts] әдістері).

CDMA (Code Division Multiple Access) әдісі синхрондауды талап етпейді және толық орталықсыздандырылған болып табылады. Басқа әдістер сияқты, ол кемшіліктерінен айырылмаған. Біріншіден, CDMA арнасының сыйымдылығы шуыл болғанда және станциялар арасында үйлесім болмаса, әдетте TDM жағдайына қарағанда төмен. Екіншіден, жүйе тез және қымбат жабдықты талап етеді.

2 VSAT жүйесіндегі модуляция әдістері

Қазіргі уақытта ССС-да сигналдарды берудің сандық әдістері Аналогты іс жүзінде толығымен ығыстырды. Кейде беру кезінде сигналдар ЗВ және ТЕЛЕДИДАР хабар тарату (жиіліктік модуляция үлкен индексімен) соңғы қолданылады. Цифрлық беру кезінде фазалық модуляция және оның 2, 4 немесе 8 (2-PSK, 4-PSK, 8-PSK) деңгейлерінің санымен түрлері қолданылады, және де көбінесе ең оңтайлы әдіс 4-PSK болып табылады. Жоғары еселігі бар PSK және QAM олардың КС ретрансляторының трактындағы бұрмалаушылыққа жоғары сезімталдығы және ЗС қуатты таратқышының себебінен, сондай-ақ қабылдау ЗС демодуляторының кіре берісінде "көтеруші-Шу" жоғары қатынасына қол жеткізудің қиындықтары қолданылмайды.

Модулятор мен демодулятордағы қалыптастыратын сүзгілердің сипаттамалары тракт шығысындағы (шешуші құрылғының кірісінде) сандық сигнал спектрін $d = 0,2$ дөңгелектеу коэффициенті бар "көтеріңкі косинус" нысанында шеттері бойынша "дөңгелектеу" біркелкі болатындай етіп таңдайды...0,3. Бұл орындалуын қамтамасыз етеді өлшемдерін Найквист және соның салдары ретінде, болмауы символаралық бұрмалаулар кезінде жеткілікті жоғары тиімділігі радиожілік спектрін пайдалану болып саналады. 1.6 VSAT жүйесіндегі кодтау әдістері

Спутниктік желілердің арналары мен трактілері жалпы пайдаланудағы ұлттық және халықаралық байланыс желілеріне кіретіндіктен, олардың сапалық көрсеткіштеріне өте қатаң талаптар қойылады. Сондықтан, цифрлық сигналдарды ССС-ға беру кезінде, сондай-ақ ағылшын тіліндегі әдебиетте кателерді тікелей түзету (ПИО) немесе FEC деп аталатын кедергіге төзімді кодтау қолданылады.

Бүгін екі негізгі сыныптардың ПИО кодтары жақсы әзірленген және кеңінен қолданылады:

- блоктық кодтар-деректердің дәйектілігі k символдардан тұратын блоктарға бөлінеді (әдетте 1-ден 7 - ге дейін); әр блокқа байланыс арнасы бойынша берілетін N символдардан тұратын кодтық комбинация сәйкес қойылады; қосылған $r = n - k$ символдар тексеру деп аталады; код $R = k/N$ кодтық жылдамдығымен және Код комбинациясындағы t қателерінің ең көп санымен сипатталады, ол түзете алады.;

- ұю кодтары-артық таңбалар үздіксіз қосылады; кезекті берілетін кодтық комбинация кодер кірісінде ақпараттық символдардың кезекті блогына ғана емес, сонымен қатар блоктарға да байланысты, (1-ден 7 битке дейін); әрбір кіріс блогына жауап ретінде кодер шығуында пайда болатын N символдар саны $R = k/n$ кодының жылдамдығын анықтайды. ПИО қолдану берілетін ақпараттың шынайылығын арттыруға ғана емес, сонымен қатар таратқыштың қуаты азайтылуы мүмкін энергетикалық ұтысты алуға да мүмкіндік береді. Бұл ұтыстың төлемі артық тексеру таңбаларын беру қажеттігінен радиосигнал алып отырған жиілік жолағын кеңейту болып табылады. Ұтыс шамасы R кодтық

жылдамдығына, кодтау тәсіліне және декодтау алгоритміне байланысты. СЖС-да әдетте $s < 10$ ($S = 7$ типтік мәні) және $1/2, 2/3, 3/4$ және $7/8$ қатарынан таңдалған R кодтық жылдамдықтары бар жинақтау кодтары қолданылады. Декодтау үшін а. Витерби ұсынған алгоритм қолданылады. Бұл ретте ЭЕМ 5-ке жетеді... $R=1/2$ кезінде 6 дБ және 10 декодер шығысындағы қателер коэффициенті". Бірінші (сыртқы) код ретінде блок кодын (әдетте Рида-Соломон коды) пайдаланады. Содан кейін алынған кодтық комбинациялардың символдарын кесіп өтеді (белгілі бір тәртіппен ауыстырады) және екінші (ішкі) кодерге, әдетте орауға береді.

Декодтау кері ретпен жүзеге асырылады: алдымен ішкі код кодталады, содан кейін кодталған сигнал символдары де-перемежденеді (бастапқы позицияларға ауыстырады), нәтижесінде қателер пакеттері бір қателерге "бөлінеді" (оларды түзету оңай), содан кейін сыртқы код декодталады.

2.1 Блок кодтары

Блок коды кодтық сөздер деп аталатын тіркелген ұзындық векторларының жиынтығынан тұрады. Кодтық сөздің элементтері m элементтері бар алфавиттен таңдалады. Осы $N = m^n$ блок кодында кодтық сөздерді (екілік код үшін - $N = 2^n$) құруға болады).

Осы n кодтық сөздердің ішінен кодты қалыптастырған кезде рұқсат етілген кодтық сөздердің N_p таңдалады. Осылайша, k ақпараттық бит блогы $N_p = 2^k$ кодтық сөздер жиынтығынан таңдап алынатын N ұзындықтағы кодтық сөзге бейнеленеді. Нәтижелік блок коды (n, k) код ретінде белгіленеді. Рұқсат етілген және тыйым салынған кодтық комбинацияларды таңдауды қалай қамтамасыз ету және қателерді түзету мақсатында ішкі жиындарда бөлуге тыйым салынған комбинациялар қалай қамтамасыз ету керек?

Бұл мәселе топтар мен өрістер теориясының негізінде кодтық комбинацияларды қалыптастыру әдістерін қолдану арқылы шешіледі. Кодтау және декодтау функциялары кодтық сөздермен жүргізілетін арифметикалық операцияларды пайдалануды көздейді. Бұл арифметикалық операциялар код алфавитіндегі өз элементтері бар алгебралық өріске (топқа) арналған қатынаспен ережелерге сәйкес орындалады. Мысал үшін, екілік алфавит символдары 0 және 1 тең, демек, өрістің екі элементі бар. Жалпы жағдайда S жиыны арифметикалық операциялар орындалатын элементтер жиынтығынан тұрады. Егер енгізілген арифметикалық операция үшін ол келесі шарттарды қанағаттандыратын болса, s жиыны топ деп аталады:

1. көп нәрсе жабық: егер a және b S тиесілі болса, онда және C енгізілген операция негізінде алынған ($c = a b$), сондай-ақ сол көптеген s элементтеріне тиесілі;

$$(c = a b) \quad (1.1)$$

2. аралас (ассоциативті) заң орындалады:

$$a * (b * c) = (a * b) * c, \quad (1.2)$$

3. Е жеке элементі енгізіледі, ол үшін әділ:

$$a * e = e * a = a, \quad (1.3)$$

мұнда а-еркін элемент

s.

Қосу үшін:

$$a + e = e + a = a, e = 0, \quad (1.4)$$

Көбейту үшін:

$$a * e = e * a = a, e = 1, \quad (1.5)$$

4 әрбір s элементі нөлдік емес, кері a' элементі бар, ол үшін мыналар әділ:

$$a * a' = a' * a, \quad (1.6)$$

Қосу кезінде:

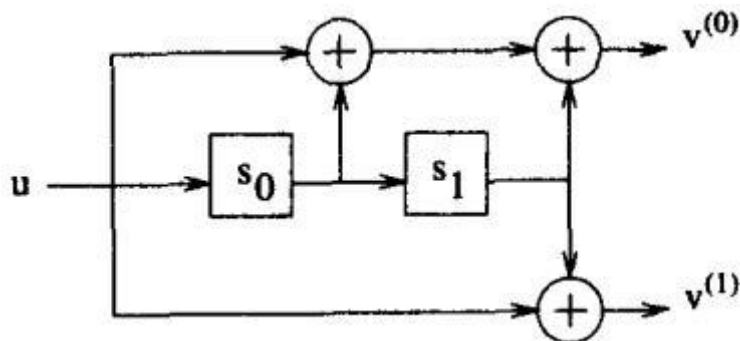
$$a' = -a \quad (1.7)$$

Осы қасиеттерді пайдаланатын кодтардың кең қолданылатын сыныптарының бірі желілік блоктық кодтардың (ЛБК) сыныбы болып табылады, сондай-ақ топтық кодтар деп аталады. Топтық код деп комбинацияларды қосуға қатысты тұйық болып табылатын түзетуші код аталады, яғни кез келген кодтық комбинациялардың сомасы да кодтық комбинация болып табылады. Мұндай код нөлдік кодтық комбинацияны да қамтиды. Топтық кодтың ең аз кодтық қашықтығы оның нөлдік емес кодтық комбинацияларының ең аз салмағына тең. Егер кодтық комбинацияда-топтық код белгілі болса: ақпараттық және артық элементтердің орны, онда мұндай топтық код жүйелі болып табылады.

