

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

ОӘК 629.062


Қолжазба нұсқасында


Төлтаева Токжан Рүстемқызы

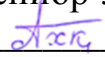
Магистрі академиялық дәрежесін іздену үшін

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация тақырыбы Жер серіктік барлау (навигация) жүйелерінде
бөгеуіл тұрақтылықты зерттеу
Мамандық 6М074600 – «Ғарыштық техника және
технологиялар»

Ғылыми жетекші,
экон. ғыл. канд., лектор
 А. Е. Куттыбаева
«24» шілде 2020 ж.

Оппонент,
техн. ғыл. канд., АУЭС доценті
 Касимов А. О.
«24» шілде 2020 ж.

Нормобақылаушы:
Сениор-лектор, доктор PhD
 А. Хабай
«23» шілде 2020 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
ЭТЖҒТ каф. меңгерушісі
_____ И. Сырғабаев
« ____ » _____ 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
6М074600 – «Ғарыштық техника және технологиялар»

БЕКІТЕМІН

ЭТжҒТ каф.меңгерушісі

_____И.Сырғабаев

« ____ » _____ 2020 ж.

**магистерлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант *Төлтаева Тоқжан Рүстемқызы*

Тақырыбы: «Жер серіктік барлау (навигация) жүйелерінде бөгеуіл тұрақтылықты зерттеу»

Университет ректорының 30.12.2019 ж. № 567-М (№1194-29.10.2018 ж.) бұйрығымен бекітілген.

Дайын диссертацияны тапсыру уақыты «25» шілде 2020 ж.

Магистерлік диссертацияға берілген алғашқы мәліметтер: а) СРНС ГЛОНАСС және GPS жұмыс принциптері ГЛОНАСС және GPS; б) Спутниктік радионавигациялық жүйелердің мақсаты, жалпы сипаттамасы және құрылымы; в) Жерді басқару кешені.

Диссертациялық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:




- а) *ADS-B сипаттамасы;*
- б) *Азаматтық авиацияда спутниктік радионавигациялық жүйелерді қолдану;*
- в) *Спутниктік навигация құралдарын қолданудың артықшылықтары. Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):*
 - а) *Спутниктік навигация жүйесінің құрылымы;*
 - б) *ГЛОНАСС жүйесінің орбиталық шоқжұлдызы;*
 - в) *GPS жүйесінің орбиталық шоқжұлдызы;*
 - г) *Әуе кемелерін навигациялық қамтамасыз етуге қойылатын талаптар.*

Ұсынылатын негізгі әдебиет 74 атау: 1) *Карлашук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 176с.* 2) *Иванов Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов. – М.: Дрофа, 2004. – 544с.* 3) *Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 272с.:ил.*

магистерлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Спутниктік радионавигация жүйелері	04.01.2020 -25.01.2020	орындалды
Азаматтық авиацияда спутниктік радионавигациялық жүйелерді қолдану	20.01.2020 -25.02.2020	орындалды
Есептік бөлім	25.02.2020 – 01.07.2020	орындалды

Диссертациялық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған бөлімдерге қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диссертация жұмысының тақырыбын талдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.лекторы	20.01.2020	
Теориялық ақпарат	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.лекторы	20.04.2020	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы Хабай А.	17.07.2020	

Ғылыми жетекші 

А.Е.Куттыбаева

Магистрант 

Т.Р.Төлтаева

Мерзімі

« 25» шілде 2020 ж.

АНДАТПА

Бұл диссертациялық жұмыста жерсеріктік навигациялық жүйелердегі бөгеуілдердің орнықтылығын зерттеу барысында Глонасс пен GPS сияқты ғаламдық навигациялық жүйелерге шолу жүргізілді. Жерсеріктік радионавигациялық жүйелерінің жұмыстарының негізгі қағидаттары және ғаламдық навигация жүйелерінің негізгі параметрлері қаралды.

Көлбеу қашықтық арасындағы жер стансасымен космостық станса, жерсеріктік байланыс желісінің энергетикалық есептемесі келтірілген. Сонымен қатар, "төмен" және "жоғары" учаскелеріндегі деңгейлердің диаграммасын құрып, екі жерсеріктік жүйелерінің электромагниттік үйлесімділікке схемасы тұрғызылды және MatLab программалау жүйесінде тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

В данной диссертационной работе был проведен обзор глобальных навигационных систем, таких как Глонасс и GPS и были исследованы на помехоустойчивость.

Рассмотрены основные принципы работы спутниковых навигационных систем. Приведены энергетические расчеты сети спутниковой связи, расстояние между земной и космической станцией. Кроме того, разработаны диаграммы уровней "вниз" и "вверх", а также расчеты электромагнитной совместимости двух спутниковых систем и проведены практические исследования в среде программирования MatLab.

ABSTRACT

In this thesis, a review was conducted of global navigation systems such as GLONASS and GPS and was issledovany for noise immunity.

The basic principles of satellite navigation systems are considered. The energy calculations of the satellite communication network, the distance between the earth and the space station are given. In addition, diagrams of the levels "down" and "up", as well as calculations of the electromagnetic compatibility of the two satellite systems were developed and practical studies were carried out in the MatLab programming environment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Спутниктік радионавигация жүйелері	9
1.1 Спутниктік радионавигациялық жүйелердің мақсаты, жалпы сипаттамасы және құрылымы	9
1.2 Ғарыш сегменті	10
1.3 Жерді басқару кешені	15
1.5 СРНС ГЛОНАСС және GPS жұмыс принциптері ГЛОНАСС және GPS	20
1.6 ADS-B сипаттамасы	25
2 Азаматтық авиацияда спутниктік радионавигациялық жүйелерді қолдану	28
2.1 Әуе кемелерін навигациялық қамтамасыз етуге қойылатын талаптар	28
2.2 Спутниктік навигация құралдарын қолданудың артықшылықтары	29
3 Ұшу жоспарының жобасы	32
3.1 Ұшу жоспарын қабылдау	32
3.2 Ұсынылатын спутниктік навигация жүйесі. Функционалды қондырмаларды таңдау	43
4 Есептік бөлім	47
4.1 Жерсеріктік желінің энергетикалық есебі	47
4.2 Есепке арналған деректер	47
4.3 «Төмен» желі энергетикалық есебі	43
4.4 Көлбеу қашықтық аралығындағы ЖС-АЖ	52
5 МатЛаб бағдарламасымен жерсеріктік навигациялық жүйелер кедергілерге төзімділік үлгісін жасау	56
5.1 Желінің пайдалы өткізу қабілеттілігін есептеу	61
Қорытынды	63
Әдебиеттер тізімі	64

КІРІСПЕ

Қазір спутниктік навигация технологиялары адам қызметінің барлық салаларында кеңінен қолданылады. Бұл ретте спутниктік навигация жүйелерін дәстүрлі түрде жоғары дәлдікті навигациялық-уақытша қамтамасыз ету қажет болатын жерде неғұрлым тиімді енгізу және пайдалану. Спутниктік навигациялық жүйелерді пайдаланудың жылдам дамып келе жатқан саласының бірі азаматтық авиация болып саналады.

Статистика бойынша, әуе кемелерімен болған авариялар мен апаттарға алғышарттардың негізгі бөлігі ВС ұшып көтерілгеннен кейін және қонуға бет алған кезде ма-неврді жүзеге асыратын әуеайлақ аймақтарында пайда болады [1]. Бұл ретте навигациялық аспаптардың көрсеткіштеріндегі қателерге жол берілмейді. Осыған байланысты әуеайлақ аймақтарында және жақындау, шеңбер және рульдеу маркер-бағыттарында әуе кемелерінің ұшу қауіпсіздігінің деңгейі едәуір дәрежеде СРНС сти жоғарылайды.

Авиациялық қызметтің табысты жұмыс істеуі мен дамуының қажетті шарттарының бірі күштер мен құралдарды тепе-тең пайдалану болып табылады. Бұл ретте әуе қозғалысының қауіпсіздігі және әуе кемелерінің (әк) ұшуының жоғары үнемділігі жөніндегі талаптар навигация және әуе ағынын басқару жүйелерін жетілдіруді талап ететіндерге қайшы келеді.

Қалыптасқан жағдайдан шығу спутниктік радионавигациялық жүйелердің (срнс) тұтынушылар аппаратурасын (АР) пайдалану болып табылады. Қазіргі уақытта екі жүйе жұмыс істейді: американдық - GPS және ресейлік - ГЛОНАСС. Олардың әрқайсысы компьютерлер мен телекоммуникациялық технологиялардың жаңғыртылған компоненттерін іске асырды. Бүгінгі таңда спутниктің жүйелері белсенді қолданылатын: көлік құралдарының координаттарын анықтауға рұқсат беретін ГЛОНАСС / GPS, GNSS, Inmarsat, Iridium мониторингі.

Осылайша, зерттеу тақырыбының өзектілігі авиацияны навигациялық қамтамасыз етудің сенімділігі, қол жетімділігі және дәлдігі бойынша талаптардың артуына байланысты SRNS тұтынушылар аппаратурасын vs-ке әлеуметтік жаңғырту перспективасымен негізделген. Зерттеудің мақсаты: жүйелерін пайдалану кезінде барлық осы ұшуларға қарсы навигацияның дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ету.

Есептеу бөлімінде, көлбеу қашықтық арасындағы жерсеріктік станса және аралас станса, жер стансасы антеннасының үлкен әсерге ұшырайтын жерсеріктік станса жүйесінің қабылданған бағытында күшейту коэффициенттері, сонымен бірге, жерсеріктік байланыс желісінің энергетикалық есептеулері келтірілген, MatLab бағдарламалау жүйесінде тәжірибелік зерттеулер жүргізілген.

1 Спутниктік радионавигация жүйелері

1.1 Спутниктік радионавигациялық жүйелердің мақсаты, жалпы сипаттамасы және құрылымы

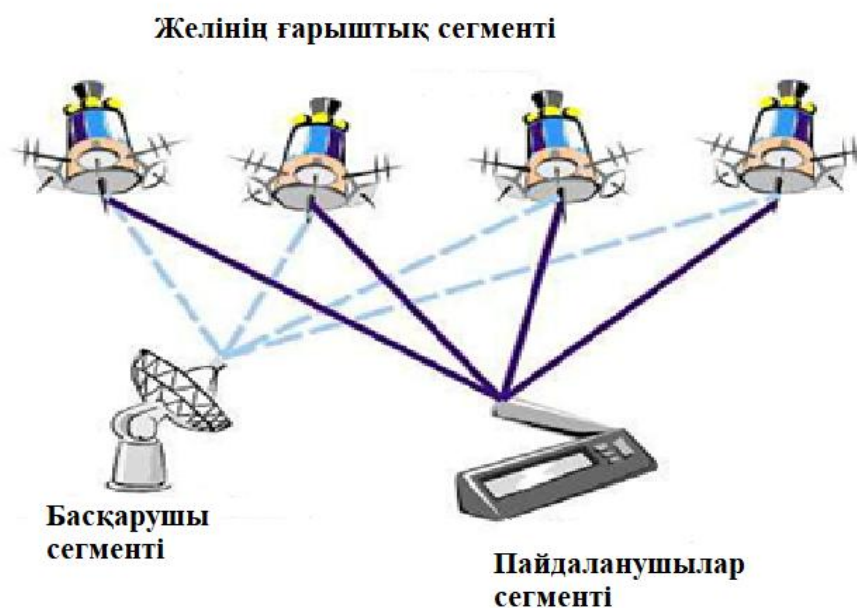
Құрлық, теңіз, әуе және төменорбиталды ғарыш объектілерінің жоғары дәлдіктегі жедел навигациясына қажеттілік 80-90 жылдары екінші буындағы ортаорбиталды спутниктік радионавигациялық жүйелерді (СРНС)-америкалық GPS (Global Positioning System) жүйесін және ресейлік ГЛОНАССТЫ (жаһандық навигациялық спутниктік жүйе) құруға себепші болды. Олардың әрқайсысы компьютерлік және телекоммуникациялық технологиялардың жаңа жетістіктерін іске асырды. ГЛОНАСС жүйесі мемлекеттік маңызды инфрақұрылымдарға жатады және РФ Үкіметінің қаулыларына сәйкес ГЛОНАСС бақылау технологиясын пайдаланатын жабдық ірі габаритті және қауіпті жүктерді тасымалдайтын қоғамдық көлік пен автокөлік мониторингі жүйесі ретінде пайдаланылуы тиіс. Бақылау объектісінде GPS/ГЛОНАСС қабылдағышы бар терминал және GSM модулі орналасқан. ГЛОНАСС/GPS қабылдағыш кемінде 3 спутниктен сигналдарды қабылдай отырып, объектінің орналасқан жерін есептейді. Нысанның орналасқан жерінен басқа, мониторинг жүйесі жылдамдық, қозғалыс бағыты, қосылған датчиктер мен маршрут сияқты параметрлерге жауап береді. Жиналған ақпарат бойынша беріледі сымсыз байланыс арналары арқылы серверге жүйесі ГЛОНАСС/ GPS, қайдан түседі монитор диспетчерінің[2].

Екінші буын СРНЖ-ның негізгі мақсаты жер үсті (құрлықтағы, теңіз, әуе) және төменорбиталды Ғарыштық объектілердің Ғаламдық жедел навигациясы болып табылады.

СРНС навигациялық ғарыш аппараттарында (NSA) жер бетінен ~ 20,000 км биіктікте орналасқан дөңгелек геоцентрлік орбиталарда қолданылады. NSA бортында уақыттық және жиіліктік стандарттарда (TSP) атомдық жиілік стандарттарын (АФС) қолданудың арқасында жүйе NSA орбиталық тобымен шығарылатын навигациялық радио сигналдардың өзара синхрондауын қамтамасыз етеді. Навигациялық сеанстағы жылжымалы объектінің NAP-де (пайдаланушының навигациялық жабдығы) кемінде төрт радио көрінетін спутниктен радио сигналдар қабылданады және кем дегенде төрт сәйкес жалған диапазонды (PD) өлшеу үшін қолданылады және радиалды жалған жылдамдықтар (PS). Әрбір спутниктен алынған өлшеу нәтижелері мен эфемериясы туралы ақпарат (EI) қозғалатын объектінің жылдамдық векторының үш координатын және үш компонентін анықтауға (нақтылауға) және объектінің уақыт шкаласының (SB) жүйенің SB-ге қатысты орнын ауыстыруға мүмкіндік береді. SRNS-те тұтынушылар саны шектелмейді, өйткені NAP спутникке радио сигналдарын бермейді, бірақ оларды тек спутниктен алады (пассивті навигация) [2]. SNS GPS және ГЛОНАСС-та құрылымдық деңгейде навигациялық

анықтаудың үздіксіздігі мен жоғары дәлдігі сияқты маңызды сапаларға қол жеткізу үшін үш негізгі сегменттердің бірлескен жұмысының арқасында қол жеткізіледі (1-сурет):

- ғарыш сегменті;
- басқару сегменті;
- тұтынушылық сегмент.



Сурет 1.1 - Спутниктік навигация жүйесінің құрылымы

GPS және GLONASS SRNS құру принциптері, әдетте, бірдей, бірақ ішкі жүйелерді техникалық іске асыруда ерекшеленеді.

1.2 Ғарыш сегменті

Негізгі геометриялық сипаттамасы орбиталды топтаманың штаттық қр ҰҒА СРНС, онда байланысты дәлдігі навигация жерүсті объектілері болып табылады геометриялық қасиеттері топ ҰҒА, ол "көреді" жерүсті тұтынушы. Жер бетіндегі тұтынушы үшін ең аз қажетті оңтайлы шоқжұлдыз төрт ҰКА бар: Зенитке жақын бір ҰКА, бағыт бойынша біркелкі таратылған көкжиекке жақын үш ҰКА

ГЛОНАСС және GPS жүйелеріндегі спутниктің орбиталық шоқжұлдыздар.

ГЛОНАСС-та толық орбиталық шоқжұлдыз (OG) құрамында 24 қызметкер бар.

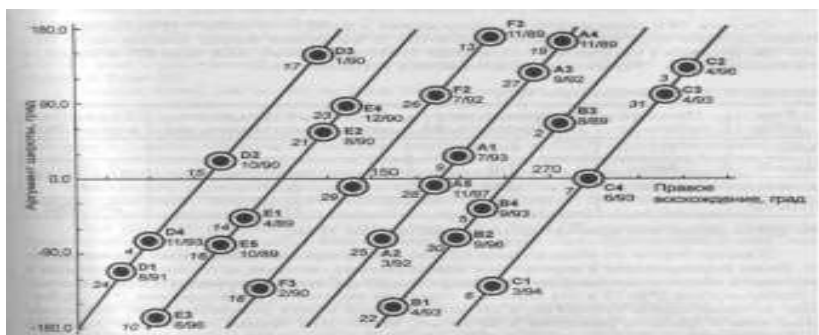
Дөңгелек орбитадағы NSV үш орбиталь жазықтықта $i = 64.8^\circ$, әрқайсысында сегіз NSV. Үш орбитальды жазықтықтың көтерілетін түйіндерінің ұзындығы номиналды түрде 120° -ға сәйкес келеді. Ғарыш кемесінің номиналды орбиталық периоды $T = 11 \text{ h } 15 \text{ min } 44 \text{ s}$, сәйкесінше

дөңгелек орбитаның номиналды биіктігі Жер бетінен 19100 км биіктікте. Әр орбиталь жазықтықта сегіз ғарыш кемесі номиналды 450 кеңістік аргументінде орналасады, ал үш орбиталь жазықтықтағы сегіз ғарыш кемесінің ендік аргументтері ± 150 -ға ауыстырылады.

2-суретте әлемнің Солтүстік полюсінен ОГ-ге қарау кезінде үш орбитальды сақина түріндегі ОГ-нің ГЛОНАСС моделі көрсетілген. Жер бетіндегі объектінің навигациялық сеанста кемінде төрт жерсерік қолдана алатындай болуы үшін (бір жоғары спутник, үш төмен спутник, бағытта бір-бірінен алшақ орналасқан) жер бетіндегі объектіге спутниктерден навигациялық радиосигналдарды $\beta \geq 50$ биіктікте қабылдауды қамтамасыз ету қажет.



Сурет 1.2 - ГЛОНАСС жүйесінің орбиталь шоқжұлдызы



Сурет 1.3 - GPS жүйесінің орбиталь шоқжұлдызы

GPS жүйесіндегі толық ОГ құрамында алты орбитальды жазықтықта (әрқайсысында төрт жерсерік бар) орбитальды периоды $T \approx 12$ сағ 00 мин болатын орбитальды периоды бар 24 стандартты спутниктер бар (орбитальды биіктік Жер бетінен шамамен 3,000). Экватор жазықтығына қатысты 55° , көтерілген түйіндерінің ұзындығы номиналды 60° интервалмен жылжытылады (3-сурет). Төрт спутник бір жазықтықта бірдей бөлінбейді - екі спутник бөлек, олардың бұрышы шамамен 30 градус.

ГЛОНАСС және GPS жүйелерінің навигациялық сигналдары
ГЛОНАСС навигациялық радио сигналдарының құрылымы

ГЛОНАСС жүйесі жиілікті бөлудің мультиплекстеуін (FDMA) қолданады, орбиталық шоқжұлдыздағы әрбір толық уақытты спутник 1600 МГц (L1) және 1250 МГц (L2) екі жиілік диапазонында үнемі шу тәрізді үздіксіз навигациялық радио сигналдарын шығарады.

ОГ NSA-дағы шу тәрізді навигациялық радио сигналдар тасымалдаушы жиіліктерінде әр түрлі. Дәл осындай тасымалдаушы жиіліктер өзара антиподальді спутниктер үшін орбиталық жазықтықта қолданыла алатындықтан, 24 стандартты спутниктер үшін әр жиілік диапазонындағы тасымалдаушы жиіліктерінің минималды саны 12 құрайды.

L1 навигациялық радиосигнал 1600 МГц - екі компонентті. Берілген тасымалдаушы жиілікте радио таратқыш бірдей қуаттылықтағы «квадратурада» екі фазалық-ауысымдық навигациялық радио сигналдарын шығарады (өзара фазалық ауысу $\pm 90^\circ$): тар жолақты (стандартты дәлдік, СТ) және кең жолақты (жоғары дәлдік, VT).

1600 МГц жолақты навигациялық радио сигналы тасымалдаушы толқынның көмегімен 180° фазалық манипуляция нәтижесінде жасалады сағаттық жиілігі $F1 = 0.511$ МГц және $T1 = 1$ мс (511 сағаттық цикл) периодты кездейсоқ кездейсоқ тізбекті модуляциялау (PSP1). PSP1-ті инверттеу арқылы жерсеріктің уақыттық шкаласының (BCS) уақыттық белгілері және сандық ақпараттың (DI) екілік белгілері беріледі.

1600 МГц кеңжолақты радио сигналы $FSP = 5,11$ МГц жиіліктегі ПСП2 мерзімді реттілігі бар тасымалдаушы толқынның 180° фазалық кілтімен жасалады. PRS2 инверттеу арқылы ұзақтығы 20 мс болатын екілік DRO белгілері беріледі. L1 ≈ 1600 МГц диапазонындағы тар диапазонды сигнал спутниктің қарауындағы барлық тұтынушыларға қол жетімді. Осы жиіліктегі кең жолақты сигналды азаматтық пайдаланушылар пайдалана алады, бірақ тек РФ қорғаныс министрлігінің келісімімен.

Алғашқы модификацияланған NSA шығаратын L2 навигациялық радио сигналы - бұл персоналды тербеліс фазасын 180° периодтық бинарлы PSP2 ($F2 = 5.11$ МГц) өзгертпей, яғни DI беріліс негізіндегі манипуляциялау нәтижесінде пайда болған кең компонентті шу тәрізді радиосигнал. Спутниктен шығарылатын L2 навигациялық радио сигналы екінші модификацияда квадратурада бірдей қуаттылығы 1250 МГц болатын екі шу тәрізді радио сигналдар бар: 1) PSP1 ($F1 = 0.511$ МГц, $T1 = 1$ мс) 1250 МГц болатын тар жолақты навигациялық радио сигналы; 2) DSP-сыз PSP2 ($F2 = 5,11$ МГц) бар 1250 МГц кеңжолақты навигациялық радиосигнал.

GLONASS SRNS жобалау кезінде екі жиілік диапазонындағы навигациялық радио сигналдарға арналған номиналды тасымалдаушы жиіліктерінің келесі «торы» жасалды: жоғарғы 1600 МГц (V) және одан төмен.

мұндағы k - навигациялық радио сигналдары үшін 1600 МГц және 1250 МГц үшін квк және кнк жиіліктерінің шартты сериялық нөмірі.

Әрбір жерсерік үшін L1 және L2 диапазондарындағы сигналдардың жұмыс жиілігі үйлесімді және бір жиіліктік анықтамадан құралады. Әрбір жерсеріктің тасымалдаушысының жұмыс жиіліктерінің қатынасы [3]:

$$f_{vk} / \Delta f_{nk} = 9/7$$

GPS навигациялық радио сигналдарының құрылымы GPS SRNS Code Division Multiplies Access (CDMA) сигналдарын қолданады.

NSA GPS таратқыштары L1 және L2 жиіліктерінде екі үздіксіз сигнал береді. L1 тасымалдаушысының жиілігі бөліну жеңілдігі үшін бір-біріне квадратурада тұрған (компоненттер $\pi / 2$) екі компоненттен тұрады. Біріншісі екі бинарлық реттілікпен (жалған кездейсоқ P-коды және мәліметтерді беру желісінің ақпараттық реттілігі), 2 модуль, екіншісі 2 модульді қосып, екі бинарлық реттілікпен (жалған кездейсоқ C / A коды және ақпарат реттілігі) модуляцияланған. Екі ақпараттық тізбекте спутниктік эфемералар, жүйенің уақыты, спутниктің «сағатының» мінез-құлқы, хабарлама күйі және т.б.

L2 тасымалдаушысының жиілігі бір компоненттен тұрады және екі бинарлық реттілікпен модульденеді (әдетте жалған кездейсоқ P-код немесе C / A - код және мәліметтер желісінің ақпараттық реттілігі), 2 модуль қосылды.

Мұнда қарастырылған ақпарат реттілігі мүлдем берілмеген кезде, тек P (Y) -кодты пайдалану режимі. Барлық жағдайларда, ақпарат тізбегінің деректерді беру жылдамдығы 50 бит / с құрайды. Пайдаланылған фазалық ауысу пернелері (екі фазалық ауысу пернесі, BPSK) [4]. Негізгі жалған кездейсоқ шама коды - дәл P-код. A / S (Антифосфутинг) режимі қосылған кезде оның орнына P (Y) жабық код қолданылады.

