ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: GNSS қабылдағышының сипаттамаларын зерттеуді талдау.

5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Батыков Саясат Маратович СТКк-12-05
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Панченко Сергей Владимирович, аға оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
профессор Базылов Қазкен Базылович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «23» 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
б.ғ.к. аға оқытушы Мустафин Қайрат Габбасович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «23» мауыр 20 16 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Мухамеджанова А.Д.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «2» мауым 20 16 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Мухамеджанова А.Д.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «2» мауым 20 16 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: инженер-жетілдіруші, т.ғ.к. Нұрмаханбаева А.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «2» мауым 20 16 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Батыков Саясат Маратович
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы GNSS қабылдағышының сипаттамаларын зерттеуді талдау

ректордың «19» қазан 2015 № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 2016 ж.

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

$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ $q_{ш}^2 = \ln 2 = -1{,}6$ дБ
$R_{жер} = 6378$ км $T = 300$ K $\Delta f = 2{,}46 \cdot 10^6$

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

Кіріспе
1. Ғаламдық навигациялық жер серіктері жүйесін сипаттау
2. Тұтынушылардың навигациялық аппаратурасы
3. GNSS қабылдағышының қабылдаған сигнал параметрлерін есептеу
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі
5. Техникалық - экономикалық дәлелдеме
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

Жер серіктік жүйелерінің түрлері
Серіктік байланыс жүйелері
GLONASS және GPS құрылымының қағидалары мен техникалық деректері
GPS жүйесінің дабылын сипаттау
GNSS қабылдағышының құрылымдық сызбасын сипаттау
Қабылдағыштың дәлдік сипатамасына талаптар
GPS және GLONASS спутникті радионавигация жүйе сигналдарының бәсеңтіруін есептеу
Тұтынушылар қабылдайтын радионавигация өрісінің қуатын есептеу

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Шишов О.В. Современные технологии и технические средства информатизации: Учебник. М.: ИНФРА-М. 2012-462с.
Шишов О.В. Технические средства автоматизации и управления. М.: ИНФРА-М, 2011г.-397с.
Жамрин Е. Помехоустойчивость перспективных сигналов спутниковых радионавигационных систем.// -2007.- №9-с.38.-41
Тихвинский В.О. Перспективы и модели услуг в сетях// Мир связи Соннесс -2011- №11

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бекболов Б.	14.04-20.05.16	
Өмір тіршілік	Мустафин К.Т.	14.04-20.05.16	
есептеу техникасы	Мухамеджанова А.Д.	15.12.15-25.05.16	
мәлімет бақылау	Мухамеджанова А.Д.	17.5.16-2.06.16	
техникалық бөлім	Панченко С.В.	15.12.15-25.05.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрактардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	GNSS технологиясының дамуының қазіргі жағдайы	10.12.15 - 21.12.15	орындалды
1.1.	GNSS технологиясына жалпылама түсінік	21.12.15 - 4.01.16	орындалды
1.2.	GNSS технологиясының құрылымы мен архитектурасы	5.01.16 - 15.01.16	орындалды
1.3.	Серіктік байланыстың артықшылығы	16.01.16 - 25.01.16	орындалды
1.4.	ҒНЖССЖ қолданумен тұтынушының тұрған орнын табу	26.01.16 - 8.02.16	орындалды
15.	ГЛОНАСС радиосигналдары	9.02.16 - 20.02.16	орындалды
2.	Тұтынушы аппаратурасын құру	21.02.16 - 2.03.16	орындалды
2.1	GNSS қабылдағыштың құрылымдық үлгісін сипаттау.	3.03.16 - 13.03.16	орындалды
2.2.	Антеннальық блокты таңдау	14.03.16 - 25.03.16	орындалды
2.3.	Жиіліктік қайта құру	26.03.16 - 30.3.16	орындалды
2.4	Қабылдағыштардың аппаратуралық алгоритмі	1.04.16 - 11.04.16	орындалды
2.5.	Қабылдағыштардың дәлдік сипаттамасына талаптар	12.04.16 - 22.04.16	орындалды
3	GNSS қабылдаған сигнал параметрлерін есептеу	23.04.16 - 01.05.16	орындалды
3.1	Тұтынушылар қабылдайтын радионавигация өрісін есептеу	02.05.16 - 10.05.16	орындалды
3.2	GPS және ГЛОНАСС спутниктік радионавигация жүйесі	11.05.16 - 17.05.16	орындалды
3.3	GPS жүйесінің дәлдігін сипаттау	18.05.16 - 25.05.16	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «___» _____ 20___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ аға оқытушы Панченко С.В.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы кабылдаған студент _____ Батыков Саясат
(қолы) (аты -жөні)

Андатпа

Бұл диплом жұмысында жер серіктік радиодабыл жүйелерінің сигналдарын іске асыру арқылы ғарыштық аппараттардың нақты дәлдікті анықтаудың әрекеттерін және іс жүзінде пайдалану мәселелері қарастырылған.

Дипломдық жұмыстың есептік бөлімінде жасанды жер серігінің координаттарының есепбі шығарылған, өлшеулердің рұқсаттылығы және олардың геометриялық қателіктері анықталған. Сонымен қатар түзетуші ақпаратты тарату арқылы жерсеріктік байланыс жолының энергетикалық және түзету есебі шығарылған.

Жұмыстың бизнес-жоспары есептелген және өміртіршілігі қауіпсіздігі мәселелері қарастырылып жобаның бағасы есептелді.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрены некоторые вопросы изучения и практического использование методов высокоточного определения координат орбитальных аппаратов с использованием сигналов спутниковых радионавигационных систем на примере GPS и ГЛОНАСС.

В расчетной части работы проведен расчет координат искусственного спутника земли, определены геометрические погрешности измерений и их допустимость. Также произведен энергетический расчет спутниковой линии связи для передачи корректирующей информации.

Составлен бизнес-план проекта и рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.

Annotation

In this thesis some questions of studying and practical use of methods of high-precision determination of coordinates of orbital devices with use of signals of satellite radio navigational systems on the example of GPS and GLONASS are considered.

In settlement part of work calculation of coordinates of an artificial satellite of the earth is carried out, geometrical errors of measurements and their admissibility are defined. Power calculation of the satellite communication line for transfer of the correcting information is also made.

The business plan of the project is made and activity safety issues are considered.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Ғаламдық навигациялық жер серіктері жүйесін (ҒНЖСЖ) сипаттау 8
1.1 Жер серіктік жүйелерінің түрлері 8
1.2 Серіктік байданыс жүйелері 8
1.3 Серіктік байланыстың артықшылықтары 14
1.4 ҒНЖСЖ қолданумен тұтынушының тұрған орнын табу 15
1.5 GPS және GLONASS құрылымының қағидалары мен техникалық деректері 17
1.6 Навигациялық радиодабылдардың құрылымы 21
1.7 GPS жүйесінің дабылын сипаттау 22
1.8 ГЛОНАСС радиодабылдары 23
1.9 ГЛОНАСС және GPS жүйелерінің негізгі ерекшеліктері 24
2 Тұтынушылардың навигациялық аппаратурасы 26
2.1 Тұтынушы аппаратурасын құру және құрылу қағидалары 26
2.2 GNSS-қабылдағыштың құрылымдық үлгісін сипаттау 31
2.3 Антенналық блокты таңдау 32
2.4 Жиілікті қайта құру 35
2.5 Коррелятор 36
2.6 ҒНЖСЖ қабылдағыштарының аппаратуралық алгоритмі 39
2.7 Қабылдағыштардың дәлдік сипаттамасына талаптар 42
3 GNSS-қабылдағышының қабылдаған сигнал параметрлерін есептеу 46
3.1 Тұтынушылар қабылдайтын радионавигация өрісін есептеу 46
3.2 GPS және ГЛОНАСС спутникті радионавигация жүйесі 50
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 61
4.1 Жұмыс жағдайын талдау 61
4.2 Өрттің пайда болу көздерін талдау 66
5 Техникалық – экономикалық дәлелдеме 73
5.1 Бизнес жоспар 73
5.2 Өнімді сипаттау және талдау 74
5.3 Маркетинг жоспар 74
5.4 Капиталдық салымды есептеу 75
5.5 Эксплуатациялық шығын 76
5.6 Негізгі қызметтен түскен табыстар 79
5.7 Экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу 80
Қорытынды 82
Әдебиеттер тізімі 84
А қосымшасы Плагиат туралы анықтама 85
Б қосымшасы Дипломдық жұмыс электрондық нұсқасы және видеоматериалдар 86
В қосымшасы Delphi бағдарламалау тіліндегі бағдарлама листингісі 87

Кіріспе

ГЛОНАСС глобальды новигациялық спутниктік жүйесі және GPS глобальды орналастыру жүйесі орналасу нүктесін анықтау, қозғалыс жылдамдығын және де судағы, ауадағы, құрлықтағы қолданушылардың дәлме дәл уақытын анықтау үшін негізделген

ГЛОНАСС және GPS жүйелері құрылымы бойынша сәйкес келеді және әр қайсысы 3 сегменттен тұрады:

– космостық аппараттардың жүйешесі

– басқару және бақылау жүйешесі

– қызмет көрсету сегменті – қолданушылардың навигациялық аппаратурасы

ГЛОНАСС жүйесінің космостық аппаратурасының жүйешесі биіктігі 19100 км шеңберленген орбиталарда, $64{,}8^0$ көлденең қатынас жиілігі 11 сағат 15 минут болатын үш орбиталды тегістікте орналасқан 24 НҒА-дан тұрады. Орбиталды тегістік 120^0 ұзақтықта шашыраңқы орналасқан. Әр орбиталды тегістікте 45^0 ені бойынша бірқалыпты жылжыған 8 НҒА-дан орналасқан.

GPS орналасу нүктесін анықтауыш жерсеріктік жүйесі өзінің космостық жүйешесінде 24 НҒА-ға ие.

Серіктерді қолдану диапазондары өте кең - ақпаратардың сан түрін алмасудан бастап теле және радиохабарлағыш сигналдарды жеткізуге дейін толып жатқан қызметтер атқарылады. Геостационарлы серіктердің өткізу қабілетінің 70 пайызына дейінгісі сигналдарын таратуға қолданылады. Бұл қатынас әртүрлі жүйелер мен әртүрлі аумақтар үшін де әр түрлі болып келеді. Цифрлық теледидар пайда болғаннан кейінгі аз уақыт ішінде жер серіктік арналардың барлық санының 50 пайызын қамтып алды. Онымен қоса өте жақсы үдемемен даму үстінде.

ГЛОНАСС космостық тораптаманы өрістету 1982 жылғы навигациялық алғашқы жер серігін іске қосумен басталды. Пайдалану 1995 жылда, орбиталық топ 24 жұмыс жер серіктерінен тұрғанда басталды. Кейін экономикалық қиындықтардың кесірінен ҒА саны үздіксіз қысқарды, және 2005 жылы жағдай бойынша жүйеде 12 НҒА дабылдары ғана қол жетімді болды.

1 Ғаламдық навигациялық жер серіктері жүйесін сипаттау

1.1 Жер серіктік жүйелерінің түрлері

ҒНЖСЖ (GNSS) – бұл ғаламдық навигациялық жер серіктік жүйе, оның көмегімен жер серіктік дабылдарды өңдеу жолы арқылы жер бетінің кез-келген нүктесінде объектінің тұрған орнының координаталарын алуға болады.

Кез-келген ҒНЖСЖ үш сегменттен тұрады: ғарыштық, жер бетіндегі және пайдаланушы. Ғарыштық сегмент өзінің орбатидағы тұрған орны туралы хабарды беретін жер серігінің жұлдыздар тобымен ұсынылған; жер бетіндегі сегмент жер серіктерінің, және сондай-ақ олардың техникалық жағдайына мониторинг жүргізу және бақылауды қамтамасыз ететін тұрақты станциялардан тұрады; пайдаланушы сегмент әскери және азаматтық пайдаланушы жабдықтарды (яғни қабылдағыштарды) өңдеумен байланысты қызметті қамтиды.

Дипломдық жобада жер серіктік радионавигациялық жүйенің пайдаланушы сегменті толық қарастырылады. Алайда навигациялық қабылдағыштардың қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін ҒНЖСЖ құрылымының жалпы қағидалары туралы түсіну қажет.

Қазіргі таңда өрістету кезеңіндегі немесе жұмыс істейтін төрт ҒНЖСЖ бар. Бұл:

– АҚШ Үкіметінің басқаруымен бағытталудың ғаламдық жүйесі;

– Ресей Үкіметінің басқармасымен ғаламдық навигациялық жер серіктік жүйесі;

– Еуропалық Одақ басқармасымен Галилео бағытталудың жер серіктік жүйесі ;

– Қытай Үкіметінің басқармасымен Компас (Compass) бағытталудың жер серіктік жүйесі.

Қазіргі уақытта Компас жүйесі енгізудің бастапқы кезеңінде жатыр, ал Галилео тек 2014 жылда ғана күшейтіледі. Толыққанды жұмысқа қабілетті болып GPS**,** GLONASS жүйелері табылады. Сондықтан дипломдық жобада екі ҒНЖСЖ деректері негізінде жұмыс істейтін қабылдағышты өңдейміз.

1.2 Серіктік байланыс жүйелері

Серіктік байланыс жүйелері (СБЖ) әлемнің көптеген аймақтарында кеңінен қолданылады және әлемдегі телекоммуникацияның негізгі құрылымдық бөлігі болып табылады. Жаңа серіктік ұсыныстар жекеменшік желілерді және кең таратын қызметтерді тез құруды қамтиды. Алайда, байланыстың геостационарлық серіктестіктерін ақылы түрде қолдану 35 жыл бұрын басталды, бірақ 1980 жылдың басында ғана оларды байланыс желісіндей кеңінен қолдануға мүмкіндік туды. Теледидар,телефон, мәліметтерді кең жолақтық тарату серіктік байланыс жүйесінің негізгі қызметінде орындалуы жалғасуда.

Серіктік байланыстың қазіргі желілері жекеменшік желілердің өрбуіне, «нүкте - нүкте», «нүкте – көптеген нүктелер» түріндегі байланыс жүйесін

ұйымдастыру үшін үлкен мүмкіндік туғызады. Серіктерді қолдану диапазондары өте кең - ақпаратардың сан түрін алмасудан бастап теле және радиохабарлағыш сигналдарды жеткізуге дейін толып жатқан қызметтер атқарылады. Геостационарлы серіктердің өткізу қабілетінің 70 пайызына дейінгісі сигналдарын таратуға қолданылады. Бұл қатынас әртүрлі жүйелер мен әртүрлі аумақтар үшін де әр түрлі болып келеді. Цифрлық теледидар өзінің пайда болғанынан кейінгі азуақыт ішінде спутниктік арналардың жалпы санының 50 пайызын қамтып алып отыр. Онымен қоса мықты қарқынмен даму үстінде.

Қазіргі кезде телекоммуникацияларға жоғары талаптар қойылады. Жоғары сапалы және шапшаң байланыстарға қажеттілік күннен-күнге еселеп өсуде. Және де бөлімдер, сонымен қатар бірлескен үлгі компанияларының өкілділіктері қайда орналасса да, өзін бүкіл әлемге жарнамалау үшін, оларға нақты кәсіптік шешімдер қажет, бұларға ең соңғы үлгі технологиясы, өнімдері және қызметтері жатады. Технологиялық даму ЖС өлшемдерінің мәнді кішірюіне алып келеді. Бастапқы этапта спутник бірнеше жүз килограммнан аспаған еді, ал ЖС диаметрі 30 м-ге дейін жететін антенналары бар гигант құрлыстар түрінде болған. Қазіргі заманғы серіктердің салмағы бірнеше тонна, ал антенналардың диаметрі 1 м-ден аспайды, олар әр алуан жерлерде орналастырылуы мүмкін, ЖС-ның өлшемдерінің азаюы, сонымен қатар жабдықтар орналасуының қарапайымдалуы оның бағасының төмендеуіне әкеледі. Бүгінгі күнгі ЖС-ның бағасы, СБЖ-нің кеңінен таралуын анықтайтын басты сипаттамасы болып табылады. Спутниктік байланыстың жетістігі, географиялық тұрғыда алыс орналасқан қолданушылардың аралық сақтауға және коммутацияға қосымша шығынсыз қызмет көрсетуге негізделген. Жаңа ЖС-ның қондырғыларының бағасын арзандататын кез келген факторлар, СБЖ-сін қолдануға негізделген қосымшалар дамуына бір мәнді әсер ететіні белгілі. ЖС-ның жаймалануна қатысты жоғарғы ұстаулары жерлік опто-талшықты жерлер кей жағдайларда СБЖ-мен ұтымды бәсекелесе алады.

Серіктік байланыстың көптеген артықшылықтары бар. Кейбір шешілетін есептер төменде көрсетілген:

– мәліметтердің пакеттелген жүйесі (хаттамаларды циркулярды ретінде әкелу, объектінің қалпы туралы мәлеметтер жиынтығы түгел материялды автоматты түрде берілуі, сонымен қатар транспортық әдісі жайы туралы мәдімет беру және т.б.);

– сөйлесу жүйесі (радиотелефонды) байланыс;

– қолданушының орнын анықтау (координатын) жүйесі.

Бұрыннан келген жылжымалы ұялы байланысқа қарағанда, серіктік жүйе көптеген артылықшылықтары бар. Мысалы, ұялы байланыс кезінде, кейбір жерде абонент байланыс аясынан тыс жерде болса, байланыс онымен мүмкін емес, ал серіктік байланыс бұл жерде кілтті рөл атқарады, өйткені оның байланыс аясына шек жоқ. XXI ғ. басында ұялы телефондар байланыс аясы жердің тек 15% құрайды. Бірақ әлемнің көп региондарын жылжымалы

байланыспен қамтамасыз ету үшін, серіктік жүйесінің жылжымалы радиобайланысқа сұраныс аса көп қажет етіледі. Серіктік байланыс тағы бір ерекшілігі, ол: таулы, мұхитты жерде, ойпатты жерде, интернет те, радиобайланыс та әрқашан қамтамасыз етеді. Ал кейбіреулері байланыс қос есептерге шек қойылады.

Серіктік байланыс жүйесі бір қатар артықшылықтары бар:

– қалыпты сигналдық ұзақтау уақыты;

– бұл жерде спутник арқылы бір қосылуы, бір жер станциясынан келесі сондай станцияға звандаған кезде, оның ара қашықтықа байланысты бағасы тұрақты қалыпты болады.

Қазіргі таңда бүкіл әлем бойынша кең қолданыс тапқан Интернет желісіне қосылу, ол өз кезегінде глобальді желіні құрайды. Желіні қолданушылар саны күн сайын артып келе жатыр, осының нәтижесінде оның мүмкіндіктерін арттыру орынды болып отыр, мысалы, ақпарат таратуда, интерактивті бейнеконференцияда, дауысты ақпарат ағынын таратуда және нақты уақыттың қосымшалары үшін.

Сонымен, спутник – жер стансасынан сигналдарды қабылдайтын байланыс құрылғысы, ол сигналдарды күшейтіп және серіктің барлық көріну аймағында орналасқан бүкіл жер стансаларына кең таралу режимінде таратады. Спутник бақылаушы сигналдарды және техникалық төтенше жағдайларды реттеу және серікті позицияландыру сигналдарынан басқа ешбір қолданушы ақпаратты терминдемейді.Спутниктік тарату кейбір ЖСдан басталып, серік арқылы өтеді де бір немесе көп санды ЖС-де аяқталады. СБЖ үш базистік бөліктен тұрады: ғарыштық сегменттен, сигналдық бөлімнен және жер беттік сегментінен. Ғарыштық сегмент серікті ғарышқа жіберу, орбитаны есептеу, серікті жобалау мәселелерін қамтиды. Сигналдық бөлім қолданылатын жиілік спектрі, байланысты қолдаудағы және ұйымдастырудағы арақашықтықтың әсері, сигнал интерференциясының көздері, тарату протоколдары мен модуляция сұлбаларына байланысты сұрақтарды қарастырады. Жер беттік сегменті ЖС-ның құрылымын және орналасуын, әр түрлі қосымша жұмыстар үшін қолданылатын,антенна түртері, серіктің арналарына нәтижелі қол жеткізуді қамтамасыз ететін, мультүрлексирлеу сұлбаларын қарастырады.

Қазіргі кезде телекоммуникацияларға жоғары талаптар қойылады. Жоғары сапалы және шапшаң байланыстарға қажеттілік күннен-күнге еселеп өсуде. Және де бөлімдер, сонымен қатар бірлескен үлгі компанияларының өкілділіктері қайда орналасса да , өзін бүкіл әлемге жарнамалау үшін, оларға нақты кәсіптік шешімдер қажет, бұларға ең соңғы үлгі технологиясы, өнімдері және қызметтері жатады.

Технологиялық даму ЖС өлшемдерінің мәнді кішірюіне алып келеді. Бастапқы этапта спутник бірнеше жүз килограммды аспаған еді, ал ЖС диаметрі 30 м-ге дейін жететін антенналары бар гигант құрлыстар түрінде болған. Қазіргі заманғы серіктердің салмағы бірнеше тонна, ал антенналардың диаметрі 1 м-ден аспайды, олар әр алуан жерлерде орналастырылуы мүмкін,

ЖС-ның өлшемдерінің азаюы, сонымен қатар жабдықтар орналасуының қарапайымдалуы оның бағасының төмендеуіне әкеледі. Бүгінгі күнгі ЖС-ның бағасы, СБЖ-нің кеңінен таралуын анықтайтын басты сипаттамасы болып табылады. Спутниктік байланыстың жетістігі, географиялық тұрғыда алыс орналасқан қолданушылардың аралық сақтауға және коммутацияға қосымша шығынсыз қызмет көрсетуге негізделген. Жаңа ЖС-ның қондырғыларының бағасын арзандататын кез келген факторлар, СБЖ-сін қолдануға негізделген қосымшалар дамуына бір мәнді әсер ететіні белгілі. ЖС-ның жаймалануна қатысты жоғарғы ұстанулары жерлік оптикалық талшықты жерлер кей жағдайларда СБЖ-мен ұтымды бәсекелесе алады.

Яғни, серіктік желінің басты жетістігі, байланыстың жаңа қызметін ұсынатын немесе бұрынғыларын кеңейтетін байланыс желісін жасау мүмкіндігі болып табылады.

Түріне қарай ЖС-сы қабылдау және тарату мүмкіндіктеріне ие. Белгілі болғандай, спутниктік желілердегі барлық интеллектуалды функциялар ЖС-да жүзеге асады. Олардың ішінде спутникке және жерлік желіге қол жеткізу, мультүрлексирлеу, модуляция, сигналдарды өңдеу және жиіліктерді түрлендіру ұйымдастырылады. Спутниктік таратуда, көптеген мәселелер ЖС-ның жабдықтарымен айта кеткен жөн.

Қазіргі уақытта ЖС-ның төрт түрі бар. Аса қымбат әрі күрделілері болып қолданушылар жүктемесінің үлкен интенсивтігінің негізделуі және өте жоғарғы өткізушілік мүмкіндікке ие болуы табылады. Осындай түрті стансалар ЖС-на қол жеткізуді нормальді қамтамасыз ету байланыс жолын талап ететін қолданушылар популяциясына қызмет көрсету үшін осындай түрті стнсалар арналған. Мұндай ЖС-ның бағасы миллиондаған долларлар тұрады. Орташа өткізушілік мүмкіндігі бар стансалар жеке меншік корпорация желілеріне қызмет корсетуде қолайлы. Ұқсас ЖС-ның желілерінің өлшемдері жүзеге асқан қосымшаларға (сөздің, мәліметтің, бейненың таралуы) тәуелді әр алуан болуы мүмкін. Корпоративті СБЖ-ның екі түрі ажыратылады.

Көп қаржыландырылған, дамыған корпоративті СБЖ әдетте бейнеконференция, электрондық пошта, бейнены, сөзді және мәліметті тарату сияқты қызметтерді қолдап тұрады. Осындай желінің барлық ЖС-лары бірдей өткізушілік мүмкіндіктеріне ие, ал стансаның бағасы 1 миллион долларға дейін жетеді. Корпоративті сәл арзан түрі болып СБЖ-ның микро терминалының (VSAT- very Small Apperture terminal) көп саны (бірнеше мынға дейін) бір басты ЖС-мен (MES- Master Earth Station) байланысқан болып табылады. Берілген желілер әдетте мәліметтердің және сөздердің цифрлық күйде қабылдап- таралуымен шектеледі. Микро терминалдар бір бірімен басты ЖС-сы арқылы өңделуі бар транзит көмегімен араласып тұрады. Мұндай желілердің топологиясы жұлдыз тәрізді (Star немесе Mesh).

ЖС-ның төртінші түрінің қабылдау мүмкіндігі шектеулі. Бұл стансаның ең арзан нұсқасы, себебі оның жабдықтары негізгі немесе бірнеше белгілі қызметтерді корсету арқылы оптимизацияланады. Берілген ЖС-сы

мәліметтерді, аудио сигналдарды, бейне немесе олардың комбинациясын қабылдауға тұспаланған. Мұндағы топология жұлдыз тәріздес.