2.2 Орайтын кодтары

Орайтын кодтар- бұл ақпаратты қысқа фрагменттермен (блоктармен) үздіксіз немесе дәйекті өңдеуді пайдаланатын қателерді түзететін кодтар. Орайтын кодер жады бар мағынада, ол нышандар оның шығу байланысты емес (кезекті фрагменті) ақпараттық рәміздер кірген, бірақ алдыңғы рәміздерді, оның

кіру және/немесе шығу. Басқаша айтқанда, кодер-дәйекті машина немесе күйдің соңғы саны бар автомат. Кодер күйі оның жадының мазмұнымен анықталады.



Сурет 2.1 - 1/2 жылдамдық кодының және 2 жады кодері

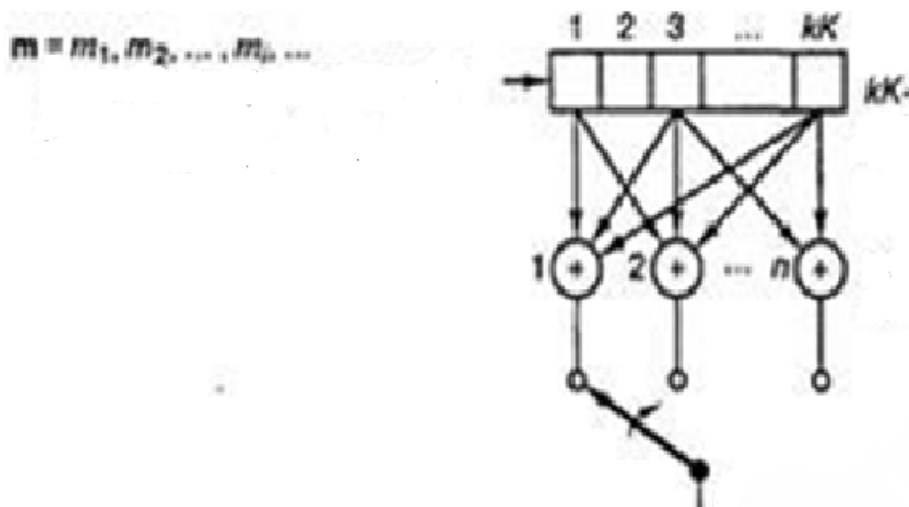
Бұл кодтау коды барлық екілік тізбектерден тұрады. Теориялық түрде бұл тізбектер шексіз, алайда, іс жүзінде, ұю кодер жағдайы мезгіл-мезгіл белгіленеді кейбір алдын ала белгілі жағдайға, демек, пайда болатын код блок кодының сипатына ие болады. Типтік функционалдық схемасы цифрлық байланыс жүйесінің пайдаланатын оралатын кодтау/декодтау және модуляция/демодуляция көрсетілген суретте 1.4. Кірістегі бастапқы хабарлама келесі тізбектілікпен белгіленеді, мұнда, u - екілік белгі (бит), i - уақыт индексі. Егер дәл болса, онда m элементтері сынып мүшесінің индексімен (мысалы, бинарлық Код үшін, 1 немесе 0) және уақыт индексімен толықтыруды қажет етеді. Одан әрі қарапайымдылық үшін тек уақытты білдіретін индексті (немесе элементтің бірізділік ішіндегі орнын) пайдаланамыз. Барлығы бірлік немесе нөлге тең және өзара тәуелсіз деп ойлаймыз. Тәуелсіз бола отырып, биттер тізбегі кейбір артық қажет, яғни тұрмыс туралы білім, бит туралы ешқандай ақпарат бермейді. Кодер әрбір m тізбегін кодтық сөздердің бірегей дәйектілігіне түрлендіреді. M тізбегі u тізбегін бір мәнді анықтағандығына қарамастан, ұю кодтарының негізгі ерекшелігі m ішіндегі осы k -кортежі онымен байланысты U ішіндегі n -кортеждерді бірден анықтамауы болып табылады, өйткені k -кортеждердің әрқайсысын кодтау тек k -кортеждердің ғана емес, сонымен қатар алдыңғы $K-1$ k -кортеждердің функциясы болып табылады. U тізбегін кодтық сөздер тізбегіне бөлуге болады. Әрбір u кодтық сөзі каналды символдар, каналды биталар немесе бит код деп аталатын екілік кодтық символдардан тұрады; кіріс хабарының биттеріне қарағанда, кодтық таңбалар тәуелсіз емес.

Типтік байланыс жүйелерінде кодтық сөздердің тізбегі U сигналмен модуляцияланады. Сигнал беру барысында сигнал шуылмен бұрмаланады, нәтижесінде 1.4 суретте көрсетілгендей сигнал және демодуляцияланған тізбек шығады. Декодердің міндеті алынған z дәйектілігі мен Кодтау рәсімі туралы априорлық білім көмегімен хабарлаудың бастапқы бірізділігінің бағасын алудан тұрады.



Сурет 2.2 - Кодтау/декодтау және модуляция/байланыс арнасында демодуляция

Қарапайым орама кодер (1.5 сурет), жылжудың K -биттік регистрімен және $N/2$ Модуль бойынша сумматорлармен іске асырылады, мұнда K - кодтық шектеу ұзындығы. Кодтық шектеу ұзындығы- k биттік жылжулар саны содан кейін бір ақпараттық бит кодер шығысына әсер етуі мүмкін. Әр уақытта тіркелімнің бірінші k разрядтарының орнына жылжиды k жаңа бит; барлық соқалар тіркеліміне арналған k разрядтарын оңға және кіріс мәліметтерінің n сумматорларының реттілігі дискреттелуін бере отырып, нәтижесінде, соқалар кодтар пайда болады. Содан кейін бұл код символдары арна арқылы берілетін сигналдарды қалыптастыру үшін модулятормен пайдаланылады. K бит хабарламасының әрбір кіріс тобы үшін N бит код бар болғандықтан, кодтау дәрежесі K / n бит кодына тең, мұндағы $k < n$.



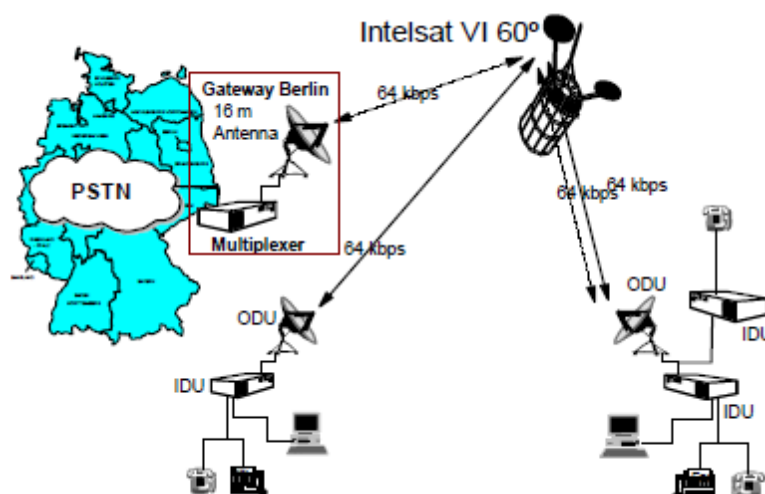
Сурет 2.3 - k кодтық шектеу ұзындығы және k / n кодтау дәрежесі бар орама кодер

Тек ең жиі пайдаланылатын орама кодтарды қарастырайық, олар үшін $k = 1$, және сол кодталатын құрылғылары, онда бит хабар шектеледі бір бит үшін

дегенмен қорыту негізінде алфавиттер жоғары ретті жоқ қиындықтар (сурет 1.6). $K = 1$ кодер үшін, I -ші уақыт мезетінде хабардың бит, жылжу регистрінің бірінші разрядының орнына жылжытылады; регистрдегі барлық алдыңғы биттер бір разрядқа оңға ығыстырылады, ал сумматорлардың N шығыс сигналы тізбектеліп цифрленеді және беріледі. Әрбір бит үшін N бит код бар болғандықтан, кодтау дәрежесі $1/n$ тең. ..., n) - I -ші тармақтың кодтық сөзіне тиесілі j -ші кодтық символ. $1/n$ кодтау дәрежесі бар кодер үшін K -биттік жылжу регистрі қарапайымдылық үшін K -биттік регистр деп атауға болады, ал k - разрядтарының бірліктерінде көрінетін k кодтық шектеу ұзындығын биттердегі кодтық шектеу ұзындығы деп атауға болады.

2.3 SCPC жүйесі

Жұмыс сызбасы-SCPC-Суретте келтірілген 1.7.