Әлемдік қоғамдастықтың қарауында ашық псевдо-кездейсоқ C / A (анық (өрескел) / сатып алу) код бар, кейде «оңай (өрескел) басып алу» деп аударылады, ол алдымен бақылау режиміне бірінші кіру үшін қолданылды, содан кейін P-кодты қолдануға көшу. K / k-код үшін координаталарды анықтаудың дәлдігін 100 м (2 СРО) деңгейіне дейін әдейі төмендету үшін селективті қол жетімділіктің арнайы режимі (Selective Availability, S / A, SD) енгізілді.

Барлық NSA бірдей жиіліктерді қолданады, бірақ олардың әрқайсысының өз кодтары бар, өйткені қарастырылған кодтардың қасиеттері олардың арасында әртүрлі NSA сигналдарын сенімді түрде бөлуге мүмкіндік беретін, яғни. мұнда сигналдарды бөлудің кодтық принципі қолданылады.

P-код - бұл ұзақтығы 7 күн, 10,23 Мбит / с жылдамдықпен (сағат жиілігі 10,23 МГц) берілетін екілік реттілік (PSP). Жабық P (Y) -код, ұзақтығы 267 күн, арнайы жабық құжаттарға сәйкес жасалады (ICD-GPS-203/224/225). C / A-код (Алтын код) - бұл 1,023 МГц [4] жиілікпен 1 мс PRP.

Осылайша, GPS сигналдары L1 және L2 жиіліктерінде орналасқан екі L-диапазоны 20,46 МГц жолағын алады. Бұл жиіліктер спутникте бір генератормен дәйекті түрде жасалады, ал жерде бұл генератордың жиілігі 10,23 МГц болуы керек (P-код сағаттарының жиілігі). 1.2.3. Навигациялық хабарлама Навигациялық радиосигналдар үшін навигациялық хабарламаның сандық ақпараты (DI) спутник бортында радиотехникалық құралдар арқылы жүйенің NKU жүйесінен спутниктің бортына жіберілетін мәліметтер негізінде жасалады.

ГЛОНАСС жүйесінде 1600 МГц навигациялық радио сигналында берілетін D1 жолының ұзақтығы 2 сек (МБ-мен бірге) және салыстырмалы код түрінде берілетін, ұзақтығы 20 мс 85 85 екілік символдан тұрады. Рамада 15 жол (30 с), 5 кадрдан тұратын кадр (2,5 мин) бар. Әр кадрдың бөлігі ретінде операциялық C1-нің толық көлемі және жүйелік альманахтың бөлігі беріледі. Толық альманах суперфрейм аясында өтеді. Кадрдағы жұмыс істейтін сандық сигнал навигациялық радиосигнал шығаратын жерсерікке жатады және мыналарды қамтиды:

- кадрдағы ЭЦҚ сенімділігі белгілері;
- раманың басталу уақыты;
- эфемер туралы ақпарат
- t_0 уақытында тікбұрышты геоцентрлік координаттар жүйесіндегі NSV координаталары мен туындылары;
- уақыттық жиілікті түзету (FWC) t_0 уақытында навигациялық радио сигналының тасымалдаушы жиілігіне қатысты түзету және NSA BSV түзету түрінде; уақыт t_0 .

T_0 уақыты, EI және ПВП «байланыстырылған», күннің басынан бастап 30 минуттан аспайды.

- альманахқа жататын уақыт;
- орбиталық параметрлер, тасымалдаушы жиіліктің жұп саны және OG (24 NSA) әр стандартты спутник үшін BSV түзету;
- елдің BC жүйесіне қатысты жүйенің BC-ге түзету, түзету қателігі 1 мкс аспайды.

Жүйелік альманах навигациялық сеансты жоспарлау үшін (оңтайлы жерсеріктік шоқжұлдызды таңдау) және жүйеде навигациялық радиосигналдарды қабылдау үшін қажет (Доплер тасымалдаушысының жиілігін ауыстыруды болжау). Операциялық D1 навигация сеансында NAP үшін қажет, өйткені CWP өлшеу нәтижелеріне енгізіледі, ал EI тұтынушының координаттары мен жылдамдық векторын анықтау үшін қолданылады.

GPS жүйесінде тар диапазонды навигациялық радио сигналдардағы D1 келесідей құрылған: жолдың ұзақтығы 6 сек, кадр 5 сызықты (30 сек), суперфрейм - 25 кадрдан тұрады (12,5 мин) [5]. GLONASS жүйесіндегі тар жолақты навигациялық радио сигналдар GPS жүйесімен салыстырғанда суперфреймдердің қысқа мерзіміне (2,5 мин) байланысты альманахты тезірек қабылдауды (жанартуды) қамтамасыз етеді.

Радио навигациялық өріс

Стандартты жерсерік шығаратын навигациялық радио сигналдар жердегі кеңістіктегі радио навигациялық өрісті құрайды. Міне, оның кейбір сипаттамалары.

Навигациялық радиосигналдар жер бетіне радиациялық үлгінің (BP) жұмыс жасайтын бөлігі ені $2\varphi = 380$ болатын және жердің h_0 биіктігінен асатын жердің дискін «жарықтандырады». DN-нің жұмыс бөлігі жоғарғы жақта $2\varphi = 0$ бұрышы бар конустық радио сәуле түрінде ұсынылуы мүмкін. Сонда $\sin\varphi = (h_0 + r) / (H + r)$ деп жаза аласыз, мұндағы $r = 6400$ км -

Жердің радиусы; $H = 19100$ км - бұл жерсеріктің орбиталық биіктігі $\Phi_0 = 190$ ауыстыра отырып, біз $h_0 = 2000$ км аламыз.

Толық пайдаланылған газбен (24 стандартты спутник), $h \leq h_0 = 2000$ км биіктіктегі радио навигациялық өріс ғарышта үздіксіз болады, яғни. осы кеңістіктің кез келген нүктесінде тұтынушы координаттар мен жылдамдық векторын жедел автономды анықтау үшін геометриялық фактор тұрғысынан қанағаттанарлық шоқжұлдызды құрайтын кемінде төрт спутниктен алынған радиолармен «жарықтандырылады».

$H > h_0$ биіктікте радионавигациялық өріс кеңістіктегі дискретті болады. $H_0 < h < H$ биіктіктегі ғарыш объектілері эксплуатациялық навигация үшін қажетті шоқжұлдыздан шыққан радио сәулелерімен «жарықтандырылады» (кемінде төрт NSV, оның ішінде жергілікті горизонттың астындағы NSV) барлық жерде емес, тек олар ғарыштың белгілі бір аудандарында болғанда.

$H > H$ биіктіктегі ғарыш объектілері (мысалы, геостационарлық орбитада) олардың орбиталарының кейбір бөліктерінде бір немесе екі NSV (толық ОГ-мен) радиотүсіріліммен «жарықтандырылады», ал NAP навигациялық қабылдау нәтижелерін өңдеуге негізделген ғарыш объектісінің орбитасын дереу анықтамауы мүмкін. радио сигналдары орбитадағы «жарықтандырылған» бөліктерде.

Беттік тұтынушыға арналған радио навигациялық өрістің негізгі энергетикалық сипаттамалары ($h \ll h_0$) бұл «стандартты» қабылдайтын антеннаның шығысындағы (жер бетіндегі шағылыстарды ескерусіз) жақын зенит пен жақын горизонт спутнигінен навигациялық радиосигналдың қуаты P_0 . Жер асты пайдаланушысы изотропты антеннаны қабылдаған навигациялық радио сигналдың номиналды қуаты жақын және көкжиекке жақын жерсерік үшін бірдей және -157 ± 1 дБВт құрайды. Сызықты поляризацияланған изотропты антеннаның шығу кезінде сигналдың минималды қуаты 50-ге көтерілгенде -161 дБВт құрайды.

1.3 Жерді басқару кешені

NSA орбиталық тобының жерүсті басқару кешені (ББЖ) төрт топтық тапсырманы орындайды: а) спутниктің эфемериясы және уақыт жиілігін қолдау; б) радионавигациялық өрісті бақылау; в) NSA радиотелеметриясының мониторингі; г) NSA жұмысын командалық және бағдарламалық басқару. Әртүрлі спутниктердің уақыт шкалаларын қажетті дәлдікпен синхрондау үшін жерсеріктің бортында 10-13 тәртіпті салыстырмалы тұрақсыздықпен цезийдің жиілік нормалары қолданылады. Жерді басқару кешенінде салыстырмалы тұрақсыздығы 10-14 болатын сутегі стандарты қолданылады.

Сонымен қатар, ШБК спутниктердің уақыт шкаласын 3-5 нс қателігі бар эталондық шкаламен салыстыруға арналған құралдарды қамтиды.

NSA-дың уақытты жиілікті қолдау (FWC) - бұл жүйенің уақыт шкаласына (BC) қатысты борттық уақыт шкаласының (BCS) анықталуы мен болжамын және навигациялық радиосигналдарда CI рамкаларына орналастырылған BCS-ке уақыттық жиілік түзетулерін (CWC) жерсерікке бортқа енгізу.

ГЛОНАСС жүйесінің жер үсті басқару кешенінің сегменті 4 суретте көрсетілген.



Сурет 1.4 - Глонасс жүйесінің жерді басқару кешенінің сегменті

ТБК келесі өзара байланысты стационарлық элементтерден тұрады: жүйені басқару орталығы (ҰБО); орталық синхронизатор (CS); командалық бақылау станциясы (KSS); басқару станциялары (CC); фазалық басқару жүйесі (SCF); кванттық оптикалық станциялар (КОС); өрісті басқару жабдықтары (АСР);

Жүйенің баллистикалық орталығы (BC) жер үстіндегі радиотехникалық «жауап алу» командалық-өлшеу пункттерінің (КИП) желісінен түсетін жер серігі мен радиалды жылдамдықтың траекториялық өлшеулерінің нәтижелері бойынша жерсеріктің қозғалыс параметрлерін анықтайды және болжайды. ТЖК географиялық ендікте Ресейдің аумағында (батыс, орталық, шығыс) $50^\circ \dots 60^\circ N$ аралығында орналасқан кемінде үш аспапты қолданады. КИП географиялық ендіктен кемінде $50^\circ N$. Ғарыш аппараттарының әр орбитасында 1 ... 5 сағатқа созылатын сессиялар кезінде әрбір ғарыш кемесін кем дегенде 5° көтеру бұрыштарында «бақылайды». Біздің заманымызда қалыптасқан болжамды ЭИ күн сайын ТМД желісі арқылы спутниктің бортына «қойылады». GPS жүйесінің жердегі басқару кешенінің сегменті 5 суретте көрсетілген.

Басқару сегменті бүкіл әлемде орналасқан жердегі бақылау станциялары желісінен тұрады. Желі құрамына негізгі (негізгі) станция (HS), басқару станциялары (CS) немесе бақылау станциялары (SS) және жерсеріктік

жердегі деректерді енгізу станциялары (үш) кіреді. Кешен ГЛОНАСС-ка ұқсас тапсырмаларды орындайды. GPS жүйесінің жерүсті басқару жүйелерінде, ГЛОНАСС жүйесінен айырмашылығы, эфемерді қолдау және уақыт жиілігін қолдаудың ішкі жүйелері бірге жасалады.



Сурет 1.5 - GPS жүйесінің жер үсті басқару кешенінің сегменті

АҚШ Қорғаныс министрлігі жүйені төрт жер үсті басқару станциялары - негізгі станция және үш деректерді басқару станциялары арқылы басқарады:

- бақылау станциялары жерсеріктерді үнемі қадағалап отырады және негізгі станцияға ақпаратты жібереді;

- негізгі станция спутниктердің атом сағаттары үшін синхрондау түзетулерін есептейді. Сондай-ақ, ол орбиталық ақпаратты түзетеді (спутниктік эфемерис). Негізгі станция өз жұмысының нәтижелерін жүктеу станцияларына жібереді;

- деректер ағынын басқару станциялары басты станциядан алынған мәліметтерді қолдана отырып, әр спутник жіберетін ақпаратты жаңартады. 1.4 ГЛОНАСС және GPS сигналдарын бөлісу

Спутниктік радионавигацияны жетілдіру мен дамытудың маңызды бағыттарының бірі ГЛОНАСС пен GPS сигналдарын бірлесіп пайдалану болып табылады. Бұл жүйелердің NSV орбиталық тобының баллистикалық құрылымы жағынан да, NSA шығарған радио сигналдармен де жақындығы екі жүйенің сигналдарында жұмыс істейтін АП құруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда екі жүйеге тиесілі ғарыш аппараттары бір уақытта жұмысшы шокжұлдыз ретінде қолданылады.

Бұл процестің негізгі мақсаттары навигациялық анықтамалардың дәлдігі мен сенімділігін (қол жетімділік, қызмет үздіксіздігі және тұтастығы) жақсарту болып табылады. Бөлісу мен интеграцияны жеңілдететін маңызды шарттар: - екі жүйенің де баллистикалық құрылу принциптерінің жалпылығы (орбиталық биіктігі 0020000 км, орбиталық бейімділік $\approx 60^\circ$, ғарыш кемесі

орбиталық период ≈ 12 сағ және т.б.); - қолданылатын жиілік диапазонының (≈ 1600 МГц L1 және ≈ 1200 МГц L2), сондай-ақ фазалық ығысу мен жалған кездейсоқ тізбектің көмегімен сигнал

- кодтың жалпы құрылымы;
- навигация параметрлерін синхрондау мен өлшеудің жалпы принциптері;
- қолданылатын координат жүйелерінің жақындығы;
- ГЛОНАСС пен GPS SRNS құру мен жетілдірудің практикалық бір уақыттағы;
- АҚШ және Ресей үкіметінің әлемдік қоғамдастықта әр түрлі тұтынушылар үшін жүйелер ұсынуға дайындығы.

ГЛОНАСС және GPS сигналдарын (GLONASS + GPS) бірлесіп қолданудың дәл аспектілерін қарастырайық. 1.1 кестесінде көлденең координаталарды (HDOP), биіктікті (VDOP) және уақытты (TDOP) анықтауда жер серіктерінің толық санын (> 4) және геометриялық факторларды бақылаудың орташа ықтималдығы (P) көрсетілген.

Кесте 1.1 - ГЛОНАСС ғарыш кемесінің байқау сипаттамалары

НКА саны	4	5	6	7	8	9
P	1	1	1	1	0,91	0,58
HDOP	1,41	1,26	1,15	1,03	0,95	0,89
VDOP	2,0	1,75	1,70	1,61	1,60	1,55
TDOP	1,13	1,03	1,03	0,95	0,93	0,91

ГЛОНАСС үшін берілген GPS спутнигінің ықтималды байқау сипаттамаларын қарастыра отырып, 1.1 кестенің бірінші қатарындағы деректерді талдау нәтижесінен, кем дегенде 16 GLONASS + GPS спутнигін көру ықтималдығы шамамен 0,99 құрайды, ал NSA үшін 18 немесе одан да көп - 0,84 [3]. 1.2-кестеде навигациялық анықтауда пайдаланылатын жерсеріктер санының функциясы ретінде геометриялық факторлардың есептелген орташа мәні көрсетілген.

Кесте 1.2 - Геометриялық факторлардың NSA санына тәуелділігі

НКА саны	HDOP	VDOP	TDOP
8 НКА ГЛОНАСС	1,03	1,34	0,80
10НКАГЛОНАСС	0,84	1,24	0,72
Барлығы ГЛОНАСС+GPS	НКА 0,58	0,84	-

1.2-кестеден барлық ГЛОНАСС пен GPS спутниктерін дифференциалды режимде немесе GPS-ке таңдамалы қол жетімділік болмаған жағдайда

пайдалану координаталар мен биіктіктерді анықтау дәлдігінің 8 және 10-ға дейінгі нұсқаларға қатысты 1,6 және 1,4 есе артуына әкеледі. Тиісінше NCA ГЛОНАСС.

1.3-кестеде таңдамалы қол жетімділігі бар номиналды және дифференциалды режимдердегі координаталарды (түбір-орташа квадраттық радиальды ауытқу; дрм) және биіктікті (RMS) анықтаудың уақыт бойынша дәлдігі көрсетілген. GPS (SD).

Кесте 1.3 - ГЛОНАСС және GPS арқылы координаталар мен биіктіктерді анықтау дәлдігі

Режим	Координаты; дрмс; м	Биіктік; СКО; м
Барлығы НКА ГЛОНАСС, н*	9,0	13,5
16 НКА ГЛОНАСС+GPS (СД); н	8,5	12,6
Барлығы НКА ГЛОНАСС+GPS (СД); н	8,4	12,5
Барлығы НКА ГЛОНАСС; д*	1,8	2,6
16 НКА ГЛОНАСС+GPS; д	1,36	1,9
Барлығы НКА ГЛОНАСС+GPS (СД); д	1,24	1,82

* «n» және «d» әріптері сәйкесінше SRNS номиналды және дифференциалдық режимдерін белгілейді.

1.3-кестеден ГЛОНАСС спутнигіне қосымша таңдамалы қол жетімділікпен номиналды режимде GPS спутнигін пайдалану дәлдік деңгейінің координаталарда 5 ... 10% -ға және биіктігі бойынша 8% -ға артуына алып келеді. Бастапқыда GPS-ке бағдарланған тұтынушылар үшін ГЛОНАСС сигналдарын қолдану дәлдікті үш есе жақсартады. 1.4 және 1.5 кестелерде тек GPS және GPS + GLONASS ғарыш кемесін пайдалану кезінде тұтастықты бақылау функциясының (RAIM) қол жетімділігі мен жұмыс істемейтін жағдайдың максималды ұзақтығы көрсетілген.

Кесте 1.4 - ВС ұшуының әртүрлі кезеңдерінде SRNS болуы,%

Топтастыру	Бағыт бойынша ұшу.	Аэродром аймағы	Нақты емес тәсіл
GPS	98,58	96,53	67,26
GPS+ГЛОНАСС (15 НКА)	100	99,99	98,87
GPS+ГЛОНАСС	100	100	100

1.4 кестеде көрсетілгендей, ГЛОНАСС-пен бірге GPS қолдану қол жетімділіктің айтарлықтай артуына алып келеді, әсіресе нақтыланбаған (категорияланбаған) тәсіл үшін (67% -дан 100% -ға дейін). Бұл сонымен қатар

жұмыс істемейтін күйлерді жояды, олардың тек GPS-ті пайдалану кезіндегі ең ұзақ уақыты 35-тен 295 минутқа дейін.

1.5-кестеде жұмыс істемейтін күйдің ұзақтығы туралы мәліметтер келтірілген.

Кесте 1.5 - Жұмыс істемейтін күйдің максималды ұзақтығы, мин

Топтастыру GPS	Бағыт бойынша ұшу 35	Аэродром айлағы 70	Нақты емес тәсіл 295
GPS+ГЛОНАСС (15 НКА)	0	15	30
GPS+ГЛОНАСС	0	0	0

1.5 СРНС ГЛОНАСС және GPS жұмыс принциптері ГЛОНАСС және GPS

СРНС-те навигациялық анықтамалардың жұмыс істеуінің негізгі принциптері бірдей және 6-суретте сипатталған.



Сурет 1.6 - СРНС-те навигациялық анықтамалардың жұмыс істеуінің негізгі принциптері

Жүйеде тұтынушының координаталары оларды жерсерікке жалған диапазондармен (ПД) есептеу арқылы анықталады. Псевдо-диапазондар «і-

спутниктік тұтынушы» бағыты бойынша T_i сигналының кідірген уақытынан және радио толқындарының таралу жылдамдығынан есептеледі [3]:

$$D_i = cT_i \quad (1.1)$$

T_i алынған псевдо-кездейсоқ кодтарды және қабылдағышта пайда болған осы кодтардың көшірмелерін априориді ескере отырып салыстырады.

спутниктен сигналдардың сәулеленуінің белгілі сәттері. Бұл жағдайда тасымалдаушы жиіліктерінің фазалық айырмашылықтарының тиісті өлшеулерін де қолдануға болады.

Координаталарды анықтау үшін (1.1) қолданбас бұрын, тропосфералық және ионосфералық қателер өтеледі. Тропосфералық түзетуді, атап айтқанда, байланыс арқылы есептеуге болады:

$$\Delta D_{Tr,i} = 8.8 \cos E_i \quad (1.2)$$

мұндағы E_i - i -спутниктің биіктік бұрышы.

Қосарлы жиіліктегі жабдықта ионосферадағы сигналдың таралу ерекшеліктерінен туындаған АП қателіктерін өтеу бұл жағдайда АП анықтау қателіктері тасымалдаушы жиілігінің квадратына кері пропорционалды болатындығын ескере отырып жүргізіледі: $\Delta D = k / f^2$, мұндағы k - белгілі бір пропорционалдылық коэффициенті, жиілікке тәуелсіз. е. Содан кейін, жалған диапазонның ең жақсы бағасын алу үшін келесі байланыс қолданылады:

$$D = (D_1 - \gamma D_2) / (1 - \gamma) \quad (1.3)$$

мұндағы $\gamma = (f_1 / f_2)^2 = (7/9)^2$, f_1 және f_2 - сәйкесінше L_1 және L_2 диапазонындағы сигналдардың жиілігі; D_1 және D_2 - АР сәйкесінше L_1 және L_2 жиіліктеріндегі сигналдармен анықталады.

ПД D_{iu} осылайша анықталуы мүмкін:

Уақыт шкаласын табу және түзету мәселесін шешу үшін N , NSA сигналының шығарылу моментін априори анықтауда көрінетін X , Y , Z үш координаты және тұтынушы T_i уақыт шкаласының қатесі болатын теңдеулер жүйесі құрылады.

4 белгісізді ескере отырып, 4 NSA-ға қатысты 4-тен аз анықтаманы алу қажет. Әдетте тұтынушының көрінуі саласында 5-тен 8-ге дейін болады. Қазіргі заманғы тұтыну жабдықтарында әдетте бұрыннан анықталған теңдеулер жүйесі шешіледі (1.4), олардың саны 4-тен асады. ол итерациялық салмақталған ең аз квадраттар әдісін қолданады.

Тұтынушы X , Y , Z жылдамдықтарының компоненттері псевдо-жылдамдықтар үшін ұқсас сызықтық емес теңдеулерді объектінің және спутниктің қозғалуынан туындаған спутник сигналдарының тасымалдаушы жиіліктерінің фазалық өсуімен шешу арқылы анықталады. Навигацияны

анықтау кезінде табылған X , Y , Z тікбұрышты геоцентрлік координаттар тұтынушы өзінің нақты міндеттерін орындау кезінде пайдаланатын координаттарға айналдырылуы керек. Мұндай координаттар көбінесе B - ендік, L - бойлық, H - эллипсоид деңгейінен биіктік геодезиялық координаталар болып табылады.

Тұтынушылар сегментіне қабылдағыштар (UA) және пайдаланушылар қауымдастығы кіреді. Кіру нүктесі спутниктен сигналдарды қабылдайды, оларды өңдейді, навигациялық параметрлерді өлшейді, жалған диапазондардың немесе жалған жылдамдықтардың жалған диапазондары мен өсулерін анықтайды және олардың негізінде GSK-да координаттар мен жылдамдық компоненттерін есептейді және жүйенің уақытына және оның кетуіне қатысты TI жергілікті уақыт шкаласына түзетулер енгізеді. Содан кейін геодезиялық координаталар мен тірек эллипсоид (B , L , H) үстіндегі биіктік және жылдамдық векторының компоненттері (V_N , V_E , V_H) есептеледі, ол үшін Жер моделінің параметрлерімен байланыс қолданылады.

Инмарсат жерсеріктік жүйесі. INMARSAT (Инмарсат) - 1979 жылы құрылған, басында үкіметаралық ұйым ретінде құрылған халықаралық спутниктік байланыс компаниясы. Ол жер үстіндегі төрт негізгі нүктеде шоғырланған 11 геосинхронды (геостационарлық) телекоммуникациялық жерсеріктердің тобын басқарады. Жүйе құрлықта да, теңізде де, әуеде де жерсеріктік мобильді байланыстың артықшылықтарын пайдалануға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта компанияның қызметтері, соның ішінде жоғары сапалы телефония және 144 кбит / с дейінгі жылдамдықтағы деректерді таратуды бүкіл әлем бойынша 210 мың қолданушы пайдаланады. Спутниктік желі компанияның Лондондағы штаб-пәтерінен басқарылады.