VSAT желісінің конфигурациясы басқарудың орталықтандырылған архитектурасына негізделген. Желіні басқару жабдығы VSAT үрдісін және қашықтатылған станса жабдықтарының жұмысын басқарады. Бөлек стансалардағы контроллерлер, телефондық сөйлесулерді серік арқылы қосып басқарушының талаптарын орындайды. VSAT-қа шақыруларды нормальді өңдегенде, қашықтатылған стансадағы шақырушы және шақырылатын контроллерлерге, орталық бірдей жиілікке және бірдей уақыт интервалына модельдерді реттеуге команда береді,себебі ол бір соңынан екінші соңында дейін сөйлесулерді қосуды жүзеге асырады, желіні басқару орталығының DAMA шақыруларды өңдеу стансасы әр қашықтатылған стансасының контроллерімен бірге VSAT үрдісін, FTDMA модемдерін және спутниктік ресурстарды тұрақты басқаратын таратылған жүйені қалыптастырады. Желіні басқару орталығының құрамына негізгі терминалдың РЖ жабдығы, арнаны басқару жабдығы және желіні басқару стансасы кіреді. Орташа өткізушілік мүмкіндігі бар стансалар жеке меншік корпорация желілеріне қызмет корсетуде қолайлы. Ұқсас ЖС-ның желілерінің өлшемдері жүзеге асқан қосымшаларға (сөздің, мәліметтің, бейненың таралуы) тәуелді әр алуан болуы мүмкін. Корпоративті СБЖ-ның екі түрі ажыратылады.

Бөлек стансалардағы контроллерлер, телефондық сөйлесулерді серік арқылы қосып басқарушының талаптарын орындайды.Әр таратудың бағытынан сөз және мәлімет тізбегінде таратылу кезінде тұрақты тағайындалуы немесе талап бойынша тасушы және уақыттық интервал тағайындалады. Динамикалық тағайындалуы сөйлесуге қатысатын стансаларға басқарушы орталықпен анықталады. Бұл тағайындалу сөйлесу уақытының бойында фиксирленеді. Байланысқан стансалардың әр қайсысы жұптың ішінен тасушы біреуінен ғана таратады.Жұптар келесідей тағайындалады:

Басқару орталығы оператордан қол жеткізуге мүмкін болатын жиіліктер жоспарын алады. Әр қайсысы N уақыттық интервалдарына бөлінген, жиіліктер массиві, DAMA пулы болып табылады. Оны сөйлесулерді динамикалық торналастыру үшін басқару орталығында қолданады. Мысалы, егер 8 тасушылар қолданылса, онда олар 4 жұпқа біріктіріледі. Егер әр жұп 16 кб/с бойынша 9 уақыттық интервалына бөлінген болса, онда сөздерді және мәліметтерді орналастырып, басқаратын арналардың ортақ саны 4*9=36 тең болады.

Трафиктің қажеттіліктері өсе бастағанда VSAT желісі тасушы жұптарды қосуға мүмкіндігі бар. 36МГц жолақтың бос болмауына жеткенде, арналарды басқару модулі қосылу шартымен, екінші субжелі дәл сол немесе басқа ретранслятор арқылы әрекет ете алады.

Дауыс арналарын әдетте талап ету бойынша ұсынады. Әр дауыстық арналарын ұсыну бойынша басқару желіні басқару орталығында жүзеге асады.

1.2.1 Мәліметтер тізбегі және оларды талап ету бойынша қайта тарату. Мәліметтер тізбегінде FTDMA уақыт-жиілік матрицасы қолданылады. Таңдалған тасушы түріне сәйкес, мәліметтер арнасының белгілі бір өткізгіштік мүмкіндігіне әр уақыттық интервал сәйкес болады. Мысалы, 16 кб/с тарату жылдамдығы бар сөйлемдік түрті тасушыларда әр уақыттық интервал 16 кб/с-тан бастап мәліметтер ағынын таси алады, ал 8 кб/с-сөйлемдік тасушының бір уақыттық интервалына 8 кб/с мәліметтер ағынын сидыруға болады. Сөйлемдік тізбекке қарағанда мәліметтер тізбегі бірден аса уақыттық интервалын қолдана алады. Мысалы, 64 кб/с тарату жылдамдығы бар мәліметтер арнасын орнату үшін 16 кб/с-тік тасушыға төрт уақыттық интервал қажет. Осындай интервалдар болып әр түрлі жиіліктегі кез келген интервалдар болуы мүмкін.

Мәліметтер тізбегі талап бойынша немесе тұрақты орнатылуы мүмкін. Мәліметтерді талап бойынша қайта тарату үшін қосылуды орнату, арна қалыптастырушы жабдықтардың мәліметтер портына қосылған құрылғы арқылы қосымша арқылы жүзеге асады (мысалы, маршрутизация құрылғысы). Инициация процедурасы «алдын ала тағацындалған» бару пунктімен немесе барушы адресін протоколды түрде анықтау механизмімен қолданылуы мүмкін.

Бару пункті алдын ала белгілі болған жағдайда, мәліметтер порты белгілі бір адресшіге және мәліметтер таралуының белгілі бір жылдамдығы алдын ала конфигурацияланады. Бұл конфигурация барған орнында өзгертіле алады, ал бару пункті болып желінің кез келген стансасы бола алды. Сөйлемдіктегі сияқты, сондай серіктік ресурстар қолданылады.

Факультативті нұсқада конфигурасының протоколды анықталуы бар, арна қалыптастырушы жабдықтың мәліметтер портына қосылған құрылғы талап етілетін тағайындалу пункті және мәліметтер таралуының жылдамдығы жайлы ақпарат береді.

1.2.2 Тасушылар түрлері. Желі немесе желіше үшін тасушының бір ғана түрі таңдалуы талап етіледі. Желідегі тасушының бұл түрі программалық қамсыздандыруды көшіріп алу жолымен орталық түйіндік стансадан өзгертілуі мүмкін.

Барлық тасушыларда қатені түзуінен түзетуі FEC ¾ бар квадраттық фазалық манипуляция QPSK қолданылады.

DAMA спутниктік байланысты жасау мәселесіін түйіндейміз. Біздің заманымыз байланысқа өте қатаң қажеттіліктер қояды. Біздің заманымызда спутниктік байланыс теледидар таратуды, мәліметтер таратуды, Интернетке кіруді, дауысты беруді және тағы да басқа байланыс түрлерін ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

СБЖ бірегей ерекшеліктерді болады, олардың байланыстың басқа жүйелерден айырмашылықтары. Ерекшеліктер кейбір артықшылықтарды қамтамасыздандырады, спутниктік байланысты қосымшалардың қатарынан тартымды істеуді. Басқалар шек қоюларды жасайды, орындаулар қолданбалыларда мақсаттардың .

СБЖ бір қатар артықшылықтары бар:

– тұрақты шығындар, спутник арқылы тарату құны қабылдаушы және тапсырушы ЖС ара қашықтығынан тәуелді болмайды. Барлық спутниктік сигналдар - кең жолақты. Демек спутниктік тарату құны, ЖС санынан тәуелсіз;

– кең өткізу жолағы;

– қатенің аз ықтималдығы, себебі цифрлік спутниктік таратуда қателер өте кездейсоқ, олардың табылудың және дұрыстаудың нәтижелі және сенімді статистикалық сұлбалары қолданылады.

СБЖ қолдануында шек қоюлардың қатарын ерекшелейміз:

– біршама ұстаушылық; ЖС – тың геостационарлы орбитадағы спутникке дейінгі үлкен ара қашықтығы таратудың тоқтауына ертіп әкеледі, шамамен оның ұзындығы секунданың төртен бір бөлігіне тең; Осы тоқтау телефондық қосылуда әбден елеулі және де мәліметтерді таратуға дағдыланбаған СБЖ қолдануда әбден қолайлы емес жасайды;

– жерлік станция өлшемдері, аса әлсіз жииліктерде спутниктік сигнал, ЖС–қа дейін жетуші (әсіресе кәрі ұрпақтық спутниктерге арналған), ЖС антенна диаметрінің үлкейтуіне алып келеді, осымен ол станция орналастыру процедурасын күрделендіреді.

DAMA жүй есінің желі дамуы бойынша программа реализациясы Қазақстанда қазіргі телекоммуникациондық желілердің иегері етеді, және телекоммуникациялық операторлардан канал жалға алуымен байланысқан компанияның эксплуатациондық шығыстарын жылдық қысқартуға мүмкіндік береді.

Серіктік байланыс жүйелері әлемнің көптеген аймақтарында кеңінен қолданылады және әлемдегі телекоммуникацияның негізгі құрылымдық бөлігі болып табылады. Жаңа серіктік ұсыныстар жекеменшік желілерді және кең таратын қызметтерді тез құруды қамтиды. Көрнекті желі концепциясы артықшылығы, серіктік желінен телефонның жалпылама қолдануын ең төмен ирархиялық деңгейге дейін әкеледі. Қалыпты массалы қызмет ТФЖҚ VSAT негізінде бір серіктік секіріс сапасымен экономды tool арнасын қажет етеді. Сонымен қатар серіктік DAMA желісі транспандердің ресурстарын экономдайды, өйткені арнаны тек керек кезде ғана қолданылады, ол тек қолдану уқытында жұмыс істейді (телфон немесе хаттама сонымен қатар факсимильді арналар болуы мүмкін), ал арна босаған соң, басқа абонентке немесе т.б. беріледі, осымен жоғары өткізу жолағын жүзеге асады.

1.3 Серіктік байланыстың артықшылықтары

Серіктік байланыстың көптеген артықшылықтары бар. Кейбір шешімдер төменде көрсетілген:

– мәліметтердің пакеттелген жүйесі (хаттамаларды циркулярды ретінде әкелу, объектінің қалпы туралы мәлеметтер жиынтығы түгел материялды автоматты түрде берілуі, сонымен қатар транспортық әдісі жайы туралы мәдімет беру және т.б.);

– сөйлесу жүйесі (радиотелефонды) байланыс;

– қолданушының орнын анықтау (координатын) жүйесі.

Бұрыннан келген жылжымалы ұялы байланысқа қарағанда, серіктік жүйе көптеген артылықшылықтары бар. Мысалы, ұялы байланыс кезінде, кейбір жерде абонент байланыс аясынан тыс жерде болса, байланыс онымен мүмкін емес, ал серіктік байланыс бұл жерде кілтті рөл атқарады, өйткені оның байланыс аясына шек жоқ. Келешек XXI ғ. басында ұялы телефондар байланыс аясы жердің тек 15% құрайды. Бірақ әлемнің көп региондарын жылжымалы байланыспен қамтамасыз ету үшін, серіктік жүйесінің жылжымалы радиобайланысқа сұраныс аса көп қжет етіледі. Серіктік байланыс тағы бір ерекшілігі, ол: таулы, мұхитты жерде, ойпатты жерде, интернет те, радиобайланыс та әрқашан қамтамасыз етеді. Ал ккейбіреулері байланыс қос есептерге шек қойылады.

Серіктік байланыс жүйесі бір қатар артықшылықтары бар:

– қалыпты сигналдық ұзақтау уақыты;

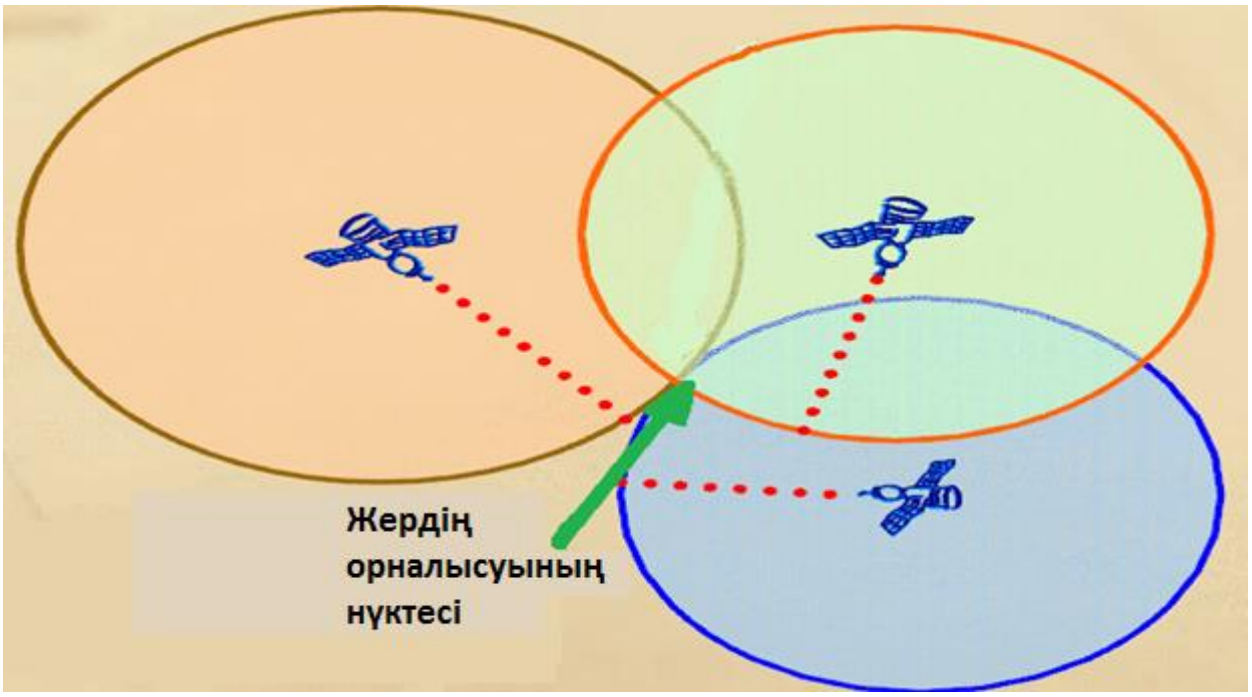
– бұл жерде спутник арқылы бір қосылуы, бір жер станциясынан келесі сондай станцияға шақыру орындалған кезде, оның ара қашықтықа байланысты бағасы тұрақты қалыпты болады.

1.4 ҒНЖСЖ қолданумен тұтынушының тұрған орнын табу

Тұтынушы координаталарын анықтау барысында қолданылатын негізгі қағиданы теориялық және көзбен шолу арқылы көрсетейік. 1.1 суретті қолданайық. Ортасы жер серіктері болатын үш санды көрсетейік. Сфералардың радиусы әрбір жер серігіне дейін қашықтыққа тең. Үш жер серігінен қабылдағышқа дейінгі ара-қашықтықты алсақ, болжанған сфералардың қиылысу орны тұтынушының навигациялық аппаратурасы (ТНА) табу нүктесі болады. GNSS-қабылдағыш сағатының тіреу шкаласын дұрыс шешілмеуін және үйлестірілмеуін жою үшін төртінші қабылдағыш қажет. Сонымен бірге, егер биіктік нақты белгілі болса (мысалы кемелер әрдайым теңіз деңгейінде болады), онда өлшемдердің бірін қосуға болады. Яғни, сфералардың бірі жер және биіктік радиусының сомасына тең сфераға ауыстырылуы мүмкін. Алайда, қабылдағыш бір уақытта әртүрлі жер серіктерінен қабылдағышты неғұрлым көп санап шыға алса, бағытталу деректері соғұрлым сапалырақ және нақтырақ болады.

Пайдаланушының өзінің тұрған жерін табу тапсырмасы жеткілікті түрде күрделі болып табылады, себебі тұрған жерінде жеке координаталарды табу үшін бірнеше жер серіктерінің координаталарын алу қажет, яғни олардың қабылдағыш аппаратураға қатысты нақты тұрған жерін білу қажет. Жер серіктері тұрақты түрде жылжиды, сәйкесінше координаталар тұрақты түрде өзгереді. Пайдаланушы аппаратураның мөлшері мен құнының алу қуаттылығын жедел есептеу және азайту үшін, берілгендердің максималды мүмкін көлемі алу басқарудың жер бетіндегі кешеніне жүктелді, онда жер серіктерін бақылау нәтижелері бойынша орбита параметрлерін болжау уақыттың тіркелген (тіреу) сәттерінде есептелінеді және сеанс барысында

байланыс жер серігіне беріледі. Орбитаның болжамды параметрлері мен жер серігінің тіреу нүктесіндегі нақты координаталарын біле отырып, жер серігінің координаталарын кез-келген уақытында табуға болады. Орбитаның болжанған параметрлері және олардың туындылары – эфемеридтер деп аталады. Көзге түсетін жер серіктерін іздеу үшін және оңтайлы жұлдыздар тобын таңдау үшін қолданылатын және, эфемеридтерді қосқанда, жалпы навигациялық жүйенің ағымдағы жағдайы туралы мәліметтерден тұратын мәліметтер жиынтығы альманах деп аталады. Үздіксіз режимдегі жер серігіндегі беруші жоғары жиілілікте уақыт және альманах белгіленген эфемеридтерден тұратын навигациялық хабарламаларды береді. Пайдаланушы аппаратура осындай навигациялық хабарламаны қабылдай отырып және жадында сақталған алдыңғы альманахқа сүйене отырып, жеке координаталарды қажет болған жағдайда ақпараттарды көрсету құралына енгізе отырып максималды түрде жылдам әрі нақты анықтайды. [1]



1.1 сурет – Навигациялық қабылдағыштың орнын табу әдісі

Бүгінгі таңда азаматтық қолдану үшін қазіргі заманғы қабылдағыштар екі метрден максималды нақтылықты көрсетеді, ал геодезиялық жабдық бір метрден, ал әскери бірнеше сантиметрге дейін нақтылықты қамтамасыз етеді. Бұл түрлі тұтынушылар үшін әртүрлі дабыл берілетінімен және тіпті түрлі қабылдағыш аппаратура қолданылатынымен байланысты. Бағытталудың нақтылығын ұлғайту үшін бағытталудың қосымша жергілікті жүйелерін, жетілдірілген аппаратураны және жер серіктерінен алынған дабылдарды өңдеу алгоритмі қолданылады.

1.5 GPS және GLONASS құрылымының қағидалары мен техникалық деректері

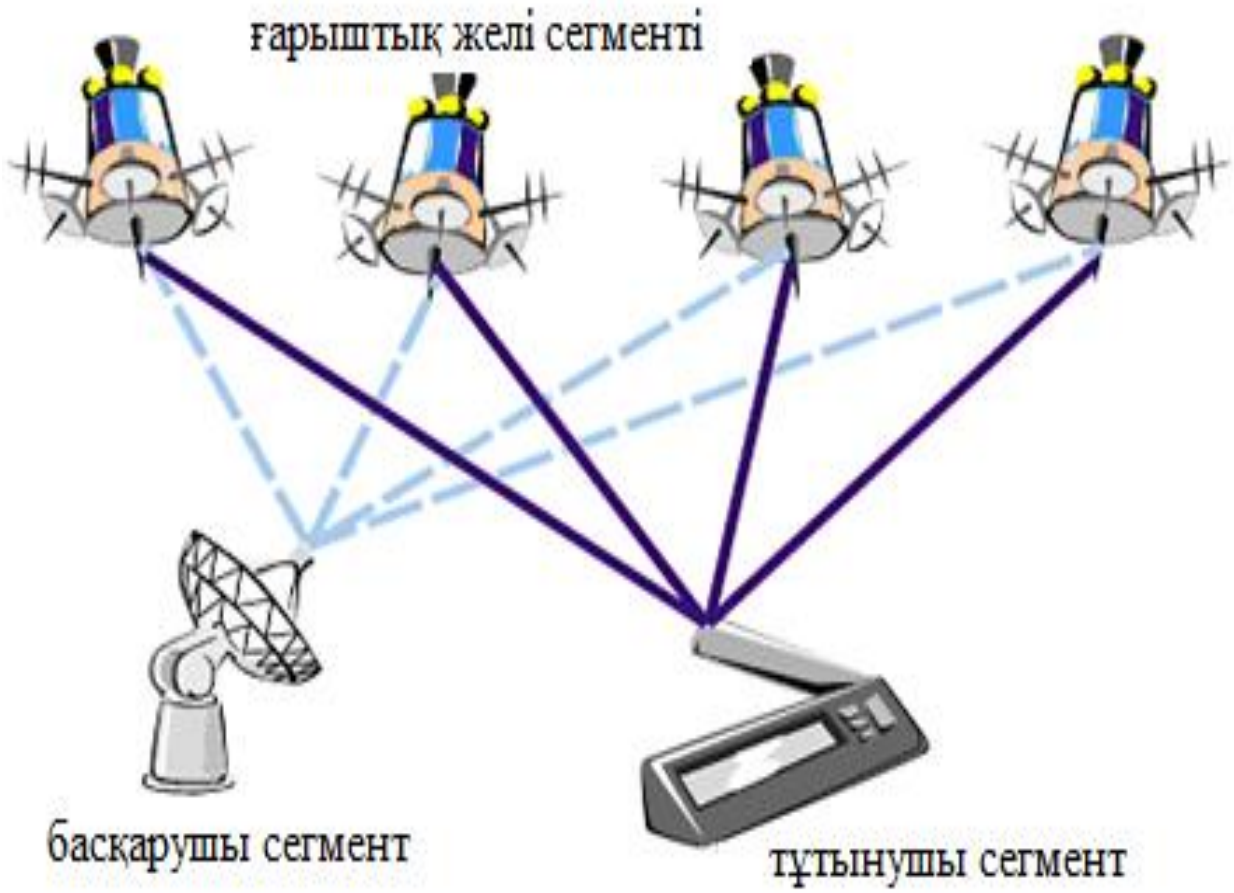
ГЛОНАСС өзінің құрылымы бойынша тура GPS сияқты екілік әрекет жүйесі болып табылады, яғни әскери мақсатта болсын, не азаматтық мақсатта болсын қолданылады.

Жүйе жалпы үш құрылымдық бөлімнен (сегменттерден) тұрады (1.2 сурет)**:**

– космостық сегмент, оған НҒА орбиталық тобы кіреді;

– басқару сегменті немесе космостық аппараттардың орбиталық тобын жер бетінде кешенді басқару (ЖБКБ);

– пайдаланушы жүйенің аппаратурасы.



1.2 сурет - ГЛОНАСС және GPS навигациялық жүйелерінің сегменттері

GPS және ГЛОНАСС космостық және бақылау сегментінің жұмысын АҚШ да, Ресейде де осы мемлекеттердің қорғаныс министрлігі басқарады. АҚШ азаматтық сектордағы қабылдағыштар мен қызметтерді өңдеу көп жағдайда нарықтық құрылымға жатады. ГЛОНАСС жүйесінің космостық сегментінің негізгі өңдеушісі М. Ф. Решетнёв атындағы «Ақпараттық жер серіктік жүйелері» БАО (Красноярск қаласы) болып табылады. Үйлестіру

және НҒА жүйелері үшін жауапты болып Ресей радионавигация және уақыт институты болып табылады (РРУИ) [2].

1.5.1 ҒНЖСЖ аппараттың жүйесі. ҒНЖСЖ космостық сегменті жер серіктерінің жұлдыздар тобынан (орбиталық топ) және олар жіберілетін ғарыш айғағынан тұрады. Жер серігінің өзі ішіне түрлі аппаратура сиятын контейнер болып табылады. Барлық жүйелер күн сәулесі батареясынан қоректенеді. Борттық аппаратураға кіретіндер: борттық навигациялық қабылдағыш, үйлестіргіш (сағат), борттық басқару кешені, бағытталу және тұрақтандыру жүйесі және тағы басқа. Жер серіктерінің негізгі міндеті келесілерден тұрады:

– бақылау сегментімен берілетін деректерді қабылдау және сақтау;

– жиіліктің бірнеше борттық атомды стандарттары көмегімен нақты уақытты ұстап тұру;

– бір немесе бірнеше жиілікті L-аралықтарда (УКВ) пайдаланушыға ақпараттар мен дабылдарды жіберу.

1.5.2 GPS Ғарыштық сегменті. GPS орбиталық тобы биіктігі 20000 км, айналым кезеңі шамамен 12 сағат, және тұрақты жолы бар айналма орбиталарда 24 жер серіктерінен тұрады. Жер серіктері 55° көлбеуде алты орбиталық жазықтықта, әр орбитада біркелкі емес бөлінген төрт жұмыс істейтін нүктелерде орналастырылады (1.3 сурет). Жер серіктерін теңестіру іске қосу нөмірі бойынша, бірізді нөмір бойынша, халықаралық нөмір бойынша, және сонжай-ақ жұлдыздар тобындағы орны бойынша іске асырылады. Соңғы жағдайда екі символдық код (A-дан F-ке дейін) қолданылады: (A-дан F-ке дейінгі) әріп орбиталық жазықтықты білдіреді, ал сан – жазықтық бойынша жер серігінің нөмірі (толық жұлдыздар тобында біріншісінен төртіншісіне дейін) білдіреді. Жүйеде жұлдыздар тобындағы орбитада 30 жер серігіне дейін болуы мүмкін. 1.3-ші суретте жер серіктерінің орбиталық жазықтықтағы орналасу үлгісі көрсетілген.

GPS жобалық жұлдыздар тобы 24 жер серігінен тұрады. 1995 жылдан бастап белсенді жер серіктерінің саны осы саннан асты. 2010 жылғы 26 мамырдағы жаңа күзетінің навигациялық орталығының деректері бойынша GPS жер серіктерінің топтамасы 28 объектіден тұрады [3].