Сурет 2.4- SCPC жүйесінің жұмыс схемасы

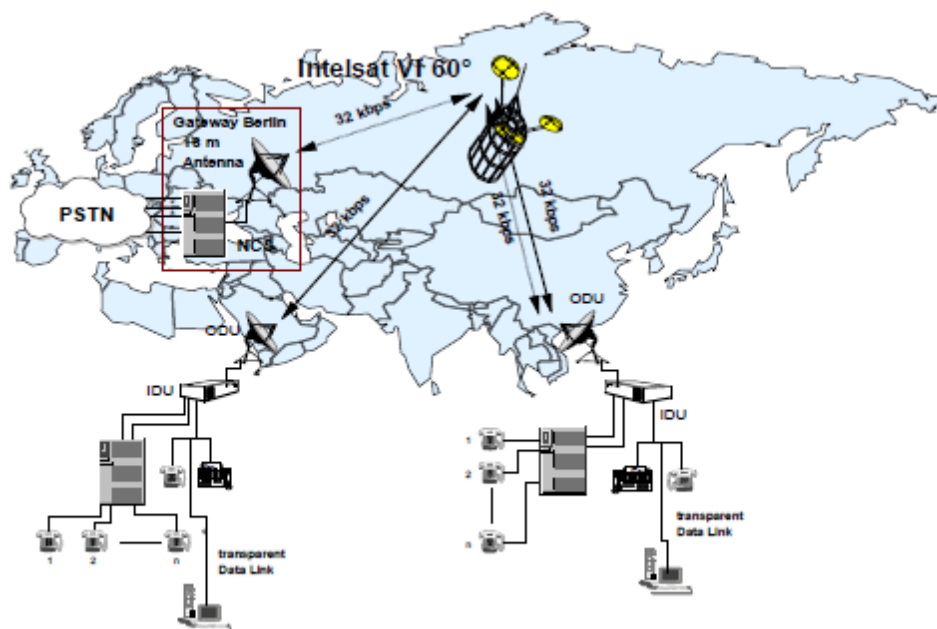
VSAT-станциялардың SCPC принципінде жұмыс істейтін желілері бар. Стандартты нұсқа байланыс SCPC онда пайдаланылады байланыс принципі бойынша "point-to-point" ("нүкте-нүкте") - бұл екі VSAT-станция, америка құрама арналары орналасқан және пайдаланушылардың (сурет 1.7). Мұндай арна болған жағдайда пайдаланушылар кез келген уақытта бір-бірімен байланыс орната алады.

Жиі тура келетін конфигурациялы желілер "жұлдыз" типті (принципі орталығы "әрбір"), бар болған бір станциясы бас офисінде (бөлімше, өкілдік және т. б.) және бірнеше станциялар алыс бөлімшелерінде, филиалдарында. Бұл схеманы пайдалану кезінде 32 кбит/сек-тан 8 Мбит/с-қа дейінгі жылдамдықпен сандық ақпарат ағындарын ұйымдастыру және орталық пен периферия арасында телефон, телефакс байланысын қамтамасыз ету мүмкін. Бұл жүйе жерсеріктік

станциялар арқылы Берлиндегі Халықаралық телепортқа және одан әрі әлемнің кез келген еліне шығу мүмкіндігін ашады. Сонымен қатар Мәскеуде тікелей Мәскеу нөмірін және телепорт арқылы бұрынғы КСРО елдері бойынша телефон келіссөздерін жүргізуге болады. Жалпы алғанда, SCPC-жүйесі жалға алынған телекоммуникацияланбайтын арналардың, ведомстволық желілердің және т.б. өте қуатты баламасы болып табылады. Жерсеріктік цифрлық арналарды пайдалану салдарынан, ол алыс және кедергіден қорғалмаған болып табылады.

2.4 TES-жүйе

TES-жүйе "mesh" ("әрқайсысымен бірге") принципі бойынша немесе басқа сөзбен айтқанда, толық қатынайтын желілерде салынған желілерде телефон және цифрлық ақпаратпен алмасуға арналған. Сонымен қатар, бұл байланыс абоненттерінің кез-келген екі абоненті арасындағы телефон байланысы мүмкін екендігін білдіреді, сонымен қатар абоненттердің Халықаралық жалпы пайдалану желісіне Берлинде (Gateway) телепорты арқылы шығу қамтамасыз етіледі (2.5 сурет).



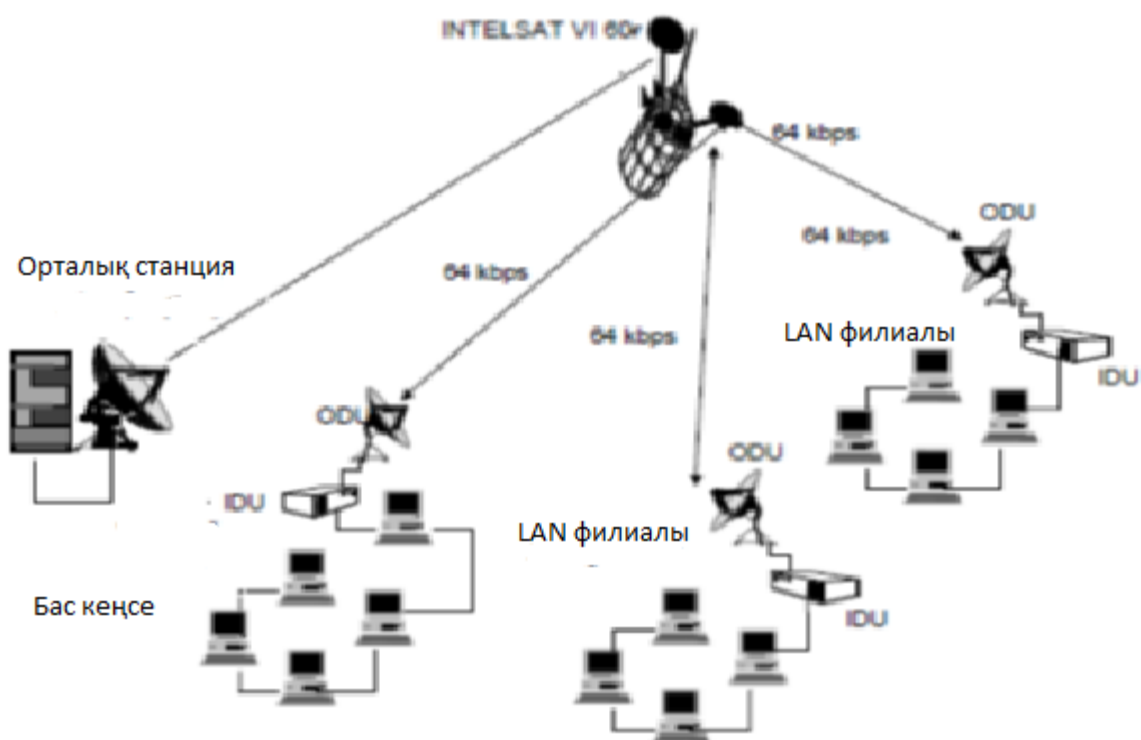
Сурет 2.5 - TES-жүйенің жұмыс схемасы

Қарапайым конфигурацияда бір телефон немесе факсимильді арна бойынша байланыс қамтамасыз етіледі. Абонентке желіге кіретін екі станция арасында цифрлық ақпаратты беруді ұйымдастыруға қосымша мүмкіндік беріледі. Желі DAMA принципі бойынша жұмыс істейді-абонент оған қатаң бекітілген спутниктік арнасы жоқ кезде, ал бұл арна оған бірінші талап бойынша

беріледі, және де жоғары (99% - дан астам) ықтималдығы бар. Бұл әдіс жалға алынған жерсеріктік арналар санын азайтуға және абоненттер үшін қолайлы бағаларды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Жалпы, GES-жүйесін пайдалану халықаралық телефон желісіне қатынаудың ең жедел және пәрменді тәсілі, сондай-ақ байланыстың дамымаған инфрақұрылымы бар немесе мүлдем жоқ облыстармен байланыстың жақсы құралы болып табылады.

2.5 PES жүйесі

Дербес жер станцияларының жүйесі (Personal Earth Station) PES™ -толық дуплекс мүмкіндігімен "жұлдызшы" типті топологиямен ССС шеңберінде телефон және цифрлық ақпаратпен алмасуға арналған жерсеріктік диалогтық пакеттік-коммутиацияланатын желі.



Сурет 2.6 - PES-жүйесінің құрылымы

Жүйе үлкен және қымбат орталық станция (HUB station) және көптеген шағын және қымбат емес PES немесе remote перифериялық станциялары бар. Орталық станцияның үлкен тиімді сәулеленетін қуаты мен жоғары қабылдау сапасы PES-та диаметрі 0,5-1,8 м шағын Антенналарды және қуаты 0,5-2 Вт аз қуатты таратқыштарды қолдануға мүмкіндік береді. Бұл абоненттік ЗС құнын айтарлықтай төмендетеді. Басқа жоғарыда аталған жүйелерден айырмашылығы, бұл ақпарат беру әрдайым HUB арқылы жүреді. Тұрғысынан энергетика жүйесін

және оның құнын (тиісінше құны және ұсынылатын қызметтердің) оңтайлы орналасуы орталық ЗС аймағының ортасында жарық серігі .

2.6 VSAT спутниктік байланыс жүйесінде деректерді беруге арналған хаттамалар блогы

GCP/IP тобынан екі хаттама қолданылады, бұл: TCP және UDP.

TCP / IP протоколдарының архитектурасы бір-бірімен байланысқан жекелеген әр текті пакеттік кіші желілерден тұратын Біріккен желіге арналған, оларға әр текті машиналар қосылады. Әрбір шағын тораптар өздерінің ерекше талаптарына сәйкес жұмыс істейді және өзінің байланыс құралдары табиғатына ие. Бірақ, әрбір кіші желі ақпарат пакетін (тиісті желілік тақырып бар деректер) қабылдап, оны осы нақты Кіші желіде көрсетілген мекенжайға жеткізуге болады деп болжанады. Дестелердің міндетті жеткізілуіне және сенімді өтпелі протоколға ие болуына кепілдік беру қажет емес. Осылайша, бір желіге қосылған екі машина пакеттермен алмасуы мүмкін. Әр түрлі тораптарға қосылған машиналар арасында пакетті беру қажет болған жағдайда, жіберуші-машина пакетті тиісті шлюзге жібереді (шлюз ішкі желіге әдеттегі торап ретінде қосылған). Сол жерден пакет алушы-машина сияқты сол ішкі желіге қосылған шлюзге жеткенше шлюздер мен кіші желілер жүйесі арқылы белгілі бір маршрут бойынша жіберіледі; онда пакет алушыға жіберіледі. Біріккен желі датаграммдық сервисті қамтамасыз етеді. Мұндай жүйеде пакеттерді жеткізу проблемасы барлық тораптар мен шлюздерде IP желіаралық протоколын іске асыру жолымен шешіледі. Желі арасындағы деңгей OSI желілік моделінің жоғарғы деңгейлерінің хаттамаларын стандарттау мүмкіндігін қамтамасыз ете отырып, протоколдардың барлық архитектурасындағы мәні бойынша базалық элемент болып табылады.