Спутниктік сигналды жеткізу үшінші тарап делдалдарының жердегі станциялары арқылы жүзеге асырылады. Олар тек спутниктік байланыс қызметтерін жеткізіп қана қоймайды, сонымен қатар соңғы пайдаланушыға арналған жабдықты, атап айтқанда, спутниктік телефондарды, терминалдарды сатады, сонымен қатар кепілдік және кеңес беру қызметтерін ұсынады. Бұл компаниялар бір-бірімен байланысты емес және Inmarsat-пен тікелей жұмыс істейді, сондықтан құрылғыны сатып алу және жалғау үшін клиенттер кез-келген компаниямен байланыса алады. 7 сурет - Геостационарлық жерсеріктердің қамту аумақтары 1, 2, 3 сандары ғаламдық спутниктік қамту аймағын білдіреді.

Инмарсат құрылымы Inmarsat байланыс жүйесі үш негізгі сегменттерден тұрады: кеңістік, жер үсті және әдет-ғұрып. Біріншісі геостационарлық спутниктер жүйесімен ұсынылған, ол өз осінің айналасында планетаның өзімен бірдей жылдамдықта айналады. Бұл Inmarsat спутниктік байланысын өте сенімді және тұрақты етеді. Inmarsat желісі үшінші және үшінші буынға тиесілі 4 негізгі және бір қосалқы жерсеріктен тұрады. Негізгі жерсеріктер тізімі:

- Idoceanic;
- Тынық мұхиты;

- Шығыс Атлант;
- Батыс Атлант.

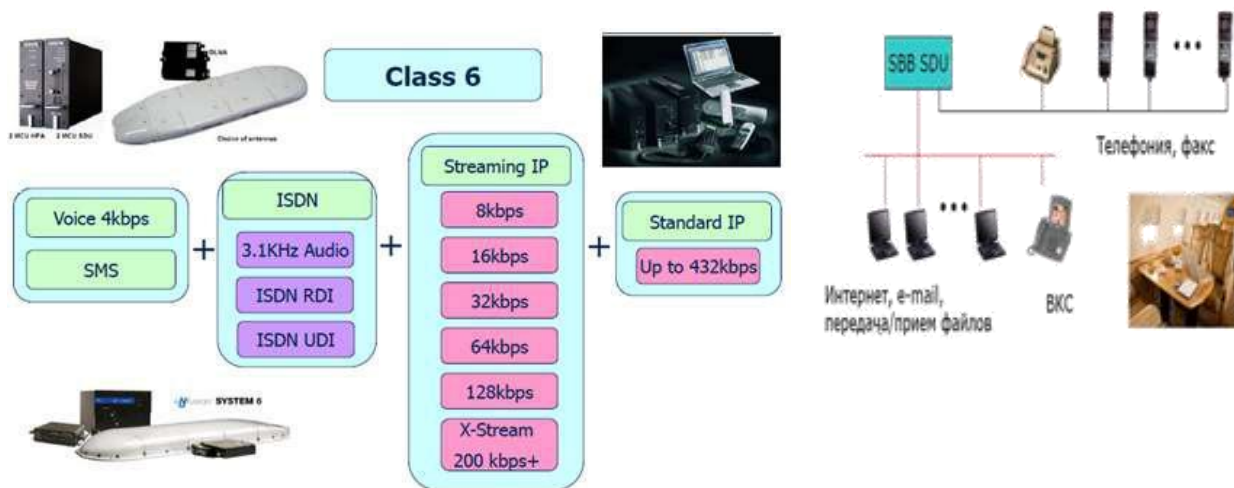
Жер орбитасындағы тек үш ғарыш кемесі бүкіл планета бетінің 98% жабуға жеткілікті. Тек Оңтүстік және Солтүстік полюстер спутниктік сәулелерден тыс қалды. Пайдалану арқылы төрт орбиталық жабдықтың, пайдаланушылардың ұялы құрылғыларының орналасқан жеріне байланысты бірден үш спутникті көре алады. Инмарсаттың екінші сегменті - жер. Оған жағалаудағы жерүсті станцияларының желісі, спутниктік басқару орталығы, желілік ынтымақтастық станциялары және пайдалану орталығы кіреді. Басқару орталығы компанияның штаб-пәтерінде орналасқан және жұмыс істеп тұрған жерсеріктерді бақылап отырады, олардың адасып кетуіне жол бермейді және мүмкін жүйелік проблемалардың туындауын бақылайды. Жағалау станциялары Инмарсаттың кеңістік пен жер сегменті арасындағы өзіндік байланыс түрі. Ал операциялық орталық, өз кезегінде, үйлестіру станциялары жұмысына сүйене отырып, байланыс және деректерді беру арналарын басқарады. Пайдаланушы сегменті Inmarsat абоненттері пайдаланатын жабдықпен ұсынылған. Бұған спутниктік телефондар, байланыс терминалдары және басқа құрылғылар кіреді.

Жүйе авиация, тасымалдау, жердегі тасымалдау және басқа да қызметтерге арналған көптеген желілік стандарттарды қолдайды. Үш байланыс стандартының болуын атап өткен жөн: Inmarsat BGAN (BroadBand Global Area Network), Inmarsat FBB (FleetBroadband) және Inmarsat SBB (Broadband) [7]. Inmarsat SBB әуе кемесінде барлық заманауи байланыс қызметтерін алуға ғана емес, оларды экономикалық тұрғыдан тиімді және қол жетімді етуге мүмкіндік беретін алғашқы авиация стандарты:

- ыңғайлы жылдамдықтағы интернет, үлкен файлды беру, видео ағындары, бейнебақылау, GSM / GPRS, VOIP);

- SBB абоненттік ықшам және жеңіл терминалдары кез-келген типтегі және класстағы әуе кемелеріне, соның ішінде шағын ұшақтар мен ұшақтарға орнатылуы мүмкін; - деректерді және дауысты бір уақытта беру. Бұл желі пайдаланушыларға кез-келген уақытта және кез келген жерде қол жетімді сенімді және сапалы байланыс арнасын ұсынады. Жүйе жетілдіріліп, өткізу қабілеті жоғарылаған сайын әртүрлі терминалдардың модификациялары жасалып, әуе және жер үсті қызметтері енгізілді.

Inmarsat жүйесі Inmarsat-Aero стандарттарын қолдана отырып, авиациялық станциялардың бірнеше түрін қолданады. Олар радиотелефон байланысын, факс, жоғары жылдамдықты мәліметтерді беруді қамтамасыз етеді - әуе кемелері экипаждары мен жолаушыларға халықаралық авиакомпанияларда қызмет көрсету үшін. Ұшақ салонынан кокпитке дейін Satcom Direct® Inmarsat қызметтері экипаж мен жолаушылар арасындағы байланысты қамтамасыз етеді [8]. 8 суретте Inmarsat SBB абоненттік терминалы көрсетілген.



Сурет 1.7 – Абоненттік терминал Inmarsat SBB

Суретте Inmarsat SBB корпоративтік пайдаланушыларының кең тобының сұранысына ие классикалық, әмбебап қосымшасы («Ұшақ бортындағы» жылжымалы кеңсе). Төменде қызмет түрлері көрсетілген: а) әуе кемесінде жеке және топтық жұмыс жасау мүмкіндігі; б) Берілген трафик түріне байланысты IP-арнаға қол жеткізудің әртүрлі режимдерін тағайындау:

а) QOS жоқ фондық IP - Интернет, электрондық пошта, файлдарды жіберу / қабылдау; 2) IP-ті QOS-пен жіберу - нақты уақыттағы трафик (ағынды бейне, VOIP, бейнеконференция);

в) Бейнеконференцияларды ұйымдастырудың әртүрлі нұсқалары - ноутбуктағы қарапайым клиенттер, кәсіби аппараттық жүйелер (Тандберг, Поликом); г) корпоративті желілерге (VPN) қол жеткізу. Бейне ақпарат және деректер диспетчерлік орталыққа жіберіледі (телеметрия, датчиктер, жерді сенсорлық жабдық) нақты уақытта немесе әуе кемесінің бортында жазылған және өңделген файлдар түрінде, сонымен қатар әуе кемесінен хабарламаларды жіберуді жеңілдететін қысқа кодтарды орнату (1.8-сурет).



Сурет 1.8 – Мониторинг

Әуе кемесінде болып жатқан оқиғаларды қашықтықтан тәуелсіз бейнебақылауды қолдану сценарийі.

Жұмыс жиілігі

L-диапазондағы жиіліктер абоненттік терминалдармен байланыс үшін қолданылады, оның ішінде [6]:

- «Жер - спутник» бағыты - 1626.5-1660.5 МГц;
- «спутник - Жер» бағыты - 1525.0-1559.0 МГц.
- беру желілерінің жұмысы С-диапазонында орындалады:
- «Жер - спутник» бағыты - 6425-6450 МГц;
- «спутник - Жер» бағыты - 3600-3623 (3600-3630) МГц.

1.6 ADS-B сипаттамасы

Автоматты тәуелді бақылау-хабар тарату (ADS-B) (хабар тарату режимінде автоматты тәуелді бақылау). Негізінде, бұл GPS жүйесін пайдаланып ұшақтың координаттарын анықтайтын технологиялық шешім. ADS-B транспондерімен жабдықталған әуе кемесі барлық «[S]» режим режимінде, әр секунд сайын, эфирге (1090 МГц жиілігінде) эфирге, ашық радиохабар жасайды, жібереді, ол нақты уақыттағы мәліметтерден тұрады - оның дәлдігі диспетчерлерге және басқа әуе кемелеріне жердегі орталықтарға ұшу туралы координаттар (биіктік, жылдамдық, ұшу және т.б.).

ADS-B ұшқыштар мен бақылаушыларға не болып жатқанын көруге мүмкіндік береді, бұл барлық қозғалысқа қатысушылардың өзара түсінушілігін арттырады, осылайша әуе қозғалысын басқарудың қауіпсіздігі мен икемділігін арттырады [9]. ADS-B аббревиатурасы: а) Автоматты - автоматты түрде жұмыс істейді және оператордың араласуын қажет етпейді; б) тәуелді - GPS жүйесіне және ұшуды басқару жүйесіне (FMS) байланысты; в) қадағалау - әуе кемесін радиолокациялық жүйелер сияқты бақылауды қамтамасыз етеді; г) хабар тарату - барлық әуе кемелеріне және жердегі станцияларға деректерді үздіксіз радиохабарлау. ADS-B артықшылықтары: төмен құны, дәлдігі және деректерді жаңарту жылдамдығы. ADS-B жүйесі қарапайым, қарапайым, радиолокациялық жүйелерден тұрады, олар радармен салыстырғанда арзан, орнатылуы және қолданылуы механика мен сигналды өңдейтін жабдықты ұстауды қажет етеді. Орналуы туралы мәліметтер, әуе кемесінің жылдамдығы және байланысты сапа көрсеткіштері әдетте әуедегі GNSS жүйесінен алынады.

ADS-B сонымен бірге ұшақтың позициясы мен идентификаторын дәл анықтайды. ADS-B жүйесі әуе кемесінен шамамен секунд сайын ақпарат береді [10]. Радиолокациялық жүйеден айырмашылығы, мұнда ақпаратты жаңарту уақыты 12 секундты құрайды, ол радар антеннасының айналу жылдамдығымен анықталады. ADS-B позициялау дәлдігінің жоғарылығына

ие болғандықтан, ол сізге көптеген әуе кемелері бар жерлерде трафикті азайтуға және оны тиімді етуге мүмкіндік береді.

Аумақты толық қамту - жүйенің тағы бір артықшылығы. ADS-B жабдығын радиолокациялық жабдықты пайдалану мүмкін емес жерлерде орнатуға болады.

Кокпиттің қауіпсіздігі жақсарды - ADS-B басқа ADS-B жабдықталған ұшақтарды монитор экранында кокпитте көрсетуге мүмкіндік береді. Егер әуе кемесі толықтай жабдықталған болса, бұл ұшқышқа ADS-B жүйесімен жабдықталмаған ұшақтар туралы ақпаратты радарлармен жабдықталған жер үсті станцияларынан FIS-B (трафик туралы ақпарат тарату) арқылы алуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, ұшу туралы ақпарат қызметі - Broadcast (FIS-B) арқылы ұшатын аймақтағы ауа-райы туралы графикалық ақпаратты алуға болады.

Әуе кеңістігінің сыйымдылығы мен тиімділігін жоғарылатады - ADS-B ұшқыштардың басқаруымен және бақылауымен байланысты, бұл ADS-B жүйесінің осыған байланысты көрінетін артықшылығы. Ұшақтың айналасындағы жағдайды бейнелеу оларға уақыт аралығын азайтуға, терминалдардағы жүктемені азайтуға және ұшақтарға тиеу және құю операцияларын тиімді жоспарлауға мүмкіндік береді.

Ұшатын ұшақтарды байқауға арналған жобалар бар, әуесқойлар өз үйлерінде және басқа жерлерде орнатқан ADS-B қабылдағыштарының көмегімен.

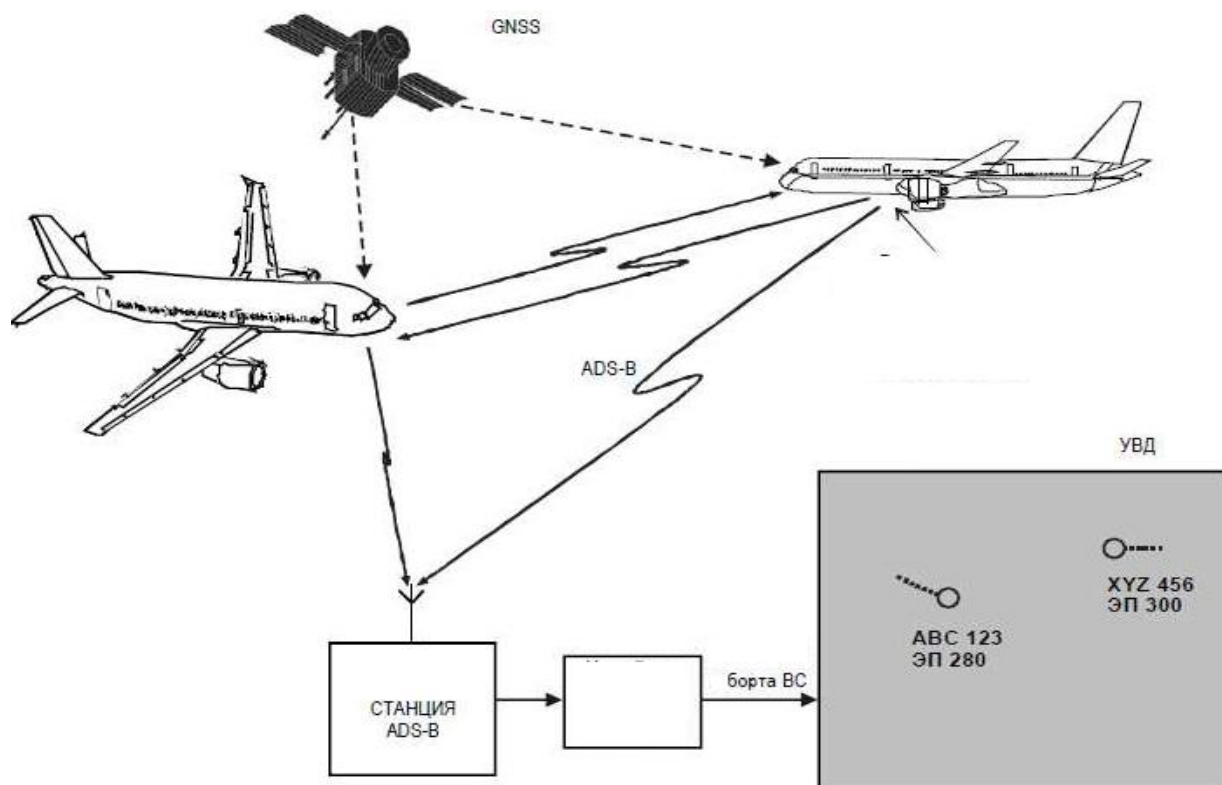
Бұл қабылдағыштардың деректері Интернет арқылы орталық серверге жіберіледі, онда олар жүздеген еріктілер мен әуесқойлардан жиналады және картаға түсіріледі. Осылайша әлемнің әртүрлі елдеріндегі үлкен аудандарды қамтуға болады. Осы жобалардың ішіндегі ең әйгілі бірі - Flightradar24.

Flightradar24 - бұл нақты уақыт режимінде әуе кемесінің жағдайын бақылауға мүмкіндік беретін жалпыға қол жетімді веб-сервис. Қызметтің көмегімен әуе кемесінің жағдайын бақылау, егер ол ADS-B транспондерімен жабдықталған болса және қосулы болса ғана мүмкін болады.

Қызмет әуе кемесінің координаттарын, биіктігі мен жылдамдығын, сонымен қатар картадағы ұшу нүктесінен өткен қашықтықты көрсетеді. Егер ақпарат мамандандырылған ақпарат көздерінде болса, ол сонымен қатар фотосуретті, әуе кемесінің түрін, оның құйрық нөмірін, авиакомпаниямен байланысы, ұшу және қону орны және тағы басқа ақпаратты көрсете алады. Қызмет соңғы 28 күндегі ұшу тарихын тіркейді [18].

ADS-B жүйесінің функционалдық сипаттамалары: а) жердегі станция бастапқы радар, екінші радар және көп сатылы жүйелердегі станцияларға қарағанда қарапайым. Бір ADS-B жүйесін сатып алу және орнату шығындары едәуір төмен. Көптеген жағдайларда көмекші құралдар навигациялық құрылғыларға немесе бұрыннан бар инфрақұрылымы бар VHF радиоларына арналған орындарға орнатылуы мүмкін;

- б) әр орналасқан жер туралы есеп пайдаланушыларға осы ақпаратты қалай пайдалануға болатындығын анықтауға мүмкіндік беретін деректердің тұтастығы туралы мәліметтерді қамтиды;
- в) жүйе жердегі және әуедегі бақылауды қолдайды.



Сурет 1.9 - ADS-B жүйесі

2 Азаматтық авиацияда спутниктік радионавигациялық жүйелерді қолдану

2.1 Әуе кемелерін навигациялық қамтамасыз етуге қойылатын талаптар

Спутниктік радио навигациялық жүйелер (СРНЖ) авиациясында ГЛОНАСС және GPS типтерін пайдалану навигациялық анықтамалардың дәлдігі мен сенімділігіне қойылатын жоғары талаптарды қанағаттандыру мүмкіндіктерімен анықталады. Бұл талаптар ең алдымен әуе кеңістігін бөлудің қалыптасқан құрылымы жағдайында ӘК ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажеттілігімен айқындалады. Осыған сәйкес әуеайлақ немесе аэротораптық аймақта ұшу, қонуға кіру және қону сияқты ұшудың әртүрлі кезеңдері қаралады.

Алматы әуежайына негізделген СРНЖ-ні пайдалану туралы шешім қабылданды, өйткені ол көптеген жетекші шетелдік авиакомпанияларға қызмет көрсететін қолайлы географиялық жерде орналасқан, бірақ оның аймағында тауларға жақын орналасқандықтан, қалың тұман мен ауа ағынының нашарлауына байланысты көріну үнемі азаяды. Әуе қозғалысын бақылауды «Қазақэронавигация» республикалық мемлекеттік кәсіпорны жүзеге асырады.

2.1-кестеде әуе кемесінің жоспарланған координаттары мен ұшу биіктігін анықтаудағы қажетті орташа-квадраттық қателіктер көрсетілген (абсолютті - маршруттар мен жергілікті желілер бойынша, геометриялық - қону кезінде). ИКАО санаттары бойынша тапсырма үшін ұшу-қону жолағының үстіндегі биіктіктер көрсетілген, оларда дәлдік сипаттамалары тексерілуі керек [12].

Қолжетімділік талаптары ұшу кезеңдеріне және әуе қозғалысының қарқындылығына байланысты. Маршруттық ұшулар кезінде қол жетімділіктің сандық мәндері 0,999...0,9999999 құрайды; әуеайлақ аймағында ұшу және қонуға санатталмаған бет алу кезінде – 0,9999999. ИКАО санаттары бойынша қонуға кіру және қону үшін қолжетімділік жөніндегі талаптар аспаптық қону жүйелеріне қойылатын талаптарға сәйкес келеді. Олардың сандық мәндері 1-ге жақын.

Бүтіндікке қойылатын талаптар маршруттық ұшулар, әуеайлақ аймағындағы ұшулар және қонуға санатталмаған бет алу үшін – 0,999 ескерту уақыты тиісінше 10 с, 10 с және 2 с болғанда, ал ИКАО – ның I, II және III санаттары бойынша кіру және қону үшін-0,9999999, 0,999999 және 0,999999995 ескерту уақыты 1 с аспайтын болғанда құрайды [13].

Кесте 2.1 - Әуе кемесінің координаттары мен биіктігін анықтау дәлдігіне қойылатын талаптар

Шешілетін міндеттер	Координаттар анықтау дәлдігі (ОКК), м	Биіктікті анықтау дәлдігі (ОКК), м
Маршруттық ұшу:		
Мұхиттың үстінде (бағдарсыз жер)	5800	30...40
Ені 20 км трассалар	2500	30...40
Ені 10 км трассалар	1250	30...40
I санатты жергілікті әуе желілері	500	30...40
II санатты жергілікті әуе желілері	250	30...40
Әуеайлақ аймағында ұшу	200	-
Арнайы ұшулар (пайдалы қазбаларды барлау, іздеу және құтқару және т. б. үшін)	1...10	-
Қонуға санатталмаған (дәл емес) кіру	50	-
I-санат бойынша қонуға бет алу H=30 м	4,5...8,5	1,5...2
II санат бойынша қонуға бет алу H=15 м	2,3...2,6	0,7...0,85
II санат бойынша қонуға бет алу H=15 м	2,0	0,2...0,3

2.2 Спутниктік навигация құралдарын қолданудың артықшылықтары

Жерсеріктік навигациялық құралдар қолданыстағыға қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Спутниктік навигацияның негізгі артықшылықтары авиациялық ұшудың барлық аудандарында және барлық биіктіктерінде дәл және сенімді төрт өлшемді навигацияны (үш координат және уақыт) қамтамасыз етеді:

- ӘК орналасқан жері туралы ақпараттың дәлсіздігіне байланысты, әсіресе дәстүрлі құралдарды пайдалану мүмкін емес немесе экономикалық жағынан тиімсіз болатын ӘК ұшу аудандарында/биіктіктерінде апаттар тәуекелін төмендету;

- қонуға дәл бет алуды қоса алғанда, ӘК ұшуының барлық кезеңдерін қамтамасыз ету үшін навигацияның бірыңғай құралын пайдалану, оның ішінде ILS/MLS жабдықталмаған әуеайлақтарға;

- ұшу уақытын қысқарту және отынды үнемдеу есебінен ұшақ жүргізудің және аймақтық навигацияны пайдаланудың жоғары дәлдігі кезінде ӘК ұшуының үнемділігін арттыру;

- әртүрлі типтік борттық жабдықты бірыңғай құралдармен ауыстыру кезінде әуе қозғалысына қызмет көрсетуге және ӘК пайдалануға арналған шығындарды төмендету.

Мұндай жүйелерде жер станциясынан сигналдарды қабылдайтын байланыс құрылғысы спутник болып табылады. Сигнал алған соң, спутник оны күшейтеді және оның көріну аймағында орналасқан барлық жер станцияларына береді. Байланыс спутниктері жер орбиталарында орналасады, олардың кезеңі жер бетіндегі белгілі бір белгі кезеңіне тең. Бұл жер серіктің экватор жазықтығында берілген жерден 35800 км қашықтықта орналасуымен қол жеткізіледі. Осылайша, спутниктің планетаның кез келген нүктесінен қашықтығы төрт есе көп, Жердегі ең қашықтағы нүктелер арасындағы қашықтық.

Спутниктің тұрақтылығы және антеннаның берілген бағыты тұрақтандыру жүйесін қолдана отырып сақталады. Егер спутниктің күйін түзету қажет болса, оған түзетуді жүзеге асыратын арнайы күш жабдықтары кіретін командалар жіберіледі. Байланыс спутнигінің қызмет ету мерзімі, әдетте, 10 жылды құрайды.