1.5.3 ГЛОНАСС Ғарыштық сегменті. ГЛОНАСС ғарыштық сегменті 19100 км биіктікте және 64,8 ˚ көлбеумен айналма геостационарлы орбита бойынша айналатын навигациялық ғарыштық аппаратпен (НҒА) ұсынылға. Жер серігінің Жерді айналып өту уақыты, орташа есеппен, 11 сағат 15 минутқа тең. Орбиталық жазықтық ұзақтығы бойынша 120˚ таратылды. Олардың әрқайсысына ені бойынша 45˚ біркелкі ығыстырумен сегіз-сегіз жер серігімен орналастырылады. Осындай кескін Жерді және жердің маңындағы кеңістікті үздіксіз және ғаламдық навигациялық аумақпен жабуға мүмкіндік береді. Жер серіктерін пайдалану уақыты үш жылдан он жылға дейін, осы уақыт ішінде олардың орбиталарының параметрі 5 пайыздан артық жиынтық белгілерінен аспауы тиіс.

ГЛОНАСС жер серіктерін Байқоңыр ғарыш айғағынан желісті блокпен «ПРОТОН» ауыр классының таратушысымен жүзеге асырылады. Таратушы бір уақытта үш ГЛОНАСС жер серігін шығарады.

ГЛОНАСС орбиталық топтаманы өрістету 1982 жылғы навигациялық алғашқы жер серігін іске қосумен басталды. Штаттық пайдалану 1995 жылдың соңында, орбиталық топ 24 жұмыс жер серіктерінен тұрғанда басталды. Кейін экономикалық қиындықтардың кесірінен ҒА саны үздіксіз қысқарды, және 2005 жылы жағдай бойынша жүйеде 12 НҒА дабылдары ғана қол жетімді болды. Осындай НҒА-санымен тұтынушылар оны қолдануда үлкен шекке ие болды, навигациялық қамтамасыздандырудағы үзілістер үш-төрт сағатқа жетті, сондықтан Ресей Үкіметімен 2008 жылға қарай жеткізу шараларын қарастыратын қаулы қабылданды. Осымен сондай-ақ жүйенің бұрыннан бері бар (жеті жыл) Глонасс-М жетілдірілген жаңа жер серіктеріне өту қарастырылды [3].

Ресей федералдық ғарыштық агенттігінің ақпараттық-талдау орталығының 2010 жылғы18 мамырдағы дерегі бойынша ГЛОНАСС орбиталық топтамасы орбиталық қордағы ҒА және мақсатты арналуы бойынша 21 КА тұрады. Қазіргі таңда 10 жылға дейін белсенді ұзақ мерзімі бар, 700 кг жуық аз салмағымен Глонасс-К жетілген жер серігі негізіндегі штаттық орбиталық топтаманың өрістетілуде, бұл Глонасс-М қарағанда екі есе аз [4]. 2010 жылы жаңа заманғы жер серіктерінің ұшқыш-құрылымдық зерттеулері басталды.

1.5.4 Бақылау және басқару кешені. Басқару сегменті негізгі станциядан және Жер бетінде біркелкі таратылған жер бетіндегі бақылау станцияларының желісінен тұрады. Бақылау сегментінің басты міндеттері болып табылатындар:

– барлық жер серіктерінің параметрлерін анықтау және болжау үшін траекториялық өлшемді өткізу;

– жүйенің уақыт шкаласымен барлық жер серіктері уақытының борттық шкалаларының айырмашылығын анықтау үшін уақытша өлшем мен олардың үйлесімі;

– болжанған эфемеридтерден, альманахтардан және уақыттың борттық шкалаларынан және навигациялық кадрларды құру үшін басқа деректерден тұратын қызметтік ақпараттың ҒА ққұру және беру;

– жер серіктерінің борттық жүйелерінің жұмысын телеметрлік каналдар бойынша бақылау және олардың жағдайын тексеру;

– жер серіктерінің ұшуын және олардың борттық жүйесін басқару;

– навигациялық аумақтың сипаттамасын бақылау.

GPS Бақылау сегменті. Бақылау сегментінің орталығы болып Колорадо (АҚШ) қаласының жанындағы Шривер әскери-әуе базасындағы Басқарудың нешізгі станциясы табылады. Негізгі станция жүйені басқарады және командалық және бақылау міндеттерін қамтамасыз етеді.

Жер серіктерінің дабылдары ұзақтығы бойынша жер шарында кең таралған бақылау станциясымен бақыланады. Бақылау станцияларының

жабдығы жиіліктің стандарттары бар, метеорологиялық құралдары бар және Басқарудың негізгі станциясына өлшемдерді беру үшін байланысты жабдығы бар GPS қабылдағыштардан тұрады.

Жер бетіндегі антенналар жер серіктерімен байланысу үшін бақылау станцияларының жаңына орналастырылады. Диаметрі 10 метр параболитикалық антенналар командаларды беру үшін және навигациялық хабарламалар үшін деректерді жүктеу үшін жүйелердің жағдайы туралы жер серіктерінен телеметриялық деректерді алу үшін басқарудың негізгі станциясымен қашықтықта басқарылады [5].

Басқару станцияларынан түскен деректер жер серіктері орбиталарын анықтау және болжау үшін және олардың сағаттарын түзеу үшін қолданылады. GPS уаықтын құру жер сетіктерінде және бақылау станцияларында атомдық сағаттарды теру бойынша анықталады.

ГЛОНАСС орбиталық сегментті басқаруды Басқарудың жер бетіндегі кешені жүзеге асырады (БЖБК). ГЛОНАСС жүйесінің жер бетіндегі сегменті іс-әрекеттің дұрыстығын бақылау үшін, орбиталардың параметрлерін үздіксіз нақтылау үшін және ҒА барлық жүйелерін басқару және ақпараттық қамтамасыз ету үшін арналған және келесі өзара байланысты тұрақты элементтерден тұрады; орталық синхранизатор; бақылау станциясының жүйесі; фазаларды бақылау жүйесі; кванттық-оптикалық станциялар; навигациялық аумақты бақылау аппаратурасы.

1.5.5 Пайдалану сегменті. Пайдаланушылардың сегменті навигациялық жер серіктерінің дабылдары бойынша өлшемді орындауға қабілетті қабылдағыш-есеп аппаратурасын-пайдаланушы навигациялық қабылдағышты құрайды. Навигациялық қабылдағыштың барлық алуан түрлілігін бірнеше белгі бойынша сыныптауға болады:

– әскери және азаматтық арналуы;
– навигациялық және геодезиялық;
– кодтық немесе фазалық;
– біржүйелілік және көп жүйелік;
– біржүйелі және көпканалды;
– әмбебап және мамандандырылған.

Әр топтың қабылдағыштары қойылған талаптарына байланысты түрлі құрылымдық міндеттерімен сипатталады. Осылайша, әскери қабылдағыштар үшін бірінші орынға олардың жұмысының сенімділігі мен жылдамдығы қойылады, ал геодезиялық үшін – анықтамалардың максималды нақтылығы.

Кодтық қабылдағышпен жұмыс істеу барысында тұрған орынды табу үшін жер серігінен дабылдарды үздіксіз қамтуды жүргізу қажеттілігі керек емес. Бұл жабдықтың тығыз құрылысыбар аймақта және көзге көрінерлігі төмен жерде, мысалы ағаштың астында жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Фазалық қабылдағыштар үшін дабылдардыг аз шамада, төрт жер серігін қамту талап етіледі.

Бағытталудың түрлі жүйелеріне жататын жер серіктерінен түрлі жиіліктегі дабылдарды қабылдайтын GNSS-қабылдағыштары көпжүйелі болып табылады. Бұл дабылды қабылдау сапасын және координаталарды қабылдау нақтылығын айтарлықтай жақсартады, себебі тұтынушы үшін көзге көрінерлік жер серіктерінің санын ұлғайтады.

Арзан бірканалды қабылдағыштарда әр жер серігін дабылдар бойынша өлшеу алма-кезек жүреді, ал көпканалды қабылдағыштарда – дабылдар бөлінуден кейін әр жер серігі үшін жеке каналдар бойынша таралады және олардың өңделуі параллелді жүреді, бұл өте тиімді болып табылады.

Әсіресе бұл артықшылық қабылдағыш жылжығанда немесе жер серіктерінен қабылдағыш үзілгенде көрінеді.

Қабылдағыштардың құрылымдық шешімдерінің алуан түрлілігіне қарамастан, олардың жұмысының қағидасы бірдей. Навигациялық қабылдағыш дабылдың түсу уақытын өлшеу құралымен жер серігіне дейін қашықтықты анықтайды. Бұл үшін жер серіктерінің кодтарына сәйкес тіреу дабылдарын реттейді. Тіреу кодын үйлестіру жиілілікті арасындағы максималды байланыс тіркелмегенге дейін өзгерумен жүзеге асырылады. Үйлестірілген және үйлестірілмеген тіреу кодтары арасындағы ығыстыру қабылдағыштың сағаын есептеусіз жер серігінен тұтынушыға дейін дабылдың өту уақытына сәйкес келеді.

Координаталарды және НҒА жұмысын толығырақ анықтау қағидаларын сипаттау дипломдық жобаның екінші бөлімінде айтылады.

1.6 Навигациялық радиодабылдардың құрылымы

ҒНЖСЖ НҒА бойынша навигациялық анықтамалардың қағидасы пайдаланушымен бірнеше жер серіктеріне дейінгі қашықтық пен радиалды жылдамдықтарды, эфемеридтерді (координаталарды) өлшеуден тұрады, оларды пайдаланушыға жер серігінен түскен радиохабарлама құрамында береді.Қайнар көзден қабылдағышқа дейінгі электрлі магнитті толқындардың таралу уақыьын өлшеу үшін, әлдебір ақпараттық дабылды- шағылысу және қабылдау сәттерін тіркеуге мүмкіндік беретін үрдісті таңдау қажет. Импульсті тәсілдерде қысқа дабыл (күш) шағылысады және өлшенетін сызық бойымен таралатын уақытқа кететін уақытты тікелей өлшенеді. Фазалық тәсілді қолдану барысында уақыт қабылданған және тіреу тербелістері арасындағы фазалардың жылжуын анықтау арқылы өлшенеді. Навигациялық жүйелерде аралас әдіс қолданылады: шағылысқан және тіреу дабылдары күштің тұрақты емес бірізділігі түрінде құрылады (бірақ қайнар көз бен қабылдағыш үшін бірдей), ал өлшегіш ақпарат болып олардың арасындағы фазалық жылжу болып табылады. Осындай күштердің осындай жүйесіздігі кездейсоқ деп аталады, бірақ қайтсе де белгілі ереже бойынша құрылады және оның үзінділері белгілі-бір уақыттан кейін қайталады.

Жер серігімен шағылысатын радиодабылды күштің бірізділігімен кодтау, ұзақ дальномер өлшемдердің міндетінен басқа, тағы бірнеше мәселелерді шешеді:

– шуыл аясында қабылдағыш аппаратурасындағы дабылды айырудың ең жақсы шараларын құру;

– дабыл жіберген нақты жер серігін теңдестіру (әр жер серікке GPS жүйесі үшін өзінің кодтық бірізділігі арналған және ГЛОНАСС үшін өзінің жиілігі анықталды).

GPS және ГЛОНАСС жүйелері тұрақты түрде жетілдіріледі, және бұл үрдіс, әсіресе, жүйелермен берілетін дабылдардың сипаттамасын қамтиды. Сондықтан пайдаланушы аппаратурамен қабылдана дабылдардың құрылымын қарастырайық.

1.7 GPS жүйесінің дабылын сипаттау

GPS жүйесінің әрбір жер серігі L- аралығындағы екі жиілілікте кең жолақты дабылдарды шағылыстырады (390-нан 1550 мгц дейінгі радиожиіліліктің жолақтары); f_1=1575,42 МГц (L1) және f_2=1227,6 МГц (L2). Жиілілікте екі дабыл шағылысады – тұрақсыз қолданудан қорғалған (Protected Signal) P-кодпен және оңай табылатын (Clear Acquitien Signal) C/A – кодпен. GPS жүйесінде 24 штаттық НҒА үшін навигациялық радиодабылдарды кодтық бөлу қолданылады. [6]

Азаматтық қолдану үшін АҚШ үкіметімен L1 жиілілікте берілетін және 1,023 МГц ырғақты жиілілігі бар модулденген ПСП және ұзақтығы бір миллисекунд тұрақты нақтылықтың дабылы ұсынылды. Навигациялық хабарлама 50бит/с жылдамдықпен беріледі. Модулдеу түрі – екі бағытты фазалық манипуляция (Модуляция түрі – екі бағытты фазалық манипуляция (BPSK). Дабылмен алынатын жиіліктің жолағы, стандартқа сәйкес 20 МГц құрайды (+-10 Мгц тасымалдағымен салыстырғанда), бірақ спектрдің негізгі жапырақшасының ені 2 МГц құрайды. 3дБ күш коэффициентіне ие сызықтық қарама-қарсылықтың антеннасына қосылған GPS қабылдағышының іске асырылуында минус 160 дБВт құрайды.

Қорғалған P-код азаматтық тұтынушылар үшін арналмаған. Кодты құру өте күрделі алгоритм бойынша жүреді: ол әрбір жылжымалы регистрдің жұбымен генерацияланатын екі бірізділікті үйлестіру жолымен құрылады. Осыған байланысты бірізділік өте ұзақ қайталанбайды ($2\cdot10^{14}$ циклден көп), бұл 10,23 МГц ырғақты күштің жиілігі барысында 266,4 тәулікті құрайды. Мұнымен P-кодтың тұрақсыз іске қосылудан қорғалудың жоғары деңгейіне желіледі (оның алгоритмін шифрлау күрделілігі). Әрбір жер серігіне осы бірізділіктен жеке дара жеті тәулікке жуық мерзімде кесінді беріледі.

Бастапқыда GPS стандартты нақтылықтың дабылы жасанды дөрекіленді (селективті кіруге мүмкіндік режимі). Бұл 50м дейін тұрған орынды анықтаудың орташа квадраттық қателігін ұлғайтты, алайда 2005 жылдың 1 мамырында АҚШ президентінің директивасымен селективті кіруге мүмкіндік режимінен бас тартылды, бұл көлденең жазықтықта 6,5м дейін стандартты нақтылық дабылы бойынша тұрған орынды анықтаудың орташа квадраттық қателігін төмендетуге алып келді.

1.8 ГЛОНАСС радиодабылдары

ГЛОНАСС жүйесінің әрбір жер серігі L1 және L2 аралықта бірнеше түрлі жиілілікте шуыл тәріздес үздіксіз навигациялық дабылдарды береді. Жүйенің түрлі жер серіктерімен шағылысатын дабылдарды бөлу тәсіл, - жиілілікті. Яғни жер серіктерінің дабылы жиіліктің бөлінген жолағында жатқан жиілікті алып келетін номиналдың арналуы бойынша теңестіріледі. Орбиталық жазықтықтың қарама-қарсы нүктелерінде жатқан НҒА (антүродты), бірдей жиілікте навигациялық радиодабылдарды беруі мүмкін. Осылайша, 24 штаттық НҒА үшін жиіліктің минималды қажет саны жиіліктің әр аралығында тура 12.

Жиіліктің екі аралығында – жоғарғы 1600 МГц және төменгі 1250 МГц аралығында ГЛОНАСС навигациялық радиодабылдар үшін жүретін атаулы жиіліктерінің маңызы бар формулаларды жазайық.

$$f_{вk} = f_{в0} + k\Delta f_{в,} \qquad (1.1)$$

мұндағы $f_{в0}$=1602 МГц –жоғарғы жиілілік;

$\Delta f_{в}$=0,5625 МГц;

k = (-7, ... ,6) - көтергіш жиіліктің реттік шартты нөмірі $f_{вk}$.

$$f_{нk} = f_{н0} + k\Delta f_{н,,} \qquad (1.2)$$

мұндағы $f_{н0}$=1246 МГц –төменгі жиілілік;

$\Delta f_{н}$=0,4375 МГц;

k = (-7, ... ,6) -көтергіш жиіліктің реттік нөмірі $f_{нk}$.

$$f_{вk} / f_{нk} = 9/7. \qquad (1.3)$$

Навигациялық дабылдардың жұмыс спектрлері жиіліктің жолақтарын алады: Навигациялық сигналдары келесі жиілік жолағымен: 1598,0625 бастап 1605,375 МГц (L1) дейін және 1242,9375 бастап 1248,625 МГц (L2) дейін.

1600 МГц жиіліктегі навигациялық радиодабыл – екі құрауышты. Берілген көтергіш жиіліктегі радиоқабылдағышта қуаттылығы бойынша екі бірдей квадратурада шутәріздес фазалық манипуляцияланған навигациялық радиодабылдар құралады. (±90° арналған фаза бойынша өзара жылжу): жіңішке жолақты (стандартты дәлдік- СД) және кең жолақты (жоғары дәлдік – ЖД).

1600 МГц СД навигациялық радиодабыл F_1=0,511 МГц ырғақты жиілікпен және T_1=1 мс (511 ырғақ) қайталану кезеңімен мерзімді екі реттік ПСП1 180° тербеліс фазасын манипуляциялау көмегімен құралады.

ПСП1 М – біріздiлікті білдіреді. ПСП1 инверттеу жолымен НҒА уақытының борттық шкаласының уақыт белгісі және сандық ақпараттың екі реттік белгісі беріледі. Уақыт белгісі 0,3 с ұзақтыққа ие және уақыттың әр екі

секундтық аралығының соңында беріледі. Ол ұзақтығы 10 мс болатын 30 екі реттік белгіше ие және бір белгіге қысқартылған 31-символдық М-бірізділігінен тұр символдарымен беріледі ады. Әр екі секундық жолақта 1,7 с уақыт аралығында ұзақтығы 20 с 85 және 10 мс ұзақтыққа ие меандрға көбейтілген екі реттік ЦИ береді. Меандра символдарының шекарасы, МВ және ЦИ когеренттер. Қабылдағышта меандр көмегімен МВ үшін символдық синхрондау жүзеге асырылады және оның көмегімен – жолақты және ЦИ символдық синхрондау жүзеге асырылады.

1600 МГц Вт навигациялық дабыл F_2=5,11 МГц ырғақты жиілілікпен ПСП2 мерзімдік екі реттік бірізділікпен 180° тербелісті алып жүретін фазаны манипуляциялау құралымен пайда болады.

Бірінші модификацияның НҒА шағылысатын 1250 МГц радиодабыл – инверттеусіз мерзімдік екі реттік ПСП2180° алып жүретін тербеліс фазасын манипуляциялау көмегімен пайда болатын бір құрауышты кең жолақты шуыл тәріздес. Екінші модификацияның НҒА шағылысатын 1250 МГц радиодабыл, квадратурада 1250 МГц қуаттылық бойынша екі бірдей шутәріздес радиодабылдан тұрады: ПСП1 СТ радиодабылы және ПСП2 бар ВТ. [7]

ПСП инверттеу жиілілігі оның ырғақты жиілігінен көбірек ақ болғандықтан, онда радиодабылдың шуыл тәріздес фазалық манипуляцияланған навигациялық қуаттылығының негізгі жапырағы ПСП ырғақты жиіліліктің екі реттік белгісіне тең. Сәйкесінше, жіңішке жолақты навигациялық радиодабылдың негізгі «жапырақтың» ені 1,022 МГц тең, кең жолақты – 10,22 МГц тең.

ГЛОНАСС-М жер серіктері азаматтық тұтынушылар үшін ұзақты кодпен және L1 және L2 аралықта модулденген СТ радиодабылдарды шағылыстырады. Сонымен қатар, L1 және L2 аралықта ВТ радиодабылдары беріледі. ГЛОНАСС-К жер серіктерінің қаралған модификациясы сондай-ақ L3 1190 бастап 1212 МГц дейінгі аралықта азаматтық дабылды бөледі**.**

1.9 ГЛОНАСС және GPS жүйелерінің негізгі ерекшеліктері

GPS және ГЛОНАСС жүйелерін өңдеу бір уақытта басталғанымен (өткен ғасырдың 70-ші жылдары) және олар навигация мүмкіндіктерін қамтамасыз ету және соңғы пайдаланушылар үшін дәл бағыттау мақсатымен құрылды.

Алайда GPS және ГЛОНАСС техникалық сипаттамаларында маңызды айырмашылық бар. Барлық өңделетін ҒНЖСЖ үшін белгілі деңгейде стандарттың бағыты болып GPS табылады. GPS көшбасшылығы жүйені өрістетудің ерте басталуына және сондай-ақ дамыған инфрақұрылымына негізделеді. Алайда бүгін ГЛОНАСС жүйесі сондай-ақ жетілдіріледі. Сондықтан осы жүйелердің қабылданатын дабылдарын қабылдайтын қабылдағыштарды өңдеу пайдаланушылар арасында сұранысқа ие болып табылады.

Навигацияның қарастырылған жүйесінің негізгі ерекшелігі – бұл дабыл және құрылым. GPS жүйесінде каналдың кодтық бөлінуі қолданылады (жер

серіктері бір жиілілікте түрлі кездейсоқ каналдарды береді), ГЛОНАСС жүйесіне – каналдардың жеке бөлінуі (бір дабыл бірнеше түрлі жиіліліктерде беріледі). Дабыл құрылымы сондай-ақ әртүрлі (1.1 кесте) [8].

1.1 кесте – Дабылдардың техникалық сипаттамаларын салыстыру

СРНС атауы	GPS	GLONASS
Жиілілік L1	1575,42 МГц	1602,5625 бастап 1615,5 МГц дейін
Жиілілік L2	1227,6 МГц	1240 бастап 1260 МГц дейін
Сәулет	CDMA	FDMA
Альманах құрылымы	152 бит	120 бит
Альманахты беру жылдамдығы	12,5 мин	2,5 мин
Код элементтерінің саны	1023	511
Кодтың ырғақты жиілігі	1,023 МГц	0,511 МГц
Координаталардың жүйесі	WGS-84	ПЗ-90.02

Орбита бойынша жер серіктерінің қозғалысын сипаттау үшін түрлі математикалық моделдер қолданылады. GPS - бұл элементтердегі модель. Бұл модель жер серігінің қозғалыс траекториясы параметрлері уақыт бойынша кеплерлі моделмен сипатталатын аумақтарға бөлінеді. ГЛОНАСС жүйесінде қозғалыстың дифференциалды моделі қолданылады. Бұл берілген уақытта жер серігінің координатасын анықтау үшін дифференциалдық теңдеудің жүйесін шешу талап етіледі. Осы жүйені шешу үшін бастапқы мәні керек. ГЛОНАСС жағдайында осы жуықтаулар навигациялық ақпарат құрамында жер серігінен беріледі, сондықтан қабылдағышқа ол қол жетімді.

Сондай-ақ уақыт және координатаны есептеу жүйелері ерекшеленеді, бұл көп жүйелі қабылдағыштардың жоғарғы құны мен ішкі құрылымын анықтайды. ҒНЖСЖ орбиталық топтамасы алуан түрлі. GPS жүйесінде алты орбиталық жазықтық және әрбіреуіне төрт жер серігі бар. ГЛОНАСС сегіз жер серігі бойынша үш жазықтық бар. Барлығы жүйелерде 24 жер серіктен және олар жерді толық жабуды қамтамасыз етеді.

Жер бетіндегі станциялар жұмысының көлемі мен сапасында айырмашылық бар, олар жер серіктерінің жұмыс қабілеттлігін тексеруді қамтамасыз етеді және олардың орбиталары туралы басты басқару станциясына береді.

ГЛОНАСС жер бетіндегі сегменттің шектелу себебі бойынша, жер серіктері біраз уақыт бойы бақылаусыз қалады, бұл осы жүйенің жұмыс сапасын төмендетуге алып келеді.

2 Тұтынушылардың навигациялық аппаратурасы

2.1 Тұтынушы аппаратурасын құру және құрылу қағидалары

Радиоқабылдағыш және есептегіш ҒНЖСЖ тұтынушы аппаратурасы, тұтынушыларға қажет ақпаратты анықтау мақсатымен навигациялық дабылдарды қабылдау және өңдеу үшін арналған (кеңістікті-уақыт координатасы, басқару және жылдамдық, кеңістікті бағыт және тағы басқа). НАП келесі міндеттерді шешеді: келесі міндеттерді шешеді: навигациялық жер серіктерін түскен дабылдарды қабылдау; әрекеттегі жұлдыздар тобын таңдау, яғни навигациялық ақпаратты алатын дабылдардан түскен жер серіктестерін таңдау.

Қазіргі заманғы ҒНЖСЖ навигациялық анықтамалардың дәлдігі бойынша жоғары талаптар ұсынылады. Бұл қабылдағыштарды құру бойынша ақпараттарды алу және дабылдарды оңтайлы өңдеудің әдістерін қарастыру қажеттілігін қамтамасыз етеді. Өз мәні бойынша тұтынушы векторын анықтаудың навигациялық міндеті белгілі координаталармен шағылысу көздерінен түскен дабылдарды басқару бойынша объекттің координатын бағалау міндеті болып табылады. Тұтынушының жылдамдық векторын жер серіктігінің жылдамдығының белгілі векторын ескере отырып НС дабылдардың жиілілігінің доплерлі жылжуын өңдеу жолымен алады.