2.6.1 UDP хаттамасы

UDP ХАТТАМАСЫ (User Datagram Protocol - пайдаланушы датаграммаларының ХАТТАМАСЫ) IP үстінде тікелей орналасқан екі негізгі хаттамалардың бірі болып табылады. Ол IP протоколымен ұсынылатын қызметтерден көптеген айырмашылығы жоқ қолданбалы процестерге көлік қызметтерін ұсынады. UDP ХАТТАМАСЫ датаграммаларды сенімсіз жеткізуді қамтамасыз етеді және соңында жалғауларды қолдамайды. IP-буманың тақырыбына ол екі өрісті қосады, олардың біреуі "порт" өрісі", әр түрлі қолданбалы процестер арасында ақпаратты мультиплекстеуді қамтамасыз етеді, ал басқа жол - "бақылау сомасы" - деректердің бүтіндігін қолдауға мүмкіндік береді. UDP қолданатын желілік қосымшалардың мысалдары NFS (Network File System - желілік файлдық жүйе) және SNMP (Simple Network Management

Protocol қарапайым желіні басқару хаттамасы) болып табылады. Қолданбалы процестер мен UDP модулі арасындағы өзара іс-қимыл UDP-порттар арқылы жүзеге асырылады. Порттар нөлден бастап нөмірленеді. Басқа қолданбалы процестерге (сервер) кейбір қызметтерді ұсынатын қолданбалы процесс портқа хабарламалардың түсуін күтеді, осы қызметтер үшін арнайы бөлінген. Хабарламаларда қызмет көрсету сұраулары болуы тиіс. Олар процесс-клиенттер жіберіледі. Мысалы, SNMP сервері әрқашан 161 портына хабарлама түсуді күтеді. Егер SNMP клиенті қызметті алғысы келсе, ол сервер жұмыс істейтін машинаға UDP портына 161 сұраныс жібереді. Әрбір түйінде тек бір SNMP сервері болуы мүмкін, өйткені 161 тек бір UDP порты бар. Порттың бұл нөмірі жалпыға белгілі, яғни SNMP қызметтері үшін ресми бөлінген тіркелген нөмір болып табылады. Жалпыға белгілі нөмірлер Internet стандарттарымен анықталады.

UDP модулі арқылы қолданбалы процесспен жіберілетін деректер межелі орынға біртұтас ретінде жетеді. Мысалы, егер жіберуші процесс UDP портында 5 жазба жасаса, онда алушы процесс 5 оқу керек. Әрбір жазылған хабардың өлшемі әрбір оқылған өлшеммен сәйкес келеді. UDP ХАТТАМАСЫ қолданба процесімен анықталатын хабарламалар шекарасын сақтайды. Ол ешқашан бірнеше хабарларды бір-біріне біріктірмейді және бір хабарды бөлікке бөлмейді

2.6.2 Бақылау жиынтықтау

UDP модулі IP модулінен датаграмма алған кезде, ол атауында бар бақылау сомасын тексереді. Егер бақылау сомасы нөлге тең болса, онда бұл датаграмманың жіберушісі оны есептемеген жоқ, демек, оны елемеу керек. Егер UDP екі модулі тек бір Ethernet желісі арқылы өзара әрекеттессе, онда бақылау жиынтығынан бас тартуға болады, өйткені Ethernet құралдары тарату қателіктерін анықтаудың сенімділігінің жеткілікті деңгейін қамтамасыз етеді. Бұл UDP жұмысына байланысты үстеме шығындарды төмендетеді. Алайда, үнемі бақылау қосылымдарын орындау ұсынылады, себебі маршруттар кестесіндегі өзгерістер қандай да бір сәтте датаграммалар сенімді емес Орта арқылы жіберілетініне әкеледі. Егер бақылау сомасы дұрыс болса (немесе нөлге тең), онда датаграмманың атауында көрсетілген межелі порт тексеріледі. Егер бұл портқа қолданбалы процесс қосылған болса, онда датаграммдағы қолданбалы хабарлама оқу үшін кезекке тұрады. Қалған жағдайларда датаграмма алынып тасталады. Егер де датаграммалар қолданбалы процессті өңдеуге үлгергеннен тезірек түссе, онда келіп түскен датаграммалар кезектің артығымен UDP модулімен алынып тасталынады.

2.6.3 TCP хаттамасы

TCP хаттамасы UDP қызметтерінен ерекшеленетін көлік қызметтерін ұсынады. Қосылымдарды орнатпай, датаграммаларды сенімсіз жеткізудің орнына, ол қосылымдарды байталы ағындар түрінде орната отырып, кепілді жеткізуді қамтамасыз етеді.

TCP хаттамасы хабарларды сенімді жеткізу қажет болған жағдайларда қолданылады. Ол қолданбалы процестерді таймауттарды және сенімділігін қамтамасыз ету үшін қайтадан берілістерді пайдалану қажеттілігінен босатады. TCP қолданатын ең типтік қолданбалы үдерістер FTP (File Transfer Protocol - файлдарды тарату хаттамасы) және TELNET болып табылады. Сонымен қатар, TCP X-Window, rcp (remote copy - қашықтағы көшіру) және басқа "r-командалар" жүйесін қолданады. TCP үлкен мүмкіндіктері Тегін емес. TCP жүзеге асыру процессордың үлкен өнімділігін және желінің үлкен өткізу қабілетін талап етеді. TCP Модулінің ішкі құрылымы UDP Модулінің құрылымынан әлдеқайда күрделі. Қолданбалы процестер порттар арқылы TCP модулімен өзара әрекеттеседі. Жекелеген қосымшалар үшін порттардың жалпыға белгілі нөмірлері бөлінеді. Мысалы, TELNET сервері 23 нөмірі портын пайдаланады. TELNET клиенті, егер TCP-портымен 23 оның машинасында байланыс орнатса, серверден қызметтер ала алады.

TCP қолданбалы процесін пайдалануға, модуль TCP машинада клиенттің модуль TCP машинамен сервер қарым-қатынасын бастайды. Бұл екі TCP соңғы модулі виртуалды арна деп аталатын байланыс жағдайы туралы ақпаратты қолдайды. Бұл виртуалды арна TCP екі терезе модульдерінің ресурстарын тұтынады. Арна дуплексті болып табылады; Деректер бір уақытта екі бағытта да берілуі мүмкін. Бір қолданбалы процесс TCP-портқа мәліметтерді жазады, олар желі арқылы өтеді, және басқа да қолданбалы процесс оларды TCP-порттан оқиды. TCP ХАТТАМАСЫ байт ағынын пакеттерге бөледі; ол жазбалардың арасындағы шектерді сақтамайды. Мысалы, егер бір қолданбалы процесс TCP-портқа 5 жазба жасаса, онда виртуалды арнаның басқа соңында қолданбалы процесс барлық деректерді алу үшін 10 оқуларды орындай алады. Бірақ бұл процесс бір ғана оқу операциясын жасай отырып, барлық деректерді бірден ала алады. Бір жағынан жазылатын хабарламалардың саны мен өлшеміне және екінші жағынан оқылатын хабарламалардың санына және өлшеміне тәуелді емес.

TCP хаттамасы барлық жіберілген деректердің оларды қабылдаған тараппен расталуын талап етеді. Ол сенімді жеткізуді қамтамасыз ету үшін таймауттар Мен қайтадан берілістерді пайдаланады. Жөнелтушіге бұрын жіберілген деректердің қабылданғанын Растауды күтпестен деректердің кейбір санын беруге рұқсат етіледі. Осылайша, жіберілген және расталған деректер арасында жіберілген, бірақ расталмаған деректер терезесі бар. Растаусыз беруге болатын байттар саны терезе өлшемі деп аталады. Әдетте, терезе өлшемі желілік бағдарламалық қамтамасыз етудің бастапқы файлдарында орнатылады. TCP-

арна дуплексті болғандықтан, бір бағытта келе жатқан деректер үшін растаулар қарама-қарсы бағытта келе жатқан деректермен бірге берілуі мүмкін. Виртуалды арнаның екі жағында да қабылдағыштар буферлердің толып кетуіне жол бермеу үшін берілетін деректер ағынын басқаруды орындайды.