Бастапқыда спутниктен сигнал таратуға немесе қабылдауға арналған жер станциялары диаметрі 30 м-ден асатын антенналары бар үлкен құрылымдар болды, ал серіктердің салмағы бірнеше жүз килограммды құрады. Бүгінгі таңда спутниктің салмағын арттыру тенденциясы байқалады. Қазіргі уақытта спутниктердің салмағы бірнеше тонна, ал олардың мөлшері мен салмағы спутникті орбитаға шығаратын көлік құралдарының мүмкіндіктерімен және күн панельдеріне қойылатын талаптармен, сондай-ақ спутникке қажет отынның мөлшерімен шектелген. Сонымен қатар жердегі станциялардың көлемінің азаюы байқалады, бұл өз кезегінде СБЖ шығындарының төмендеуіне әкеледі.

СБЖ басқа байланыс жүйелерінен кейбір ерекше белгілерімен ерекшеленеді. Біріншіден, спутник арқылы сигналдарды таратудың құны сигнал тарататын жердегі станция мен оны қабылдайтын станция арасындағы қашықтыққа тәуелсіз. Сонымен қатар, бұл шығын қабылдау станцияларының санына байланысты емес. Екіншіден, спутниктік байланыстың кең өткізу қабілеті бар (432-864 МГц), бұл СБЖ-ге үлкен көлемде ақпарат алуға және жіберуге мүмкіндік береді.

Сонымен, СБЖ қателігі өте аз.

Соңғы жылдары күнделікті өмірге дербес спутниктік байланыс құралдары (ДСБҚ) көбірек енгізілуде. Спутниктік байланыс жүйесі планетаның кез келген нүктесінен телефон келіссөздерін жүргізуге мүмкіндік береді, бұл оны ұялы байланыс алдында тиімді ерекшелендіреді. ДСБҚ көмегімен пакеттік деректерді (факс, компьютерлік деректер және т.б.) жіберуге болады.

3 Ұшу жоспарының жобасы

ӘҚ кезінде ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ӘҚҰ тиісті өкілетті органы оның юрисдикциясындағы әуе қозғалысы қызметтері үшін ұшу қауіпсіздігін басқару жүйесін (ҰҚБЖ) құрады. Тиісті жағдайларда ӘҚҰ жанындағы ҰҚБЖ өңірлік аэронавигациялық келісім негізінде құрылуы тиіс. ӘҚ кезінде ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсаттары әуе кеңістігінде немесе әуеайлақта ӘҚҰ ұсынған кезде ұшу қауіпсіздігінің белгіленген деңгейін сақтауды қамтамасыз ету және қажет болған жағдайда ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған жетілдірулерді енгізу болып табылады [14].

3.1 Ұшу жоспарын қабылдау

Ұшу жоспарын немесе оған өзгеріс алатын ӘҚҰ бірінші органы:

- а) оның форматқа сәйкестігін және деректерді топтастыру ережелерінің сақталуын тексереді;
- б) оның толықтығын және мүмкіндігінше дәлдігін тексереді;
- в) қажет болған жағдайда әуе қозғалысына қызмет көрсету мақсаттары үшін оны қолайлы ету үшін іс-қимыл жасайды;
- г) құрастырушыға ұшу жоспарын немесе оған өзгерістерді қабылдағаны туралы хабарлайды.

3.1.1 Диспетчерлік рұқсат

Рұқсат әуе қозғалысын жеделдету және эшелондау түсініктерін, сондай-ақ әуе кемелерінің ұшу қауіпсіздігіне әсер ететін қозғалыстың белгілі жағдайларын ескере отырып ғана беріледі. Қозғалыстың мұндай жағдайларына қозғалысы басқарылатын әуедегі және маневр жасау алаңындағы әуе кемелері ғана емес, сондай-ақ жердегі көлік құралдарының кез келген қозғалысы немесе маневр жасау алаңында тұрақты орналастырылмаған басқа да кедергілер де жатады. Диспетчерлік рұқсаттарда дәл және қысқаша мазмұндалған деректер бар және практикалық мүмкіндігіне қарай стандартты түрде тұжырымдалады.

3.1.2 Бағыттағы әуе кемелері

ӘҚБ органы көрші ӘҚБ органына көрсетілген уақыт кезеңі ішінде әуе кемесіне көрсетілген тармаққа дейін ұшуға рұқсат беру туралы өтініш жасай алады. Әуе кемесіне жөнелту пунктінде бастапқы рұқсат берілгеннен кейін ӘҚБ тиісті органы қажет болған жағдайда өзгертілген рұқсат беру үшін және егер талап етілсе, қозғалыс туралы ақпарат беру үшін жауап береді. Ұшу экипажының өтініші бойынша әуе кемесіне әуе қозғалысының жағдайы мен үйлестіру ережелері мұны жасауға мүмкіндік беретін барлық жағдайларда крейсерлік режимде биіктікті алуға рұқсат етіледі. Мұндай диспетчерлік рұқсат крейсерлік режимде не қандай да бір көрсетілген эшелоннан жоғары, не көрсетілген эшелондар арасында биіктікті алу үшін беріледі [1].

Жаңарту кезеңінде әуе кемесі $S \times T$ ең көп қашықтыққа көшуі мүмкін.

Осылайша, жаңарту кезеңінің басындағы қателіктер бюджетінің қалдығы:

$$\text{Макс. қателік} = B - S \times T \quad (3.1)$$



Сурет 3.1 - Жаңарту кезеңінде әуе кемесінің қозғалысына байланысты қате мысалы

Бұл барлық қателіктерді, оның ішінде датчиктегі өлшеу қателіктерін, ОрВД жүйесіндегі есептеу қателіктерін және кез келген басқа қателіктерді

(мысалы, шығу кезіндегі кідірістер) ескереді. Әуе кемесінің жылдамдауынан туындаған қателіктер әдетте есепке қабылданбайтынын ескеру қажет. Әртүрлі жаңарту жылдамдығы кезіндегі қателіктер бюджетінің қалдығын есептеу мысалдары (эшелондау минимумдары үшін 5 миль және 3 миль). Осы мысалдан, күтілгендей, жаңарту кезеңінің ұлғаюы бақылау жүйесінің қателіктерінің шекті бюджетін қатаңдатуға алып келетінін көруге болады.

3.1.3 Диспетчерлік рұқсаттардың сипаттамасы

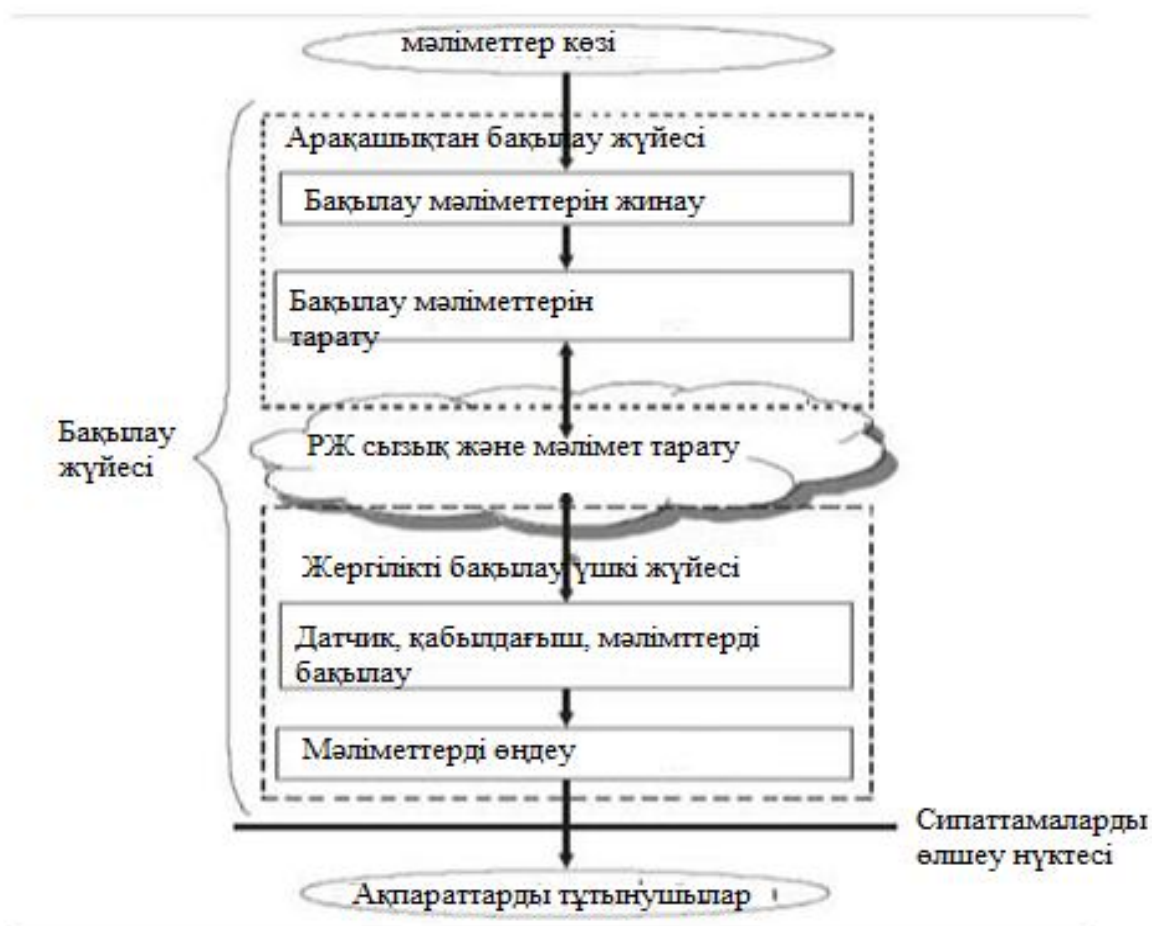
Рұқсаттың қолданылу шекарасы негізгі нүктенің, әуеайлақтың атауын немесе бақыланатын әуе кеңістігінің шекарасын көрсету жолымен белгіленеді. Егер әуе кемесіне көршілес бақыланатын әуе кеңістігінде орналасқан аралық пунктке дейін ұшуға рұқсат берілсе, онда тиісті ӘҚБ органы мүмкіндігінше ең қысқа уақытта ұшу үшін өзгертілген рұқсатты тағайындалған әуеайлаққа дейін беруге жауап беретін болады. Межелі әуеайлақ бақыланатын әуе кеңістігінің шегінен тыс болған жағдайда, әуе кемесін кесіп өтетін соңғы бақыланатын әуе кеңістігі иелігінде болатын ӘҚБ органы осы бақыланатын әуе кеңістігінің шекарасына дейін ұшуға тиісті рұқсат береді.

3.1.4 Ұшу бағыты

Қажет болған жағдайда ұшу бағыты әрбір рұқсатта егжей-тегжейлі көрсетіледі. Кез келген бағытты немесе оның бір бөлігін сипаттау үшін осы бағыт немесе оның бір бөлігі ұсынылған ұшу жоспарында көрсетілгенмен сәйкес келген жағдайда және осы әуе кемесін оның маршрутында дәл шығару және ол бойынша ұшу үшін жүру жолының жеткілікті егжей-тегжейлі сипаттамасын ұсыну шартымен "ұшу жоспарында көрсетілген бағыт бойынша ұшуға рұқсат етіледі" деген сөз тіркесі пайдаланылуы мүмкін.

Ұшып шығудың немесе ұшып келудің стандартты маршруттарын ӘҚК тиісті өкілетті органы белгілеген және аэронавигациялық ақпарат (AIP) жинақтарында жарияланған жағдайда, "ұшу маршруты бойынша ұшуға рұқсат етіледі (белгілеу)" немесе "келу маршруты бойынша ұшуға рұқсат етіледі (белгілеу)" деген сөздерді пайдалануға болады.

Егер әуе кемесі ұшуының биіктігі ("деңгейі") туралы деректер 1013,2 гПа стандартты қысым бойынша хабарланса, ұшу биіктігін білдіретін сандар "ұшу эшелоны" деген сөздердің алдында болады. Егер әуе кемесінің ұшу биіктігі туралы деректер QNH/QFE қатысты хабарланса [10].



Сурет 3.2 - Бақылау жүйесінің шекаралары

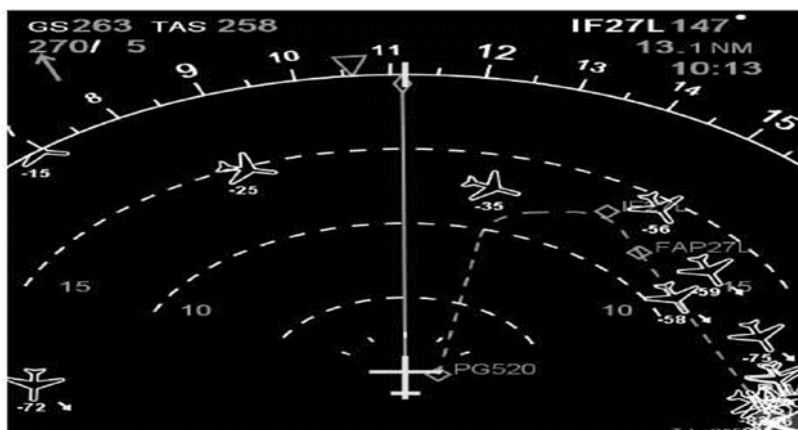
3.1.5 АҰҚ бойынша ұшудан КҰҚ бойынша ұшуға көшу

Аспаптар бойынша ұшу қағидалары (АҰҚ) бойынша ұшудан көзбен шолып ұшу қағидалары (КҰҚ) бойынша ұшуға ауысуға әуе қозғалысына қызмет көрсету органы әуе кемесінің командирі жасаған хабарламаны алған жағдайда ғана рұқсат етіледі, ол: "АҰЕ бойынша ұшуды тоқтатамын" және оның ағымдағы ұшу жоспарына енгізуге жататын кез келген өзгерістерді қамтиды. АҰҚ бойынша ұшудан КҰҚ бойынша ұшуға тікелей немесе жанама ауысуды ұсынбау керек [14].

14-суретте СЕБЖ (соқтығысуды ескерту борттық жүйесі) жүйесінің бақылау қашықтығынан тыс қозғалысты көрсететін қозғалыс сценарийі көрсетілген. Бақылауды жүргізетін әуе кемесі әуе кемелерінің төмендеуін орындайтын бірізділікке «сәйкес келетіні» анық. Мұндай ақпарат, сөзсіз, ұшу экипажының әуе жағдайы туралы хабардар болуын жақсартады.

15-суретте біріктіру және жүйелеу әдістемесі көрсетілген, бақылаушы тағайындаған нақты ұшақты (AFR3141) әуе кемесіне жіберілген ADS-B ақпараттар негізінде бақылау процесінің арқасында алдыңғы ұшақтан дәл 90

секунд қашықтықта ұстауға болатындығы көрсетілген. Бұл мысалда қызыл нүкте осы ұшақтың орналасқан жеріне 90 секунд бұрын сәйкес келеді.



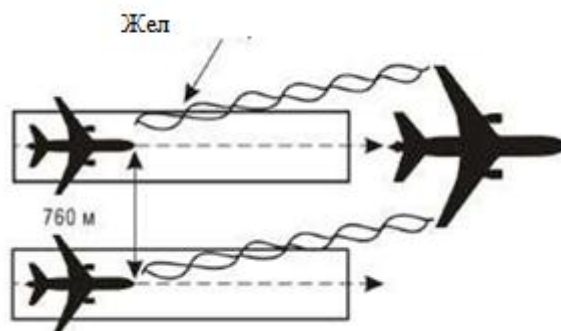
Сурет 3.3 - Навигациялық индикатордағы СЕБЖ шартты белгілерін интеграциялаумен мысал

АУЫР әуе кемесінен кейін ұшып бара жатқан ЖЕҢІЛ немесе ОРТАША әуе кемесінің немесе ОРТАША әуе кемесінен кейін ұшып бара жатқан ЖЕҢІЛ әуе кемесінің арасында әуе кемелері пайдаланылатын жағдайларда, эшелондаудың минимумы қолданылады:

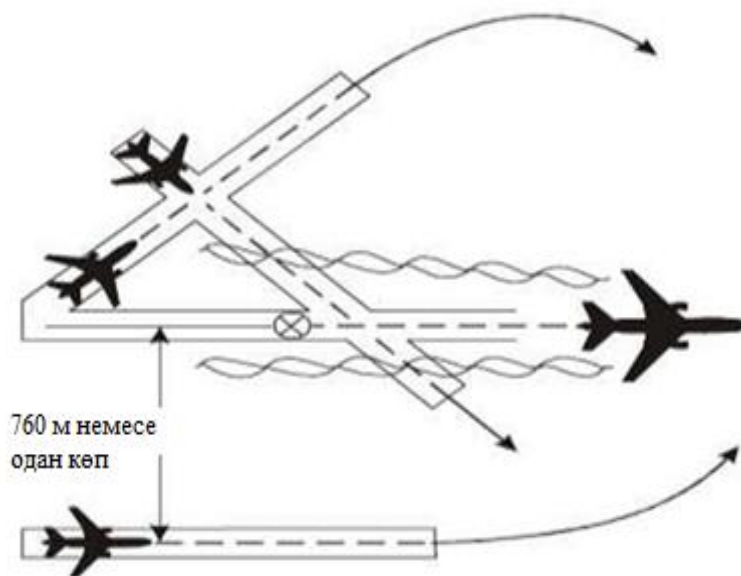
- а) бір ҰҚЖ;
- б) 760 м (2500 фут) кем арақашықтықпен бөлінетін параллель ҰҚЖ;
- в) егер екінші әуе кемесінің есептік ұшу траекториясы бірінші әуе кемесінің есептік ұшу траекториясын дәл сондай абсолюттік биіктікте немесе 300 м (1000 фут) төмен биіктікте кесіп өтетін болса, қиылысатын ҰҚЖ;
- г) егер екінші әуе кемесінің есептік ұшу траекториясы бірінші әуе кемесі ұшуының есептік траекториясын дәл сол абсолюттік биіктікте немесе 300 м (1000 фут) төменге (3.4-сурет) кесіп өтетін болса, 760 м (2500 фут) немесе одан да көп қашықтықпен бөлінген параллель ҰҚЖ.

3 минутқа тең эшелондау минимумы АУЫР әуе кемесінен кейін ұшып бара жатқан ЖЕҢІЛ немесе ОРТАША әуе кемелеріне немесе егер ұшу орындалатын болса, ОРТАША әуе кемесінен кейін ұшып бара жатқан ЖЕҢІЛ әуе кемелеріне қатысты қолданылады:

- а) бір ҰҚЖ-ның ортаңғы бөлігінен;
- б) бір-бірінен кемінде 760 м (2500 фут) қашықтықта орналасқан параллельді ҰҚЖ-ның ортаңғы бөлігінен (3.5-сурет).



Сурет 3.4 - Сол жол желісі бойынша келе жатқан әуе кемелері үшін 2 минуттық интервал



Сурет 3.5 - Жолдың қиылысатын желілері бойынша өтетін әуе кемелері үшін іздегі турбуленттілікке негізделген 2 минуттық интервал

3.1.6 Орналасқан жері туралы сөйлеу хабарламаларының мазмұны

Орналасқан жері туралы хабарламалар ақпараттың мынадай элементтерін қамтиды:

- а) әуе кемесінің тану индексі;
- б) орналасқан жері;
- в) уақыты;
- г) ұшу эшелоны немесе абсолюттік биіктік, егер берілген эшелон ұсталмаса, өту эшелоны мен рұқсат етілген эшелонды қоса алғанда;
- д) онымен байланысты пункттің келесі орналасқан жері және ұшып өту уақыты;
- е) келесі негізгі нүкте.

3.1.7 Есептердің мазмұны

Әуе кемелерін сәйкестендіру. Режим S және ADS-B радарларының енгізілуі А режимінің кодтарын қолдануды жояды. С, MLAT және ADS-B радарлары әуе кемелерін тікелей ұшақтан сәйкестендіруді қамтамасыз етеді. Бұл жоғарыда айтылған А режимінің шектеулі және шектеулі санын жоюға мүмкіндік береді. Ол сонымен бірге ұшақтың сәйкестендірілуін ұшу жоспары ұсынылмаған ұшу журналында пайдалануға мүмкіндік береді, сәйкестендіруді жеңілдетеді.

Жердегі жылдамдық векторы: жол, жер жылдамдығы, көтерілу немесе түсу жылдамдығы.

Әуе жылдамдығы векторы: тақырып, Mach нөмірі немесе көрсетілген жылдамдық (IAS), көтерілу немесе түсу жылдамдығы.

Метеорологиялық ақпарат: желдің жылдамдығы, желдің бағыты, желдің сапалық атрибуты, температура, турбуленттілік (бар болса), ылғалдылық (бар болса).

3.1.8 Қатарларды бөлудің өлшемдері және минимумы

Егер әуе кемелері жоғарыда көрсетілген ең төменгі мәндерден едәуір жоғары қашықтықпен бөлінген жолда жұмыс істесе, мемлекеттер бүйірлік бөлінуге қол жеткізетін арақашықтықты азайтуы мүмкін.

Әр түрлі навигациялық құралдар мен әдістерді қолдану. Әр түрлі навигациялық құралдарды қолдана отырып немесе бір әуе кемесі RNAV жабдығын қолданған жағдайда әуе кемесінің екі жаққа бөлінуі осы навигациялық көмекке немесе RNP түріне тағайындалған қорғалған әуе кеңістігінің аудандарына жол бермеу арқылы жүзеге асырылады.

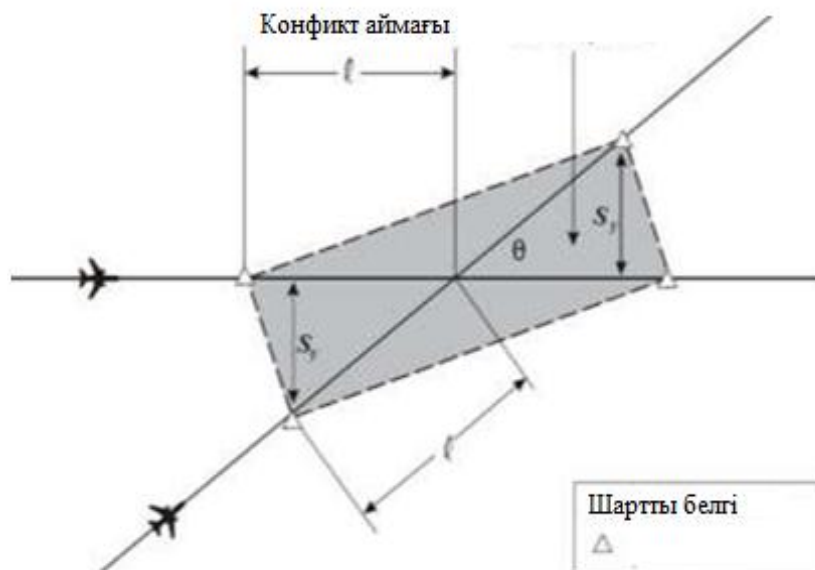
RNAV операциялары (мұнда RNP нақты анықталған) параллель жолдарда немесе АТС маршруттарында. Әуе кеңістігінде немесе РНП орнатылған нақты маршруттарда әуе кемелерін параллель трассалардың орталық сызықтарында немесе АТС бағыттарында бір-біріне жақын орналаспастан жұмыс істеуге нұсқау беру арқылы қол жеткізуге болады. трассалық желілердің немесе АТС маршруттарының әуе кеңістігі.

RNAV көмегімен рейстерді пайдалану (егер RNP түрі көрсетілсе) қиылысқан жолдарда немесе АТС маршруттарында. Бұл бөлу тек 15° пен 135° арасындағы ортақ нүктеде бұрылатын немесе бұрылатын қиылысатын жолдарға қолданылады.

Жол сызықтары қиылысқан кезде, жолдар арасындағы бүйірлік қашықтық қажетті минимумдан аз болатын зонаның кіру нүктелері мен аймақтың шығу нүктелері бүйірлік бөлу нүктелері деп аталады. Бүйір бөлу нүктелерімен шектелген аймақ қақтығыс аймағы деп аталады (18-сурет).

Бүйір бөлу нүктелерінің жолдардың қиылысу қашықтығы соқтығысу қаупін талдауға негізделген және әуе кемелерінің навигациясы дәлдігі, қозғалыс тығыздығы және орналасуы сияқты факторлардың жиынтығына байланысты болады.