Объект координаталарын бағалаудың оңтайлы жүйесінің синтезін жүргізуге мүмкіндік беретін математикалық аппарат болып, оңтайлы бөлу теориясы табылады.

Бөлудің оңтайлы жүйесін синтездеу міндеті уақыттың әр ағымдағы сәт бағалау қателігінің минималды дисперсиясымен тұтынушының векторын бағалауды құрайтын жүйені іздеу ретінде құрастырылады. Тұтынушының аппаратурасын жеңілдету үшін векторды бағалауды алу міндетін өңдеудің екі кезеңіне бөледі: бірінші реттік және екінші реттік.

Бірінші кезеңде дабылдың радионавигациялық параметрлерді фильтрлеу міндеті шешіледі, ал екінші реттік өңдеудің кезеңінде радионавигациялық параметрлерді және сәйкес навигациялық функцияларды бірінші кезеңінде алынған бағаларды өңдеу алынады (географиялық кеңдік, ұзақтық, тұтынушы биіктігі).

Бұл әдістемелер соңғы өлшеудің сәтінен навигациялық дабылды әкелетін толқынның ұзындық санының есебі негізінде қашықтық өлшеулерінің арасындағы айырмашылықты тегістуге мүмкіндік береді және доплерлі ығыстыру негізінде саналған абоненттің ауысу жылдамдығына мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл серпінділікті ескергендегі алыстығы бойынша белгілі шекаралардағы нәтижелерді және қабылдағыштың маневрленген сипаттамасын тіркейді. Қозғалмалы объектілерде қолдану үшін өңделген қабылдағыштарды, тәртіп бойынша қозғалыс теңдігінің көмегімен есептеу алгоритмі қолданылады. Бұл орналасқан жерін анықтау шуын төмендетуге және ауыстыру жылдамдығын төмендетуге мүмкіндік береді.

Жер серігі векторын құрайтын және координатаға және қабылдағышқа қатысты жылдамдық өте тез өзгертетінін ескерсек, жер серіктердің қозғалыс параметрлері туралы хабарлама, олардың нақты орны туралы емес, үлкен аралықтағы (30 мин) жер серігі қозғалысының траториясының моделінің кейбір параметрлері туралы мәліметтерден тұрады. Жуықтау моделінің параметрі жер серігінің навигациялық хабарламаларының құрамына кіреді. Алдында айтылып кеткендей, GPS жүйесінде жуықтау элементімен қозғалыстың кеплердік моделі қолданылады. ГЛОНАСС жүйесінде жер серігінің нақты орнын анықтау үшін қозғалыс моделі қолданылады, бұл арқылы жер серігінің жылдамдық векторын құрайтын және координатасы жер серігі қозғалысының дифференциалды теңдеудің сандық интеграциялануымен анықталады және сер серігіне әсер ететін соңғы күштің күні ескеріледі. Тәртіп бойынша, жер серігінің орбитасын сипаттау үшін оның алты элементін өткізу жеткілікті (эксцентриситет, орташа аномалия, орбитаның үлкен жартылай білігі, жоғары көтерілуші байламның ұзақтығы, орбитаның еңкеюі және өзге аргументі).

Көрсетілген уақыт аралығында, мөлшердегі нақтылықпен қысқа мерзімді болжауды орындау үшін, осы параметрлердің қарапайым мәліметтері жеткілікті. Бір мезгілде аз квадраттар тәсілін қолданған жағдайда барлық жер серіктеріне дейін қашықтығы өлшенеді. Дабылды қабылдау уақытының есебі өлшеудің нәтижесі бойынша қабылдағышпен анықталады, ал, өткізгіштің уақытының есебі – ғарыштық уақыт бойынша анықталады

PR Өлшем (t прд.)= C (t прм - t прд),

мұндағы PR өлшем (t прд) – дабылды қабылдау сәтінде і-ғарышқа есептелген жалған қашықтық:

t прм – қабылдағышпен өлшенген, ғарыштық дабылды қабылдау уақыты;

t прд – ғарышпен анықталған, ғарыштан берілетін дабылдың берілу уақыты.

Әрбір жер серігі үшін қабылдағышта өлшенген жанама қашықтықта жиіліктегі өлшемді қолданумен және тегістейтін сүзгінің қолданумен тегістелуі тиіс және стандартта көрсетілген және қолданушылардың арнайы талаптарын, бөгеуілге тұрақты талаптарына қанағаттануы тиіс.

Ұзақтық навигациялық хабарламаның деректерінен алына отырып, жер серігімен синхрондау кестесін ескере отырып, қабылдағышпен реттеледі. Жер серігінің навигациялық хабарламасындағы нақты орбиталық деректер бойынша беріліс сәтінде координатының геоцентрлі жүйесінің негізінде жер серігінің орналасу орыны есептеледі.

Қабылдағыштың өлшеген координатасы бойынша әрбір жер серігінің болжанған ұзақтығы есептелінеді:

PR болж + Rболж – R қаб,

мұндағы PR болж - і беріліс сәтіндегі і –жер серігінің есептелген орналасу орны

R қаб – жерді айналу есебімен түзетілген қабылдағыштың антеннасының орналасу орны [9].

Жер серігінің орналасу орны уақытпен өзгеретін болғандықтан, жер серігінің навигациялық есебі үшін, таңдалынып алынған параметрлерді үнемі тексеріп отыру қажет, пл қажет болғанжағдайда жұмыс жұлдыздар тобының құрамын өзгерту қажет. Қабылдағыш таңдалынып алынған жер серігінің көрінуін мына себептермен жоғалтуы мүмкін, мысалы, ғимарат экрандалады, ал ағаш жапырақтары белгілі түрде навигациялық жер серігінің дабылын әлсіздендіреді.Қабылдағыш, жер серігінің көріну аймағында орналасқанын анықтасада, оның дабылы көрсетілген себептер бойынша қабылданбауы мүмкін, сондықтан қабылдағышты басқару алгоритмін мынандай жағдайлар өтеу тиіс: RALM алгоритмі бойынша Receiver Autonomous intergring monitoring (қабылдағыштағы тұтастықты автономды бақылау) навигациялық дабылдардың тұтастығын үздіксіз бақылау жер серігінің сынғанын табу тапсырмасының көмегімен және оның есептемелерімен қабылдағышта орындалады. Бұл тапсырма статистикалық әдістемелерді қолдану жолымен шешіледі.

Микроэлектронды құрауыштарды құраудағы прогресс дабылдарды тексеріп отыратын 8-ден 12 жер серігіне дейін деректерін бір уақытта көп арналы құрылғыны құруға мүмкіндік береді, қазіргі заманғы қабылдағыштар, тәртіп бойынша, тура аймақта орналасқан барлық жер серіктерінен дабылды қабылдай алады. Сонымен бірге, қабылдағышқа пайдалану, сенімділік, дизайн шарттары бойынша арнайы талаптар ұсынылады.

2.1.1 Қабылдағышпен қабылданған радионавигациялық жүйе мен дабылды таңдау. Қабылдағыш кеңістіктегі координаты, жылдамдық векторын, қабылдағыш нәтижесіндегі уақыт ағымындағы навигациялы параметрлерді және көптеген НҒА радиодабылдарды өңдеуді анықтау үшін арналған. Жер шарының барлық аймағында кез-келген тұтынушы тәулігіне 24 сағат, аптасына жеті күн жер серігінің дабылдарын алу мүмкіндігін қалайды. Қазіргі уақытта мұндай мүмкіндікті GPS жүйесі, сонымен қатар ГЛОНАСС жүйесі ұсынуда. Соған сәйкес таңдалынып алынған ГНСС қабылдағыш осы жүйелердің дабылын қабылдауы тиіс. ГНСС құрылымы позициялау дәлдігінің әртүрлі деңгейін қамтамасыз ететін дабылдардың әртүрлі түрін қарастырады. Мысалы кодтық дабылдағы LJ жиілігіндегі түзетулер өңдеу негізіндегі субметрлі дәлдікті қамтамасыз етеді, ал сол уақытта фазадағы түзетулер сол жиілікте субсантиметрлік дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Позияланудың дәлдігі мен сенімділігін көтеру үшін жобада қабылдағыштың құрылымдық үлгісін өңдейміз, ал дабылды екі жүйеден қабылдайтын болады және әртүрлі жиілікте жұмыс жасайды. Осындай таңдауды түсіндірейік. Екі жиіліктегі қабылдағыш деп бір ГНСС пен трансляцияланатын, позицияланатынының дәлдігін көтеру үшін әртүрлі жиілікті дабылды қабылдайтын жер серіктік қабылдағышты айтады.

Екі жиілікті қабылдағыштар бұрын кәсібилік аясында көбірек қолданылған. Алайда, азаматтардың қолданылуы үшін әртүрлі жиілікте КАСРНС дабылдарымен трансляцияны енгізгеннен кейін, әртүрлі жиілікте жұмыс жасайтын қабылдағыштарды қолданған мақсатқа лайықты. Бүгінгі таңда, азаматтық дабылдарды L1 және L2 жиілікте және ГЛОНАСС, GPS Жер серіктерінің жүйесімен қабылдау қол жетімді. Мұндай қабылдағышты қолдану позициялау дәлдігінің өсуін береді. Әртүрлі жиілікте трансляцияланатын дабылдар, әртүрлі жылдамдықпен ионосферада таралады: Дабылдың таралу жылдамдығы ол берілетін жиілікке байланысты. Жалған қашықтықтың екі жиілігінде алынған өлшемі бойынша алынған, бір жер серігімен берілген. Иосфера арқылы дабылдың өтуіндегі қателік жоқ десе де болады.

Бұдан басқа, екі жиілілікте толқындардың ұзындығын қоса отырып, қабылдағыштың инициализациялануын жылдамдататын жалған қашықтықтың белгісін тез есептеуге болады. Екі әртүрлі жиіліктің қабылдануы, бір жүйенің әртүрлі жер серігімен сәулеленген, екі әртүрлі жиіліктің қабылдануы сипатталған артықшылықтарды көрсетпейтінін айта кету қажет.

Екі жүйелі ГНСС қабылдағыштар деп жер серігінен екі әртүрлі жиілікте қабылданатын, позициялануының әртүрлі жүйесіне жататын дабылды атайды. GPS/ГЛОНАСС қабылдағыштарды көбінесе екі жүйелік деп атайды. Бұл қабылдағыштардыGPS жер серіктерінен берілетін деректер бойынша позицияланатының сапасын жақсарту үшін ГЛОНАСС жүйесінің дабылы қолданылады. ГЛОНАСС жер серіктерінен берілетін дабылдарды қолдану белгілі түрде инициализациясының уақытын қысқартады және алынған нәтижелердің сенімділігін толығымен арттырады. ГЛОНАСС жер серіктерінен берілген деректерді қолдану жұлдыздар тобының геометриясының факторында тікелей көрінеді және, егер жұмыс, бақылау үшінжайсыз жағдайда жүргізілсе, көрінетін жер серіктерінің тізімінде көрінеді. Жер серіктерінің орналасу геометриясын жақсарту, жер серіктерінің үлкен санына байланысты болуы мүмкін, ол екі жүйелік қабылдағышпен бақыланады. Бұл артықшылықты қазіргі уақытта қолдану үшін, екі жүйелік базалық және қозғалмалы қабылдағыш ретінде талап етледі. Сонымен қатар, өнімділікті көтеру GPS жер серіктерінің төрттен аз қол жетімділігі кезінде көрінеді және ГЛОНАСС жер серіктерінің бірнешеуінің болуы көрінеді.

ДОР-факторды жақсарту үшін көкжиекте көрінуі жақсы болуы қажет (ашық), бұл барлық уақытта қамтамасыз етілмейді. Мұндай жағдай өте ерекше және қиын жағдайда бақылауда туындайды (өте биік, таулы аудандар, аудандар және биік ғимараттар көкжиек көрінісін жауып тұратын жерлер). Дабылды қабылдауды жақсарту үшін мұндай жағдайда екі жүйелік қабылдағышты қолданған қажет.

Екі жиілілікті GPS/ГЛОНАСС қабылдағышты қолданумен жұмыстың технологиясы жер серігінің жақсы орналасу кезінде нақты уақыт тәртібінде позияциялаудың сантиметрлік нақтылығын алуға болады.

Жұмыс істейтін жер серігінің жүйесін таңдаудан басқа, оңтайлы техникалық сипаттамаларымен қабылдағышты өңдеу маңызды.

Корпустың және антеннаның беріктілігі, батарея жұмысын уақыты, габаритті өлшемдер, операциялық жүйе, деректерді өңдеу үшін бағдарламалық қамтамасыздандыру және өлшемдерді жоспарлау және қабылдағыш сенімділігі сияқты параметрлер айықндаушы болып табылады.

L1 және L2. жиілілікте жұмыс істейтін GPS/ГЛОНАСС қабылдағыштың құрылымдық блогы мен алгоритмдерінің толық сипаттамасын ұсынайық.

2.1.2 Навигациялық міндетті шешу әдістері. Объектінің орналасқан жері навигациялық параметрдің бірдей маңызы бар нүктелердің геометриялық орны болып табылатын қалыптың үш бетінің қиылысу координаталарымен анықталады. Навигациялық міндеттерді шешу үшін тұтынушы векторының навигациялық параметрлері және құрауыштары арасындағы құрылымдық байланысты анықтайтын навигациялық міндеттерді қолданады.

Навигациялық функциялары қашықтықты және түрлі-қашықтықты әдістердің көмегімен анықталады. Неғұрлым қарапайым қашықтықты әдісте навигациялық параметрі НҒА арасындағы қашықтық болып табылады. Объектінің орналасқан жері үш саланың қиылысу координаталарымен анықталады, яғни үш НҒА дейін қашықтықты өлшеу қажет. Навигациялық функция сонда үш теңдеулерден тұратын жүйені білдіреді.

Осы әдісте барлық көлемдер бір уақытта алынғаны көзделіп отыр. Алайда НС координаталары БШВ байланысты, ал тұтынушы радиодабыл кідірісін өзінің уақыт шакаласында өлшейді. Уақыт шкаласының алшақтығы болған кезде қашықтықты өлшеу ығысуы туындайды, және соның салдарынан, тұтынушы координаталарын анықтау дәлдігінде мәселелер пайда болады.

Қашықтық деп шынайы қашықтықтан белгіліге, бірақ шаманың навигациялық параметрін анықтаудың тұрақты уақытынан ерекшеленетін НҒА дейінгі өлшемді айтады. Қашықтық әдістерінде қалып беткейі бұрынғыдай сфера болып табылады, бірақ осы сфераның радиусы белгісіз *Д'* өзгертіледі.

Қашықтықты үш НС дейін өлшеу төрт белгісіз теңдеулер жүйесіне алып келеді (*x, y, z, Д'*). Туындаған белгісіздікті жою үшін қосымша өлшеулер жүргізу қажет, яғни қашықтықты төртінші серікке дейін өлшеу қажет. Осылайша алынған төрт теңдеулердің жүйесі дәл шешімге ие, және, демек, тұтынушы координаттары қалыптың төрт беткейін қиысыру нүктесі ретінде анықталады.

Көру аймағында төрт НС болу қажеттілігі орташа орбиталық СРНС ғана орындалатын НҒА желісінің құрылымына қатаң талаптар қояды.

Түрлі-дальномерлі әдісі тұтынушыдан НС дейін қашықтықтан түрлілігін өлшеуге негізделген.Өзінің мәні бойынша бұл әдіс псевдодальномерлі әдіске ұқсас және оны дальномерлі өлшемдерде белгісіз Д' қозғалысы болғанда қолданады.

Түрлі-дальномерлі әдісі үш-төрт НС дейін қолданылады, себебі Д' тұрақтылығы кезінде навигациялық анықтамаларында қышықтықтың айырмашлығы анықтау үшін үш белгісіз теңдеу қажет шынайы қашықтықтардың айырмашылығына тең. Осы әдісті қолдану барысында тұтынушы координаттарын анықтау дәлдіг қашықтығы өлшеуіштікіндей.

Радиалды-жылдам (доплерлі) әдісі үш НҒА қатысты тұтынушының ауыстырудың үш радикалды жылдамдығын өлшеуге негізделген.

Әдістің физикалық негізі координатаға байланысты нүктенің радикалды жылдамдығына қатысты тәуелділік және орбита бойынша қозғалыс жылдамдығына байланысты тәуелділік болып табылады.

Осылайша, тұтынушының жылдамдық векторының құрауышын анықтау үшін келесілерді білу қажет: координаттар векторын және үш НҒА жылдамдығын, және сондай-ақ тұтынушы координаттарын.

Берілген әдістің кемшілігі координаттарды уақыттың нақты масштабында өлшеудің мүмкін еместігі болып табылады. Одан басқа, орташа биіктіктегі СРНС радиалды жылдамдықтың баяу өлшемдері навигациялық есептеулердің алгоритмдерінде айырмашылықтың аз мәніне алып келеді, және осының салдарынан есептеу дәлдігінің төмендеуіне алып келеді.

Әдістің қосымша кемшілігі болып жиіліліктің жоғары тұрақты эталонының болу қажеттілігі табылады, себебі жиіліктің кез-келген тұрақсыздығы жиіліліктің доплерлі ығысуының бақыланбайтын өзгеруіне және осының салдарынан тұтынушының жылдамдығын өлшеудің қосымша қателеріне алып келеді [10].

2.2 GNSS-қабылдағыштың құрылымдық үлгісін сипаттау

Қабылдағыштың кіруіне радио аймағындағы жер серіктерінен дабылдар түседі. Навигациялық міндетті шешу үшін жалған қашықтықты, кем дегенде төрт НС өлшеу қажет болса, онда НАП көпканалды болуы тиіс (аралас ГЛОНАСС және GPS үшін бұл 24 каналдан көп).

Қазіргі заманғы каналдар дабылдарды ұқсас және сандық өңдеуді жүзеге асыратын ұқсас-сандық жүйелер болып табылады. Сандық өңдеуге өту бір аралық жиілілікте жүзеге асырылады, бұған қоса осы аралық жиілілікті арттыруға негізделген үдеріс орын алады.

Қабылдағышты үш құрылымдық бөлімге ажыратуға болады:

– радиожиілілікті бөлім;

– сандық коррелятор;

– процессор.

Антенналық-фидерлі құрылғысының (антенна) шығуымен дабыл радиожиілікті бөлімге түседі. Осы бөлімнің негізгі бөлімі кіру дабылын күшейтуден, фильтрлеуден, жиілілікті қайта құрудан және ұқсас-сандық қайта құрудан тұрады. Бұдан басқа, қабылдағыштың радиожиілілікті бөлімнен қабылдағыштың сандық бөлімі үшін ырғақты жиілілік түседі. Радиожиілілікті бөлімнің шығуынан кейін кірме дабылының сандық есебі сандық коррелятор кірмесіне түседі [11].

Корреляторда дабыл спектрі «нөлдік» жиілілікке түседі. Бұл корреляторды тіреу үйлесімді тербеліспен кіру дабылын синфазалық және квадраттық каналдарға көбейтумен жүзеге асырылады. Әрі қарай көбейту нәтижесі корреляциялық өңдеуге тіреу қашықтықтықты өлшеуіш кодымен және қашықтықты өдшеуіш кодының кезеңі арыды өтеді. Нәтижесінде I және Q корреляциялық интегралдарды аламыз. Корреляциялық интегралдардың есебі ФАЖ (Фазалық автожанастыру) және КБҮ (кідірісті бақылау үлгісі) ілмектердің әрі қарай өңделуі мен тұйықталуы үшін процессорға түседі. Қабылдағыштағы дабылдардың параметрлерін өлшеу тікелей кіріс дабылы бойынша, ал оның дәл көшірмесі бойынша, құрылған ФАЖ және КБҮжүйелерімен өлшенеді. I және Q корреляциялық интегралдары тіреу және кіріс дабылдарының «ұқсастық» (корреляцияланғандығы) деңгейін бағалауға мүмкіндік береді. Коррелятор міндеті, I және Q интегралдарын құрудан басқа, — процессордан түсетін басқару әрекеттеріне сәйкес тіреу дабылын құру қажет. Бұдан басқа, кейбір қабылдағыштарда коррелятор тіреу дабылдарының кейбір өлшемдерін құрайды және келешек өңделуін үшін процессорға береді. Сонымен қатар, корреляторлардағы тіреу дабылдары процессордан түсетін басқару кодтары бойынша құрылғандықтан, тіреу дабылдарының қажет өлшемін сәйкес тәсілмен басқару кодтарын өңдей отырып тікелей процессорда жасауға болады.

2.3 Антенналық блокты таңдау

Антенналық блокты таңдау барысында қабылдағыштың келесі құрылымдық бөлімдері антенада жоғалғанды қайтара алмайтындығын есте сақтау қажет. Сондықтан антеннаның дұрыс шешімін жасау қажет. НАП қолданылатын антенналардың бірнеше түрлі құрылымдары бар. GPS және ГЛОНАСС дабылы айналма оң-бағытталған полярлануға ие.

Нәтижесінде антенналар сызықтық полярланған дабылдар үшін қолданылатын кең таралған қадалық антенналарымен ерекшеленеді. GNSS-қабылдағыш үшін ең танымал антенналар – бұл тегіс (Patch) және шиыршықты (Helix) антенналар. Екі антеннаның дұрыс геометриялық өлшемі антеннаның белсенді бөліктері арасындағы орынды толтыратын электрикаға байланысты. Егер антенна тек тормен ғана толтырылған болса, онда ол керамикалық антеннаға қарағанда салыстырмалы түрде үлкен мөлшерге ие болады. Антенна мөлшері неғұрлым кіші болса, соғұрлым антеннаны дайындаудың үлкен дәлдігі талап етіледі. Одан басқа, кіші антенна аз аппертураға ие, жер серігінен дабылдың аз қуатын алады, бұл антеннаның өте төмен күшеюіне алып келеді. Антеннадан кейін дабылды күшейте отырып дабыл-шуыл қуаттылықтарының қатынасын арттыру мүмкін еместігін есте сақтау керек.

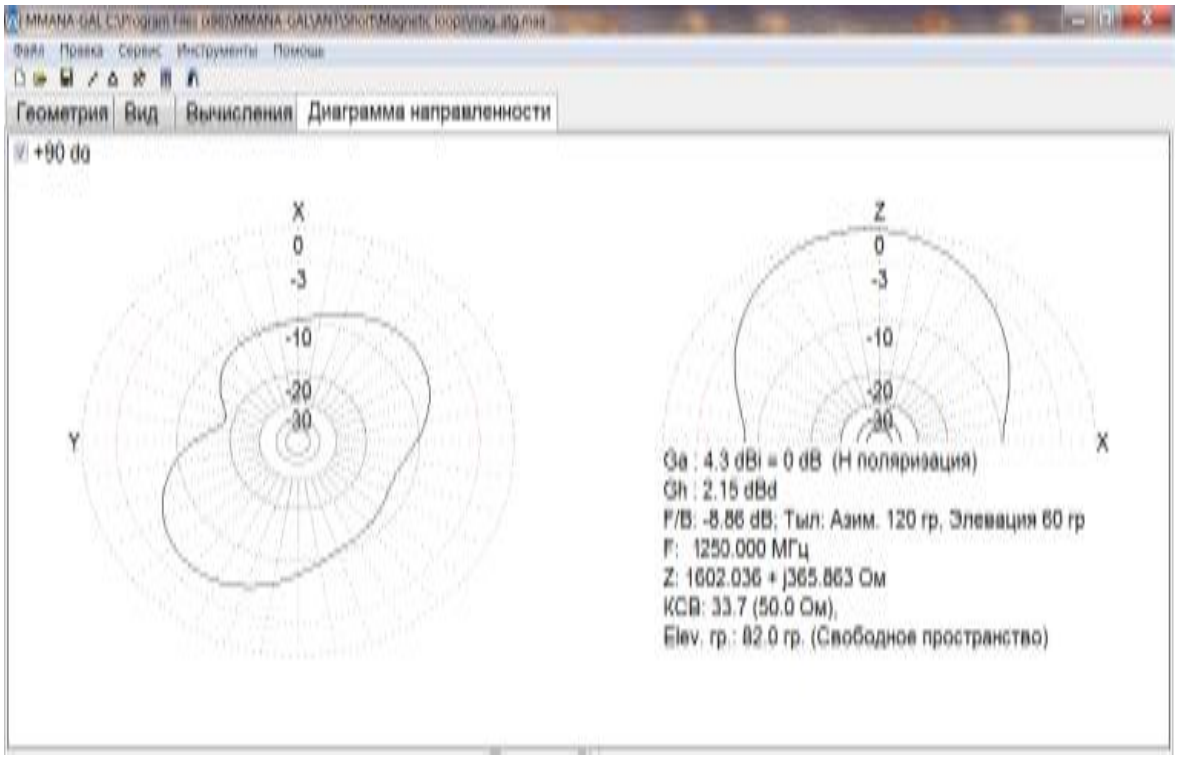
Тегіс нысанадағы антенна (микротегіс) тегіс беткейде орналасқан жерде қолдану үшін мінсіз, мысалы, автокөліктің төбесінде.