2.7 iDirect технологиясы

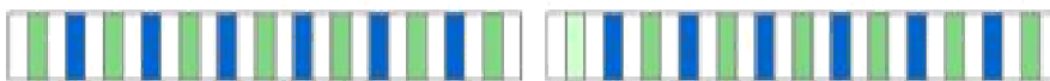
iDirect технологиясы VSAT нарығында ең тиімді спутниктік жүйелердің бірі болып табылады. IP-протоколдың деңгейінде де, жерсеріктік сегментінде де өткізу жолағын тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді, бұл қызметтерді жеткізуші немесе байланыс операторы үшін жүйені пайдаланудың төмен құны туралы айтуға мүмкіндік береді. iDirect технологиясы деректердің үлкен көлемін беретін немесе қабылдайтын корпоративтік клиенттер үшін арнайы жасалған. VoIP және мультимедиялық ағын сияқты Real-time кідірістеріне сыни трафикті тиімді беру технологиялары толыққанды іске асырылды. Жүйе D-TDMA (Deterministic TDMA) жаңа технологиясына негізделген, оның мәні келесіден тұрады - көптеген қашықтағы VSAT терминалдар, бір-бірімен бірдей канал, ақпаратты қабылдау/беру үшін қажетті қол жетімді Өткізу жолағы үшін "жарысады". Технологиясы шын мәнінде, өте жақын Ethernet ортаға қосу кезінде көп қолданушылар желісінде бастайды жүруі қайшылық кезінде бірнеше пайдаланушы сұрайды жолағына бір және сол уақытта. Мұндай коллизиялар www, E-mail, FTP және оларға ұқсас ақпаратты жеткізу қосымшаларын пайдалану кезінде ашық, алайда VoIP және ағындық хабар тарату міндеттері үшін ақпаратты берудің басқа тәсілі және өткізу қабілеті үшін "жарыстар" талап етіледі.

iDirect жүйесі пайдаланушыға аралас шешім ұсынады - технология D-TDMA және резервтеу жолақтар (МУЛЬТИПЛЕКСОРЛАР) үшін мультимедиа ағынын пайдаланылады. D-TDMA технологиясы әрбір клиентке бөлінген тайм-слотты ұсына отырып, қашықтағы iDirect терминалдарына қол жетімді Өткізу жолағы үшін "жарыспауға", ал қолданба талап еткен кезде оны әрдайым алуға мүмкіндік береді. 2.6-сурет. iDirect қашықтағы терминалы әр 1/8 секунд сайын бөлінген тайм - слотты алады-бұл деректерді фреймде орналастыруға мүмкіндік береді, джиттердің ықпалынан аулақ және нақты уақытта үздіксіз ағынның кепілді сапасын қамтамасыз етеді (1.10 сурет).

Burst режимінде деректерді жіберу (TDMA, MF - TDMA технологиялары).



D-TDMA таңдалған тайм слоттары джиттер әсерін болдырмауға мүмкіндік береді



Сурет 2.7 - iDirect технологиясы бойынша спутниктік байланыс жүйесінде тайм-слотты бөлу

Басқа TDMA-жүйелерден iDirect ерекшеліктерінің тағы бірі 125ms фреймді (баламалы шешімдерде 250ms қарсы) пайдалану болып табылады. Бұл ең аз реакция уақытына қол жеткізуге және кепілдік берілген сападағы VoIP/Video беруді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жабдықты әзірлеу кезінде TDMA қол жеткізу технологиясы, спутниктік байланыс және бағдарламалық қамтамасыз ету саласындағы көпжылдық ғылыми зерттеулер мен әзірлемелердің нәтижелері пайдаланылды. Нәтижесінде iDirect жабдығы жұмыс істеудегі икемділік, сенімділік пен экономикалық тиімділіктің бірегей үйлесімі болып табылады. Салыстырғанда, бұл ұсынады провайдерлері дәстүрлі спутниктік немесе жер үсті байланыс желілерінің желісі iDirect ие бірқатар сенімді бәсекелестік артықшылықтарын сақтайды.

3 ЗС-КС-ЗС спутниктік желісінің теориялық есебі

Бұл тарауда бір жер станциясы үшін "төмен" және "жоғары" учаскесіндегі спутниктік желінің және Алматы қаласында орналасқан екінші жер станциясының параметрлерінің теориялық есебі ұсынылған, ол арқылы KazSat2 деректерін беру жүргізілетін спутник, ИЗС - 86,50 в. д. тұру нүктесі. Спутниктік байланыс желісі екі учаскеден тұрады: Жер-ғарыш аппараты және ғарыш аппараты-Жер. Энергетикалық мағынада екі учаске де өте қиын. Бірінші-таратқыштардың қуатын азайту және жер станциясын оңайлату үрдістеріне байланысты, екіншісі-массаға, габариттік мөлшерге және оның қуатын шектейтін борттық ретрансляторды энергия тұтынуына байланысты. Ерекшелігі спутниктік желілерінің болуы; - үлкен шығындарды сигнал негізделген затуханием оның энергиясын жолдарда үлкен дене ұзындығы. Мұндай атмосферада жұтылуы, рефракция әсері, жауын, жауын-шашын және т. б. екінші жағынан, құрылғыға спутник және жер станциясы (бұдан меншікті флуктуационных шулардың әсер ететіні түрлі кедергілер түріндегі сәуле ғарыш, Күн, ғаламшарлар. Бұл жағдайда барлық факторлардың әсерін дұрыс және дәл есептеу жүйені оңтайлы жобалауды жүзеге асыруға, оның аса қиын жағдайларда сенімді жұмысын қамтамасыз етуге және сонымен бірге жер және борттық аппаратураның күрделілігінің ақталмаған ұлғаюына әкелетін артық энергетикалық қорларды болдырмауға мүмкіндік береді.

Жерсеріктік арналардың кейбір сапалық көрсеткіштеріне арналған нормалар (мысалы, сигнал-шу қатынасы) статистикалық сипатқа ие. Бұл қоздырғыш факторларды статистикалық түрде бағалауға мәжбүр етеді, яғни есептеу кезінде қандай да бір фактордың сандық әсер ету шарасын ғана емес, сонымен қатар оның пайда болу ықтималдығын (жиілігін) енгізуге мәжбүр етеді. Берілетін сигналдардың сипаты мен санын, сондай-ақ оларды жерсеріктік ретранслятордағы түрлендіру (өңдеу) сипатын ескеру қажет.

3.1 Спутниктік байланыс желісінің бастапқы деректері

3.1-кестеде жерсеріктік байланыс желісін ұйымдастыру үшін таратушы жер станциясының параметрлері келтірілген. Байланыс шығыс бойлық 86,5 градустан тұратын KazSat 2 спутнигінде салынған.

"Жоғары" және "төмен" жерсеріктік желіні есептеу үшін мен Turbo Pascal бағдарламасын жаздым. Бағдарлама листингі және онда есеп айырысу нәтижелері А қосымшасында келтірілген.

Кесте 3.1 - Таратушы БҚ параметрлері

Координаттары	46°57'' с.ш. 79°40'' в.д.
Диапазон f, ГгаГц	14,15625/11,106250
Антенна диаметрі DA, м	1,80
Тиімді жиілік жолағы fш, МГц	36,0
Спектрлік қуат тығыздығы S, дБВт/Гц	-34,0
Сигнал/шу қатынасы Pс/Pш, дБ	10,0
КПД АФТ	0,850

Кесте 3.2 – Қабылдағыш параметрлері ЗС

(Алматы) Координаттары	43°15'' с.ш. 76°54'' в.д.
Диапазон f, ГГц	14,15625/11,10625
Антенна диаметрі DA, м	1,0
Спектрлік қуат тығыздығы S, дБВт/Гц	54,0
Сигнал/шу қатынасы Pс/Pш, дБ	8,0
Антеннаның Шу температурасы TA, К	80,0
КПД АФТ	0,90

Кесте 3.3 – Борттық ретрнслятор параметрлері КС

Системасы	Ku	
Координаттары	86,5° в.д.	
Диапазоны f, ГГц	14,15625/11,10625	
Спектрлік қуат тығыздығы S, дБВт/Гц G, дБ	Қабылдау	39
	Беру	30
Қабылдағыш шуының коэффициенті КШ	2	
Антеннаның Шу температурасы TA, К	60	

КПД АФТ	0,85
Шу температурасы СЛТΣЛ, К	100

3.2 ЗС спутниктік желісінің "жоғары" учаскесін энергетикалық есептеу- КС

Орын бұрышы $\varphi = 35,6^\circ$

Спутниктің координаттары $86,5^\circ$ в. д.

Жер станциясы $46^\circ 57'$ С.Е. $79^\circ 40'$ в.д.

Жер станциясы мен спутниктің арасындағы бойлық айырмашылықты анықтаймыз. $\Delta\lambda = 86,5 - 79,4 = 7,1^\circ$

3.2.1 Таратқыш (ЗС) мен қабылдағыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептеу

$$d = 42644 \sqrt{1 - 0,295 \cdot \cos \psi}, \quad (2.1)$$

мұнда $\cos \psi = \cos \xi \cdot \cos \beta$

ξ - тарату станциясының ендігі $\xi_{ЗС} = 46,57^\circ$

β - бойлық бойынша айырмашылық ЗС и КС; $\beta = 86,5^\circ - 79,4^\circ = 7,1^\circ$

$$\cos \psi = \cos \xi \cdot \cos \beta = \cos(46,57^\circ) \cdot \cos(7,1^\circ) = 0,6822 \quad d = 42644 * \sqrt{1 - 0,295 * 0,6822} = 38112, \text{ км}$$

3.2.2 ЗС - КС желісінде сигналдың әлсіреуін есептеу

Қуат ағынының тығыздығының азаюымен анықталатын бос кеңістікте энергияның өшуі мына формула бойынша анықталады:

$$L_{\Sigma} = L_0 + L_{доп} \quad (2.2)$$

мұндағы L_0 - радиотолқындардың алшақтығына байланыст ЗС-ЗС желісінде сигналдың әлсіреуі;

$L_{доп}$ - қосымша шығындар

Осы негізгі шығындардан басқа, трассада $L_{доп}$ қосымша шығындары да бар:

$$L_{доп} = L_a + L_g + L_n + L_{п}, \quad (2.3)$$

мұндағы L_a - тыныш атмосферада сіңіру.