Екі әуе кемесінің екі жақтан бөлінуі, егер кеме біреуі қақтығыс аймағынан тыс жерде болса. Екі жақтың бөлінуіне әуе кемесі белгіленген жолдарда болған кезде қол жеткізіледі.



Сурет 3.6 - Бүйірден бөліну нүктелері және қақтығыс аймағы

мұндағы S_y - жолдар арасындағы бүйірлік арақашықтық, бүйір бөлу минимумына тең;

l - бүйірлік бөлу нүктесі мен қиылысу арасындағы қашықтық;
 θ - трек сызықтарының арасындағы бұрыш.

3.1.9 Әуе кемесінің жұмысының нашарлауы

Кеме қатынасы, байланыс, биіктікті өлшеу, ұшуды басқару немесе басқа жүйелердің істен шығуы немесе нашарлауы салдарынан әуе кемесінің жұмысы ол жұмыс істейтін әуе кеңістігінде талап етілетін деңгейден төмендейтін жағдайда, ұшу экипажы бұл туралы дереу хабарлайды. бұл тиісті АТС қондырғысы. Егер мұндай сәтсіздік немесе тозу қазіргі уақытта бөлінетін минимумға әсер етсе, контроллер басқа типті немесе бөлу минимумын белгілеу үшін шаралар қолданады.

3.1.10 Ұшу және жақындау

Әуе кемесінің жақындауы мен қонуын қамтамасыз ету үшін SRNS пайдалану мәселелері ерекше орын алады. Бұл жағдайда биіктікті дәл анықтау үшін арнайы талаптар жоқ. Нақты емес тәсіл RNP 0.3 сәйкес келеді; анау. Әуе кемелері 95% ықтималдылықпен ± 556 м дәлізде қалуы керек. Мұндай дәлдік талаптары ГЛОНАСС екеуінің де мүмкіндіктері OG және GPS толықтай орналастырылған (RMS = 30 ... 50 м ашық кодты пайдалану режимінде); он төрт]. Жіктелген тәсілдер үшін ГЛОНАСС пен GPS SRNS-ті кең аймақтық дифференциалды ішкі жүйелермен (DPS) немесе жергілікті DPS-пен толықтыру қарастырылған (19-сурет).



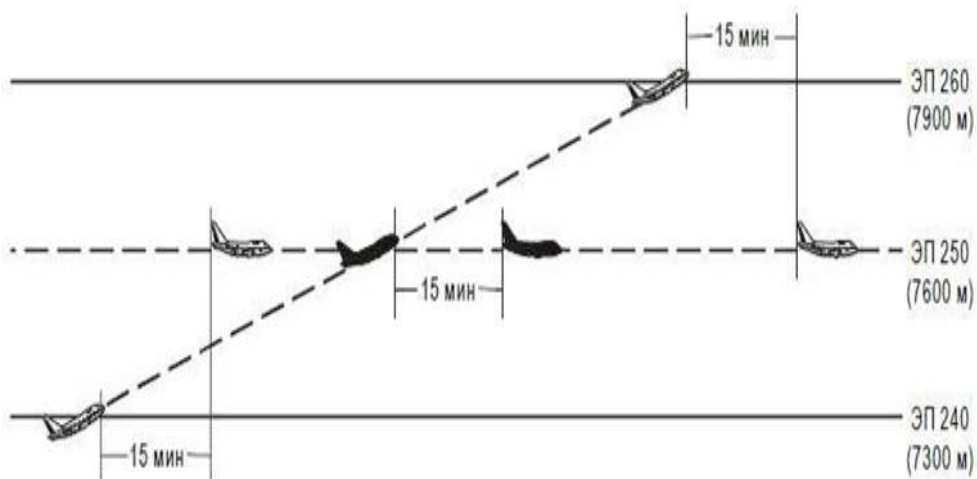
Сурет 3.7 - Әуе кемесінің қонуы үшін СНА қолдану шарттары

Санатталмаған (дәл емес) тәсілді қамтамасыз ету үшін координаттарды анықтауда қажетті дәлдік (РМС) 50 м құрайды (2.1-кестені қараңыз).

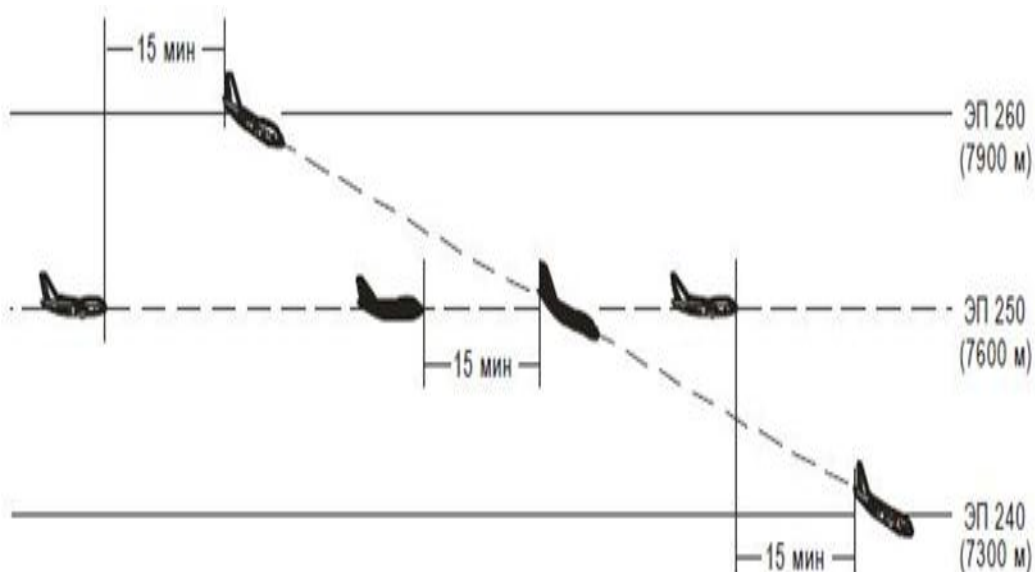
Жоғарыда аталған мәселелерді шешуге арналған бортық навигациялық-қону кешенін (NPK) GLONASS/GPS SRNS тұтынушы жабдықтарының (AP) негізінде салу қажет сияқты. Ұшу және қону кезеңдерінде навигациялық қауіпсіздік пен дәлдіктің заманауи талаптарын қанағаттандыру тек жоғары деңгейдегі NPK бортының жұмысының жоғары дәлдігімен (дәлдігі, шуылға қарсы иммунитеті, тұтастығы және т.б.) жүзеге асырылады. Шынайы көлеңкелеу жағдайында бұған қол жеткізу үшін көрінетін жерсеріктердің геометриясы, бақылаудағы үзілістер, мысалы, UA әртүрлі жерсеріктерге ауысуы, мультипат және т.б. Бұл барлық көрінетін ГЛОНАСС пен GPS спутниктерінің деректері пайдаланылатын «жалпы қарау» деп аталатын тұжырымдаманы жүзеге асыратын көп арналы біріктірілген SRNS қабылдағыштарды қолдану арқылы мүмкін болады [19].

Егер әуе кемесі дәл сол трассадан кейін басқа әуе кемесінің ұшу деңгейін кесіп өткен жағдайда, бойлық бөлудің келесі минимумы орындалуы керек:

- а) тік бөлу болмаған кезде 15 мин (3.8,3.9-суреттер);
- б) навигация құралдары жиі орналасуға және жылдамдықты анықтауға мүмкіндік беретін жерлерде ғана мұндай бөлуге жол берілген жағдайда, тік бөлу болмаған кезде 10 минут;
- в) тік бөлу болмаған кезде 5 минут, егер екінші әуе кемесі нақты есеп беру пунктiнiң өтуiн хабарлаған сәттен бастап он минут iшiнде басталса.

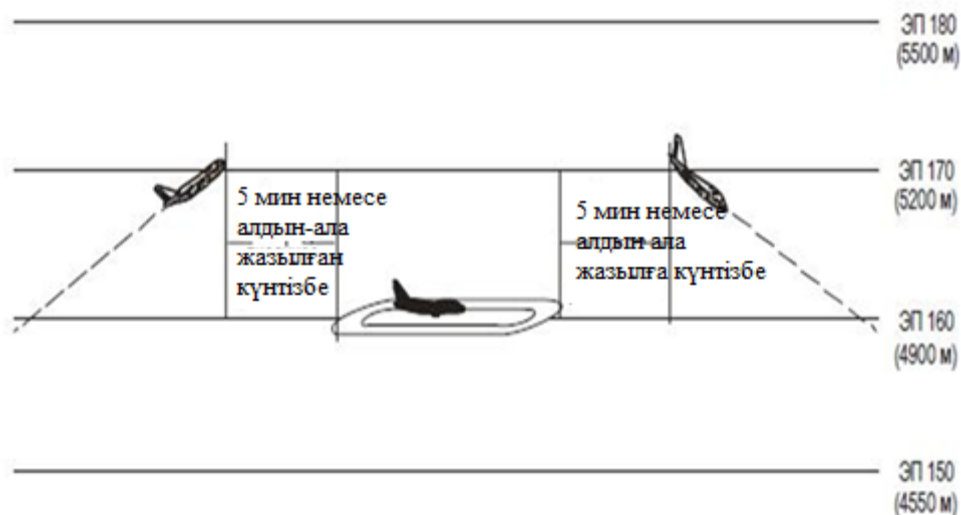


Сурет 3.8 - Биіктікке жететін әуе кемесі мен сол жолдағы ұшақтар арасындағы 15 минуттық интервал



Сурет 3.9 - Түсетін әуе кемелері мен бір жолдағы ұшақтар арасындағы 15 минуттық интервал

Іргелес ұсталатын аудандардағы әуе кемелері, егер ұстау алаңдары тиісті АТС органы анықтаған қашықтықпен көлденеңінен бөлінбесе, қолданылатын тік бөлу минимумына сәйкес бөлінуі керек. Егер бүйірден бөлу қамтамасыз етілмеген болса, күту режимінде ұшатын әуе кемесі мен басқа ұшатын, ұшатын немесе бағыттағы әуе кемесінің арасында тік ұшу, егер олар ұшу алаңынан немесе рейстен 5 минут ішінде болса (1). тиісті орган белгілеген қашықтықта (3.10-сурет).



Сурет 3.10 - Күту режиміндегі әуе кемесі мен маршруттық әуе кемесі арасындағы бөліну

3.1.11 Келетін әуе кемелеріне ақпарат беру

Әуе кемесі басқару блогымен байланыс орнатқаннан кейін әуе кемесінің бортында әуе кемесі оларды қабылдағаны белгілі болған заттарды қоспағанда, қысқа мерзімде көрсетілген ретпен жіберіледі. он төрт]:

- а) қолданылатын тәсіл мен ұшу-қону жолағының түрі;
- б) келесі метеорологиялық ақпарат:
 - 1) елеулі өзгерістерді қоса, жер бетіндегі желдің бағыты мен жылдамдығы;
 - 2) көріну және мүмкін болған жағдайда ҰҚЖ визуалды диапазоны (RVR);
 - 3) ағымдағы ауа-райы;
 - 4) бұлт қабаты 1500 м (5000 фут) немесе сектордың ең төменгі биіктігінен төмен, қайсысы үлкен; кумулонимбус бұлттары; егер аспан көлеңкеленген болса, мәліметтер болған кезде тік көріну;
 - 5) ауа температурасы;
 - 6) шық температурасы - аймақтық аэронавигациялық келісім негізінде;
 - 7) алтметрді орнату (орнату);

8) жақындау аймағындағы арнайы метеорологиялық құбылыстар туралы кез-келген ақпарат;

9) қол жетімді болған кезде қону үрдісі туралы болжам.

Ұшу басында ұшудың соңғы сегментінде ұшақ бортында келесі ақпарат жіберіледі:

а) желдің орташа бағыты мен жылдамдығындағы айтарлықтай өзгерістер;

б) желдің жылжуы және / немесе турбуленттілік туралы соңғы ақпарат, жақындау аймағында.

3.2 Ұсынылатын спутниктік навигация жүйесі. Функционалды қондырмаларды таңдау

АТС Автоматтандырылған Жүйе Орталығы өз ұшақтарын нақты уақытта бақылау нүктесінде бақылап отыруға тырысады. Бақылау ішкі жүйесінің негізгі кемшілігі VHF диапазонындағы бастапқы және екінші радарлардың шектеулі диапазонымен байланысты. ҚТ байланыстары сигналдардың кешігуі мен түсуіне бейім. Жерден шағылысулар есепке алынбайды, өйткені спутникпен байланыс кезінде спутник пен ұшақтың ара қашықтығы едәуір үлкен, ал Жерден шағылысулар биіктіктен басталады [20]. Бұл мәселені шешудің бірі - ғаламдық тарату жүйелерін қолдану.

Inmarsat Distribution компаниясының басты серіктесі болып табылатын Satcom Direct® авиакомпаниясының ұшақтарын бортқа орнату ұсынылады. Inmarsat Aero шешімдері іскери және әскери авиация үшін стандартты орнатты. Inmarsat желісі бүкіл әлемде үздіксіз телефон байланысын, Интернетке қосылуды және ИКАО-ның экипаждың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Ұшақ салонынан кокпитке дейін Саткомның Inmarsat қызметі

Direct® экипаж мен жолаушылар арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. Inmarsat SBB -

әуе кемесінде барлық заманауи байланыс қызметтерін алуға ғана емес, сонымен бірге оларды экономикалық тұрғыдан тиімді және қол жетімді етуге мүмкіндік беретін алғашқы авиациялық стандарт:

- ыңғайлы жылдамдықтағы Интернет, файлдарды үлкен көлемде беру, видео ағындары, бейнебақылау, видео бақылау, телемедицина,

GSM / GPRS, VOIP);

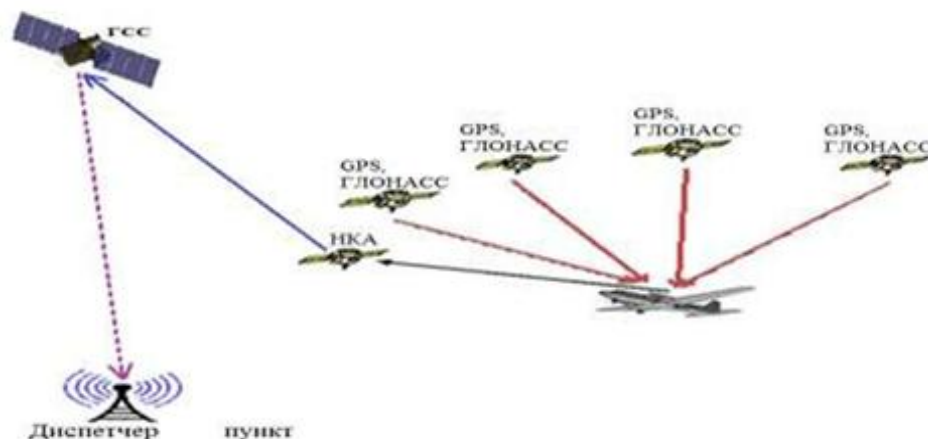
- SBB абоненттік ықшам және жеңіл терминалдары кез-келген типтегі және класстағы әуе кемелеріне, соның ішінде шағын ұшақтар мен ұшақтарға орнатылуы мүмкін;

- деректерді және дауысты бір уақытта беру.

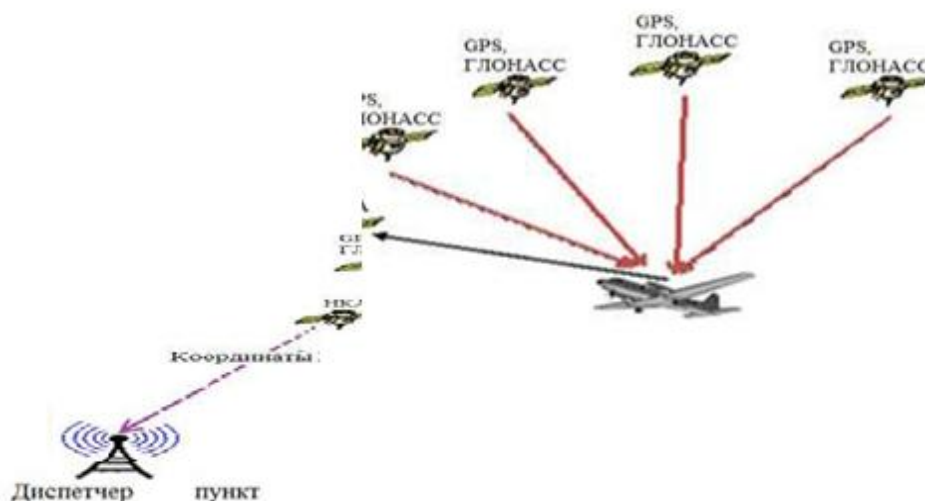
Желі пайдаланушыларға кез-келген уақытта, кез-келген жерде қол жетімді сенімді және сапалы байланыс арнасын ұсынады. Жүйе жетілдіріліп,

өткізу қабілеті жоғарылаған сайын әртүрлі терминалдардың модификациялары жасалып, әуе және жер үсті қызметтері енгізілді. Inmarsat жүйесі Inmarsat-Aero стандарттарын қолдана отырып, авиациялық станциялардың бірнеше түрін қолданады. Олар радиотелефон байланысын, факсті, жоғары жылдамдықты беруді қамтамасыз етеді.

Мақалада халықаралық рейстер үшін геостационарлық орбитадағы релелік спутниктерді қолданатын LEO ғарыш аппараттары мен жердегі қабылдағыш станциялары арасында ғаламдық спутниктік ақпарат беру жүйесін құру әдісі көрсетілген (3.11, 3.12-суреттер)



Сурет 3.11 - GSS-де қайталағышты қолдана отырып, аэронавигацияның блок-схемасы



Сурет 3.12 - Тек спутниктің көмегімен аэронавигацияның блок-схемасы

ADS-B сонымен бірге ұшақтың позициясы мен идентификаторын дәл анықтайды. ADS-B жүйесі әуе кемесінен шамамен секунд сайын ақпарат береді. Радиолокациялық жүйеден айырмашылығы, мұнда ақпаратты жаңарту уақыты 12 секундты құрайды, ол радар антеннасының айналу жылдамдығымен анықталады.

ADS-B позициялау дәлдігі жоғары болғандықтан, ол ұшақтар көп болған жерлерде тығызырақ трафик пен тиімдірек қозғалысқа мүмкіндік береді.

Аумақты толық қамту - жүйенің тағы бір артықшылығы. ADS-B жабдығын радиолокациялық жабдықты пайдалану мүмкін емес жерлерде орнатуға болады.

Кокпит қауіпсіздігін жақсарту - ADS-B ADS-B жабдықталған басқа ұшақтарды монитор экранында кокпитте көрсетуге мүмкіндік береді (2.2-кесте). Егер әуе кемесі толықтай жабдықталған болса, бұл ұшқышқа ADS-B жүйесімен жабдықталмаған ұшақтар туралы ақпаратты радарлармен жабдықталған жер үсті станцияларынан TIS-B (трафик туралы ақпарат тарату) арқылы алуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, ұшу туралы ақпарат қызметі - Broadcast (FIS-B) арқылы ұшатын аймақтағы ауа-райы туралы графикалық ақпаратты алуға болады.

Кесте 3.1 - ADS-B трансиверінің параметрлері

Жиілік диапазоны	108,0-136,975 МГц
Сезімталдығы: арна АЗН-В Дифференциалды мәлімет арнасы	1 мкВ дан кем емес 87 дБм ден кем емес
Таратқыш қуаты	15 Вт тан кем емес
НЛГС бойынша сыртқы әсер коды	BV, A аймағы, грунт – У1-УЛ-ДРШ-ТІІ-ВЛІ – ТМІ-РО-ППІ-РСХ-ПГ-АШХ-ВДХ
Жұмыс температурасы диапазоны	-40°C ... +55°C
Өлшемі	124x194xx319 мм (2,0К)
Салмағы	8 кг нан көп емес
Электр қоректенуі	+27В

ADS-B дамуындағы басты сәт - GPS / GLONASS орналастыру жүйесінің арқасында ұшақтың қозғалысын дәлдікпен «көру» мүмкіндігі [12]. Әуе кемелерін дәл орналастыру нәтижесінде ұшу қауіпсіздігінің жоғарылауына, әуе кеңістігін неғұрлым ықшам және тиімді пайдалануға қол жеткізуге болады. Бұл хаттама деректерді беру кезінде шифрлау және күшті криптографиялық қолтаңба сияқты қорғаныс құралдарын пайдаланбайды. Барлық ADS-B пакеттерінде келесі екі өріс бар: Әуе кемесінің адресі (AA), ол бүкіл әлемде бірегей ұшақ идентификаторын көрсетеді. SIM картасындағы IMSI немесе желілік картаның MAC мекен-жайы сияқты; Паритет туралы ақпарат (PI) немесе паритет туралы ақпарат (PI) немесе Parity Information (PI).

Соңғы өрістің болуы, бір қарағанда, пакеттерді үшінші тараптан, кездейсоқ немесе зиянды айла-шарғыдан қорғайды, бірақ бұл мүлдем болмайды. Бұл өріс сізге деректерді жіберуде кездейсоқ қателіктер болған кезде ғана айта алады. Екінші жағынан, зиянкестер мәліметтерді қасақана қолданумен PI тексеру мөлшерін қарапайым және оңай қайта есептей алады,

нәтижесінде ADS-B пакеті толығымен сау және жарамсыз болады. Ұшақтың сәйкестендіргішінің глобалдылығы мен бірегейлігі басқаша әсер етеді - құпиялылық тұрғысынан ADS-B қауіпсіздігі айтарлықтай әлсіреді. Бұл барлық ұшақтардан нақты уақыт режимінде деректерді бақылауға мүмкіндік беретіні анық (3.13-сурет).



Сурет 3.13 - ADS-B қабылдағышы

Екінші типтегі осалдық күшті криптографиялық қолтаңбаның болмауымен байланысты. Бұл осалдықтың ең бастысы - жіберу мүмкіндігі жалған деректерді тарату немесе нақты пакеттердегі ақпаратты алмастыру, және ең жағымсыз нәрсе - бұл пакеттерді алған тарап пакеттің түпнұсқалығына, жіберушінің жеке басына, немесе кейбір түпнұсқалық пакетте зиянды өзгерістердің болмауына сенімді бола алмайды. ...

Үшінші осалдық түрі пакеттік деңгейде шифрлаудың болмауымен байланысты. Бейбіт мақсаттар үшін ADS-B жүйесі бірқатар техникалық себептерге байланысты шифрланбаған. Біріншіден, ресурстарды көп қажет ететін криптографиялық операциялар үшін ADS-B жабдықтарының мүмкіндіктері жеткіліксіз. Екіншіден, криптокейді басқару деңгейінде шығындар бар. Егер жүйе «ортақ құпия» жүйесіне сәйкес бір кілтті қолданса, онда оны есептеу өте оңай болады, өйткені пакеттің ұзындығы кішкентай және пакеттегі мәліметтердің көбін болжауға болады [15].

4 Есептік бөлім

4.1 Жерсеріктік желінің энергетикалық есебі

Әрбір мәлімет беру жүйелері 3 негізгі бөліктерден тұрады: таратқыштар, қабылдағыштар, желі. Радиождарда жалғастырушы желі рөлі басқара алмайтын буын бар болып табылады. Радиотолқын таралуына әсері толқын амплитудасының, таралу жылдамдығы, бағытының өзгерісінен көрінеді. РТ зерттеу кезінде мыналар пайда болады: радиожолдың параметрлерін есептеу (тарату қуаты, Қабылдау құрылғысының кернеулікін анықтау).

Спутниктік байланыс жүйесі мыналардан тұрады: Жер – спутник , спутник – Жер.

Спутниктік жүйелердің негізгі ерекшеліктері – ұзындығы үлкен жолдарда өшулік салдарынан сигналда қателіктердің болуы (төмендеп кетуі, шашырауы). Мәселен, ИСЗ орбитасының биіктігі - 36 мың км болса, күре жолда сигналдың өшулігі 200 дБ болуы мүмкін. Негізгі өшуліктерден басқа, ЖСЖ (жерсеріктік байланыс желілері) сигнал жұтылса, поляризация жазықтығының айналуы, рефракция құбылысы, деполяризация процесі және т. б. басқа факторлар ықпалына ұшырайды. Басқа жағынан, спутниктің, жер стансасының қабылдағышында жеке флукуациялық шуылдардан басқа да ғарыштың, күн, ғаламшардың сәулеленуі түріндегі кедергілер болады. Мұндай жағдайда факторлардың әсерін дәл есептеу оңтайлы жобалауды жүзеге асыру үшін, сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін, сонымен қатар жер, борт аппаратураларының күрделілігінің ұлғаюына ұшырататын көптеген энергетикалық қорды болдырмауға мүмкіндік береді [11].