Ол диэлектрикпен бөлінген екі параллелді өтетін қабаттардан тұрады: төменгі өтетін қабат жер бетіндегі беткей, жоғарғы – анетеннаны

шағылыстыратын қабат болып табылады. Нысаны бойынша шағылыстырушы тікбұрыш, эллипс, бесбұрыш және т.б болуы мүмкін (2.4 сурет). Негіз мөлшерін таңдай отырып, антенна бағыттылығының диаграммасын есте сақтау қажет. 2.4 суретте MMANA-GAL бағдарламасында моделденген тегіс антеннаның ДН көрсетілген [12]. Микротегіс антенна жоғарғы жарты сферада оң жақты айналма полярлануының қабылдауын жан-жақты қамтамасыз ету бағытының диаграммасына ие.

Негіздің оңтайлы мөлшері 50-ден 70 мм^2 дейін аумаққа ие. Бқл сан керамикалық антеннаның мөлшеріне оңша байланысты емес. Тегіс нысандағы кішкентай негіздегі антенналар антеннаның артқы жағынан шағылысуға қабілетті етіп теріс жапырақшаға ие болады, мысалы жерден шағылысқан дабылдарға. Негіздің мөлшері неғұрлым үлкен болса, соғұрлым осы әсер азырақ көрінеді. Негіз мөлшері антеннаның күшейтілуіне және білік қатынасына ғана әсер етіп қоймайды, сонымен қатар антеннаның қабылдағыштың 50 Ом сәйкестендіруге де ықпалын тигізеді.

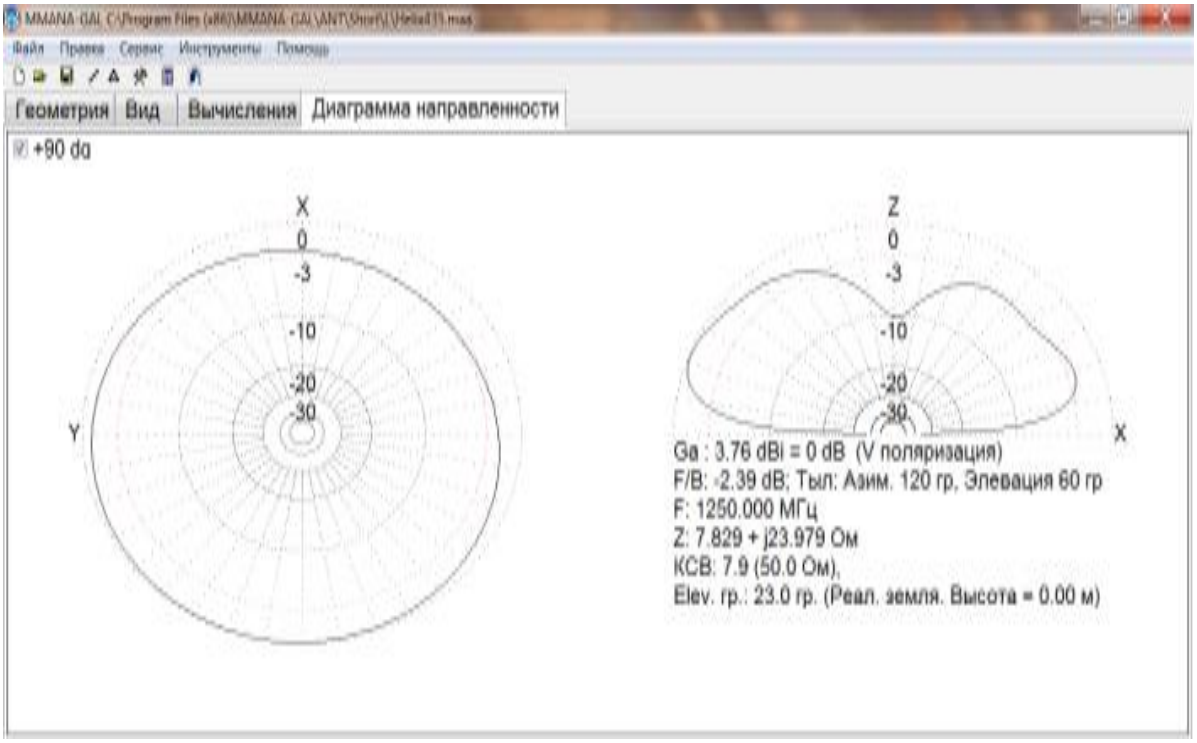
Тегіс антеннаның артықшылығы аз салмағы, мөлшері және әзірлеудің жеңілдігі болып табылады. Мысалы, керамикалық антенналар 25х25мм^2 бастап 12х12 мм^2 дейін өлшемге ие. Құрылымды арзандату үшін сондай-ақ қарапайым әуе диэлектригін қолдануға болады, бірақ бұл мөлшердің айтарлықтай ұлғаюына, шамамен 10х10 см^2 дейін ұлғаюына алып келеді [13]



2.4 сурет – Тегіс антеннаның бағытталу диаграммасы

Шиыршық антенналар жер бетіндегі негізді қолдана отырып та, онсыз да арналуы мүмкін. Тегіс антеннамен салыстырғанда, шиыршық антеннаның

теріс жапырақшасы тіпті жоқ (2.5 сурет). Шиыршық антеннаны жоғары диэлектрлі тұрақтылығы бар материалмен қаптай отырып антенналардың мөлшерін азайтуға болады. Өндірушілермен ұсынылған шиыршық антенналардың стандартты мөлшерлері – ұзындығы 18 мм және диаметрі 10 мм [14].



2.5 сурет – Шиыршық антеннаның бағытталу диаграммасы

Бағыттағы алынған диаграммаларда көрсетілгендей, берілген деректер кең бағытталған болып табылады.Антеннаның басты жапырақшасы антеннаның барынша күшімен жер серіктерінің ең көп санынан дабыл алу үшін аспанға көрсетілуі маңызды. Егер мобильді GNSS-қабылдағышты қарастырсақ, онда шиыршық антенна, осындай құрылғының табиғи орналасуында антеннаны оңтайлы түрде бағыттайттау үшін тиімдірек. Алайда, шиыршықты антенналарды салыстырмалы күшейту барысында шиыршық антенна тегіс антеннамен салыстырғанда үлкен габаритке ие болады. Сондай-ақ олар, әдетте, тегіс антенналармен салыстырғанда өте төмен сезімталдықты көрсететін болады.

Енжар антенналар қабылдағыш элементке ие, мысалы керамикалық тегіс немесе шиыршық. Кейде олар сондай-ақ 50 Ом инмпеданспен кабелге қосу үшін сәйкестендіру шынжырынан тұрады. *Белсенді антенналар* қойылған аз шулы күшейткішке (ҚАШК) ие. Белсенді антенналар электрмен қоректендіруді қажет етеді, ол барлық қабылдағышты энергиялық тұтынуға түзетулер енгізеді, оны шамамен 5 - 20 мА ұлғайтады. Белсенді антеннаны қолдану әрдайым қажет, егер қабылдағыш және антенна арасындағы кабель ұзындығы 10 см асады. [15]

Навигациялық қабылдағыштардың антенналары 50 Ом арналған жүктемемен жұмыс істеу үшін арналған.

2.4 Жиілікті қайта құру

Қабылдағыштың радиожиілікті бөлігі қабылданған дабылдың жиілікті өте төмен аралық жиілікке қайта құрылатын супергетеродинді қағидасы негізінде әрекет етеді. Содан кейін дабыл аралық жиіліктің күшейткішінде ұлғаяды, және сондай-ақ АЦП көмегімен сандық нысанға қайта құрылады, оның шығуымен ол іздеу блогына түседі және өңдеудің корреяциялық әдіске негізінде әрекет ететін өлшегіш блокқа қамтиды. Себебі қабылдағыш көпканалды болып табылғандықтан, жеке жер серіктерінің дабылдарын селекциялау жүзеге асырылады, оларды түрлі каналдар бойынша тарату және келешек параллелді өңдеуді жүзеге асырады (А қосымшасы).

СРНС GPS және ГЛОНАСС дабылдары кіру антеннамен 1 жиілікті бөлгіштің кірмесіне түседі. Қабылдағыштың құрылымдық үлгіден көрініп тұрғандай жолақты фильтр ПФ L1 аралық үшін 36,35 МГц аралық үшін 55,3 МГц L2 жүзеге асырады. Берілген жиіліктерді таңдау 2.6 суретте графикалық түрде сипатталған.

Дабыл спектрінің ені әр литрлі жиілікте артылған кодта бірінші нөлдік спектр бойынша анықталды. L_1 (төменгі f_{HL1} және жоғарғы f_{BL1}) жиілікті аралықтың шегі ГЛОНАСС жүйесі үшін келесі ара-қатынасқа байланысты анықталды:

$$f_{HL1} = f_{1,(-7)} - 5{,}11 = 1592{,}0625 - 5{,}11 = 1586{,}9525 \text{ МГц};$$

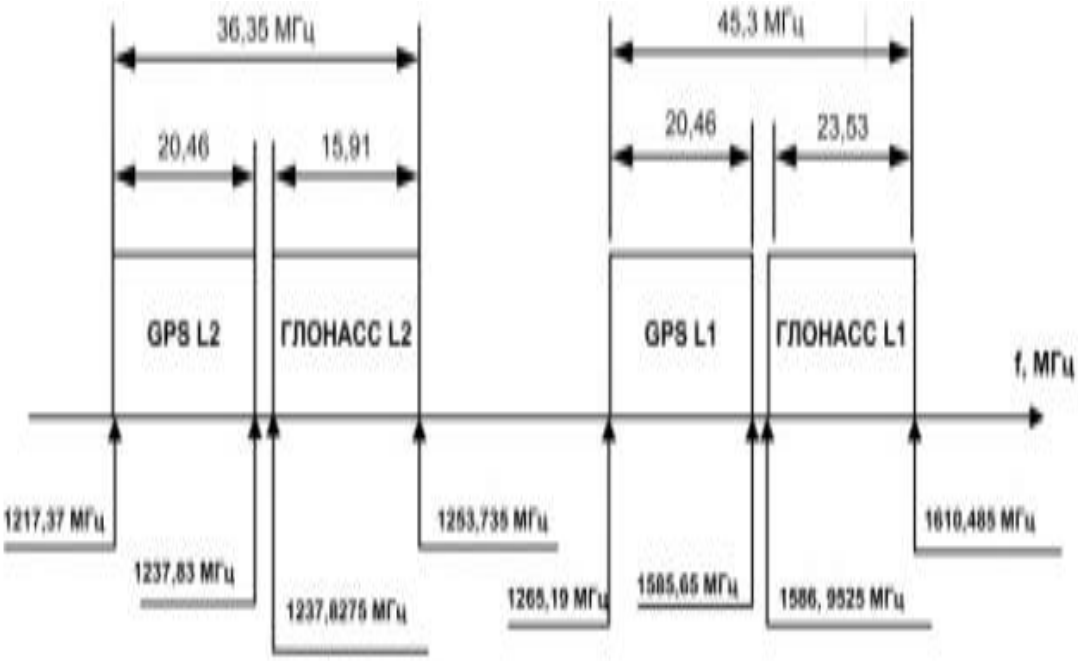
$$f_{BL1} = f_{1,(+6)} + 5{,}11 = 1605{,}375 + 5{,}11 = 1610{,}485 \text{ МГц}.$$

L_2 (төменгі f_{HL2} және жоғарғы f_{BL2}) жиілікті аралықтың шегі келесі ара-қатынасқа байланысты анықталды:

$$f_{HL2} = f_{2,(-7)} - 5{,}11 = 1242{,}9375 - 5{,}11 = 1237{,}8275 \text{ МГц};$$

$$f_{BL2} = f_{2,(+6)} + 5{,}11 = 1248{,}625 + 5{,}11 = 1253{,}735 \text{ МГц}.$$

L1 және L2 әр аралықтарының СРНС GPS дабылдары ені ΔF = 20,46 МГц жиілікті жолақтарды алады, ал СРНС ГЛОНАСС дабылдары- ені ΔF_1 = 23,53 МГц (аралықL1) және ΔF_2 = 15,91 МГц (аралық L2) жолақтары. Жиілікті жолақтар қиылыспайды (2.6сурет). Екі ПФ L1 және L2 аралықтарын жүйелерінің дабылдарын бөліп қарастырады.



2.6 сурет – GNSS-қабылдағыштың (GPS және GLONASS) L1 және L2 жиілікті аралықтардың диаграммасы

Үлгіде дабылдардың екі реттік түсімі қолданылды. Жиіліктің бірінші түсімі $f_{пр1}$≈200 МГц деңгейге дейін жалпы СМ қоспалауыштарындағы барлық дабылдар үшін өткізіледі. Дабылдарды жалпы нығайту және фильтрлеуден кейін УПЧ арық жиіліктегі күшейткіште нақты НС дабыл қабылдауға бағытталған екінші қайта құру өткізіледі (А қосымшасы). УПЧ каналдық өткізу жолағын НС бір дабылы бөлініп шығатындай және басқа НС дабылдары селекцияланатындай етіп таңдайды.

(LO_1, LO_2, LO_3, LO_4) қоспалауыштарға түсетін тіреу дабылдары тіреу генераторының ТГ – тіреу кернеуінің кварцты генераторының $f_{оп}$ тіреу жиілігінен жиілік синтезаторымен құрылады.

Синтезатор жұмысын басқару навигациялық есептеуіштен түсетін дабылдар бойынша жүзеге асырылады. Содан кейін дабылдардың сандық құрылудан сандық нысанға триггерлерді қолданумен балама дабыл түсетін бір кіріске, ал басқасына жиілік синтезаторымен өңделетін ырғақты жиілікке түседі. қабылдағыштың жұмыс сапасы тіректі генераторға байланысты.

2.5 Коррелятор

Радиотехникалық өлшеулер барысындағы қашықтық өлшеу объектісінен өлшеу пунктіне дейінгі дабылдың таралу уақытымен сипатталады. GPS/ГЛОНАСС навигациялық жүйелерінде дабылдардың шағылысуы осы дабылды шағылыстыратын жер серігі уақытының шкаласымен синхрондалды. Сонымен қатар, тұтынушы жер серігі және жүйе уақытының шкаласының айырмасы туралы ақпаратқа ие. Жер серігінен берілетін сандық ақпарат жүйелік уақытта жер серігімен дабылдың кейбір

үзіндісін шағылыстыру сәтін анықтауға мүмкіндік береді. Осы үзіндіні қабыдау сәті қабылдағыш уақытының шкаласы бойынша анықталады. Қабылдағыштың уақыт шкаласы жиіліктің кварцты стандарттары көмегімен құрылады, сондықтан жүйе уақытының шкаласына қатысты қабылдағыштың уақыт шкаласын тұрақты «күтімі» бақыланады. Қабылдағыш уақтының шкаласы бойынша және жер серігінің шкаласы бойынша есептелген дабыл үзіндісін қабылдау сәті арасындағы айырмашылық қашықтықтың мәні болады.

Кіріс дабылының белгісін алу, және сондай-ақ корреляторда құрылатын корреялциялық интегралдарды бақылау.

Уақыт белгілері GPS үшін 6 мерзіммен келеді және ГЛОНАСС үшін 2 және 6(2)секундтық шкаланы құрайды. Осы шкаланың бір бөліміс шегінде қашықтықты өлшеуіш кодының мерзімінің осы шкаласын бір бөлу шегінде 1-мс шкаласын құрайды. Бір милисекунд, өз кезегінде жеке элементтерге бөлінген (GPS үшін- 1023, ГЛОНАСС үшін– 511). Осылайша, қашықтықты өлшеуіш кодының элементтері шамамен 200 м қателігімен жер серігіне дейін қашықтықты анықтауға мүмкіндік береді.

Өте дәл анықтама үшін қашықтықтағы өлшеуіш кодының генераторының фазасын білу қажет. Коррелятордың тіреу генераторын құру үлгісі оның фазасын 0,01 дейін кезеңде анықтауға мүмкіндік береді.

ФАП жүйесімен құрылатын тіреу үйлесімді тербелесін өлшеу негізінде, жер серігі тербелісінің жиілігі мен фазасын анықтайды. Жиынтық мәнге қатысты оның шығысы жиіліктің доплерлі араласуын береді, ол бойынша жер серігіне қатысты тұтынушының жылдамдығы бағаланады. Одан басқа, алып жүрушінің фазалық өлшемі бірнеше мм қателікпен қашықтықты өлшеуге мүмкіндік береді [16].

Коррелятор сандық нысанда дискретті баламаға сәйкес алгоритмдерді құрайтын синфазалық I_{k-1} және квадраттық Q_{k-1} есебін құрайды.

$$I_{k+1} = \sum_{i=1}^{K_{\text{Н}}} y(t_{k,i}) \cdot h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i}) \cdot \cos(2\pi f_{\pi 3} t_{k,i} + \tilde{\varphi}_{k,i})$$
$$Q_{k+1} = \sum_{i=1}^{K_{\text{Н}}} y(t_{k,i}) \cdot h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i}) \cdot \sin(2\pi f_{\pi 3} t_{k,i} + \tilde{\varphi}_{k,i}) \quad (2.1)$$

мұндағы $y(t_{k,i})$ – АЦП $t_{k,i}$ уақыттың дискретті сәтіне шығудың сандық дабылы;

$t_{k,i} = (K_{\text{Н}} \cdot T_d) \cdot k + T_d \cdot i$ ($T_d = 1/f_d$– уақыт бойынша дискретизацияға қадам;

$h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i})$ – қашықтықты өлшеуіш кодының модулдеуші міндеті;

k– $t_k = (K_{\text{Н}} \cdot T_d) \cdot k$ - уақыттың сәтіне сәйкес индекс;

$K_{\text{Н}} = T_{\text{Н}}/T_d$ – жиналған есептің саны;

$\tilde{\tau}_{k,i}$, $\tilde{\varphi}_{k,i}$ – $t_{k,i}$ - уақыт сәтіне көшетін дабылдың кідірісін және фазасын бағалау, олар келесідей анықталады

$$\tilde{\tau}_{k,i} = \hat{\tau}_k + \dot{\hat{\tau}}_k i T_d \qquad (2.2)$$

$$\tilde{\varphi}_{k,i} = \hat{\varphi}_k + \hat{\omega}_{\text{доп}k} i T_d \qquad (2.3)$$

мұндағы $\hat{\tau}_k$, $\dot{\hat{\tau}}_k$, $\hat{\varphi}_k$, $\hat{\omega}_{\text{доп}k}$, – кідірісті бағалау, кідірісті өзгерту жылдамдығы, фазаның өзгеру жылдамдығы

Мұнда және әрі қарай баяндауды жеңілдету үшін өңдеудің бір каналын қарастырайық. *I* және *Q* құрауыштарын жиілік және кідіріс бойынша дабылдарды іздеу режимін, осы параметрлерді бақылау режиміндегідей құру қажет. Егер дабылдарды іздеу режимінде құрауыштар $T_a=K_H \cdot Td$ талдау аралығында τ, $\omega_{\text{доп}k}$ бағалаудың тіркелген мәнінде 2.1 сәйкес құралса, онда бақылау режимінде берілген баға беру уақыт бойынша өзгереді.

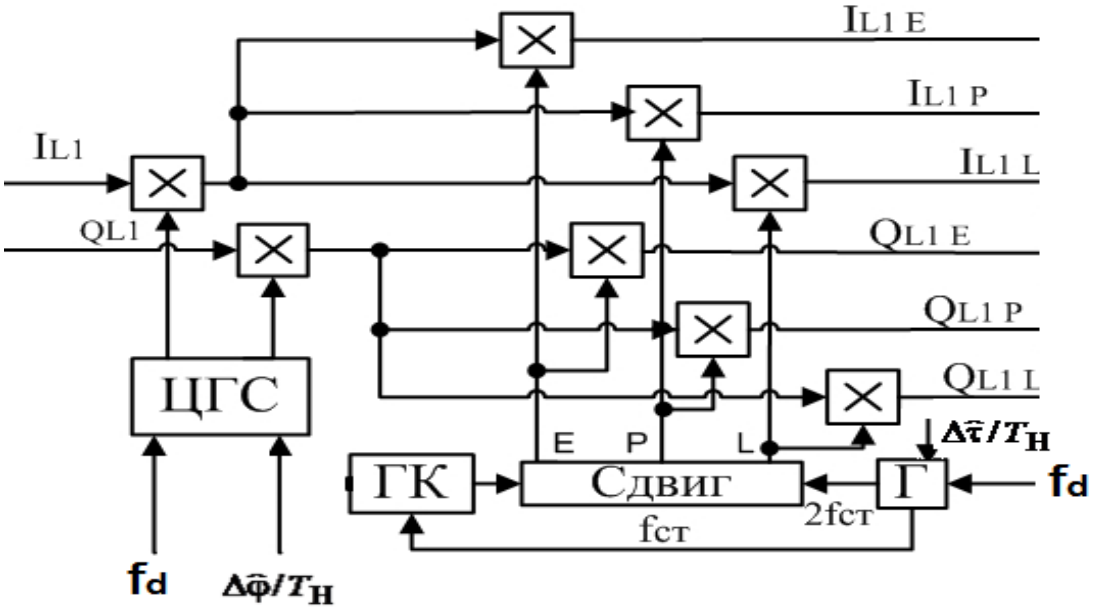
Бақылау режимінде дабылдың фазасы және кідірісі бойынша дискриминаторды құру қажет. Егер фазалық дискриминаторды құру үшін 2.1 сипатталған *I* и *Q*, квадратуралық құрауыштарды қолдануға болса, онда дабыл кідіоісін кеміту үшін, осы құрауыштардан басқа±(Δτ/2) ығысқан құрауыштарды қосымша құру қажет. Әдетте $\Delta\tau=\tau_э$ көзделеді, мұнда $\tau_э$ қашықтық кодының қарапайым жөнелтілуі (ГЛОНАСС үшін $\tau_э$=1/511 мс, GPS үшін $\tau_э$=1/1023). Уақыттың тіреу сәтіне қатысты озумен Синфазалық және шешуге болмайтын мәселені құрауышты I_E, Q_E (*E* - early) белгілейді, ал кешіктірумен - I_L, Q_L(*L* -late), және олар үшін 2.1 ұқсас белгіні жазуға болады

$$I_{E,k+1} = \sum_{i=1}^{K_н} y(t_{k,i}) h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i} + \tau_э/2) \cos(2\pi f_{\pi 3} t_{k,i} + \tilde{\varphi}_{k,i}) \qquad (2.4)$$

$$I_{L,k+1} = \sum_{i=1}^{K_н} y(t_{k,i}) h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i} - \tau_э/2) \cos(2\pi f_{\pi 3} t_{k,i} + \tilde{\varphi}_{k,i}) \qquad (2.5)$$

Берілген құрауыштарды құру алгоритмін жүзеге асыратын коррелятор үлгісі 2.7 суретте келтірілген.

ЦГС корреялторында- бұл дабылдың сандық генераторы; $\Delta\hat{\varphi}/T_{\text{Н}}$, $\Delta\hat{\tau}/T_{\text{Н}}$ –фазаның ұлғаюы, бір ырғақта кідіру; *P* –тіреу каналын теңестіру үшін қолданылатын индекс (I_p,Q_p) . Код генераторы (КГ) қашықтықты кодты өңдейді ($h(t_{k,i} - \tilde{\tau}_{k,i})\tau_э$=1/$f_{ст}$,қарапайым белгі ұзақтығымен, оның құрылуының



2.7 сурет - Навигациялық қабылдағыш корреляторының үлгісі

басталуы $\tilde{\tau}_{k,i}$ жылжыған. Жылжудың үш битті тізімі тіреу функцияларын озуын және кідіруін құрайды [17].

2.6 ҒНЖСЖ қабылдағыштарының аппаратуралық алгоритмі

Навигациялық есептеуіш келесі міндеттерді шешеді: кідіріс және жиілік бойынша дабылдарды іздеу міндеттерін шешу үшін *I, Q* симфазалық және квадратуралық құрауыштарды сандық өңдеу, және дабыл кідірісін және фазасын бақылау (бірінші реттік өңдеу алгоритмдері); радионавигациялық параметрлерді навигациялыққа құру (екінші реттік өңдеу алгоритмі); навигациялық хабарламаларды демодулдеу, эфемеридті ақпаратты құру және қайта шифрлеу; қателердің болжанған белгісін есептеу; альманахты құру және сақтау.

Навигациялық есептеуішке бірінші реттік өңдеуді басқарудың диспетчерлік міндеті де берілді, бұл көптеген жер серіктерінің және көзге көрінерлік аймақта және барлық немее НС бөліміндегі жұмыстың мүмкіндігінің болуынан қажет; ҒНЖСЖ дабылдары ГЛОНАСС және GPS екі жүйелер бойынша жұмысты басқарудың қосымша қажеттлігі туындайды. Құрылымды түрде процессор екі бөліктен тұрады: дабылды және навигациялық. Есептеуіш ядро ретінде, мысалы навигациялық процессорда, микропроцессор және арифметикалық процессор қолданылуы мүмкін. Дабылды процессор навигациялыққа қарағанда, өнімдірек болуы керек. [13]

2.6.1 Ақпаратты бірінші реттік өңдеу. I_E, Q_E, I_P, Q_P, I_L *синфазалық және квадратуралық құрауыштарының есебі*, Q_L корреляторда құралған, интерфейс арқылы келешек өңделуі үшін навигациялық есептеуішке түседі. Радионавигациялық қабылдағыштарды екі режимге ажыратады: жиілік және кідіріс бойынша және үздіксіз бақылау бойынша дабылдарды іздеу және

табу. Дабылдың іздеу режимінде қатаң, және сондай-ақ фильтрация жүйесін келешекте қамту үшін, дабыл параметрлерін бағалау үшін (кідіріс және жиілік) жүзеге асырылады, параметрлерді фильтрациялау режимінде үздіксіз және оларды дәл өлшеу іске асырылады. Дабылды іздеу және оның параметрлерін фильтрациялауды әр НС бойынша жеке-жеке өткізеді, сондықтан келешекте тек бір дабылдың өңдеу алгоритмін қарастырайық.