Сонымен қатар, әр түрлі бағыттарда энергияны таратады, соның салдарынан қабылдау нүктесіне келетін энергия азаяды. Сонымен қатар, энергия жаңбыр бөлшектеріне сіңеді, ол сигнал деңгейін әлсіретеді.

Шашырау және жұтылу қарқындылығы көлем бірлігіндегі бөлшектер санына, осы бөлшектер өлшемдерінің толқын ұзындығына, бөлшектермен айналысатын аймақ өлшемдеріне және температураға байланысты олардың электрлік қасиеттеріне байланысты болады. Көлем бірлігіндегі бөлшектер саны және олардың өлшемдері жаңбырдың қарқындылығымен сипатталады.

Біздің жағдайда

$$f = 14,15625 \text{ ГГц және } \varphi = 35,6^\circ \quad L_a = 0,8 \text{ дБ}$$

$L_{п}$ - Антенналарды поляризациялауға келісім бермегендіктен шығындар (В қосымшасы)

l_1 и l_2 - эллиптикалық коэффициенттері (эллипстің кіші жарты осінің үлкенге қатынасы)

$$l_1 = \frac{5}{5} = 1, \quad l_2 = \frac{5}{5} = 1,$$

$$L_{п} = 0,2 \text{ дБ}$$

L_n - антеннаның бағытталуына байланысты шығындар

$$L_n = 1 + (2 \cdot \theta / \theta_{0,5})^2, \quad (2.4)$$

мұндағы $\theta_{0,5}$ - жартылай қуат деңгейі бойынша бағыт диаграммасының ені;
 θ - ең жоғары сәулеленуге қатысты өлшенген бұрыш

$$\theta_{0,5} = \sqrt{4,9 \cdot 10^3 \cdot g / G_6} = \sqrt{4,9 \cdot 10^3 \cdot 0,8 / 1102} = 1,9^\circ$$

$g = 0,6 \div 0,8$ - антенна бетін пайдалану коэффициенті

Қабылдаймыз $\theta = 0,1^\circ$

$$L_n = 1 + (2 \cdot 0,1 / 1,9)^2 = 1,011, \text{ дБ}$$

L_g - гидрометеоролардағы шығындар

Жаңбырдың қарқындылығы әртүрлі географиялық аудандарда және жылдың әр түрлі мезгілінде әртүрлі. Γ қосымшасында әлемдік картада А-дан Р-ға дейінгі әріптермен белгіленген жаңбырлы климаттық аймақтар көрсетілген, ал осы қосымшаның кестесінде көрсетілген орташа жыл уақытының пайыздарынан асатын жаңбырдың қарқындылық мәндері келтірілген. Жобаланатын ЗС картасына сәйкес аймақ Е жатады, онда кестеге сәйкес қосымшада қарқындылығы жаңбыр учаскесінде ЗС - КА құрайды $\varepsilon = 22$ мм/сағ.

$$L_g = L'_g \cdot l_b \quad (2.5)$$

мұнда l_b - Γ қосымшасы бойынша айқындалатын жолдың эквивалентті ұзындығы.

Орын бұрышы үшін $\beta = 36,5^0$ және жаңбыр қарқындылығы Қазақстан үшін $\varepsilon = 22$ мм/сағ; $l_b = 6$ км, L'_g қосымша бойынша анықталады Д, $f = 14,15625$ ГГц $L'_g = 0,8$ дБ.

$$L_g = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{доп}} = 0,8 + 0,2 + 1,011 + 4,6 = 6,61 \text{ дБ (4,58 раз)}$$

Жер станциясы (ЗС) - ғарыш станциясы (КС) учаскелері үшін Ю мәнін мына формула бойынша табамыз:

$$L_0 = 20(\lg f + \lg d) + 32,45,$$

мұнда d - көлбеу қашықтық, км

f - жоғары " учаскесіндегі жиілік», МГц.

$$L_0 = 20(\lg 14156 + \lg 38112) + 32,45 = 207, \text{ дБ}$$

ЗС-КС учаскесінде жалпы өшу мынадай болады:

$$L_{\Sigma} = 207 + 6,61 = 213,61, \text{ дБ}$$

3.2.3 СБ антеннасын күшейту коэффициентін есептеу

$$G_{\text{ЗС}} = \frac{10 \cdot g \cdot D_A^2}{\lambda^2}, \quad (2.6)$$

мұндағы $g = 0,6 \dots 0,8$ - антенна бетін пайдалану коэффициенті;

$D_A = 1,8$ м - антенна диаметрі ЗС;

λ - толқын ұзындығы, м.

Қабылдайық $g = 0,8$

$$\lambda = \frac{c}{f_{\uparrow}}, \quad (2.7)$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{14,15625 \cdot 10^9} = 0,021, \text{ м}$$

$$G_{3c} = \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 1,8^2}{0,021^2} = 0,588 \cdot 10^5,$$

Алынған мәнді дБ-ға аударамыз,

$$G_{3c} = 10 \lg(0,588 \cdot 10^5) = 47,69, \text{ дБ}$$

3.2.4 Қабылдағыш трактінің шудың жиынтық температурасын есептеу

Антенналардан, толқынжолдық трактіден және қабылдағыштың өзінен тұратын қабылдау жүйесінің толық эквивалентті шудың температурасы:

$$T_{\Sigma} = T_A + T_0 \cdot \left(\frac{1 - \eta}{\eta} \right) + \frac{T_{mp}}{\eta}, \quad (2.8)$$

мұндағы T_A - антеннаның Шу температурасы ИСЗ – 60 К;

$T_0 = 290^0$;

η - КПД АФТ ЗС - 0,85

$$T_{mp} = T_0 \cdot (K_{ш} - 1), \quad (2.9)$$

мұндағы $K_{ш} = 2$ - қабылдағыш шуының коэффициенті КС

$$T_{mp} = 290^0 \cdot (2 - 1) = 290 \text{ К}$$

$$T_{\Sigma} = 60 + 290 \frac{1 - 0,85}{0,85} + \frac{290}{0,85} = 452,353 \text{ К,}$$

3.2.5 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуатын есептеу

Есептеу кезінде энергетика спутниктік радиолинийлерді анықтау маңызды толық қуаты, шу, құрылатын кіре берісте қабылдау құрылғысының спутнигін және жердегі станциялары әр түрлі көздері. Өйткені спутниктік жүйелер жұмыс істейтін жиілік диапазондарында, әртүрлі көздермен жасалатын шулар аддитивті сипатқа ие, олардың жиынтық қуаты келесі формуламен көрінеді:

$$P_{ш} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{стб}, \quad (2.10)$$

мұндағы $f_{стб}$ - тиімді жиілік жолағы ЗС (36 МГц),
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ –Больцман тұрақтысы;
 T_{Σ} - жалпы шу температурасы, К

$$P_{ш} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 452,353 \cdot 36 \cdot 10^6 = 2,23 \cdot 10^{-13},$$

Басқа байланыс жүйелерінен кедергілерді есепке алу үшін $P_{ш}$ на 20% - $2,68 \cdot 10^{-13}$ (Вт) (-120,492 дБ)

3.2.6 КЖ қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатын анықтау

Желіні есептеу кезінде қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың берілген қуаты емес, қабылдағыштың кірісіндегі сигнал-шу қатынасы ($P_c/P_{ш}$) жиі көрсетіледі. Байланыстың спутниктік жүйелері үшін әдетте бұл қатынас 10-нан 12 дБ-ға дейінгі шектерде алынады:

$$\frac{P_c}{P_{ш}} = 10 \dots 12 \text{ дБ}$$

Сонда КЖ қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуаты тең болады:

$$P_c = P_{ш} + 10 \text{ дБ} = -120,492 + 10 = -110,492 \text{ дБ}$$

3.2.7 СБ таратқышының қуатын анықтау

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуатының берілген мәні бойынша таратқыштың қажетті қуатын мына формула бойынша анықтауға болады:

$$P_{\text{прд(ЗС)}} = \frac{L_{01} \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{шКС}} \cdot a \cdot \left(\frac{P_c}{P_{\text{ш}}}\right)}{G_{\text{прд}} \cdot G_{\text{прм}} \cdot \eta_{\text{прд}} \cdot \eta_{\text{прм}}}, \quad (2.11)$$

мұндағы $a = 6$ дБ (3,98 раз) - жоғары " желісі үшін Қор коэффициенті»;
 $\Delta f_{\text{ш}} = 36$ МГц. - тиімді жиілік жолағы ЗС;

$$L_{\text{доп}} = 6,61 \text{ дБ} \quad (4,58 \text{ есе});$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Больцман тұрақтысы};$$

$$G_{\text{прм}} = 39 \text{ дБ} (10^{39/10} = 7,943 \cdot 10^3 \text{ раз}); G_{\text{прд}} = 47,69 \text{ дБ} (0,588 \cdot 10^5 \text{ раз});$$

$$\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} = 10 \text{ дБ} = 10$$

$$P_{\text{прд(ЗС)}} = \frac{5,0119 \cdot 10^{20} \cdot 4,58 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 452,353 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot 3,98 \cdot 10}{0,588 \cdot 10^5 \cdot 7,943 \cdot 10^3 \cdot 0,85 \cdot 0,85} =$$