4.2 Есепке арналған деректер

Осы жұмыста төмен орбиталы ғарыш аппараттары құрылғыларына түзетулер үшін жерсеріктік байланыс желісі қолданылады. Ақпаратты тарату "Экспресс-АМЗЗ" геостационарлық спутниктік жүйесімен жүзеге асырылады.

Қабылдағыш ЖС параметрлері мына 4.1-кестеде келтірілген. КС борттық ретранслятор құрылғысы параметрлері 4.2-кестеде келтірілген.

Учаске шекарасындағы радиотолқындар энергиясының қосымша шығындарын ескеру керек: жұтылуы - 0,80 дБ, поляризациялық шығындар - 0,90 дБ, рефракциядан болған шығындар - 0,20 дБ. "Жоғары" желілеріне Қор коэффициенті $v=6,0$ дБ.

Кесте 4.1 - Қабылдау параметрлері

Жүйе параметрлері	Экспресс-АМЗЗ
Координаттары	85,0° в. д. 45,0° с. ш.
F диапазоны, МГц	14,0/11,0
Антенна диаметрі DA, м	8,0
Тиімді жиілік жолақтары f ш, МГц	72,0
Қабылдағыш шуыл коэффициенті КШ	8,0
ТА антеннасы шуыл температурасы, К	58,0
АФТ ПӘК	0,80

Кесте 4.2 – КС борт ретрансляторының параметрлері

Жүйе параметрлері	В	
Координаттары	101,0° в. д.	
F диапазон, МГц	14,0/11,0	
Антенна күшейткіш коэффициенті G, дБ	қабылдау	35,0
	беру	30,0
Спектрлік қуаттың тығыздығы S дБ Вт/Гц	-53,0	
Қабылдағыш құрылғы шуылы коэффициенті КШ	7,50	
ТА антеннасы шуыл температурасы, К	50,0	
АФТ ПӘК	0,90	
Шу температурасы СЛ ТЭЛ, К	95,0	

4.3 «Төмен» желі энергетикалық есебі

«Төмен» жерсеріктік желі энергетикалық есебін жүргізу қажет. Бұған қажетті мәліметтер 4.5 және 4.6 кестелерде келтірілген.

"Terra SAR-X" қабылдағыш стансасы мен ГСО-дағы "Экспресс-АМЗЗ" жерсеріктік жүйесі ара қашықтығын анықтаймыз, бұндай жағдайда таратқыш ретінде жұмыс істейді. Бұл үшін төмендегі формуланы пайдаланамыз:

Көлбеу қашықтықтар аралығындағы ЖС-КС:

$$d = 42644,0 \sqrt{1 - 0.29540 \cdot \cos \psi} \quad (1)$$

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

ξ – ендік жер серіктің жүйесі; β – бойлық бойынша айырмашылығы аралас станса мен жерсеріктік стансасы;

$$d = 42644 \sqrt{1,0 - 0.29540 \cdot \cos 45^\circ \cdot \cos(101,0^\circ - 85,0^\circ)} = 20200,0 \text{ (км)}$$

Жалпы шуыл температурасы:

$$T_{\Sigma} = T_A + T_0 \cdot \left(\frac{1-\eta}{\eta} \right) + \frac{T_{\text{пр}}}{\eta} \quad (2)$$

мұндағы, T_A – ЖС тің шуыл температурасы мөлшері;

η – ЖС тің АФТ пайдалы әсер коэффициенті

$$T_{\text{пр}} = T_0 \cdot (K_{\text{ш}} - 1) \quad (3)$$

мұндағы, $T_0 = 290^\circ \text{K}$;

$K_{\text{ш}}$ – жер серіктік жүйенің қабылдағыш шуылы коэффициенті;

$$T_{\text{пр}} = 290 \cdot (8,0 - 1,0) = 2030,0 \text{ K}$$

$$T_{\Sigma} = 50,0 + 290,0 \cdot \left(\frac{1,0 - 0,80}{0,80} \right) + \frac{2030,0}{0,8} = 2660,0 \text{ K}$$

Жер серіктің жүйе күшейту коэффициенті былай есептеледі:

$$G_{\text{ЗС}} = \frac{10 \cdot g \cdot D_A^2}{\lambda^2} \quad (4)$$

мұндағы, D_A – ЖС антенна диаметрі, м;

λ – төмен учаске үшін толқын ұзындықтары, м;

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{11 \cdot 10^9} = 0,0270 \text{ м}$$

$g = 0.60 \dots 0.80$ – антеннаны пайдалану коэффициенті.

$$G_{\text{ЗС}} = \frac{10,0 \cdot 0,60 \cdot 8,0^2}{0,027^2} = 5,270 \cdot 10,0^5$$

$$G_{\text{ЗС}} = 10,0 \cdot \lg 5,270 \cdot 10^5 = 10,0 \cdot (5,0 + \lg 5,27) = 57,0 \text{ дБ}$$

КС таратқыш қуаты:

$$P_{3C} = \frac{16\pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш}}}{\lambda^2 \cdot G_{3C} \cdot G_{\text{КС}} \cdot \eta_{3C} \cdot \eta_{\text{КС}}} \cdot a \left(\frac{P_C}{P_{\text{ш}}} \right)_{\Sigma} \quad (5)$$

мұндағы, $L_{\text{доп}}=2,0$ дБ (1,580);
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ – Больцман тұрақтысы;
 $\Delta f_{\text{ш}}$ – ЖС жиіліктері тиімді жолақ мөлшері;
 $b = 1,20$ дБ (1,310);

$$\left(\frac{P_C}{P_{\text{ш}}} \right)_{\Sigma} = 16,0 \text{ дБ (39,80);}$$

$$G_{\text{КС}} = 30,0 \text{ дБ (1000),}$$

$$P_{\text{КС}} = \frac{16,0 \cdot 3,14^2 \cdot 38123^2 \cdot 10^6 \cdot 1,580 \cdot 1,380 \cdot 10^{-23} \cdot 2660,0 \cdot 72,0 \cdot 10^6}{0,027^2 \cdot 527000 \cdot 1000 \cdot 0,80 \cdot 0,90} \cdot 1,310 \cdot 39,80 = 180,460 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{КС}} = 10,0 \lg 180,460 = 22,560 \text{ дБ}$$

КС → ЖС учаскесінде сигнал жоғалуы

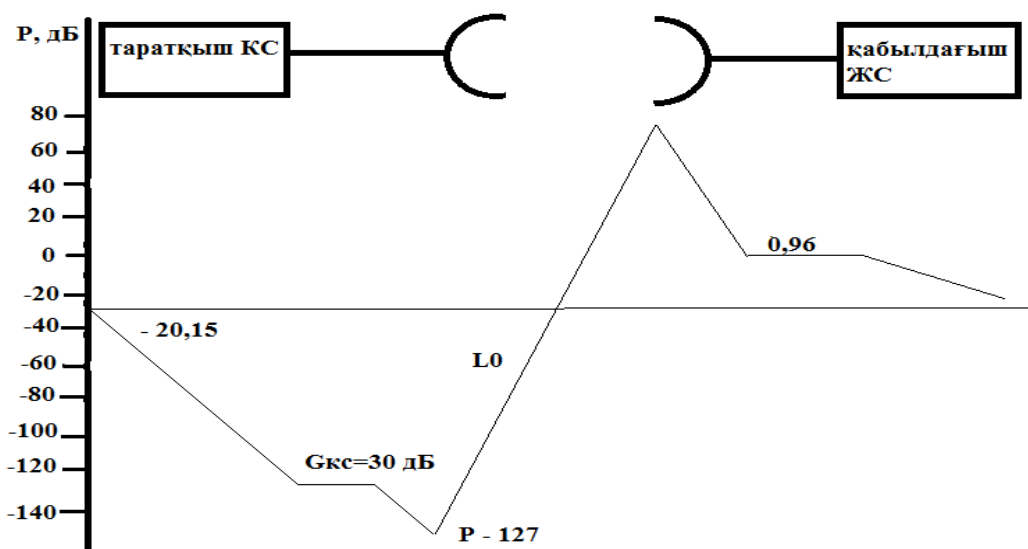
$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2} \quad (6)$$

$$L_0 = \frac{16,0 \cdot 3,14^2 \cdot 38123^2 \cdot 10^6}{0,027^2} = 3,140 \cdot 10^{20}$$

$$L_0 = 10 \lg 3,14 \cdot 10^{20} = 10,0(20,0 + \lg 3,270) = 205,0 \text{ дБ}$$

(7)

КС-ЖС аймағындағы деңгейлер диаграммасын құруға болады:



Сурет 4.1 – «Төмен» - «жоғары» аймағындағы деңгейлердің диаграммасы

Бір жүйемен үйлестіруді анықтау үшін бөгеуілдерден болған жерсеріктік желісінің, шуылдың эквивалентті (ұқсас) температурасының v -мөлшерін ұлғаюын, е радиобайланыс мөлшерімен анықталған мәнін пайызбен берілген мәнді кейіннен алатын жүйелер арасындағы болатын өзара бөгеуілдерді бағалау жүргізіледі.

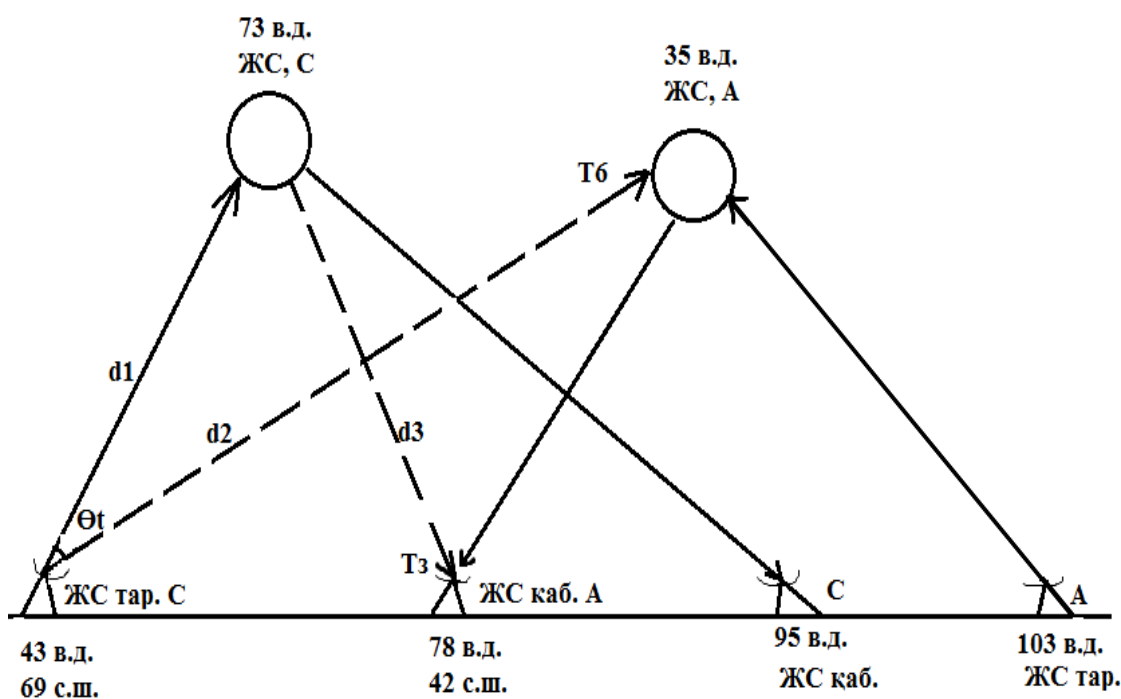
Кесте 4.3 – Жер серігі негізгі параметрлері

Спутник параметрлері	С
ЖС қабылдау стансасы параметрлері	73,0° в.д. 49,0° с.ш.
Борттық ретранслятордың параметрлері	95,0° в.д.
ЖС таратқыш параметрлері	43,0° в.д. 69,0° с.ш.
Спутник жүйелері	А
ЖС қабылдағы стансасы параметрлері	35,0° в.д 60,0° с.ш.
Борттық ретранслятор негізгі параметрлері	103,0° в.д.
ЖС таратқыш параметрлері	78,0° в.д. 42,0° с.ш.

Сонымен бірге, осы бағытта кедергілер болатынын атап өткен дұрыс, сондай-ақ сынақ бөгеуілдер де. Талдау жүйелерінің барлығында желінің шуыл эквивалентті температурасын асырудың шекті мәнінен көбейіп кету қажеттілігін қорытындылайды.

Желінің шу температурасын есептеу кезінде болатын екі жағдайды қарастыру керек:

- 1) екі жүйе бір-бірнеше жиілік жолақтарын пайдаланады, бұл кезде жүйедегі жолақтардағы тарату бағыттарына сәйкес келеді;
- 2) екі жүйе бір-бірнеше жиілік жолақтарын бірігіп пайдаланады, бұл кезде сәйкес келетін жолақтардағы тарату жүйелері қарама-қарсы беттес бағыттарда жүргізіледі.



Сурет 4.2 – С - А екі жерсеріктік желі электромагниттік үйлесімділік сызбасы

4.4 Көлбеу қашықтық аралығындағы ЖС-АЖ

а) тарату жер станциясы және араластырғыш жүйенің серіктері арасында:

$$d_1 = 42644,0 \sqrt{(1 - 0.29540 \cdot \cos \psi)} = 42644,0 \sqrt{(1 - 0.2954 \cdot \cos(69)) \cdot \cos(73,0 - 43,0)} = 20180,0 \text{ км} \quad (8)$$

б) "N" бөгеуіл жүйесінің таратқыш жер стансасы мен "M" әсеріне ұшыраған жүйе серігі арасындағы қатынас»:

$$d_2 = 42644,0\sqrt{(1 - 0.2954 \cdot \cos\psi)} = 42644,0\sqrt{(1 - 0.29540 \cdot \cos(69) \cdot \cos(69 - 35))} = 20200,0 \text{ км} \quad (9)$$

в) кедергі серіктері - әсер ететін жердегі жүйе қабылдағыш стансасы арасындағы қатынас:

$$d_3 = 42644,0\sqrt{(1 - 0.29540 \cdot \cos\psi)} = 42644,0\sqrt{(1 - 0.2954 \cdot \cos(42) \cdot \cos(73 - 35))} = 19800,0 \text{ км} \quad (10)$$

Бұрыштық тарату:

$$\theta_t = \arccos \left[\frac{(d_1)^2 + (d_2)^2 - \left(84332,0 \cdot \sin\left(\frac{\theta_g}{2}\right) \right)^2}{2d_1 \cdot d_2} \right] \quad (11)$$

мұндағы, θ_g - спутниктердің бойлық бойынша айырмашылықтары:

$$\theta_t = \arccos \left[\frac{(40642,0)^2 + (40730,0)^2 - \left(84332 \cdot \sin\left(\frac{38}{2}\right) \right)^2}{2 \cdot 40642,0 \cdot 40730,0} \right] = \arccos(0,77230) = 39,440^\circ$$

Жер стансасы антеннасы әсерге ұшырайтын ЖС жүйесінің қабылдау бағытында күшейту коэффициенті, мысалы:

$$\begin{aligned} D/\lambda &> 100,0; \\ 9/0,0270 &= 111,0 > 100,0 \\ G(\varphi)_M &= 32,0 - 25,0 \lg \varphi \end{aligned}$$

Осы шарт былайынша орындалуы тиіс:

$$\varphi_z < \varphi < 48,0^\circ$$

$$\varphi_z = 15,85 \cdot \left(D/\lambda \right)^{-0,6} = 0,940 < 15,30^\circ < 48,0^\circ \quad (12)$$

мұндағы, $\varphi = \theta_t$

$$G(\varphi)_M = 32,0 - 25 \lg \varphi = 32,0 - 25 \lg 15,3^\circ = 2,40 \text{ дБ}$$

Жер стансасы антеннасының қабылдағыш бағытында күшейту коэффициенті, егер мынадай болса

$$D/\lambda > 100,0; \varphi_z < \varphi = \theta_t < 48^\circ$$

$$D/\lambda > 100,0; 10,0/0,021=476 > 100,0:$$

$$\varphi_z = 15,850 \cdot \left(D/\lambda \right)^{-0,6} = 0,390^\circ < 15,30^\circ < 48^\circ \quad (13)$$

$$G(\varphi)_M = 32,0 - 25 \lg \varphi = 32,0 - 25 \lg 15,3^\circ = 2,40 \text{ дБ} \quad (14)$$

Шу температурасының көбеюіне әсер ететін борттық ретранслятордың қабылдағыш жүйесі:

$$\Delta T\delta = P_{зсN} + G_{зсN} + G_{ккM} + 228,6 - L_u \quad (15)$$

$P_{зсN}$ - таратқыш антенналар қуат спектрының тығыздығы, дБ.

$G_{зсN}$ - кедергі болатын таратушы ЖС антеннасы күшейту коэффициенті, дБ;

$G_{ккM}$ - әсер ететін спутниктіу антенна күшейту коэффициенті (қабылдау кезінде), дБ.

L_u - желінің әлсіреуіне кедергі болатын жер стансасының әсер ететін спутнигі, дБ;

$$L_u = 20(\lg f_{пер} + \lg d_2) + 32,45 = 20(\lg 14500 + \lg 40730,0) + 32,45 = 207,870 \text{ дБ} \quad (16)$$

$$\Delta T\delta = P_{зсN} + G_{зсN} + G_{ккM} + 228,6 - L_u = -34,0 + 2,40 + 33,0 + 228,60 - 207,870 = 22,130 \text{ дБ} \quad (17)$$

$$\Delta T\delta = 10^{\frac{22,17}{10}} = 163,0 \text{ К}$$

Шуыл температурасы көбеюіне әсер ететін жүйенің жер стансасының қабылдағыш антеннасы:

$$\Delta T\delta = P_{ксN} + G_{зсN} + G_{ксM} + 228,60 - L_g \quad (18)$$

мұндағы, $P_{ксN}$ - таратқыш антенналарға беретін қуат тығыздығы, дБ.

$G_{зс_N}$ - ЖС жүйесінің қабылдағыш антенна күшейту коэффициенті, дБ;

$G_{кк_M}$ - әсер ететін спутник антенна күшейту коэффициенті (тарату кезінде), дБ.

L_g - желідегі сигнал әлсіреуіне кедергі болатын жер стансасының спутнигі, дБ;

$$L_g = 20,0(\lg f_{pp} + \lg d_3) + 32,450 = 20,0(\lg 11000 + \lg 38780) + 32,450 \\ = 205,050 \text{ дБ}$$

$$\Delta T_3 = P_{зс_N} + G_{зс_N} + G_{кк_M} + 228,60 - L_g = -52,0 + 2,40 + 31,0 + \\ 228,60 - 205,050 = 5,0 \text{ дБ} \quad (19)$$

$$\Delta T_3 = 10^{\frac{5}{10}} = 3,0 \text{ К}$$

Желінің шуыл температурасының көбеюі:

$$\Delta T_{л} = \Delta T_3 + \gamma \Delta T \delta \quad (20)$$

мұндағы, $\gamma = -15,0 \text{ дБ}(0,0320)$ – жерсеріктік желінің жіберу коэффициенті

$$\Delta T_{л} = \Delta T_3 + \gamma \Delta T \delta = 3,0 + 0,0320 \cdot 163,0 = 8,20 \text{ К} \quad (21)$$

шу температурасына әсер ететін жүйенің қабылдау трактісінің салыстырмалы өсуі:

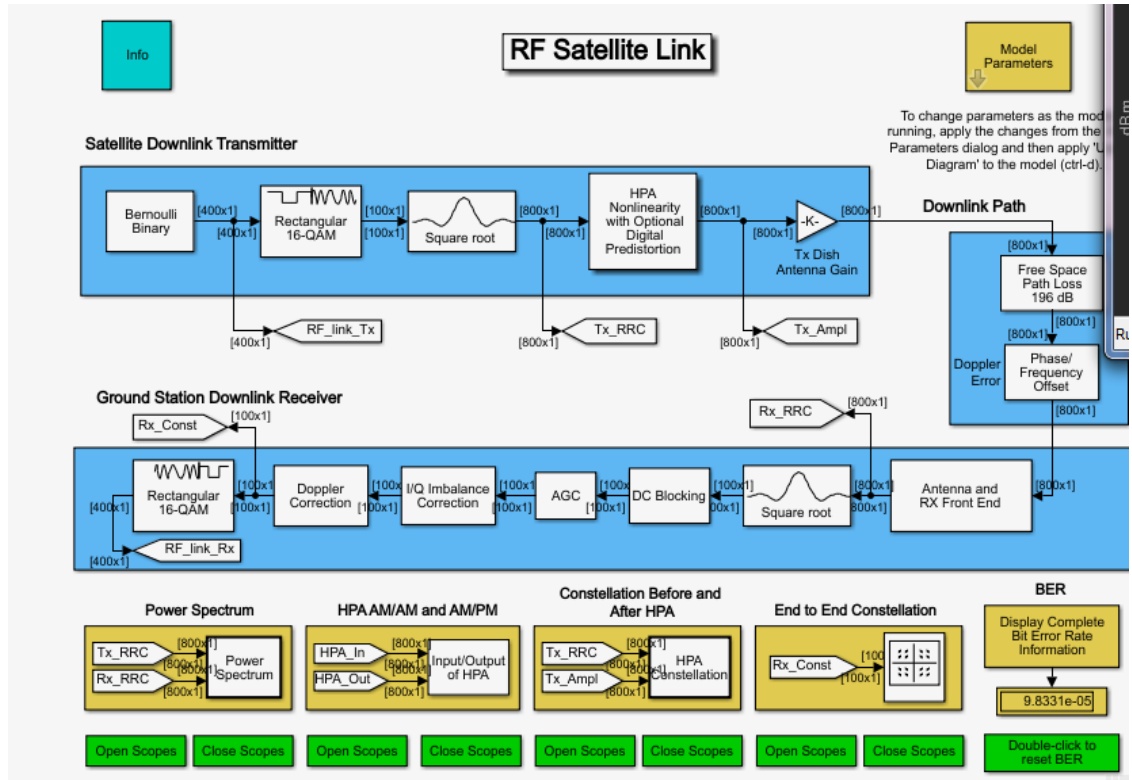
$$\frac{\Delta T_{л}}{T} \cdot 100,0\% \quad (22)$$

мұндағы, T – жерсеріктік байланыс желісі шуыл температурасы:

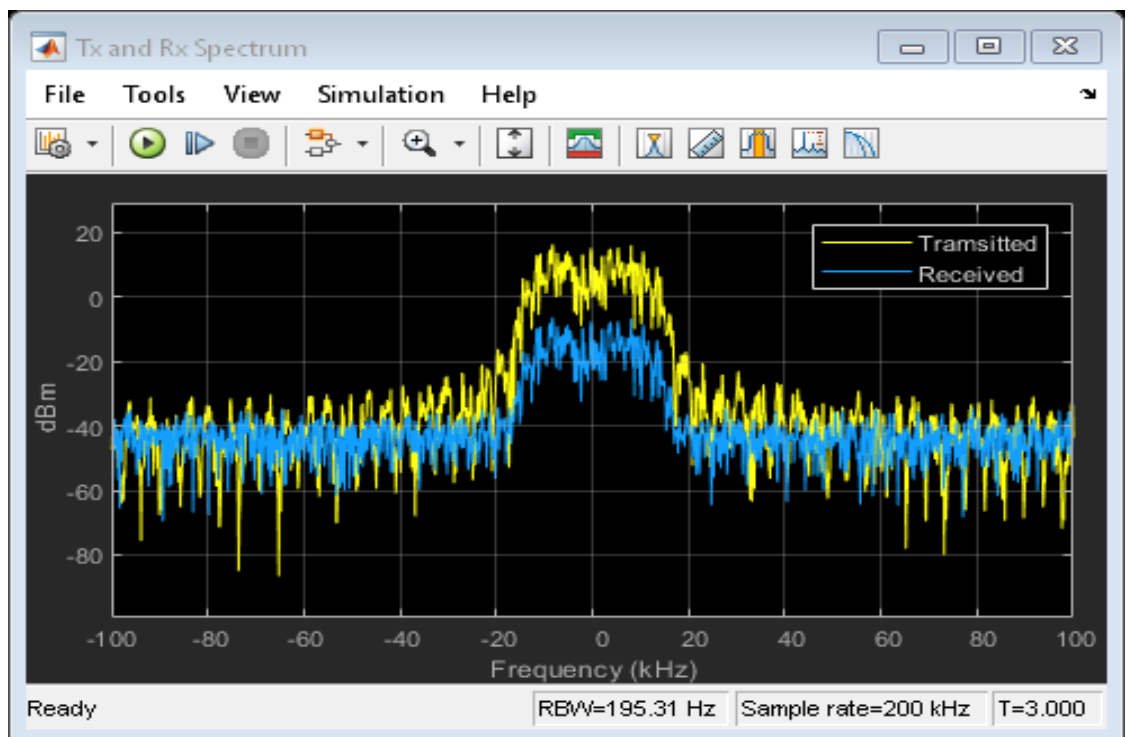
$$\frac{8,2}{90} \cdot 100,0\% = 9,1 > 6,0\%$$

Жүйелердің арасында түзету керек.