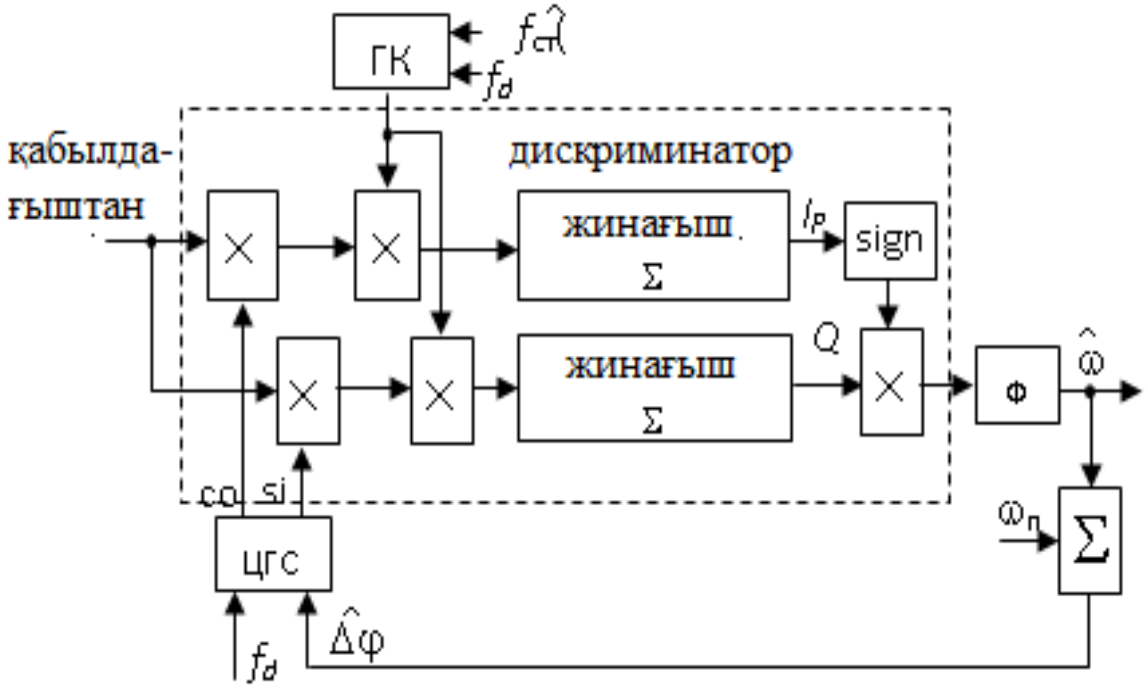
2.6.2 Іздеу және табу алгоритмдері. Қабылдағышта бірнеше жиілікті каналдар болғандықтан, онда бірнеше жер серіктері үшін дабылдарды іздеуді қатар жүргізуге болады. Әр жер серігі үшін дабылды іздеу рәсімі кідірістің мүмкін белгілерін (τ) және дабылдың ($f_{доп}$) жиілігінің доплерлі ығысуын бірізді қарастырудан тұрады. ҒНЖСЖ үшін ГЛОНАСС $f_{доп}$ = –5…+5кГц доплерлі жииліктің аралығы [18]

Статистикалық бағалау теориясынан дабылды іздеу міндеті[0, T] бақылау уақытында тұрақты болып қабылданатын $\lambda = \left|\tau \cdot f_{доп}\right|^{T}$ параметрлерін бағалау міндеті болып табылады және (λ_{min}…λ_{max},) соңғы аймағынан таңдалынады. Алайда шешімді (λ_{min}…λ_{max}) анықтау аймағынан барлық мүмкін белгілерді таңдау тәсілімен табу жеткілікті түрде проблемалы болып табылады, сондықтан қабылдағыштарда τ және $f_{доп}$ мүмкін белгілерінің аумағын бірізді немесе паралелді-бірізді қарастыруға негізделген іздеудің өзге алгоритмдерін қарастыру ойға қонымды болып табылады. Тұтынушы аппаратурасын жеңілдету мақсатында қолданылатын басқа фактор талданушы ұяшықта табылатын алгоритмді қолдану болып табылады.

Берілген алгоритм келесі тәсілмен іске асырылады. Іздеу режимінде I_P, Q_P синфазалық және квадратуралық құрауыш қолданылады, ал дабылды қарапайым ұяшықта табу міндеті $I_P^2 + Q_P^2 \geq h$ алгориміне сәйкес шешіледі, мұнда h – дұрыс табудың берілген ықтималдығын қамтамасыз ету шартынан табылған шек. Дабылдың жоқ болуы туралы шешім қабылданғаннан кейін талдаудың келесі ұяшығына өтуді жүзеге асырады, ал оң шешімде τ және $f_{доп}$ бойынша үздіксіз еріп жүру режиміне өтуге арналған команда өңделеді. Кідіріс және доплерлі жиілік бойынша бақылаушы жүйелер ере жүруге дабылды қамтыса, онда іздеуді тоқтату туралы шешім қабылданады, басқа жағдайда ідеу рәсімі қайта жанданады.

T_H дабылын жинау аралығының ұзақтығы бір қарапайым ұяшықта талдау барысында (2.1.) формуласынан T_H=$K_H \cdot T_d$ жиналмалы есептер саны) 1-ден 2 мс құрайды. Фазаны және дабылдың кідірісін бақылау жұмысының алгоритмі

Келесі жүйе корреляциялық блоктың бөлігі болып табылады. Дабылдың кідіріс бақылауды жүзеге асыру үшін жиналуы T_H аралығында болатын I_P, Q_P, *симфазалық және квадраттық құрауышты қолданады.* Дабыл фазасын бақылау үлгісі 2.8 суретте келтірілген.



2.8 сурет – Фазаны бақылау жүйесінің үлгісі

Дабылдың кідірісін бақылау үлгісінің жұмысы озатын және кідіретін квадратуралықты құрауды қолдану (2.9 сурет)

Жұмыстың келесідей алгоритмі қолданылуы мүмкін:

а) $\sqrt{I_E^2 + Q_E^2} - \sqrt{I_L^2 + Q_L^2}$;

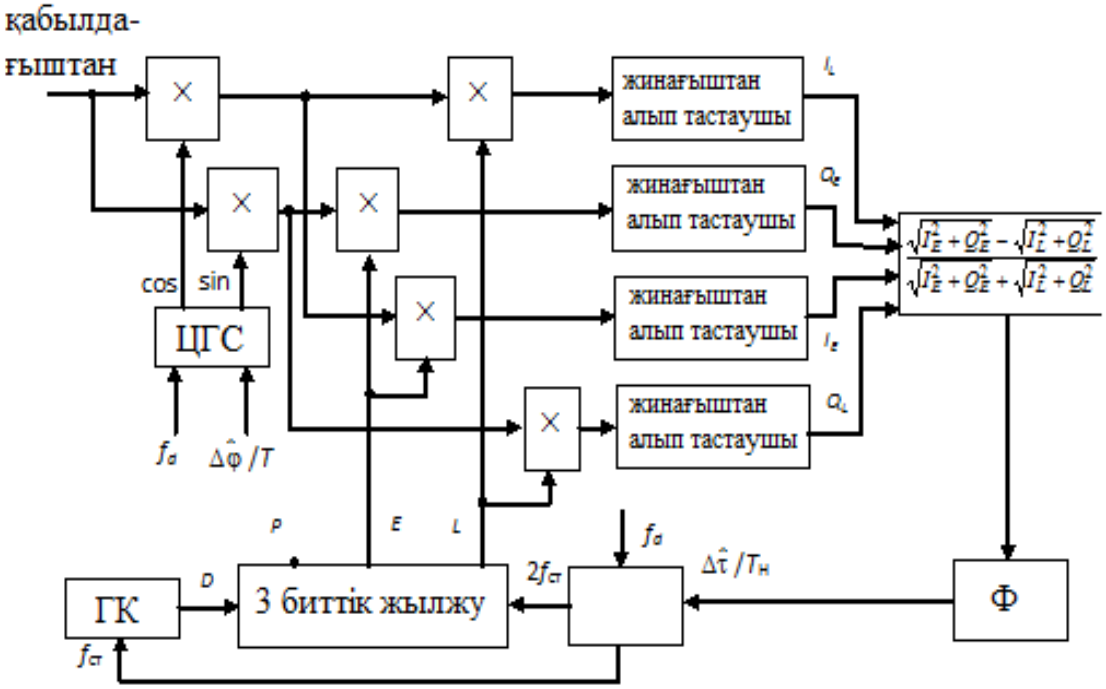
б) $\dfrac{\sqrt{I_E^2 + Q_E^2} - \sqrt{I_L^2 + Q_L^2}}{\sqrt{I_E^2 + Q_E^2} + \sqrt{I_L^2 + Q_L^2}}$;

в) $\left(I_E^2 + Q_E^2\right) - \left(I_L^2 + Q_L^2\right)$;

г) $\left(I_E - I_L\right) I_P + \left(Q_E - Q_L\right) Q_P$.

Дабылдың амплитуласының тәуелсіздігіне байланысты және мүмкін болатын кең аралыққа байланысты, бақылаудың бұзылуына әкелмейтін алгоритм көбірек жиі қолданылады. [19]

2.6.3 Екінші реттік өңдеудің алгоритмдері. Радионавигациялық дабылдардың бірінші реттік өңделуі нәтижесінде радионавигациялық параметрлер (кідіріс және жиіліктің доплерлік ығысуы) жұлдыздар тобының жұмысының таңдалынған НС әрбіреуі үшін қолданылады. Радионавигациялық параметрлер тұтынушының параметрімен сәйкес навигациялық функция арқылы байланысты. ҒНЖСЖ координатты қашықты



2.9 сурет - Кідірісті бақылау жүйесінің үлгісі

өлшеуішті анықтау тәсілі және радиожылдамдықты тұтынушы жылдамдығын құрайтын координатты анықтау тәсілі қолданылады.

Алгоритмдері 2.1.3 қарастырылған. Екінші реттік мәліметтерді өңдеу кезеңінде орындалатындар:

– навигациялық хабарламаның модулденеді;

– эфемеридті мәліметтердің қайта шифрленуі және формациялануы және басқалар.

Бұл алгоритмдер қабылдағыштардың процессорында орындалады

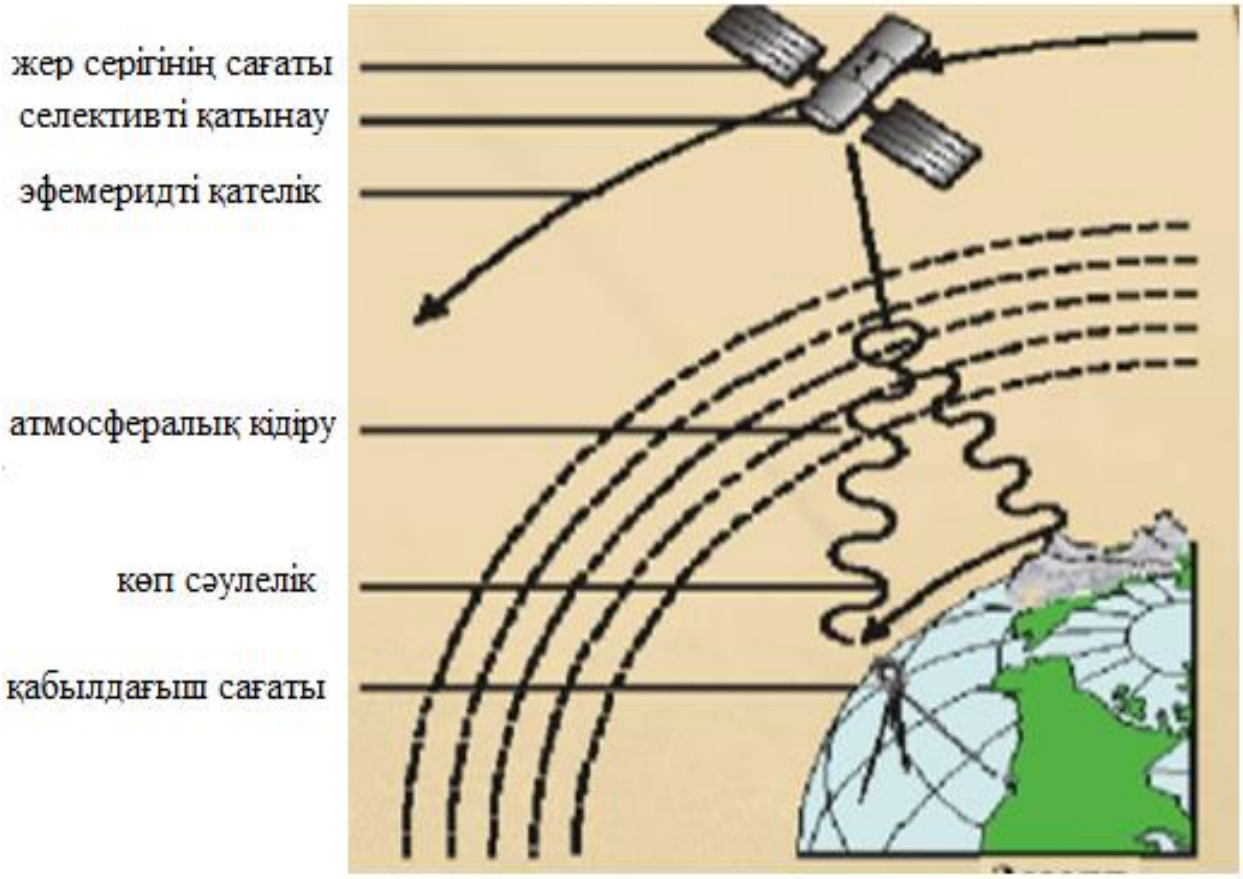
2.7 Қабылдағыштардың дәлдік сипаттамасына талаптар

2.7.1 Жер серіктік радионавигациялық жүйенің қателіктерінің қайнар көздері. Қозғалмалы объектілердің навигациясы және орнын анықтау мүддесінде ҒНЖСЖ қолдану, сонымен қатар арнайы тапсырмалардың шешімінде сипаттаманың дәлдігіне неғұрлым жоғары талап қояды, орташа квадраттық қателіктерді навигациялық параметрлермен анықтауға, навигациялық қамтамасыз ету сенімділігінің көрсеткішіне жоғары талап қояды. ҒНЖСЖ анықталатын негізгі навигациялық параметрлер –қашықтық және радиалды жылдамдық. Оларға сәйкес радионавигациялық параметрлер дабылдың және жиіліктің доплерлік ығысуы болып табылады. Соныдықтан, ҒНЖСЖ басты талабы осы параметрлердің жоғары дәлдік өлшемі болып табылады. Дабыл кідірісінің дәлдігін көтеру және жиіліктің жоплерлік ығысуы талаптары қарама қайшы. Кідіріс өлшемінің дәлдігін көтеру үшін, дабылдық спектрін кеңейту қажет, ал, жиіліктің доплерлік өлшеу дәлдігін көтеру үшін – дабылдың ұзақтығын арттыру қажет. Дабылдың кідірісін ортақ бағалау дәлдігін және жиіліктің доплерлік ығысуын көтеруге дабылдық

базасын кеңейту есебінде қол жеткізуге болады (дабыл спектрінің тиімді кеңдігінде дабылдың ұзақтғын тиімді өндіру). Сондықтан ҒНЖСЖ радиодабылдарға негізгі талап P>>1 қатынасы болып табылады. Мұндай параметрлі дабылдар шу тәріздес деп аталады. Радиотехникалық жүйенің бөгеуілге тұрақтылығындағы дабыл базасының белгісімен анықталады, ал көпшілігі үшін құпиялық және бөгеуілді қорғаудың анықтаушы талаптардың бірі болып табылады [20]. Басқа маңызды талаптар – көпжүйелік кіруі қамтамасыз ету. Навигациялық параметрлерді анықтау барысында тұтынушыжа әртүрлі жер серіктеріне байланысты дабылға бір уақытта мүмкіндігі болуы тиіс. Көп жүйелік кірудің мәселесі дабылдардың уақытша, жиілік немесе кодтық бөліну жолымен шешіледі, мысалы, GPS жер серіктік навигациялық жүйесінде кодтық бөліну қолданылады, ГЛОНАСС жиілік бөліну қолданылады. Дабылдардың барысында және олардың дәл синхрондалуы ретінде, ҒНЖСЖ қабылдағыштарына талаптарды айқындайды.Дәлдік сиаттамаға қатысты, ҒНЖСЖ НАП талаптарды ұсыну үшін, ҒНЖСЖ қателіктерінің қайнар көздерінің талдауын жүргізу және навигациялық уақытша анықтаулардың дәлдігіне олардың ықпалын бағалау қажет. ҒНЖСЖ тұтынушыларына навигациялық параметрлерді анықтау дәлдігіне көптеген факторлар әсер етеді, және оларды үш топқа бөлуге болады (2.10 сурет): НС кіргізілген қателіктер немесе командалық өлшеуіш кешендегі қателіктер: дабылдың таралу жолында кірген қателіктер; ҒНЖСЖ қабылдағанында кірген қателіктер; Олар бірінші реттік және екінші реттік навигациялық өлшемдердің ерекшеліктерімен, қолданылатын дабылдардың сипаттамасымен, таралу ортасымен байланысты. Қателіктердің бірінші тобы негізінен жиілік-уақытша жетілмегендігі және эфемеридті қамтамасыз етуге негізделген, сондықтан бұл жұмыста қарастырылмайды.

ҒНЖСЖ тұтынушысының аппаратурасының қабылдағыш антеннасында тек нвигациялық жер серігіне ғана тура дабыл түспейді, сонымен бірге жерден және теңіз бетінен және жақын жатқан объектілерден, мысалы ғимараттар сияқты көптеген қайта көрсетілген дабылдар түседі. Көрсетілген дабылдың деңгейі тура дабылмен өлшенуі болуы мүмкін. Бұл осы дабылдың параметрлерін бақылау үлгісіндегі қателіктерге және пайдалы дабылдардың белгілі түрде бұрмалауына әкеледі (кідірістен, жиілікпен және фазамен).
Бұл қателіктер көбінесе жер серіктерінің өзара орналасуына, қабылдау антеннасына және көрсетілген объектілерге байланысты. Тәжірибелік зерттеулер көпшақтыққа байланысты қащықтықты қателіктердің белгілерінің үлкен бытыраңқылықын көрсетті, олар арнайы антенналарды қолдану барысында 0,5 м және нашар жағдайда 100 м дейін құрайды.

Жіңішке жолақты коррелятормен дабылдардың стандартты дәлдігін қабылдағыштарды қолдану қателіктерді төмендетуі мүмкін. ҒНЖСЖ қабылдағыш индикаторымен кірген қателіктер. Тұтынушының аппаратурасымен негізделген қашықтықты қателіктерге жер серіктерінің дабылының кіру сәтінбақылау қателіктері жатады, сонымен бірге негізгі қателіктер бақылау үлгісіндегі шулы және серпінді қателіктер.



2.10 сурет – Өлшеу қателіктерінің қайнар көздері

2.7.2 Қателіктерді азайту тәсілдері. Шектеулі уақыт аралығындағы қателіктердің қатарын жұмыс аймағында кең ауданда орналасуын ҒНЖСЖ тұтынушыары үшін жалпы деп санауға болады. Сондықтан көрсетілген аудандағы еркін нүктеге осы деректерді анықтап, оларды басқа нүктелерде жалпы қашықтықты өлшеудің түзетуі үшін, жалпы уақыт аралығында қолдануға болады.

ҒНЖСЖ навигациалы өлшеулердің мұндай тәсілдерді өзгермелі деп атайды және көптеген әртүрлері бар ҒНЖСЖ өзгермелі тәртібінде қашықтықты өлшеулердің қателігі тұтынушылардың кеңістілік айырмашылығына және түзету есебінің сәттерінің арасындағы уақытша аралыққа және оны қолдануға тәуелді. Жақсы жағдайда ол әдеттегі ҒНЖСЖ жұмыс тәртібімен, бірнешеуден он ретке дейін азаюы мүмкін. Эфемеридтің түрті қателіктері барысында 10 м (мысалы ҒНЖСЖ GPS) және өлшеу нүктелерін алу Д<2000 км, дифференциалды тәртіпті қолдану өлшеу қателіктерін 1,5 см және 1 м сай төмендетеді. Мұндай белгілер радиотолқындардың таралу барысында туындайтын қателіктер және аппаратуралық қателіктерден аз [21]. Екі жиілікті тәсіл теориялық түрде

неғұрлым дәл, алайда екі жиілікте жоғары өлшеулерді талап етеді, бұл белгілі түрде тұтынушының аппаратурасын күрделендіреді.

Сонымен бірге қарастырылған ионосфералық қателіктерді алып тастау тәсілі радиошуларға негізделген, орнын қиын толтыратын, маңызды қателіктердің белгілі түрде өсуіне әкеледі.

2.7.3 Бір жиілік өлшеудің артық тәсілдері. Бұл жағдайда бірнеше НС дабылдары бойынша өлшеу жүргізіледі (әдетте сегізден артық). Бұл жерде ионосфераның кеңістікті сипаттамасын орташаландырудың есебінен тұтынушы координатын анықтаудағы дәлдікте, оның әсерін белгілі түрде түсіруге жеткізуге болады. Тұрақты тұтынушыға мұндай әдістеме бірнеше тәртіпте дәлдікке пайда алып келеді. Иосфера сызықтық поляризацияланған дабылдар поляризацияның тегістілігінің айналуын алып келуі мүмкін, бұл дабыл қуатының қосымша жоғалуының пайда болуына әкеледі, ҒНЖСЖ оларды азайту үшін дөңгелек поляризациямен антенналар қолданылады.

Өлшемнің фазалы тәсілдері ҒНЖСЖ қабылдағыштарында жүзеге асады, жоғары дәлдігімен ерекшеленетінін, тұтынушыларды навигациялық қамтамасыз ету деңгейіне сапалы түрде жетуге мүмкіндік береді. Фазалық өлшеу барысындағы негізгі мәселе – олардың бірізсіздігі. Оның әсерін азайтуға артық өлшеулерді қолдану барысында, кейбір жағдайларда алып тастауға болады. Кеңістікті-уақытша координаттық номиналды дәлдігін анықтау бір реттік өлшеу негізінде төрт НС дейін. Дәлдікті көтеруге навигациялық анықтаулардың нәтижелерін статистикалық өңдеумен және қосымша радионавигациялы параметрлерді өлшеумен жетуге болады. Қозғалмайтын қабылдағышта іріктеудің соңғы көлемі бойынша алынған координатты орташаландыруға болады.

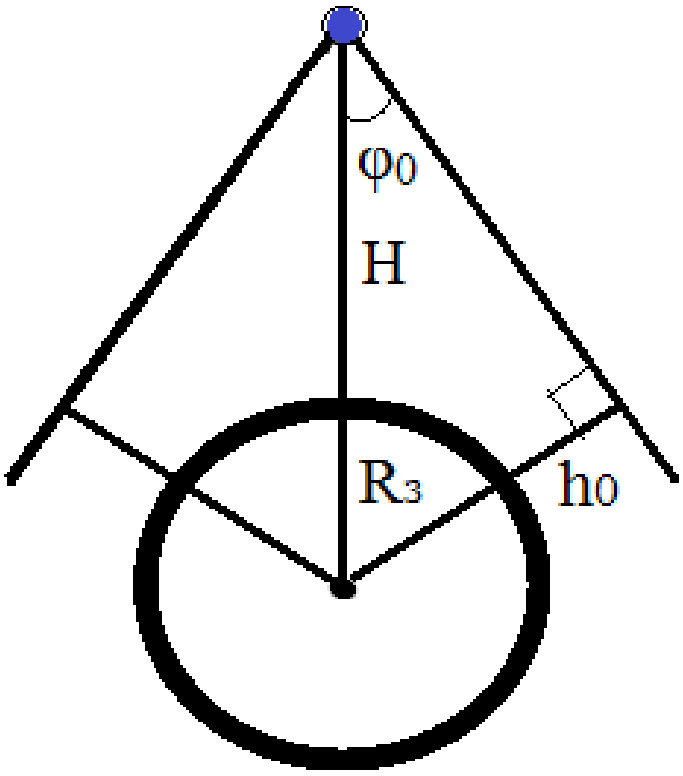
Геомериялық фактор ҒНЖСЖ навигациялық анықтамалардың нақтылығына тұтынушының және НС өзара орналасуына әсерін сипаттайды. ҒНЖСЖ навигациялық анықтамалардың жоғары дәлдігін қол жеткізудің маңызды шарты болып қашықтықты өлшеудің қателігінің берілген деңгейінде талап етілген дәлдік қамтамасыз етілетін тұтынушы және НС жұлдыздар тобының жұмысының өзара кеңістікті орналасуы табылады. Осы қорытындыға НС және тұтынушының кеңістікті орналасуының ерекшеліктеріне байланысты ҒНЖСЖ навигациялық анықтамалардың дәлдігін азайту шамасы болып табылатын $K_г$ геометриясының коэффициентінің тұжырымдамасына негізделген. (GDOP —орналасқан жерді анықтаманың нашарлануының геометриялық факторы).