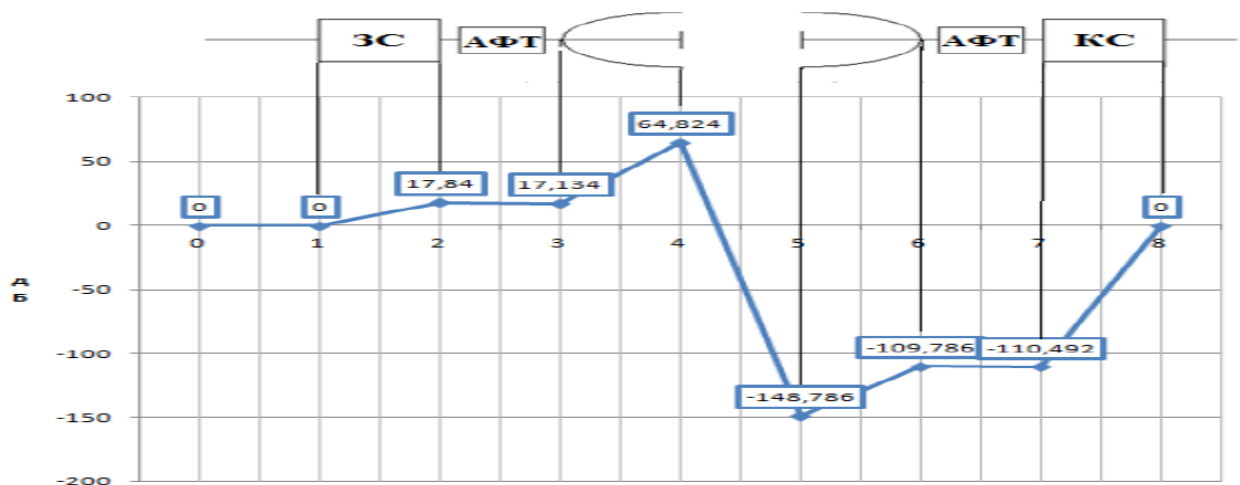
$$= \frac{2,053 \cdot 10^{10}}{3,274 \cdot 10^8} = 60,8, \text{ Вт}$$

Алынған мәнді Вт дБ-ге аударамыз:

$$P_{\text{прд(ЗС)}} = 10 \lg(60,8) = 17,84, \text{ дБВт}$$

3.2.8 Деңгей диаграммасын құру әдісімен тексеру

"Жоғары" жерсеріктік желі учаскесі үшін деңгей диаграммасы СКС 2.1-суретте келтірілген.



Сурет 3.1 - ЗС-КС "жоғарыға" спутниктік желінің учаскесі үшін деңгей диаграммасы

Негізге алынған диаграммалар деңгейдегі (сурет 3.1), қорытынды жасауға болады, есептік шамасы қуат сигнал қабылдағыштың кірісінде ИЗС қуатқа тең, белгілі бір диаграмма бойынша деңгейдегі.

3.3 КЖ спутниктік желісінің "төмен" учаскесін энергетикалық есептеу- ЗС

Орын бұрышы $\varphi = 39^\circ$

Спутниктің координаттары $86,5^\circ$ в. д.

Жер станциясы $43015'$ С.Е. $76054'$ в.д.

Жер станциясы мен спутниктің арасындағы бойлық айырмашылықты анықтаймыз. $\Delta\lambda = 86,5 - 76,54 = 9,70$

3.3.1 қабылдағыш (ЗС) мен таратқыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептеу

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,295 \cdot \cos\psi}, \quad (2.12)$$

мұндағы $\cos\psi = \cos\xi \cdot \cos\beta$

ξ - қабылдау станциясының ені $\xi_{ЗС} = 43,15^\circ$

β - бойлық бойынша айырмашылық КС и ЗС; $\beta = 86,5^\circ - 76,54^\circ = 9,96^\circ$

$$\cos\psi = \cos\xi \cdot \cos\beta = \cos(43,15^\circ) \cos(9,96^\circ) = 0,7186$$

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,295 \cdot 0,7186} = 37855$$

3.3.2 КСЗС желісінде сигналдың әлсіреуін есептеу

$$L_\Sigma = L_0 + L_{доп} \quad (2.13)$$

мұндағы L_0 - радиотолқындардың сфералық алшақтығы салдарынан ИСЗ-ЗС желісінде сигналдың әлсіреуі;

$L_{доп}$ – қосымша жоғалтулар.

$$L_{доп} = L_a + L_g + L_n + L_p, \quad (2.14)$$

мұнда L_a - тыныш атмосферада жұтылуы;
Біздің жағдайда $f = 11,10625$ ГГц и $\varphi = 39^\circ$.

$$L_a = 0,3 \text{ дБ}$$

L_p - жоғалту үшін келіспеуі поляризация антенна

11 және 12-эллиптикалық коэффициенттері (эллипстің кіші жартылай осінің үлкенге қатынасы)

$$l_1 = \frac{5}{5} = 1, \quad l_2 = \frac{5}{5} = 1,$$

$$L_{\pi} = 0,2 \text{ дБ}$$

L_n - антеннаның бағытталуына байланысты шығындар

$$L_n = 1 + (2 \cdot \theta / \theta_{0,5})^2, \quad (2.15)$$

мұндағы $\theta_{0,5}$ - жартылай қуат деңгейі бойынша бағыт диаграммасының ені;
 θ - ең жоғары сәулеленуге қатысты өлшенген бұрыш.

$$\theta_{0,5} = \sqrt{4,9 \cdot 10^3 \cdot g / G_6} = \sqrt{4,9 \cdot 10^3 \cdot 0,8 / 1102} = 1,9^\circ$$

$g = 0,6 \div 0,8$ - антенна бетін пайдалану коэффициенті.

Қабылдаймыз $\theta = 0,1^\circ$

$$L_n = 1 + (2 \cdot 0,1 / 1,9)^2 = 1,011, \text{ дБ}$$

L_g - потери в гидрометеорах

$$L_g = L'_g l_3 \quad (2.16)$$

мұндағы l_3 - қосымша бойынша айқындалатын жолдың эквивалентті ұзындығы Γ .

$\beta = 39,2^\circ$ және жаңбыр қарқындылығы Қазақстан үшін $\epsilon = 22$ мм/сағ;

$l_3 = 4$ км, L'_g қосымша бойынша анықталады D , $f = 11,10625$ ГГц
 $L'_g = 0,7$ дБ.

$$L_g = 0,7 \cdot 4 = 2,8 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{доп}} = 0,3 + 0,2 + 1,011 + 2,8 = 4,31 \text{ дБ (2,7 есе)}$$

$$L_0 = 20(\lg f + \lg d) + 32,45 \quad (3.17)$$

$$L_0 = 20(\lg 11106 + \lg 37855) + 32,45 = 204,92, \text{ дБ},$$

$$L_{\Sigma} = 204,92 + 4,31 = 209,23, \text{ дБ}$$

3.3.3 Қабылдағыштың кірісіндегі шудың жиынтық қуатын есептеу

Жерсеріктің қабылдағыш құрылғысының және жер станциясының кірісіндегі әр түрлі көздермен жасалатын шудың толық қуатын анықтау

$$P_{\text{ш}} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ств}}, \quad (2.10)$$

мұндағы $f_{\text{ств}}$ - тиімді жиілік жолағы ЗС (54 МГц);

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ – Больцман тұрақтысы;

T_{Σ} - жалпы шу температурасы, К

$$P_{\text{ш}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2,37 \cdot 10^3 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1,7645 \cdot 10^{-12},$$

Басқа байланыс жүйелерінен кедергілерді есепке алу үшін $P_{\text{ш}}$ на 20% - $2,12 \cdot 10^{-12}$ (Вт) (-116,3247 дБ)

3.3.6 ЗС қабылдағышының кірісіндегі сигнал қуатын анықтау

Желіні есептеу кезінде қабылдағыштың кірісіндегі сигналдың берілген қуаты емес, қабылдағыштың кірісіндегі сигнал-шу қатынасы ($P_c/P_{\text{ш}}$) жиі көрсетіледі. Байланыстың спутниктік жүйелері үшін әдетте бұл қатынас 10-нан 12 дБ-ға дейінгі шектерде алынады:

$$\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} = 10 \dots 12 \text{ дБ}$$

Ол кезде сигнал қуаты ЗС қабылдағышының кірісіндегі сигналға тең болады:

$$P_c = P_{ш} + 10 \text{ дБ} = -116,3247 + 10 = -106,3247 \text{ дБ}$$

3.3.7 ИЗС таратқышының қуатын анықтау

Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал қуатының берілген мәні бойынша таратқыштың қажетті қуатын мына формула бойынша анықтауға болады:

$$P_{\text{ПРД(ИЗС)}} = \frac{L_{0\uparrow} \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{мКС}} \cdot b \cdot \left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right)}{G_{\text{ПРД}} \cdot G_{\text{ПРМ}} \cdot \eta_{\text{ПРД}} \cdot \eta_{\text{ПРМ}}}, \quad (2.11)$$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Больцман тұрақтысы;

$G_{\text{ПРМ}} = 30 \text{ дБ}$ ($10^{30/10} = 1000$ есе); $G_{\text{ПРМ}} = 52,44 \text{ дБ}$ ($1,756 \cdot 10^5$);

$P_c = 10 \text{ дБ} = 10$ есе.