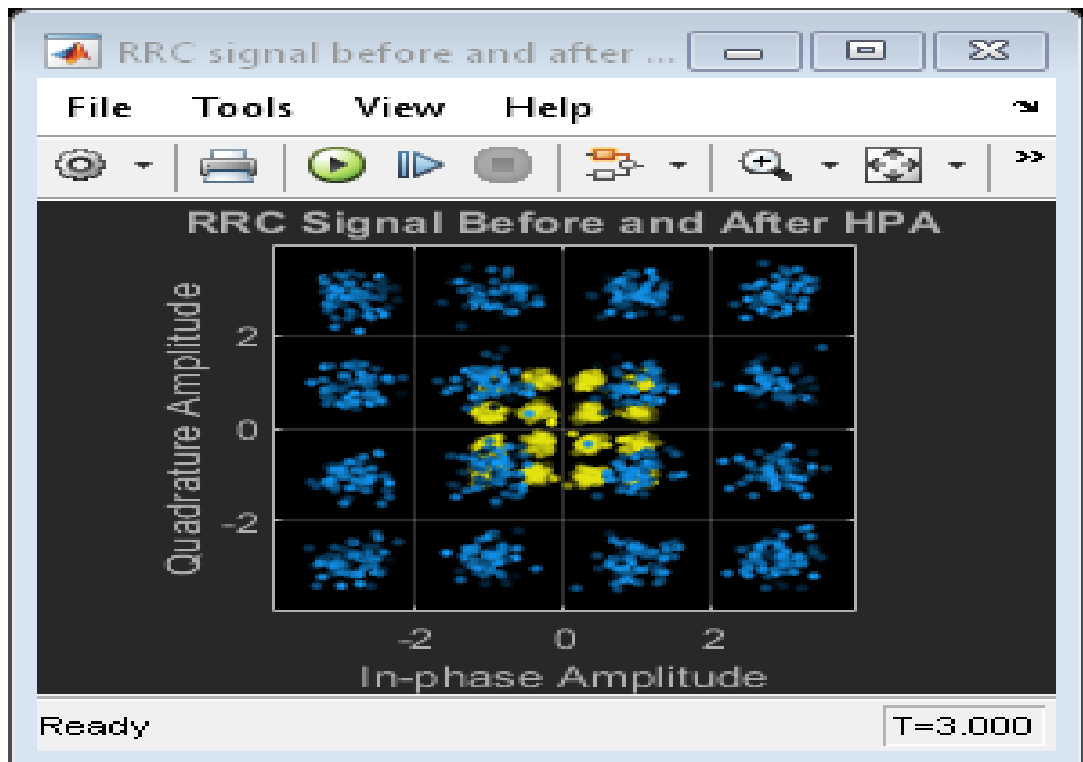
5 МатЛаб бағдарламасымен жерсеріктік навигациялық жүйелер кедергілерге төзімділік үлгісін жасау



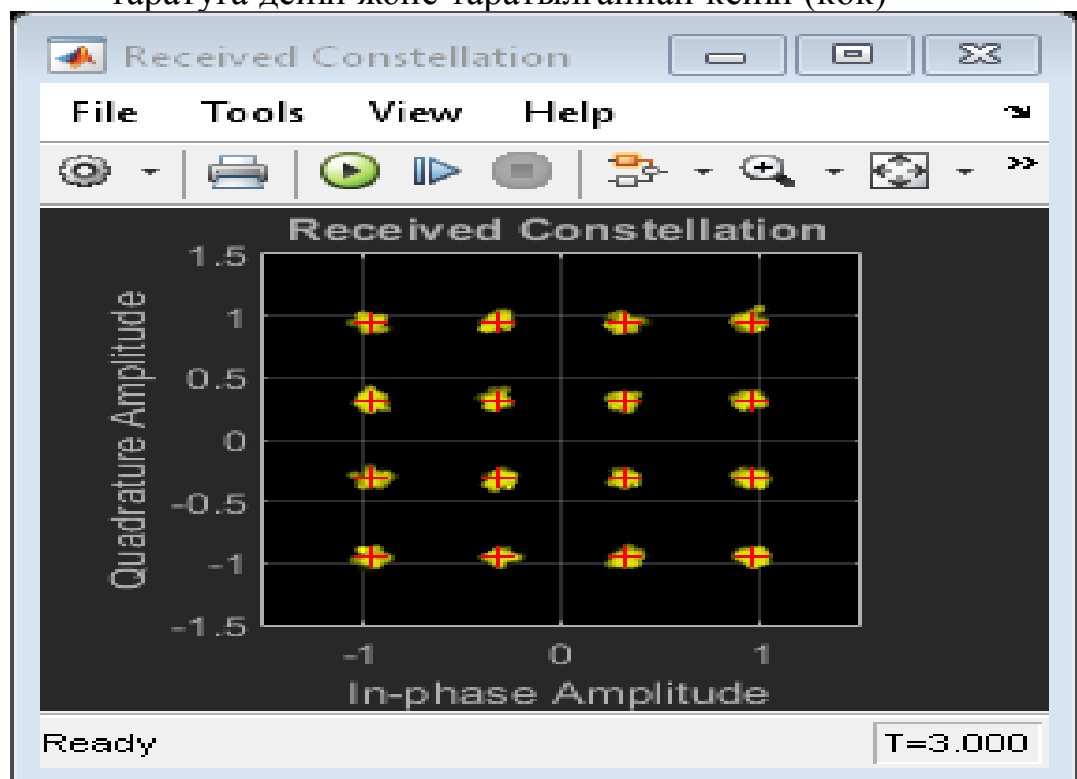
Сурет 5.1 – Спутниктік байланыс сызбасы



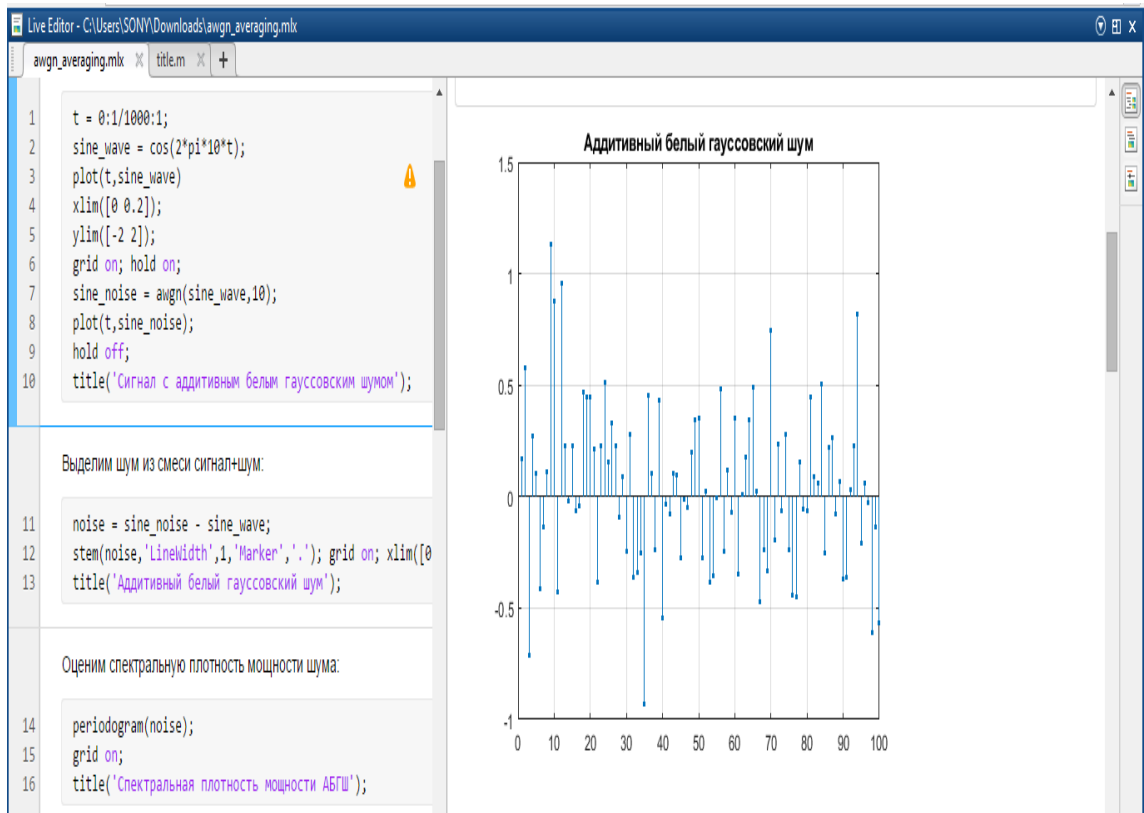
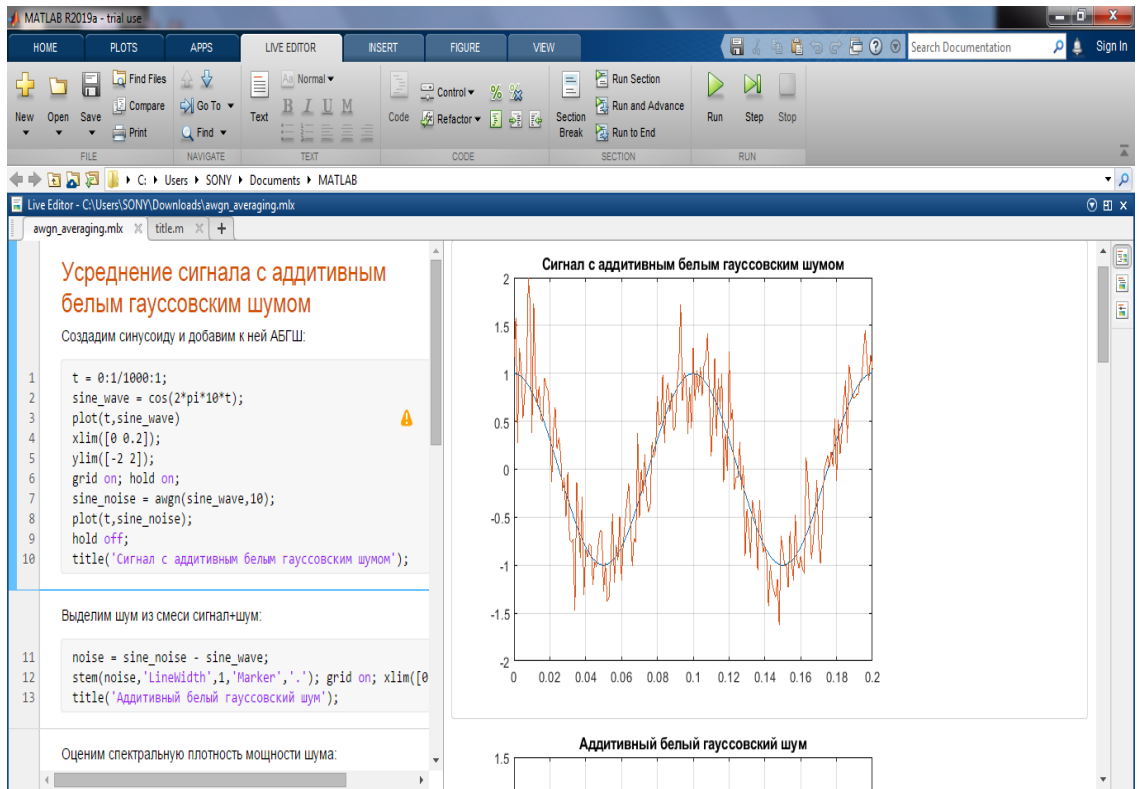
Сурет 5.2 – Модуляциялы / фильтрден өткен сигналдың (сары), демодуляцияға дейінгі сигналдың (көк) спектрін талдау



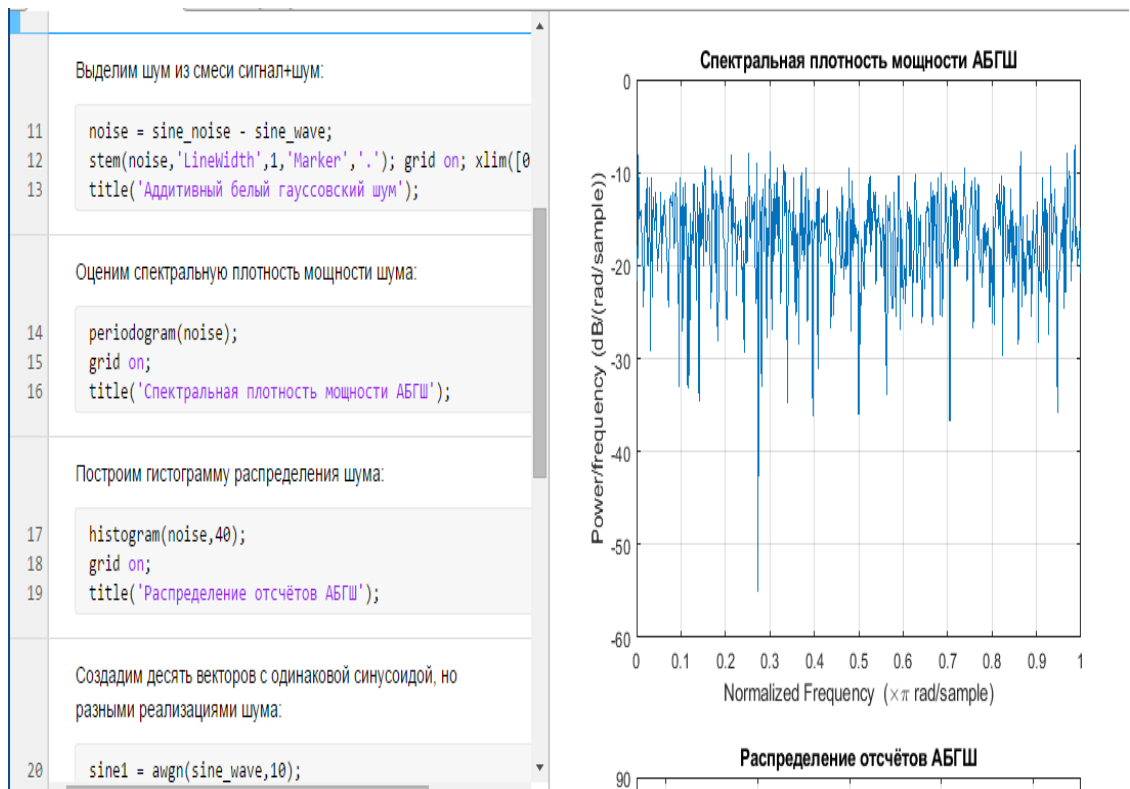
Сурет 5.3 – Таратылған сигнал шоқжұлдыздығын салыстыру (сары) таратуға дейін және таратылғаннан кейін (көк)



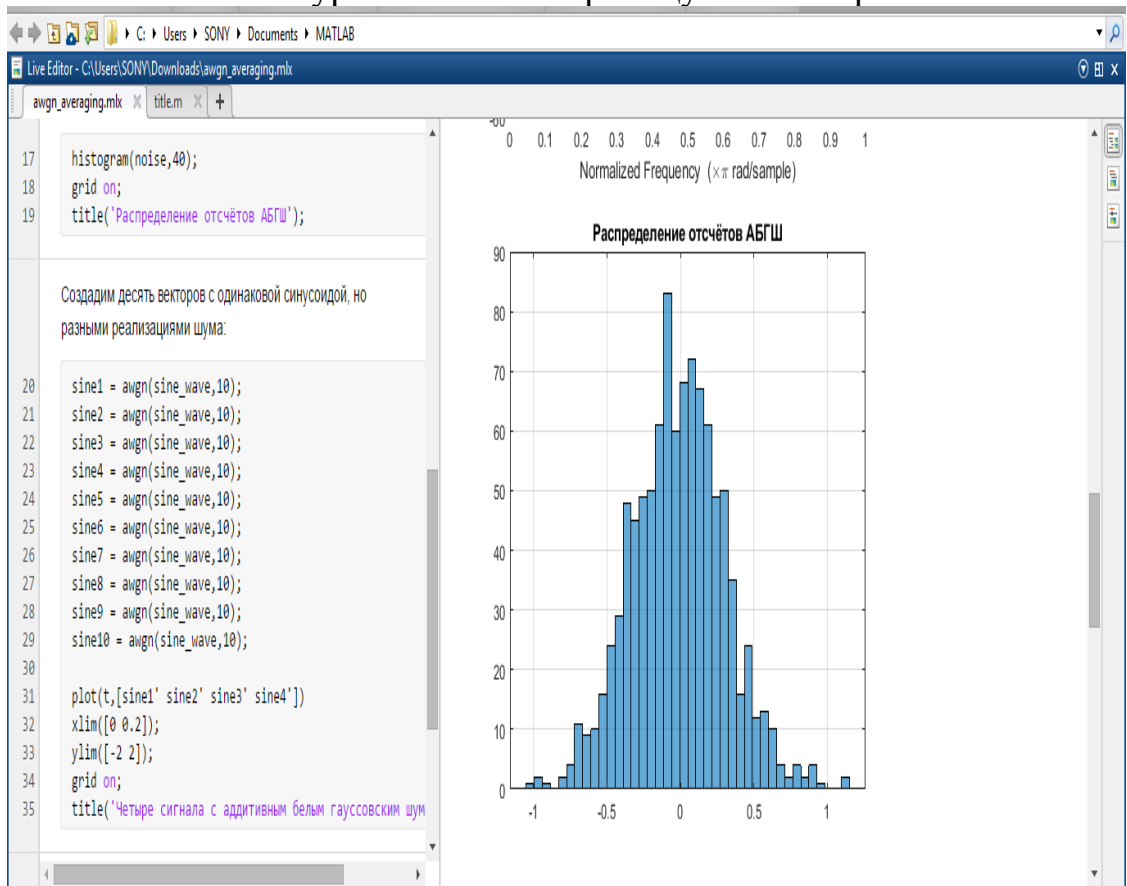
Сурет 5.4 – 16-QAM эталондық шоқжұлдыздарын (қызыл) демодуляция болар кезінде QAM көрінген шоқжұлдызбен салыстыру (сары)



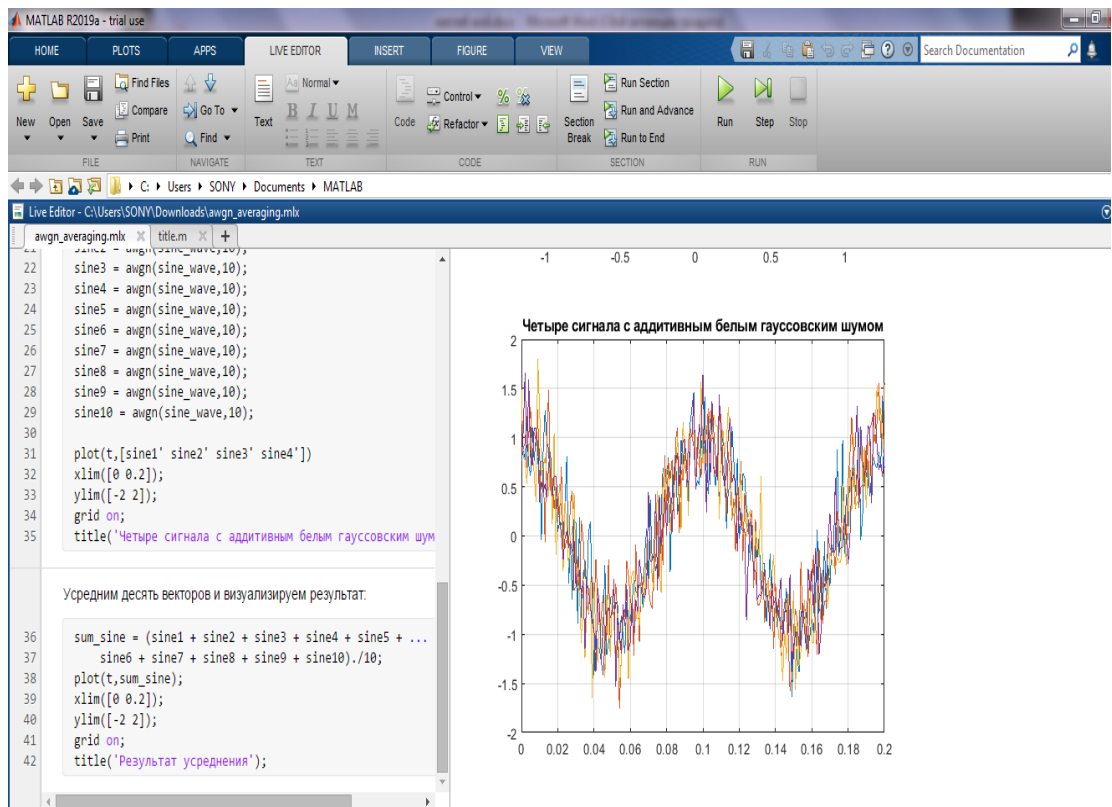
Сурет 5.5 – Аддитивті ақ Гаусс шуылды сигналдың болуы



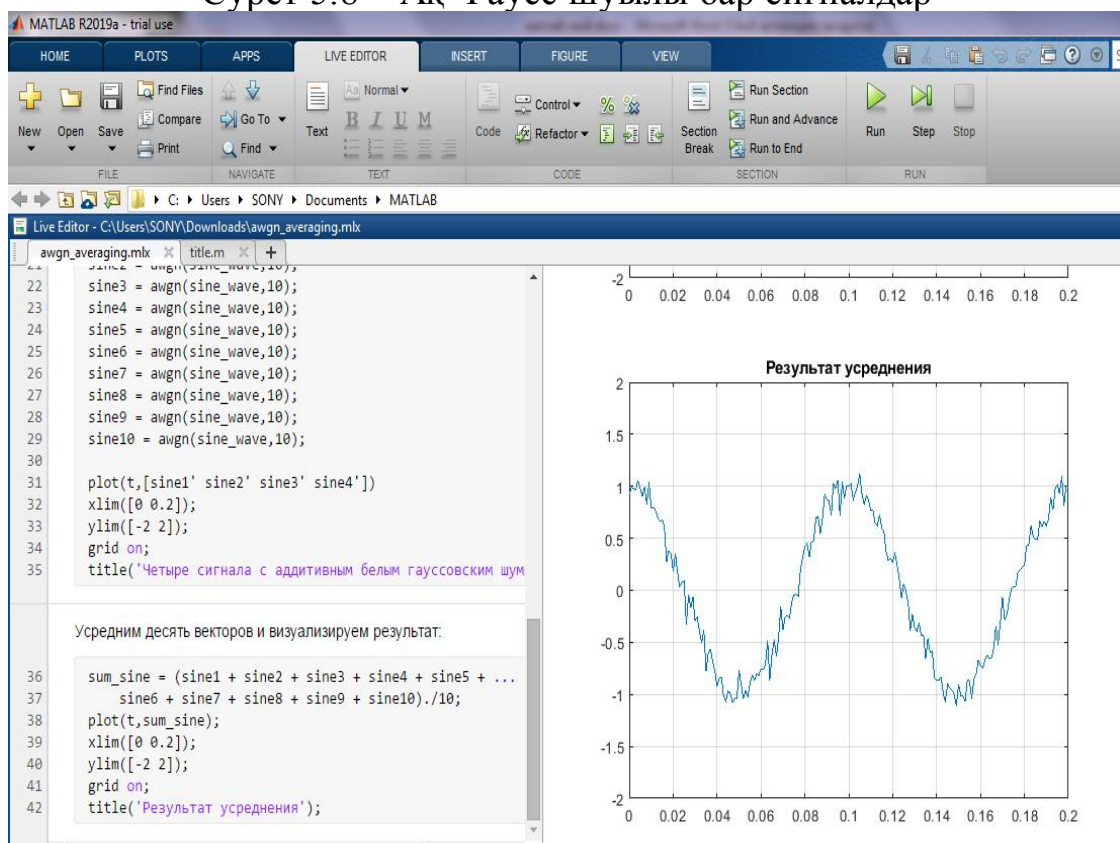
Сурет 5.6 – Спектрлік қуат мөлшері



Сурет 5.7 – Есептеулерді бөлу



Сурет 5.8 – Ақ Гаусс шуылы бар сигналдар



Сурет 5.9 – Нәтижесі

5.1 Желінің пайдалы өткізу қабілеттілігін есептеу

100 Мбит / с жылдам Ethernet үшін аралық интервал - 0,96 мкс, ал Гигабит Ethernet үшін - 10 есе аз, яғни 96 нс. Интерфейс аралығы 12 байтты немесе 96 битті жіберуге тура келетін уақыт. Егер уақыт аралығын өлшеу бірлігі ретінде бір битті беруге аз уақытты (bt) анықтайтын болсақ, онда аралық интервал 96 битті құрайды. Уақыт аралықтарын анықтаудың бұл әдісі берілу жылдамдығына тәуелсіз және Ethernet стандартында жиі қолданылады.