Қазіргі заманғы ҒНЖСЖ төрт НС «нашар геометриясының» қысқа мерзімді (5-тен 30 мин дейін) $K_г$ әсері төмендетілуі мүмкін, мысалы, тұтынушымен жоғары дәлдікті борттық тіреу генераторын немесе осы уақыт аралығында биіктікті өлшеуді қолдану барысында төмендетілуі мүмкін.

3 GNSS – қабылдағышының қабылдаған сигнал параматрлерін есептеу

3.1 Тұтынушылар қабылдайтын радионавигация өрісінің қуатын есептеу

Навигацияның радио сигналдары, жер айналасында радионавигациялық өрісті құрайды. НҒА ДН антеннасының жұмысшы бөлігін $2\varphi_0$ бұрышты конусты радио сәуле түрінде көрсетуге болады (3.1 сурет).



3.1 сурет – Жер айналасындағы радионавигация өрісінің таралуы

$$\sin\varphi_0 = \frac{h_0 + R_3}{H + R_3} \qquad (3.1)$$

мұндағы $2\cdot\varphi_0$ – антеннаның ашылу бұрышы,

h_0 – жер бетінен таралатын сәуле биіктігі,

R_3=6378 км – жер радиусы,

H – НҒА орбита биіктігі.

Бірінші формуладан h_0 анықтаймыз:

$$h_0 = \sin\varphi_0 \cdot (H + r) - r \qquad (3.2)$$

СРНС жүйесіндегі ГЛОНАСС әрбір штатты НҒА навигациялы радиосигналдарды тарату антенна көмегімен жерге қарай L_1=1602 МГц және L_2=1246 МГц таратады. Оның ДН бағыттаушы диаграмма бөлігінің ені $2\cdot\varphi_0$=38°. НҒА орбита биіктігі 19100 км.

$$h_0 = \sin\varphi_0 \cdot (H + r) - r = \sin 19 \cdot (19100 + 6378) - 6378 = 1917 \text{ км.}$$

GPS үшін:

L_1=1575,4 МГц и L_2=1275,6 МГц, $2\varphi_0$=40°, H=20000 км.

$$h_0 = \sin\varphi_0 \cdot (H + r) - r = \sin 20 \cdot (20000 + 6378) - 6378 = 2644 \text{ км.}$$

Толық ОГ (24 штатты НҒА) үшін радионавигация өрісі $h \le h_0$ биіктігінде үздіксіз, яғни тұтынушы кеңістіктің кез-келген нүктесінде төрт НҒА-мен радио сәулесін қабылдай алады, жылдамдық векторы мен координата үшін жұлдызнаманың геометриялық факторы қанағаттанарлық.

$h > h_0$ биіктігінде радионавигация өрісі кеңістікте дискретті болады. $h_0 < h < H$ ғарыш объектілері қажетті навигация үшін барлық жерде орындалмайды, тек нақты бір кеңістік аймағында ғана орындалады.

$h > H$ биіктігіндегі ғарыштық объектілер (мысалы, геостационарлы орбитада) өзінің бөлімшелерінде бірден екі НҒА аралығында ғана таралады. Ол координатаны анықтауда жеткіліксіз.

Сонымен, үздіксіз ($h \le h_0$) радионавигация өрісімен шектелейік, өйткені жер навигациясына осы аралықта қол жеткізуге болады. Мысалы, Алматы қаласы теңіз деңгейінен 600-ден 1100 метрге дейін. Жер тұтынушылары үшін радионавигация өрісінің негізгі сипаттамасы антенна шығысындағы жер аймағындағы және горизонт аймағындағы НҒА-дан таралатын навигациялы радиосигналдар қуаты болып табылады (жер бетінен таралуды есептемегенде) [22]. Ол келесі формуламен анықталады:

$$P_0 = \frac{P_{ПЕР} \cdot G(\varphi) \cdot G_0(\beta) \cdot \lambda^2}{(4 \cdot \pi \cdot R)^2} \qquad (3.3)$$

мұндағы $P_{ПЕР}$ – таратқыштың таралу қуаты;

$G(\varphi)$ – тарату антеннасының бағыттаушы коэффициенті (АФУ жоғалуды есептегенде) қабылдаушы антеннаның φ бағытында;

$G_0(\beta)$ – таратушы антеннаның бағытындағы бағыттаушы коэффициент;

λ – радиосигналдың тасымалдаушы толқын тербелісінің ұзындығы;

R – қабылдаушы антеннадан таратушы антеннаға дейінгі қашықтық,

$\left(\frac{4\cdot\pi\cdot R}{\lambda}\right)^2$ - бос кеңістіктегі жоғалу.

ГЛОНАСС және GPS жүйесінде НҒА навигация радиосигналдары үшін таратушы антенна шеңберлі оң поляризациялы сәулеленулі болады.

Жұмысыш серктор бағытындағы тарату антеннасының бағыттаушы коэффициенті G(φ) (φ ≤ 19° ГЛОНАСС үшін, φ ≤ 20° GPS үшін) 3.1-ші кестеде келтірілген.

3.1 кесте – Таратушы антеннаның қабылдаушы антеннаға φ бағытындағы бағыттау коэффициенті

ГЛОНАСС				GPS			
φ ,.град.бұрышы	0°	5°	9°	φ ,.град. бұрышы	0°	6°	0°
G(φ),дБ (1602 МГц)	0	2	8	G(φ),дБ (1575,4 МГц)	7	8	7
G(φ),дБ (1246 МГц)	9	1	9	G(φ),дБ (1275,6 МГц)	8	0	9

«Стандартты» қабылдаушы антенна ретінде $G_0(\beta)$ = 1 шеңберлі поляризациялы изотропты қабылдаушы антенналы қарастыру қолайлы.

Жер бетінде орналасқан қабылдау антеннасының R қашықтығы (β=90°) НҒА R = H, горизонтты (β=5°) НҒА үшін анықтаймыз:

$$R=\sqrt{h^2+((H_1+R_3)-(h+R_3))} \qquad (3.4)$$

ГЛОНАСС үшін, егер β=90°, R=19100 км, β=5°НАП дейінгі қашықтық:

$$R=\sqrt{1917^2+((19100+6378)^2-(1917+6178)^2)}=24170 \text{ км.}$$

GPSүшін, егер β=90°, R=20000 км, β=5°

$$R=\sqrt{2644^2+((2000+6378)^2-(2644+6178)^2)}=24930 \text{ км.}$$

Алынған нәтижелерді 3.3 формуласына қойып, жер бетіндегі сигнал қуатының деңгейін аламыз. Шыққан нәтижелерді 3.2 және 3.3 кестеге енгіземіз.

3.2 кесте – Тұтынушы қабылдайтын ГЛОНАСС жүйесінің L1 және L2 диапазонында навигация сигналының деңгейі

f, МГц	1602		1246	
β, град.бұрышы	90°	5°	90°	5°
$P_П$, дБ Вт	+ 15 ± 1		+ 9 ± 1	
G(φ), дБ	+10	+12	+9	+11
$\frac{\lambda^2}{(4\cdot\pi\cdot R)^2}$, дБ	- 182	- 184,2	-180	- 182
$G_0(\beta)$, дБ	0		0	
P_0, дБ	- 157,6 ± 1	- 158 ± 1	- 163 ± 1	- 163 ± 1

Есептеулерден көруге болады, навигация радиосигналдарының қуаты жер және горизонт аймағындағы НҒА мәндерімен бірдей. Алынған нәтижелердің графигі 3.2 суретте көрсетілген.

3.3 кесте - Тұтынушы қабылдайтын GPS жүйесінің L1 және L2 диапазонында навигация сигналының деңгейі

f, МГц	1575,4		1275,6	
β, угл. град.	90°	5°	90°	5°
$P_П$, дБ Вт	+ 50 ± 1		+ 8 ± 1	
G(φ), дБ	+7	+8	+8	+10
$\frac{\lambda^2}{(4\cdot\pi\cdot R)^2}^2$, дБ	- 182,4	- 184	-180,6	- 182,5
$G_0(\beta)$, дБ	0		0	
P_0, дБ	- 159 ± 1	- 159 ± 1	- 164,5 ± 1	- 165 ± 1

Қабылданатын радиосигналдардың ең жоғарғы деңгейі келесілелермен анықталады:

– НҒА бұрышымен мүмкін болатын номиналды орбита биіктігінің ауытқуы;

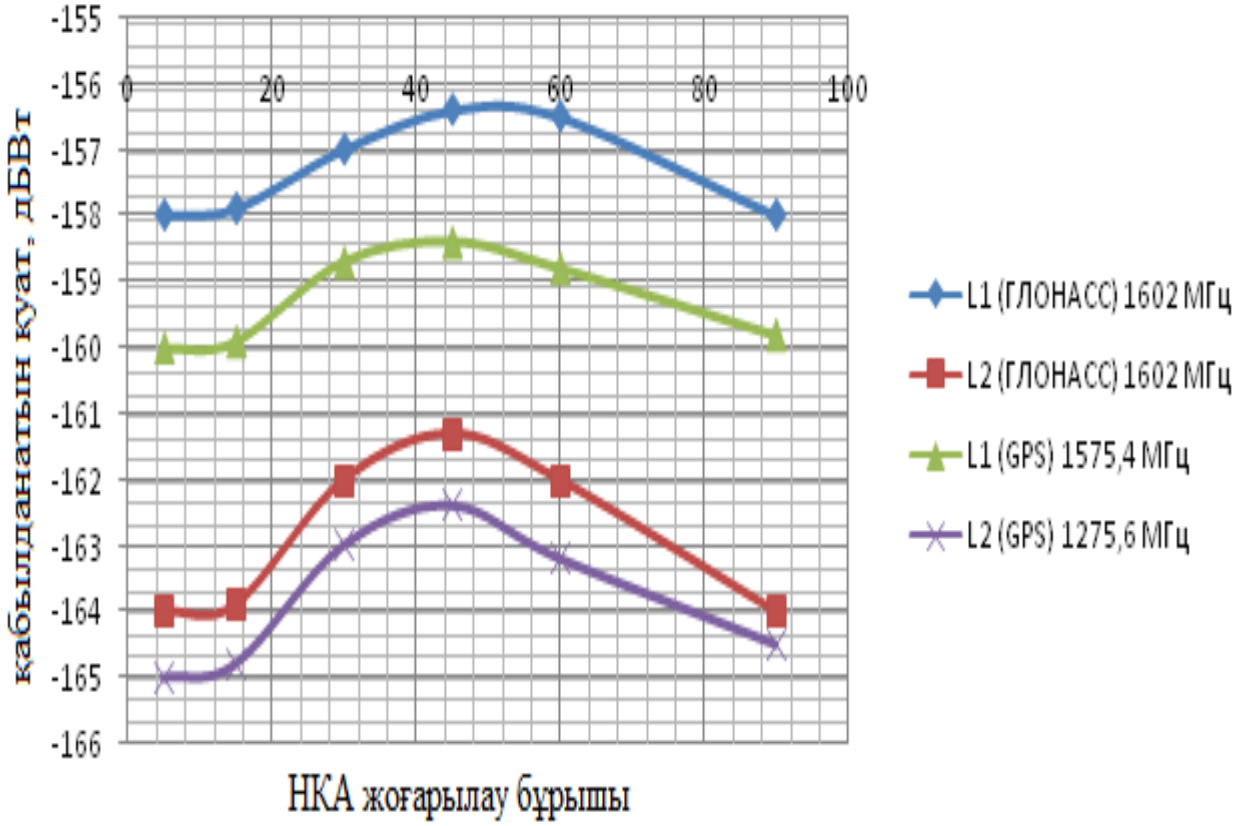
– НҒА мен таратушы антеннаның күшейту коэфициентімен айырмасы;

– технология салдарынан НҒА таратқышының шығыс қуатының өзгеруі;

– температура тербелісі;

– кернеу вариациясы және күшейту деңгейі;

– атмосферадағы радиосигналдардың таралуындағы жоғалулардың азаюы.



3.2 сурет – НҒА жоғарылату бұрышының ең аз радиосигналдар қуатына тәуелділігі

Интерфейсті бақылау құжатымен келісілген, тұтынушы қабылдайтын ең жоғарғы радиосигнал деңгейі ГЛОНАСС үшін -155,2 дБВт, GPS үшін -155 дБВт [23].

3.2 GPS және ГЛОНАСС спутникті радионавигация жүйе сигналдарының бөгеутұрақтылығын есептеу

Қарастырылатын дипломдық жобадағы қабылдағыштың жұмысы екі СРНС спутниктерінің координатасын анықтауға арналған. Яғни жоғарғы нақтылықты навигация деректерін бірмезгілде біренеше сигналдар қабылдай алады. Әсіресе, бұл кедергі кезінде байқалады. Мысалы, аэропорт немесе радиобайланыс пен радиолакация құрылғылары көп жерлердегі қабылдағыштар жұмысында байқалады. Бұл жағдайда СРНС сигналының бөгеулерінен қорғығыш деңгейі үлкен роль атқарады.

Қарапайым халық қолдана алатын GPS және ГЛОНАСС жүйелерінің сигналдарын қорғағыш деңгей мәндерін есептейміз. Бұл үшін сигнал параметрлерін білу керек, сонымен қатар алдында есептелген сигнал қуатының мәндерін қолданамыз. Бұл мәндер 3.4 кестеде келтірілген.

3.4 кесте - GPS және ГЛОНАСС сигналдарының сипатамалары

Сигнал түрлері	Сигнал параметрлері				
	$f_н$, ГГц	$f_т$, МГц	N	P_c, дБВт	T, мс
L1-GPS	1575,42	1,023	1023	-158	1
L2- GPS	1227,6	1,023	10230	-165	10
L1-ГЛОНАСС	1602	0,511	511	-158	1
L2-ГЛОНАСС	1246	0,511	511	-165	1

Радионавигация жүйесінде шуылға ұқсас сигналдар қолданылады. Сол себептен q^2 бөгеуден қорғау деңгейі келесі формуламен анықталады [24]:

$$q^2 = 2 \cdot \rho^2 \cdot B, \tag{3.5}$$

мұндағы $\rho^2 = \frac{P_c}{P_n}$ - қабылдағыш кірісіндегі P_c сигнал қуаты мен P_n шуылының қатынасы;

$B=F \cdot T=T/t_0=N$ - сигнал базасы, бір сигнал периодындағы импульстер санына тең.

ШПС базасы бастапқы сигнал спектрінен оның спектрінің кеңеюін сипаттайды. Жиілік спектрінің кеңеюі бастапқы сигналдың, әрқайсысы t_0 ұзақтықта болатын ПСП N битін қосатын қайталанатын T периодты кездейсоқ тізбектілігіне көбейтіндісіне тең. Бұл жағдайда ШПС базасы ШПС ПСП – N элемент санына тең болады. .

Қабылданатын P_c сигнал қуаты алдында есептелінген (кесте 3.2 және 3.3).

P_n шамасын келесі қатынас бойынша анықтаймыз:

$$P_n = k \cdot T \cdot \Delta F, \tag{3.6}$$

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

T – Кельвин градусындағы қоршаған ортаның температурасы,

ΔF –орын алатын сигналдың жиілік жолағы (бірінші нөлдіктермен шектелген сигнал спектр еніне тең деп аламыз).

Сонда (3.5) формуласы келесі түрде болады:

$$q^2 = \frac{2 \cdot P_c \cdot N}{k \cdot T \cdot \Delta F}. \tag{3.7}$$

Ішкі жүйе бөгеуін ескермей 300К қоршаған ортаның температурасында L1кодалы GPS жүйе сигналы үшін (3.7) формуланы есептейміз:

$$q_{L1GPS}{}^{2} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 1023}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}46 \cdot 10^{6}} = 32{,}73 = 15$$ дБ.

Егер сигнал жолағындағы бөгеу деңгейі жылу шуылының деңгейінен 15дБ шамасынан аспаған жағдайда 300К қоршаған ортаның температурасында L1 кодалы GPS жүйе сигналы қабылдануы мүмкін. Бірақ бұл шама сигнал қасиетін толық сипаттамайды. $P_{n,0}$, сигнал қуатының бөгеу шамасын нақты анықтау қажет, өйткені қабылдау қондырғысының жұмысын анықтау мүмкін болмай қалады. Оны анықтау үшін Шеннон теоремасын қолданамыз, оның келісімімен q_0^2 = 2ln2 = -1,6 дБ. Бұл арнаның өткізу қабілеттілігін анықтаудағы ең негізгі (табалдырықты) болып табылады. Егер арнаның сигнал-шуыл қатынасы табалдырық мәнінен үлкен болса $q_0^2 < q^2$, онда қате аз болады. Ал егер $q_0^2 > q^2$ болса, онда қатенің пайда болу мүмкіндігі тез өседі, соның арқасында сигналды тарату мүмкін болмайды. Енді $P_{n,0}$, сигнал қуатының бөгеуін сеептейміз:

$$P_{n\,L1GPS} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}46 \cdot 10^{6} = 1{,}018 \cdot 10^{-14} \text{ Вт} = -140 \text{ дБВт},$$

$$P_{n,0} = P_n + q^2 + q_0^2, \qquad (3.8)$$

мұндағы q^2 - бөгеуден қорғағыштық коданың мәні;

q_0^2-Шеннон шегінің мәні.

GPS жүйесінің L1 кодасы үшін:

$$P_{n,0\,L1GPS} = -140 + 15 + (-1{,}6) = -126{,}5 \text{ дБВт}.$$

Бұл шаманы тағы да басқа тәсілмен алуға болады – Шеннон теоремасының қалған формуласын қолдану арқылы және (3.5) және (3.7) формулаларын қолдану арқылы.

$$q_0{}^{2} = \frac{2 \cdot P_C \cdot B}{P_{n,0}} \qquad (3.9)$$

,

мұндағы q_0^2=ln2=-1,6 дБ – Шеннон шектеуі.

Сонда:

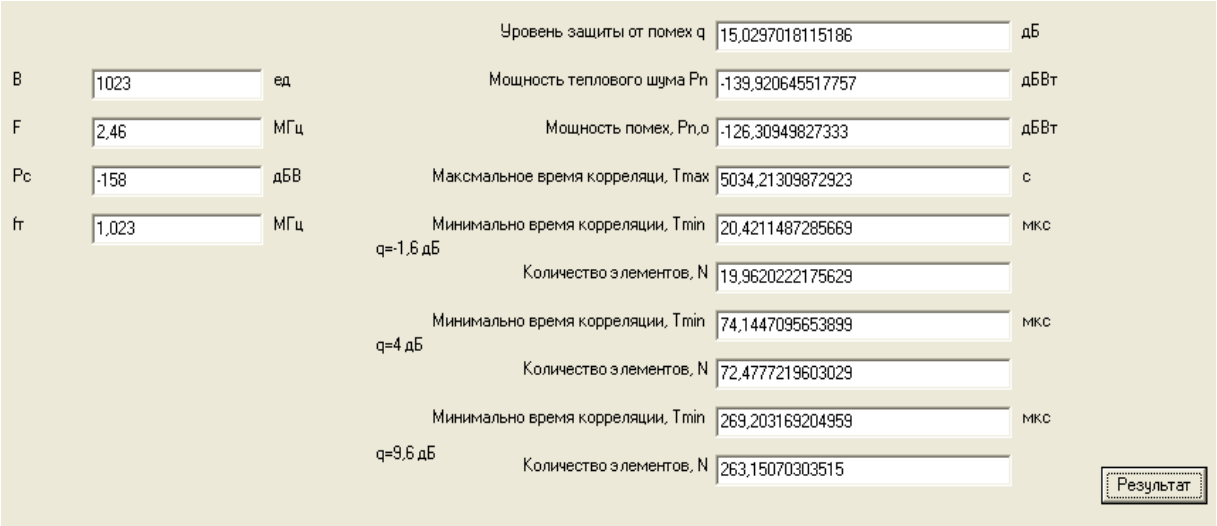
$$P_{n,0} = \frac{P_C \cdot B}{\ln 2}. \qquad (3.10)$$

(3.10) формуласын L1-кодалы GPS жүйесі үшін қолданамыз:

$$P_{n,0\ L1GPS} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 1023}{\ln 2} = 2{,}3 \cdot 10^{-23}\ \text{Вт} = -126{,}6\ \text{дБВт}.$$

$$P_{n,0\ L1GPS} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 1023}{\ln 2} = 2{,}3 \cdot 10^{-23}\ \text{Вт} = -126{,}6\ \text{дБВт}.$$

Delphi 7 бағдарлама тілінде навигация сигналдарының бөгеуқорғағыш мәндерін есептейміз (3.3 сурет). Сонымен қатар Б қосымшасында Листинг бағдарламасы келтірілген.



3.1 сурет – Delphi 7 бағдарлама тілінде сигналдың бөгеу тұрақтылық параметрлерін есептеу

(3.6), (3.7) және (3.8) формулаларын дәл осылай есептеу арқылы барлық спутникті радионавигация жүйелері қолданатын қабылдағыштардың бөгеуден қорғау деңгейін сесептейміз.

GPS L2сигналы үшін:
N=10230;
F=$2{,}6 \cdot 10^{6}$ Гц;
P=$10^{-16{,}5}$=$0{,}32 \cdot 10^{-16}$Вт,

Формулаға қойып, келесі мәндерді аламыз:

$$q_{L2GPS}{}^{2} = \frac{2 \cdot 0{,}32 \cdot 10^{-16} \cdot 10230}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}6 \cdot 10^{6}} = 60{,}11 = 17\ \text{дБ};$$

$$P_{n\ L2GPS} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}6 \cdot 10^{6} = 1{,}08 \cdot 10^{-14}\ \text{Вт} = -139\ \text{дБВт};$$

$$P_{n,0\ L2GPS} = -139 + 17 - 1{,}6 = -123{,}6\ \text{дБВт}.$$

ГЛОНАСС L1 сигналы үшін:
N=10230
F=1,1·10^{-6} Гц
P=10$^{-15,8}$=1,6·10^{-16} Вт,

$$q_{L1ГЛОНАСС}{}^{2} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 511}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{6}} = 36 = 16 \text{ дБ;}$$

$$P_{n\ L1ГЛОНАСС} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{6} = 4{,}554 \cdot 10^{-15} \text{ Вт} = -143 \text{ дБВт;}$$

$$P_{n,0\ L1ГЛОНАСС} = -143+16-1{,}6 = -128{,}6 \text{ дБВт.}$$

ГЛОНАСС L2 сигналы үшін:
N=10230;
F=0,9·10^{-6} Гц
P=10$^{-16,4}$= 0,4·10^{-16} Вт.

$$q_{L2ГЛОНАСС}{}^{2} = \frac{2 \cdot 0{,}4 \cdot 10^{-16} \cdot 511}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 0{,}9 \cdot 10^{6}} = 11 = 10 \text{ дБ;}$$

$$P_{n\ L2ГЛОНАСС} = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{6} = 4{,}554 \cdot 10^{-15} \text{ Вт} = -144 \text{ дБВт,}$$

$$P_{n,0\ L2ГЛОНАСС} = -144+10-1{,}6 = -135{,}6 \text{ дБВт.}$$

Алынған мәндерді 3.5-ші кестеге енгіземіз. СРНС үшін сигналдарды қалыптастыру үшін кездейсоқ тізбектілігікті сегменттер алынады.

3.5 кесте – Шеннон шектеуіне сәйкес, сигнал бөгеуінен қорғау деңгейі және бөгеу қуатының деңгей мәндері.

Сигнал	Сигнал параметрлері			
	Тактілі жиілік $f_т$, МГц	В, сигнал базасы	Бөгеутұрақтылығы q^2, дБ	Шуыл қуатының деңгейі $P_{n,0}$, дБВт
L1-GPS	1,023	1023	15	-127
L2- GPS	1,023	10230	17	-124
L1-ГЛОНАСС	0,511	511	16	-129
L2-ГЛОНАСС	0,511	511	10	-136

Бұл мәндер әрбір сигналдың бір толық периоды үшін есептелінген. Бірақ, бұл навигация деректері қабылдағышта бір сигнал периодында қабылданатынымен түсіндіріледі. Сол себептен, есептелген мәндер реалды мәндерін емес, бөгеуден қорғаудың потенциал мәндерін түсіндіреді. Реалды

мәндерді есептеу үшін сигналдың жиналу уақыты 1-ден 4 мс болуына және ол навигация деректерді таратудың 20 мс бит ұзақтығына сәйкес болуы қажет [25]

4 мс корреляция уақытындағы бөгеуден қорғау деңгейін есептейміз:.