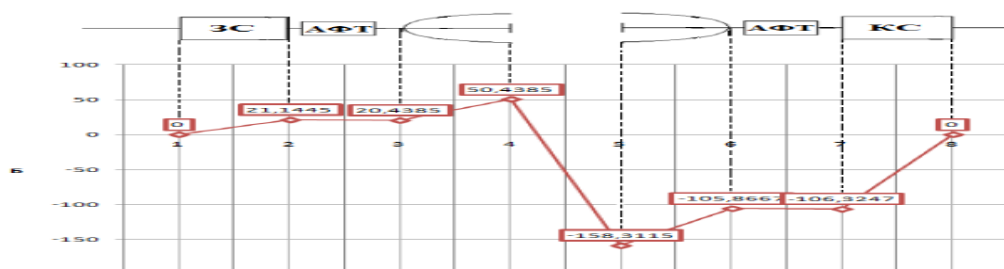
$$P_{\text{ПРД(ЗС)}} = \frac{2,78 \cdot 10^{20} \cdot 2,7 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2368 \cdot 54 \cdot 10^6 \cdot 1,32 \cdot 10}{1000 \cdot 1,756 \cdot 10^5 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 130,15 \text{ Вт}$$

Алынған мәнді Вт дБ-ге аударамыз:

$$P_{\text{ПРД(ЗС)}} = 10 \lg(130,15) = 21,14, \text{ дБ Вт}$$

3.3.7 Деңгей диаграммасын құру әдісімен тексеру

Диаграмма деңгейдегі учаске үшін спутниктік желісінің "төмен" КС-ЗС-Суретте келтірілген 2.2.



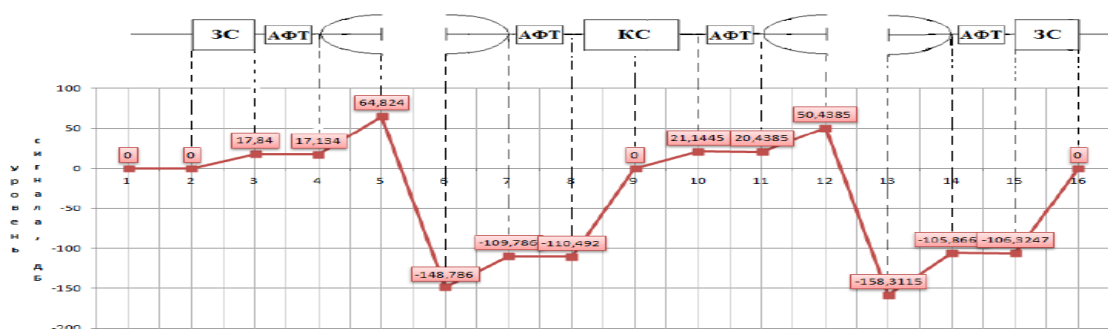
Сурет 3.2 – Диаграмма деңгейдегі жерсеріктік желісі

"Төмен" учаскесін негізге ала отырып, алынған диаграммалар деңгейдегі (сурет 2.2), қорытынды жасауға болады, есептік шамасы қуат сигнал кірістегі қабылдағыш ЗС қуатқа тең, белгілі бір диаграмма бойынша деңгейдегі.

3.4 ЗС-КЗС спутниктік желісін есептеу нәтижелерінің жиынтық кестесі

Кесте 3.4 -ЗС-КС-СС жерсеріктік желісін есептеу нәтижелері

Параметр	ЗС _{ПРД} - КС	КС - ЗС _{ПРМ}
Қарастырылатын учаскедегі қашықтық, d, Км	38112	37855
Сигналдың әлсіреуі, L, дБ	213,61	209,23
Антеннаның күшейту коэффициенті, G, дБ	47,69	52,44
Жалпы шу температурасы, T, К	452,353	2368
Шудың жиынтық қуаты, P, дБ	120,492	116,32
Қабылдағыштың кірісіндегі сигнал деңгейі, P _c , дБ	110,492	110,32
Таратқыштың қуаты, P, дБВт	17,84	21,14
КПД АФТ	-0,706	-0,706
	-0,706	-0,458



Сурет 3.3 - Жерсеріктік желі деңгейінің диаграммасы ЗС-КС-ЗС 55

Алынған диаграммаға сүйене отырып деңгейдегі (сурет 2.3), қорытынды жасауға болады, есептік шамасы қуат сигнал қабылдағыштың кірісінде КС учаскесінде "жоғары" ЗС беруші – КЖ қабылдау бөлмесі, және есептік шамасы қуат сигнал кірістегі қабылдағыш ЗС учаскесінде "төмен" КС беруші – ЗС белгілі бір диаграмма бойынша деңгейдегі қабылдау бөлмесі тең қуат.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста Алматы, Астана қалаларындағы «Halyk Bank» банкі филиалдары арасында ғарыштық байланыс ұйымдастыру мәселелері қарастырылған.

«Halyk-Bank» банкі Қазақстанның барлық қалаларында Нұр-Сұлтан, Алматы, Қостанай, Павлодар, Ақтөбе, Жезқазған, Қызылорда қалаларында және аудан орталықтарында филиалдар желісі бар. Бас офис Нұр-Сұлтан қаласында орналасқан. Бұл тармақтарды IP VPN (жеке виртуалды желі) арқылы бас кеңсеге қосу қажет.

VSAT желісі кішігірім антенналары бар жер стансалар қатысатын кез-келген байланыс жүйес болып табылады.

IDirect жүйесіндегі байланыс IP пакеттерін беру үшін оңтайландырылған және спутниктік жиілік ауқымын тиімді пайдалануды қамтамасыз етеді. Байланыстың өткізу қабілеті барлық желілік модемдерді басқару үшін қажет өткізу жолақтарының жалпы санымен анықталады.

Қабылдағыштың кірісіндегі шуылдың жиынтық қуатын есептелген қабылдағыш (ЗС) мен таратқыш (КС) антенналардың арасындағы қашықтықты есептелген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. В.В. Бартенеv, Г.В. Болотов, Спутниковая связь – М.: Радио и связь, 1997.
2. Кислицын А.С., Корпоративные спутниковые информационные сети на основе VSAT – технологии. Методологии построения – М. Радиотехника, 2007.
3. Hadjitheodosiou M. Service Integration in Next Generation VSAT Networks / CSHCNT T.R. 97-29 (ISR T.R. 97-76).
4. Горностаев Ю.Н., Невдяев Л.М., Современные спутниковые системы связи. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2002. ___
5. Maral G. VSAT Network. - John Willey & Sons, Ltd. 1995. - 282 p.
6. Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. Москва: Техносфера, 2005. - 320с
7. Камнев В. Е., Черкасов В. В., Чечин Г. В. Спутниковые сети связи: Учеб. пособие. - М.: Альпина Паблишер, 2004.
- 8 Шелухин О.И., Шелухин А.О., Сирухи Дж.В. Интеграция видео, голоса и данных в гибридных сетях. Труды LVI Научной сессии, посвященной дню радио. «Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, Москва, 2001. - Том 2, с. 311-354.
- 9 Анпилогов В.Р., Афонин А.А., Сети VSAT // Международная конференция операторов и пользователей спутниковых сетей связи на базе технологии VSAT. Тезисы докладов. Дубна, 2011.
- 10 Farserotu J., Prasad R. A Survey of Future Broadband Multimedia Satellite Systems, Issues and Trends., IEEE Communications Magazine, June 2000, pp. 128-133.
- 11 Н.Н. Гладышева, Л.П. Ключковская Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Методические указания к выполнению курсовой работы – Алматы 2009.
- 12 Ахметбеков Р.Д., Чайко Е.В. Методы снижения задержек и потерь пакетов в спутниковой связи по технологии iDirect; Поиск №1(2)/2014, стр. 311-313.

А қосымшасы

«Жоғары» және «төмен» ғарыштық жол параметрлерін есептеу программалық тіліндегі листинг

```
program p1;
uses crt;
var L1,L2,ld1,ld2:extended;
l0a,l0b,f,f1:extended;
T1,T2:extended;
P,P2,Pa,P2a,Pad,P2ad:extended;
Ps1,Ps2:extended;
G1,G2,G1a,G2a:extended;
P1zs,P1zs1,Pks,P2zs,P2zs1:extended;

d1,d2:extended;
begin

clrscr;
d1:=42644*sqrt(1-0.295*0.6822);
d2:=42644*sqrt(1-0.295*0.7186);
writeln('Rasstoyanie ot ZS do KS',d1);
writeln('Rasstoyanie ot KS do ZS',d2);
writeln('-----');
writeln('Opreделение oslableniya signala');
writeln(' ');
ld1:=0.8+0.2+1.011+4.6;
ld2:=0.3+0.2+1.011+2.8;
writeln(' ');
f:=14156.25;
f1:=11106.25;
l0a:=20*(ln(f)/ln(10)+ln(d1)/ln(10))+32.45;
writeln('ZS-KS l0=',l0a);
l0b:=20*(ln(f1)/ln(10)+ln(d2)/ln(10))+32.45;
L1:=l0a+ld1;
L2:=l0b+ld2;
writeln('ZS-KS L=',L1);
writeln(' ');
writeln('KS-ZS l0=',l0b);
writeln('KS-ZS L=',L2);
writeln('-----');
writeln('Summarnaya shumovaya temperatura');
writeln(' ');
```



```
writeln(' ');
P1zs:=(5.0119*4.58*1.38*452.353*36*3.98*10000)/(0.588*7.943*0.85*0.85*1000
00000);
P1zs1:=10*ln(P1zs)/ln(10);
```

А қосымшасы жалғасы

```
writeln('Pzs=',P1zs, '(',P1zs1,')');
P2zs:=(2.78*2.7*1.38*2368*54*1.32*10000)/(1.756*0.85*0.9*100000000);
P2zs1:=10*ln(P2zs)/ln(10);
writeln('Pks=',P2zs, '(',P2zs1,')');
```

```
readkey;
end.
```