Соқтығысудан кейінгі Δt кідірісі кездейсоқ және келесі формула бойынша таңдалады:

$$\Delta t = L \cdot \tau, \quad (5.1)$$

мұндағы t - интервал 512 бит ке тең, 1000Мбит/с жылдамдықта 0,512 мкс тең.

L – бүтін кездейсоқ шама, мына диапазоннан таңдалған $[N0;2]$;
 N – берілген кадр тарату номері.

Сонымен қатар, бесінші қадамнан соң кадр тарату кездейсоқ кідіріс былай болады:

$$\Delta t = [0;1024] \cdot 512 \text{ бит} = 524 288 \text{ бит}$$

Fast Ethernet стандарты үшін мына уақыттық диапазонға сәйкес келеді 0 дан 0,524 мс.

Ең кіші кадр ұзындығын тарату үшін және сигналды ұстап қалу уақыты арасындағы қатынас

$$T_{\min} \geq 2t, \quad (5.2)$$

мұндағы t – желідегі сигнал тарату уақыты.

Кадр өлшемі былай анықталады:

$$46 + 18 = 64 \text{ байт дан } 1500 + 18 = 1518 \text{ байт дейін.}$$

1000Мбит/с тарату жылдамдығында бұл 1,12мкс уақытқа сәйкес келеді. Онда кадр кезектесуі 1 секундта:

$$561/1,12 \text{ мкс} = 892857 \text{ кадр/с.}$$

Максималды өлшемді кадр тарату кезінде ол 1582 байт немесе 12656 бит, кезектесу мерзімі:

$$12\,656 \text{ бит} + 96 \text{ бит} = 12\,752 \text{ бит},$$

1000 Мбит/с жылдамдықты кадр жиілігі:

$$1/12,752 \text{ мкс} = 78419 \text{ кадр/с}.$$

Ең кіші ұзындықты кадр үшін өткізу жолағы мынаған тең

$$46 \text{ байт/кадр} \cdot 892857 \text{ кадр/с} = 328,571 \text{ Мбит/с}.$$

Максималды өлшемді кадр үшін желі өткізу қабілеттілігі мынаған тең:
 $1500 \text{ байт/кадр} \cdot 78419 \text{ кадр/с} = 941,028 \text{ Мбит/с}.$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста, Жерсеріктік навигациялық жүйелердің бөгеуілдерге төзімділік қасиетін жақсарту, сонымен бірге Глонасс, GPS сияқты ғаламдық навигациялық жүйелерге шолу жүргізілді.

Жерсеріктік ғарыш аппараттары үшін, әр түрлі орналастыру әдістерін карап, олардың қолданылуын анықтадым. Сонымен бірге олардың координаттарын дәл анықтап, факторлары мен есепке алу тәсілдерін зерттедім.

Бұл тақырыпта навигация аумағындағы мәселелер қарастырылған. Мысалы, осы жұмыста жерсеріктік радионавигациялық жүйелері жұмыс әдістері, олардың дәлдік мөлшерін арттыру тәсілдері қарастырылды.

Бұл жұмыста жобаның мүмкіндіктерінің кең ауқымын жасау және дифференциалды түзету әдіс түрлерін жерүсті объектілерінің координаталарын тексеру үшін ғана емес, сонымен бірге ғарыш аппараттарын дәлдікпен орналастыру үшін қолдану ұсынылады.

Бұл үлкен дәлдікпен өлшеуді қажет ететін, деректерді координаталарға түгел байланыстыру міндеттерін атқаратын бірнеше түрлі жасанды жерсеріктерінің жұмыс мүмкіндігін жаңартады. Оның ішінде 1-кезекте - жерді қашықтықтан зондылау, спутниктік байланыс жүйесі, метеорология картография, сейсмология жұмыстары үшін пайдаланылатын ҒА (ғарыш аппараттары), сондай-ақ ғылыми-зерттеу стансалары бар.

Есептеу бөлімінде көлбеу қашықтық аралығындағы жерсеріктік станса мен аралас станса, жерсеріктік байланыс жүйелерінің энергетикалық есептемелері келтірілген. Сонымен қатар, сызбасын тұрғыздым, MatLab бағдарламалау жүйесінде тәжірибелік зерттеулер жүргіздім.

Қазіргі істеп тұрған GPS, ГЛОНАСС жүйелері салыстырылып, жұмысы мемлекетіміздің шеңберінде тиімділігі жоғары бағаланады. Осыған орай бұл жұмыс басқада жұмыстарға көмегін тигізеді деп ойлаймын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Карлашук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 176с.:ил.
- 2 Иванов Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов. – М.: Дрофа, 2004. – 544с.
- 3 Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 268с.
- 4 Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 272с.:ил.
- 5 Бессонов А.А. Спутниковые навигационные системы: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2006. 36с.:ил.
- 6 Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – М.: ИКФ Каталог, 2002 – 106с.
- 7 Шебшаевич В.С. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. – М.: Радио и связь, 1993 – 408 с.: ил.
- 8 Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. – М.: Вузовская книга, 2001.
- 9 Interface Control Document: NAVSTAR GPS Space Segment / Navigation User Interfaces (ICD-GPS-200). – Rockwell Int. Corp. 1987.
- 10 Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. – М.: КНИЦ ВКС, 1995.
- 11 Гладышева Н.Н. Спутниковые и радиорелейные системы передачи. – Алматы: АИЭС, 2008.
- 12 Интернет-страница. Текущее положение ОГ ГЛОНАСС/ Федеральное космическое агентство. Информационно-аналитический центр: http://www.glonass_ianc.rsa.ru/GLONASS/currentPosition.php.
- 13 Интернет-страница. Зона обслуживания «Экспресс АМЗЗ»/Федеральное космическое агентство Роскосмос»: <http://www.federalspace.ru/page.php?Id=8>
- 14 Интернет-страница. Наземный сегмент СВСН РК/Национальная компания «ҚазақстанҒарышСапары»: http://www.gharysh.kz/article_24.html.
- 15 Интернет-страница. СВСН РК/Национальное космическое агенство РК «Казкосмос»: http://www.kazcosmos.kz/article_20.html
- 16 Интернет-страница. Перспективы прикладных исследований на 2009-2011гг./ Национальный центр космических исследований и технологий НКА РК: <http://www.spaceres.kz/index.php?uin=1238472234&lang=rus>.
- 17 Власов, Н.А. Нейтроны [Текст] / Н.А. Власов – М.: Наука, 1975. -426 с.
- 18 Гаврилов, С.А., Белов, А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники [Текст] / С.А. Гаврилов, А.Н. Белов; - М.: Высшее Образование, 2009. - 272 с.
- 19 Гаскевич, Е., Убайдулаев, Р. "PON-широкополосная мультисервисная

сеть доступа" [Текст] / Е. Гаскевич, Р. Убайдулаев // ТелеМультиМедиа. - 2002.-№2(12), - С.29-32.

20 Гауэр, Дж. Оптические системы связи [Текст] / Пер. с англ. под ред. А.И. Ларкина; - М.: Радио и связь, 1989. — 504 с.

21 Герасименко, Н.Н., Пархоменко, Ю.Н. Кремний - материал нанoeлектроники [Текст] / Н.Н. Герасименко, Ю.Н. Пархоменко - М.: Техносфера, 2007. - 352 с.

22 Гончаров, В.Л., Липская, М.А. Техническая эксплуатация ВОЛС [Текст] / В.Л. Гончаров, М.А. Липская; - Алматы: КазАТК, 2012. - 158 с.

23 Гочжун Цао, Ин Ван. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение [Текст] / Пер. с англ./ Под ред. В.Б. Зайцев. - М.: Научный мир, 2012. -515 с.

24 Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А.И. Гусев; - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 416 с.

25 Данилина, Т.И., Кагадей, В.А., Анищенко, Е.В. Технология кремниевой нанoeлектроники. Учебное пособие [Текст] / Т.И. Данилина, В.А. Кагадей, Е.В. Анищенко; - Т.: В-Спектр, 2011. - 263 с.

26 Дмитриев, А.Л. Полупроводниковые источники света для систем передачи и обработки информации [Текст] / А.Л. Дмитриев. - Учебное пособие. -СПб: СПбГУИТМО, 2006. - 48 с.

27 Дмитриева, С.А., Слепов, Н.Н. Волоконно-оптическая техника: История, достижения, перспективы. [Текст] / Под. ред. С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепова; - М.: АО "ВОТ", Изд-во Connect, 2000. - 376 с.

29 Журавлева, Л.М., Бухалкин, М.Ю., Кручинин, А.С., Новожилов, А.В. Современные технологии в волоконно-оптических системах связи [Текст] / Л.М. Журавлева, М.Ю. Бухалкин, А.С. Кручинин, А.В. Новожилов // Проектирование и технология электронных средств. - 2008. - №4.- С. 5-12.

30 Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст] / О.К. Скляр; – М.: Солон-Пресс, 2004.- 261с.

31 Скляр, О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи/ О.К. Скляр; - М.:Салон-Р, 2001. - 237с.

32 Слепов, Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н.Н. Слепов; – М.: Радио и связь, 2000. - 468с.

33 Слепов, Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (АТМ, РDН, SDН, SONET и WDM) [Текст] / Н.Н.Слепов; - М.: "Радио и связь", 2-е исправленное изд., 2003. - 468 с.

34 Слепов, Н.Н. Оптические волновые конверторы и модуляторы [Текст] / Н.Н.Слепов; - М.: Электроника: НТБ., 2000. - №6 - С.6-10.

35 Смирнов, И.Г. Структурированные кабельные системы [Текст] / И.Г. Смирнов; - М.: Эко-Трендз, 1998. - 179 с.

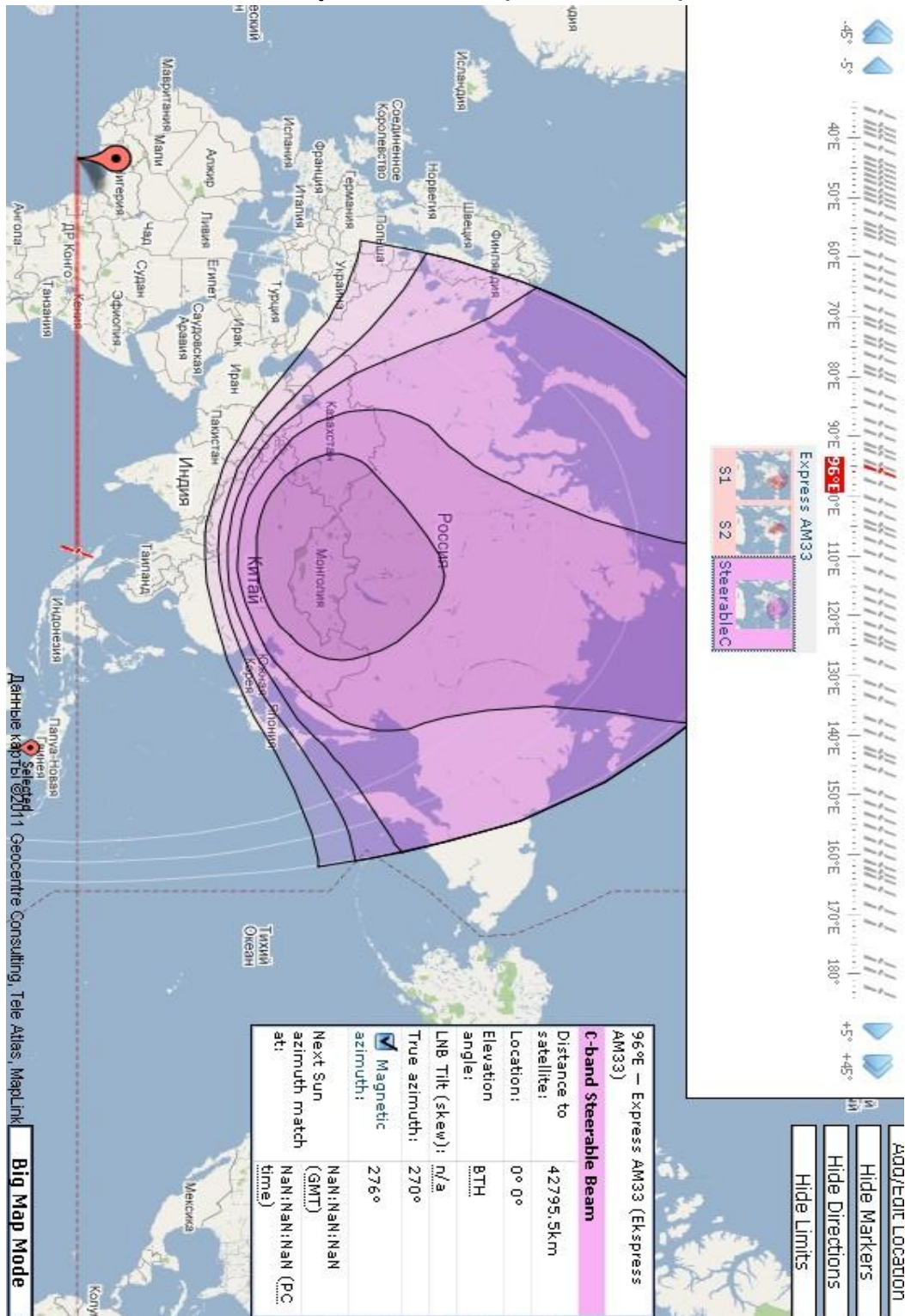
36 Смирнов, Л.С., Соловьев, С.П., Стась, В.Ф., Харченко, В.А. Легирование полупроводников методом ядерных реакций [Текст] / Л.С. Смирнов, С.П. Соловьев, В.Ф. Стась, В.А. Харченко; - Новосибирск.:Наука, 1981. - 182 с.

- 37 Снайдер, А., Лав, Дж. Теория оптических волноводов / А. Снайдер, Дж. Лав; - М.: «Радио и связь», 1987. - 655 с.
- 38 Строшио, М., Дутта, М. Фононы в наноструктурах / М. Строшио, М. Дутта; - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 320 с.
- 39 Строшио, М., Дута, М. Фононы в наноструктурах / М. Строшио, М. Дута; - М.: Физматлит 2-е издание, 2008.- 319 с.
- 40 Убайдулаев, Р.Р. Волоконно-оптические сети / Р.Р. Убайдулаев; - М.: Эко-Трендз, 2-е стереотипное изд. 2002. - 269 с.
- 41 Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л.Фостер; - М.: Техносфера, 2008 г. - 352 с.
- 42 Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи / Р.Фриман; - М.: Техносфера, 2006. - 495 с.
- 43 Чаплыгин, Ю.А. Нанотехнологии в электронике / Под ред. Ю.А. Чаплыгина; - М.: Техносфера, 2005. - 446с.
- 44 Шлимак, И.С. Нейтронное трансмутационное легирование полупроводников: наука и приложение / И.С.Шлимак // Физика твердого тела, 1999. Т. 41, вып.5.- С.794-798.
- 45 Шмалько, А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения / А.В. Шмалько; - М.: Эко-Трендз, 2001. - 283 с.
- 46 Щука, А.А. Нанoeлектроника [Текст] / А.А. Щука; -М.: Физматкнига, 2007. - 463с.
- 47 Cardona, M., Thewalt, M.L.W. Isotope effect on optical spectra of semiconductor / M. Cardona, M.L.W. Thewalt // Rev. Mod. Phys. 77, October 2005. - P. 1173-1224. ITU-T Recommendation G.651. Characteristics of a 50/125 μm multimode graded index optical.
- 48 Нейман В.И. Дальнейшая интеграция сетей связи//Электросвязь. - №6. 2007. – 369с.
- 49 Спириин А. А. Статья: Введение в технику волоконно-оптических сетей.2007г.-278с.
- 50 Сайт [http:// vimcom.ru/optic /](http://vimcom.ru/optic/)
- 51 Гроднев И.И. Волоконно-оптические линии связи. - М.: Радио и Связь, 1990.-346с.
- 52 Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. - М.: Лань, 2010.-389с.
- 53 Конин В.В. Спутниковые системы и технологии. – М.: Оборонгиз, 2002.-479с.
- 54 Сайт <http://www.teralink.ru>
- 55 Спутниковая связь и вещание. Коллектив ООО «Гротеск», 2009.-175с. Самарский П.А. Основы структурированных кабельных систем. – М.: ДМК пресс, Компания АйТи, 2005.-169с.
- 56 Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. Структурированные кабельные системы 2-ое изд. – М.: ДМК пресс, 2002.-340с.
- 57 Сайт <http://www.madex.ru/service/articles/sks/>

- 58 Николаев А.А. Локальные проводные сети// Компьютер-Информ.- №1 . – 2003.-275с.
- 59 Сайт <http://sintez-n.ru/activities/net/rrl/>
- 60 Сайт <http://www.rrl.newmail.ru/index.html>
- 61 Григорчак О.А. ЦРЛС: расширяя границы возможного// Connect/ - №2. – 2005.-170с.
- 62 Камнев В.Е. Интеграция низкоорбитальных спутниковых и сотовых сетей связи с использованием протоколов физического и канального уровней. -М.: Стокгольм: Сотовая связь XXI века, 1999.-188с.
- 63 Крупнов А.Е., Соколов Н.А. Калистратов Д.Ю. Широков Т.О. Новые телекоммуникационные технологии в отрасли связи// Электросвязь. - № 11. - 2009.-356с.
- 64 Группа РЦБ. Спутниковые коммуникации// Издательский дом. - №10.-280с.
- 65 Сайт <http://www.satellite.ru/activities/> Roddy В. Satellite Communications. McGraw-Hill Telecommunications, 2001.-224с.
- 66 Чечин Г.В., Кольшко Е.В. Оптимизация параметров алгоритмов резервирования при обеспечении непрерывности соединений и переназначении каналов в низкоорбитальных сетях связи. - М.: Спутниковая связь, 1998.-265с.
- 67 Горячкин О.В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехники и связи. – М.: Радио и связь, 2003.-193с.
- 68 Спутниковая связь и вещание: Справочник/Под ред. Л.Я.Кантора. - М.: Радио и связь, 1988.-310с.
- 69 Ключковская Л.П. Спутниковые системы радиосвязи и телевидения. Бутусов М.М. и др. "Волоконно-оптические системы передачи"-М.; Радио и Связь,1992.-75с.
- 70 Камнев В. Е., Черкасов В. В., Чечин Г. В. Спутниковые сети связи: Учеб. пособие. - М.: Альпина Паблишер, 2004.-336с.
- 71 Утегалиев Д. Ж. Интегрированные сети связи// Вестник. - №2. – 2014.-4с.
- 72 Сайт <http://evtelecom.kz>
- 73 Сайт <http://news.ferra.ru/soft/2009/07/03/88507/>
- 74 Сайт http://matlab.exponenta.ru/statist/book3/1_2.php

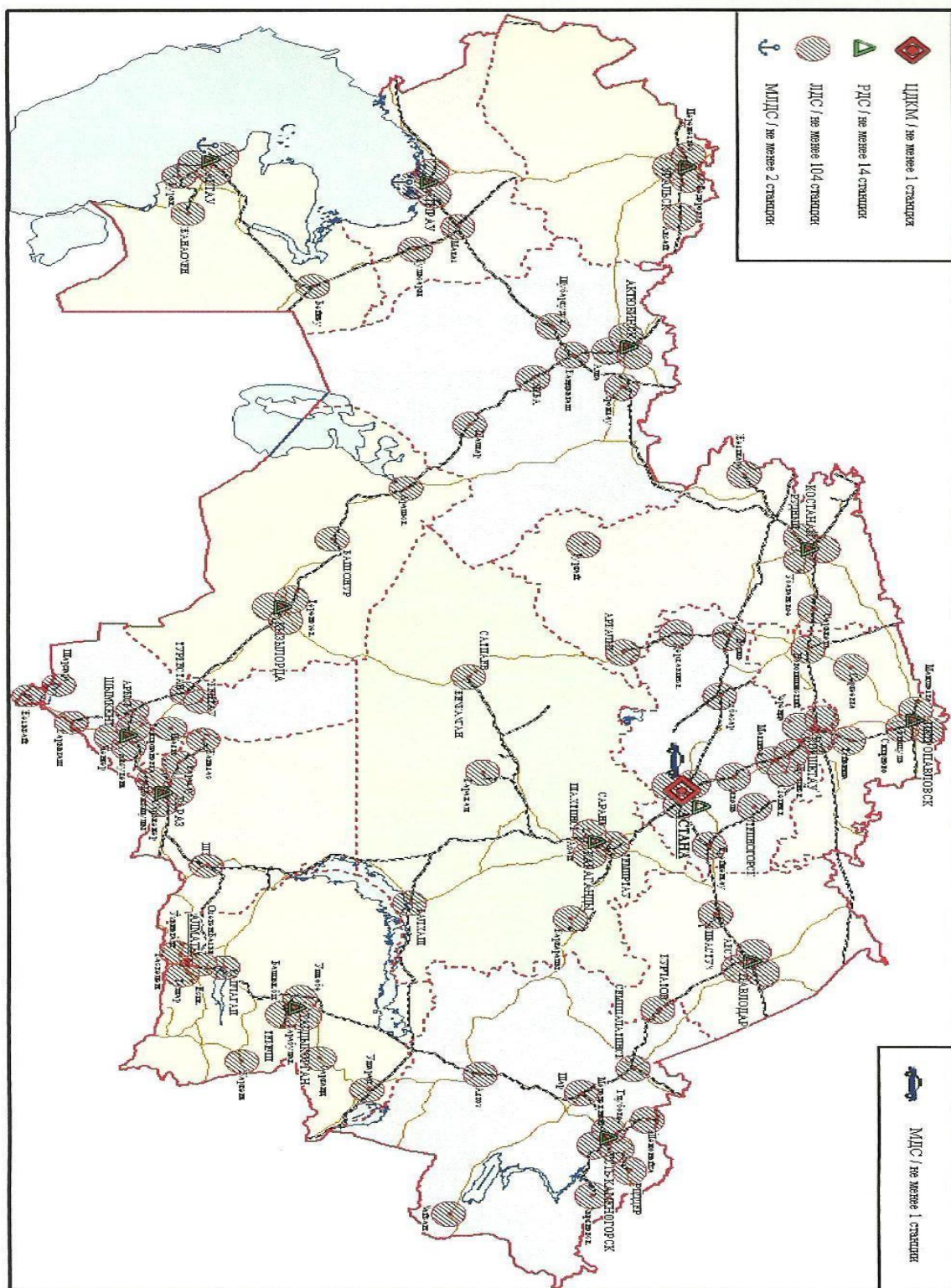
Қосымша А

«Экспресс-АМ33» (L-диапазон)



Сурет А1 – Қызмет көрсету аймағы ИСЗ «Экспресс АМ33»

Қосымша Б ҚР ЖСНЖ жерүсті сегментін орналастыру



Сурет Б1 – ҚР ЖСНЖ жер үсті сегментінің түрі