GPS L1 сигналы үшін:

$$B = 4 \cdot 1023 = 4092;$$

$$q_{L2GPS}{}^{2} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 4092}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}46 \cdot 10^{6}} = 129 = 21 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2GPS}$=-139+21-1,6=-119,6 дБВт.

GPS L2сигналы үшін:

$$B = \frac{4 \cdot 10920}{10} = 4092;$$

$$q_{L2GPS}{}^{2} = \frac{2 \cdot 0{,}32 \cdot 10^{-16} \cdot 4092}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}6 \cdot 10^{6}} = 24 = 14 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2GPS}$=-139+14-1,6=-126,6 дБВт.

ГЛОНАСС L1 сигналы үшін:

$$B = 4 \cdot 511 = 2044;$$

$$q_{L1ГЛОНАСС}{}^{2} = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 2044}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{6}} = 142 = 22 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L1ГЛОНАСС}$=-143+22-1,6=-122,6 дБВт.

ГЛОНАСС L2 сигналы үшін:

$$B = 4 \cdot 511 = 2044;$$

$$q_{L2ГЛОНАСС}{}^{2} = \frac{2 \cdot 0{,}4 \cdot 10^{-16} \cdot 2044}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 0{,}9 \cdot 10^{6}} = 44 = 16 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2ГЛОНАСС}$=-144+16-1,6=-129,6 дБВт.

20 мс корреляция уақытындағы бөгеуден қорғау деңгейін есептейміз.

GPS L1сигналы үшін:

$$B = 20 \cdot 1023 = 20460;$$

$$q_{L2GPS}{}^2 = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 20460}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}46 \cdot 10^6} = 643 = 28 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2GPS}$=-139+28-1,6=-112,6 дБВт.

GPS L2 сигналы үшін:

$$B = \frac{20 \cdot 10920}{10} = 20460;$$

$$q_{L2GPS}{}^2 = \frac{2 \cdot 0{,}32 \cdot 10^{-16} \cdot 20460}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 2{,}6 \cdot 10^6} = 120 = 21 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2GPS}$=-139+21-1,6=-119,6 дБВт.

ГЛОНАСС L1 сигналы үшін:

$$B = 20 \cdot 511 = 10220;$$

$$q_{L1ГЛОНАСС}{}^2 = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-16} \cdot 10220}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 1{,}1 \cdot 10^6} = 711 = 29 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L1ГЛОНАСС}$=-143+29-1,6=-115,6 дБВт.

ГЛОНАСС L2 сигналы үшін:

$$B = 20 \cdot 511 = 10220;$$

$$q_{L2ГЛОНАСС}{}^2 = \frac{2 \cdot 0{,}4 \cdot 10^{-16} \cdot 10220}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 0{,}9 \cdot 10^6} = 218 = 23 \text{ дБ;}$$

$P_{n,0\ L2ГЛОНАСС}$=-144+23-1,6=-122,6 дБВт.

Алынған мәндер 3.6 кестеде келтірілген. Корреляция уақыты өскен сайын сигналдың бөгеуқорғағыштығы да өседі.

3.6 кесте – Сигнал бөгеулерінен қорғау деңгейі және әртүрлі уақыт корреляциясында Шеннон шегіне сәйкес бөгеу қуатының деңгей мәндері

Сигнал	Сигнал параметрлері			
	Жинақтау уақыты , мс	В, сигнал базасы	Бөгеутұрақтылығы q^2, дБ	Шуыл қуатының деңгейі $P_{n,0}$, дБВт
L1-GPS	4	4092	21	-120
	20	20460	28	-113
L2- GPS	4	4092	14	-127
	20	20460	21	-120
L1-ГЛОНАСС	4	2044	22	-123
	20	10220	29	-116
L2-ГЛОНАСС	4	2044	16	-130
	20	10220	23	123

Сигналдар үшін корреляция уақытының ең үлкен мәнін математикалық есептеу арқылы анықтауға болады:

$$T_{max} = \tau \cdot N = \frac{N}{f}, \tag{3.11}$$

мұндағы N – сигналдың элемент саны.

Ең үлкен мән үшін:

$$N\max < \frac{0{,}26}{\delta f}, \tag{3.12}$$

мұндағы δf –генератор тұрақсыздығы АП және НИСЗ генераторларының жалпы тұрақсыздығы.

НИСЗ гераторының тұрақсыздығы цезий генераторының тұрақтылығымен анықталады. Ол $(1...5)\cdot 10^{-13}$ тең. Заманауи термо тұрақтылықты кварцты генератордың НАП тұрақтылығы $5\cdot 10^{-11}$. Сол себептен, негізгі тұрақсыздықты ГНСС- қабылдағыш генераторы енгізеді. (3.10) формулаға мәндерді қойып, ең үлкен элемент сандарын аламыз:

$$\mathrm{Nmax} = \frac{0.26}{5\cdot 10^{-13} + 5\cdot 10^{-11}} = 5{,}15\cdot 10^{9}.$$

Соған сәйкес 1,023 МГц (GPS) және 0,511 МГц (ГЛОНАСС) тактілі жиілікті корреляция кодының максималды уақытын анықтаймыз:

$$T_{maxGPS} = \frac{5{,}15 \cdot 10^9}{1{,}023 \cdot 10^6} = 5034$$ с;

$$T_{max\,ГЛОНАСС} = \frac{5{,}15 \cdot 10^9}{0{,}511 \cdot 10^6} = 10078$$ с.

Тактілі жиілік өскен сайын корреляция кодының максималды уақыты азаяды. Сонымен бірге, әрбір сигнал үшін корреляция кодының аз уақытын анықтаймыз. Оның мәні жалған қауіп табалдырығымен анықталады. Мысалы, 10^{-2} және 10^{-5} жалған қаупінде 4 дБ және 9,6 дБ сигнал – шуыл қатынасы талап етіледі [26].

(3.5) формуладан аламыз:

$$B = \frac{q^2 \cdot P_n}{2 \cdot P_S} \quad (3.13)$$

.

$B = T/\tau_0$**,** ескеріп, аламыз**:**

$$T = \frac{q^2 \cdot P_n \cdot \tau_0}{2 \cdot P_S} = \frac{q^2 \cdot P_n}{2 \cdot P_S \cdot f_0} \quad (3.14)$$

.

Осы теңдікке сәйкес СРНС сигналының корреляция уақытын анықтаймыз. (3.11) формуласынан элементтердің тізбектілікті саны келесі формуламен анықталады:

$$N_{\min} = T_{\min} \cdot f_0 \quad (3.15)$$

.

q^2 = -1,6 дБ (Шеннон шектеуі), 4 дБ (жалған қауіп мүмкіндігі 10^{-2}) және 9,6 дБ (жалған қауіп мүмкіндігі 10^{-5}).

GPS L1 сигналы үшін:

$$T_{\min 1} = \frac{10^{\frac{-1{,}6}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 1{,}023 \cdot 10^6} = 22 \cdot 10^{-6} = 22$$ мкс;

$$N_{\min 1} = 22 \cdot 10^{-6} \cdot 1.023 \cdot 10^6 = 22;$$

$$T_{\min 2} = \frac{10^{\frac{4}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 1{,}023 \cdot 10^6} = 78 \cdot 10^{-6} = 78$$ мкс;

$$N_{\min 2} = 78 \cdot 1.023 = 79;$$

$$T_{\min 3} = \frac{10^{\frac{9,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 1,023 \cdot 10^{6}} = 284 \cdot 10^{-6} = 284$$ мкс;

$$N_{\min 3} = 284 \cdot 1.023 = 290.$$

GPS L2 сигналы үшін:

$$T_{\min 1} = \frac{10^{\frac{-1,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-165}{10}} \cdot 1,023 \cdot 10^{6}} = 115 \cdot 10^{-6} = 115$$ мкс;

$$N_{\min 1} = 115 \cdot 1.023 = 117;$$

$$T_{\min 2} = \frac{10^{\frac{4}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-165}{10}} \cdot 1,023 \cdot 10^{6}} = 418 \cdot 10^{-6} = 418$$ мкс;

$$N_{\min 2} = 418 \cdot 1.023 = 428;$$

$$T_{\min 3} = \frac{10^{\frac{9,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-140}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-165}{10}} \cdot 1,023 \cdot 10^{6}} = 1518 \cdot 10^{-6} = 1518$$ мкс;

$$N_{\min 3} = 1518 \cdot 1.023 = 1553.$$

ГЛОНАСС L1 сигналы үшін:

$$T_{\min 1} = \frac{10^{\frac{-1,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-143}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 0,511 \cdot 10^{6}} = 20 \cdot 10^{-6} = 20$$ мкс;

$$N_{\min 1} = 20 \cdot 0,511 = 10;$$

$$T_{\min 2} = \frac{10^{\frac{4}{10}} \cdot 10^{\frac{-143}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 0,511 \cdot 10^{6}} = 71 \cdot 10^{-6} = 71$$ мкс;

$$N_{\min 2} = 78 \cdot 0{,}511 = 36;$$

$$T_{\min 3} = \frac{10^{\frac{9,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-143}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-158}{10}} \cdot 0{,}511 \cdot 10^{6}} = 256 \cdot 10^{-6} = 256$$ мкс;

$$N_{\min 3} = 256 \cdot 0{,}511 = 131.$$

ГЛОНАСС L2 сигналы үшін:

$$T_{\min 1} = \frac{10^{\frac{-1,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-144}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-164}{10}} \cdot 0{,}511 \cdot 10^{6}} = 63 \cdot 10^{-6} = 63$$ мкс;

$$N_{\min 1} = 63 \cdot 0{,}511 = 32;$$

$$T_{\min 2} = \frac{10^{\frac{4}{10}} \cdot 10^{\frac{-144}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-164}{10}} \cdot 0{,}511 \cdot 10^{6}} = 230 \cdot 10^{-6} = 230$$ мкс;

$$N_{\min 2} = 230 \cdot 0{,}511 = 118;$$

$$T_{\min 3} = \frac{10^{\frac{9,6}{10}} \cdot 10^{\frac{-144}{10}}}{2 \cdot 10^{\frac{-164}{10}} \cdot 0{,}511 \cdot 10^{6}} = 835 \cdot 10^{-6} = 835$$ мкс;

$$N_{\min 3} = 835 \cdot 0{,}511 = 427.$$

Алынған мәндерді 3.7 кестеге енгіземіз.

3.7 кесте – ГНСС сигналының ең аз корреляция уақыты

Сигнал	q_1^2 = 1,6 дБ		q_2^2 = 4 дБ		q_3^2 = 9,6 дБ	
	T_{min1}, мкс	N_{min1}	T_{min2}, мкс	N_{min2}	T_{min3}, мкс	N_{min3}
L1-GPS	22	22	78	79	284	290
L2- GPS	115	117	418	428	1518	1553
L1-ГЛОНАСС	20	10	71	36	256	131
L2-ГЛОНАСС	63	32	230	118	835	427

3.5 мен 3.6 кестелерді салыстыру арқылы ГЛОНАСС пен GPS жүйелерінің сигналдары бірдей бөгеутұрақтылыққа ие болатынын көреміз. Сол себептен күрделі бөгеу жағдайында тұтынушыдардың жекеменшік

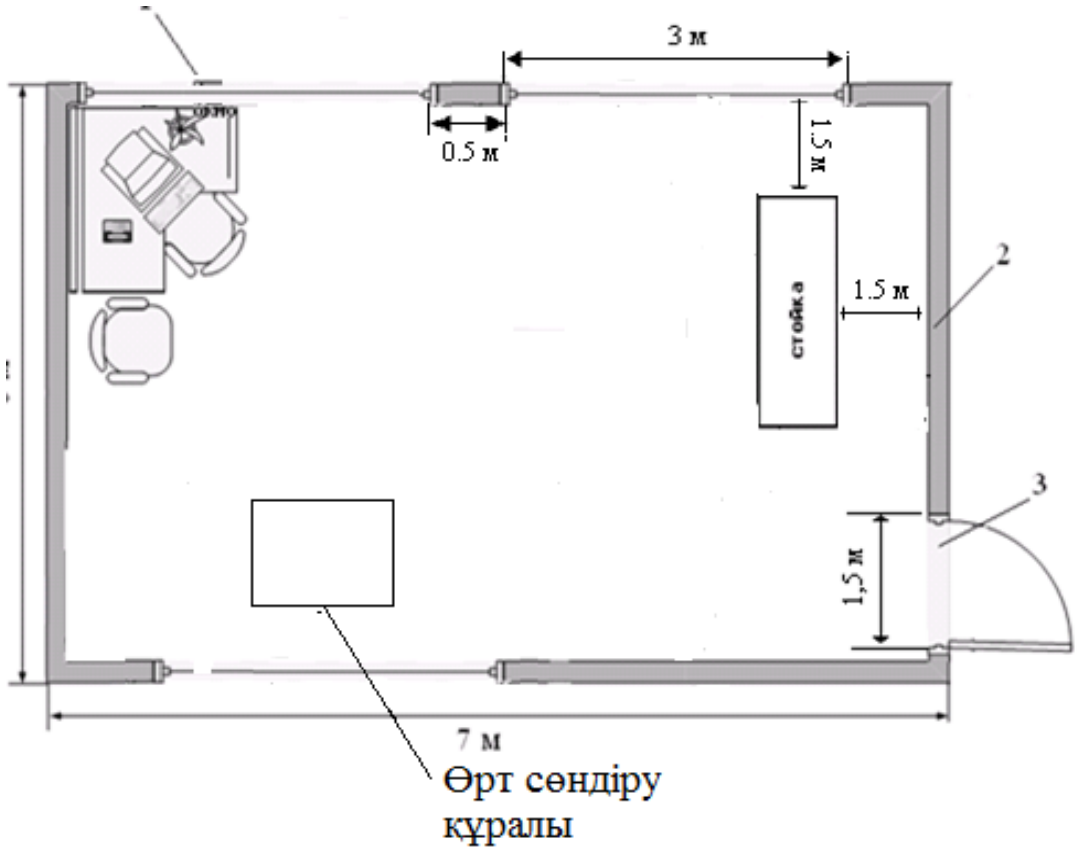
координатын анықтауда әртүрлі НҒА-дан сигналдарды қабылдайтын пайдаланушылардың мультисервистік аппаратурасын қолдану қажет. Кестедегі деректерді салыстырудан көреміз, бөгеу болмағанда сигналдарды іздеудің ең аз уақыты L1-ГЛОНАСС және L1-GPS қолданғанда болады.

Қорытынды: Есептелген және алынған мәндер бөгеуден қорғау деңгейінің алгоритмі ГНСС-қабылдағышында қолданылады.

4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі

4.1 Жұмыс жағдайын талдау

Берілген дипломдық жобада радионавигация байланыс желілерінің қабылдағыштарының мәселесі қарастырылады. Берілген станса мен оның қабылдағышы екі қабатты ғимараттың екінші қабатында орналасқан. Станса қолданылатын қондырғыны шартты түрде арналар коммутациясына, арна құрушы қондырғыға, электр қоректену қондырғысына бөлуге болады. (4.1 сурет)



4.1 сурет - бөлме жобасы

1-терезелер; 2-қабырға; 3-есік

Оптималды еңбек пен тынығу режимін құру үшін жұмысшылардың еңбек ету мүмкіндіктерін және өнімділігін өсіру, денсаулықтарын сақтау және адамның жан-жақты дамуына ықпал ету үшін әлеуметтік-экономикалық

әрекеттер қолданылуда. Осындай әрекеттердің мақсаты болып өнеркәсіп қызығушылығы мен жұмысшының физиологиялық мүмкіншілігін ескеру арқылы оны толық және жан-жақты оптимизациялау болып табылады.

Бөлменің өлшемдері:

Ұзындығы A=7 м;

Ені B=6 м;

Биіктігі H=4 м;

Еденнен жұмыс орнының бетіне дейінгі биіктік H_e=0,8 м.

Қызмет көрсету персоналының бөлме ауданы 42 м^2 құрайды. Терезенің ауданы 6 м^2. Коммутация орталығында бес жұмыс орнын ұйымдастыру көзделуде (бір жетекші инженер және төрт кезекші оператор). Жетекші инженердің бес күндік жұмыс уақыты сегіз сағаттан. Төрт кезекші операторлар үш сменамен ауысып жұмыс істейді. Жұмыс уақытынан тыс тамақтануға және тынығуға арналған 60 минуттық үзіліс уақыты бар.

Операторлардың шаршауы мен күш салуын арттырмау үшін өнеркәсіптік комфорт жағдайын ұйымдастырамыз.

Өндірістегі қауіпсіз және денсаулыққа кері әсер етпейтін еңбек шарттары басшылардың еңбекті қорғауды дұрыс ұйымдастыруына байланыста болады. Басқару обьекті ретінде жұмыс орнындағы жағдайды қалыптастыратын техникалық қызметтер мен бөлімшелер қарастырылады.

Жұмыс орнын жобалаудағы келесі маңызды мәселе - жарықтандыруды дұрыс орындау. Қазіргі жарық техникасының басты міндеті еңбек үшін ыңғайлы жарық ортаны қамтамасыз ету болып табылады. Жарық адам тіршілігі үшін маңызды шарттардың бірі болып табылады. Ол организм жағдайына әсер етеді. Жұмыс орнын дұрыс ұйымдастыру адамның еңбек тиімділігіне әсер ететін, зақымдану мен кәсіби ауруларды алдын алуға септігін тигізетін маңызды факторлердің бірі болып саналады. Дұрыс орнатылған жарықтандыру жүйесі жағымды еңбек шарттарын тудырады, жұмыс қабілеттігін және өнімділігін арттырады. Компьютермен жұмыс істеушінің жұмыс орнындағы жарықтандыру жүйесі адам көзіне зиян келтірмейді.

Жарықтандыру шағылуға, тітіркенуге, көздің ашуына әкелуі мүмкін болғандықтан, жарықтандыруды есептеу зор маңызға ие. Жұмыс орнындағы жарықтандыру параметрлерін таңдау атқарылатын жұмыстың сипатына да тәуелді болады. Өндіріс орындарындағы жасанды жарықтандырудың шарттары көру жұмыс қабілетіне, адамдардың физикалық және моральдық күйіне, еңбек өнімділігіне, өнім сапасына және өндірістік зақымдарға зор әсер етеді.

Еңбекке жағымды шарттар жасау үшін өндірістік жарықтандыру келесі талаптарға жауап береді:

– жұмыс орнындағы жарықтандыру санитарлық нормаларға сәйкес;

– жұмыс қабатында жарық мүмкіндігінше бір қалыпты таралады;

– жұмыс қабатында көлеңкелер болмайды.

Жарықтандырудың ең жақсы түрі болып күндізгі, күн арқылы жарықтандыру саналады. Алайда күндізгі жарық тәулік бойы қажетті жарықтандыруды қамтамасыз етуі мүмкін емес, ол ауа райына байланысты да болады. Сондықтан өндірістік бөлмені табиғи және жасанды жарықтандырумен қамтамасыз етеді. Жасанды жарықтандыру үшін электрлік люминисцентті шамдарды ЛД, ЛБ түріндег шамдарды орнатады. Бұл шамдар көзге жағымды жарықтық әсер береді және қыздыру шамдарын қарағанда пайдалы әсер коэффициенті әлдеқайда жоғары. Бөлмені жарықтандыру үшін кернеумен және өте дәл жұмыс орындалатын жерлерге қолданылатын люминисценттік шамдар орнатылды. Олар келесідей артықшылықтарға ие:

– жарық беруі жоғары (75 лм/Вт дейін және одан жоғары);

– қызмет ету мерзімі жоғары (10 000 сағатқа дейін);

– жарықтандыратын беттің аз жарықтылығы;

– электр эненргия шығыны төмен;

– шам түтігінің беті аз қызады (40 - 50 градусов дейін).

Қоғамдық және өндіріс орындарында ауа айналымын қамтамасыз ету ауаны желдету, жылыту жүйелеріне тәуелді болады. Жел арқылы жылыту желдетумен қоса бөлмедегі ауа айналымын жақсартады, ал кондиционерлеу жүйесі жазғы ыстықта және қысқы суықта жағымды ортаны құруға көмектеседі. Кондиционерлеу жүйесінде ауа сууы, жылуы, ылғалдануы немесе кебуі, тазаруы (сүзгіден өтуі, иондалуы және т.б.) орындалады. Ауаны кондиционерлеудің мақсаты әрбір адам өз денсаулық жағдайына және физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты өзінің жақсы және ыңғайлы сезінуін қамтамасыз ету.

Жасанды жарық адамдардың көру қабілеттілігіне физикалық және моральдық жағдайына, яғни еңбек өнімділігіне, өнім сапасы мен өндірістік жарақаттарға әсер етеді.

Жұмыс орнында табиғи және жасанды жарық баршылық. Табиғи жарық коэффициент шамасы СНиП РК 2.04-05-2002 «Табиғи және жасанды жарық» нормативті деңгейіне сай. Жоғары көру дәлдік категориясының жұмысын орындауда т.ж.к. 1,5% төмен болмауы, орташа дәлдікте 1,0% төмен болмауы керек. ЭЕМ үшін жайларда жарық түсіру сол жақтан болу қажет.

Жайдағы жасанды жарықты жалпы жарық шамдарында люминесцент жарық көздерін қолданып, қиыстырылған жарық жүйесі түрінде жасау керек.

Жалпы жарық көздері ретінде қолданылады: ЛБ түрті люминесцентті лампалар, түс тарату индексі 70-тен төмен емес (R>70), жарықты шағылыса немесе шашыраңқы таратын шамдарды орнату арқылы (УСП-35-2 × 40) біркелкі-тікбұрыш тәртіппен. Жұмыс жарығы сөнген кезде апаттық жарық қолданылады. Операторлар мен инженерлер жағымсыз бейнесі бар дисплейлермен жұмыс істегенде жасанды жарық деңгейі жалпы жарық шамдарынан құрайды: дисплейлерді жүйелі түрде қолданғанда және диалог тәртібіндегі жұмыста горизонталды жазықтықтағы жарық деңгейі 200лк-дан төмен емес. Дисплей экрандарын тура жарық ағымдарының түсуінен сақтау

үшін, жұмыс орындары қатарларында орналасқан жалпы жарық шамдары қолданылады. Жарық беру құрылғылары жарықты шағылыстыра немесе шашыраңқы тарату арқылы бірқалыпты жарық түсіреді, олар клавиатура мен пульттың басқа бөліктерінде және оператор көзі бағытында бейнетерминал экранында көзге әсер ететін зиян бермейді. Көру жұмысының разряды IV. Люминесцентті лампалы жалпы жарық жүйесін қолданамыз. Жасанды жарық есептеулерін пайдалану коэффициенті тәсілімен жүргіземіз. Пайдалану коэффициенті әдісі үлкен көлеңке түсіретін заттар болмаған жағдайдағы біркелкі горизонталь беттердегі жарықтандыруды есептеуге арналған. Бұл әдіс арқылы η коэффициентінің мәні анықталады. Ол есептелінетін бетке түсетін жарық ағынының жарықтандыру құралының толық ағынына қатынасы болып табылады.

Біздің есептейтін бөлменің өлшемдері мынадай:

– габариттері: 6х4х3;

– шағылу коэффициенттері:

– $\rho_{\text{төбе}} = 70\%$;

– $\rho_{\text{қабырға}} = 50\%$;

– $\rho_{\text{еден}} = 30\%$;

– жарықтандырудың бірқалыпсыздық коэффициенті: $\lambda = 1.1 \div 1.2$;

– еденнен жұмыс орнына дейінгі биіктік: $h_{еден} = 0.8$ м.

Нормаланған жарық қабырғалары, төбесі әктелген, терезелері жабылмаған бөлме үшін Е=300 лк. Жарықтандыру жүйесіне люминесцентті ЛД шамдарын қолданамыз, оның қуаты 40 Вт, ал жарықтық ағыны 2340 лм. Таңдап алынған шырақ түрі - ЛД40-4, оның ұзындығы 1,1 м, диаметрі 40 мм.

Ілінудің есептік ұзындығын анықтаймыз. Жұмыс орнының еденнен биіктігі $h_{еден} = 0.8$ м, ал шамның іліну биіктігі $h_{іліну} = 0.2$ м болғандықтан, ол келесі шамаға тең:

$$h = h-(h_{еден}+ h_{іліну}), \tag{4.1}$$

$$h = 3-(0.8+0.2) = 2 \text{ м.}$$

Шырақтар арасындағы ең қолайлы қашықтық төмендегі өрнекпен анықталады:

$$z = \lambda \cdot h \tag{4.2}$$

$$z = 1.2 \cdot 2 = 2.4\text{м.}$$

Бөлмеге 2 қатар шырақ орнатамыз, қатарларының ара қашықтығы 2.4м, ал қабырға мен шырақтар арасындағы қашықтық 0.7м.

Бөлме индексін анықтаймыз:

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \qquad (4.3)$$

мұндағы А - бөлме ұзындығы;

В - бөлменің ені;

S = A · B = 24 м^2 - ауданы.

$$i = \frac{24}{2(6+4)} = 1.2$$

Кесте бойынша пайдалану коэффициенті η = 50%, қор коэффициенті $К_к$= 1.3.

Қажетті шамдар санын анықтаймыз:

$$N = \frac{E \cdot K_з \cdot S \cdot Z}{n \cdot Ф_л \cdot \eta}, \qquad (4.4)$$

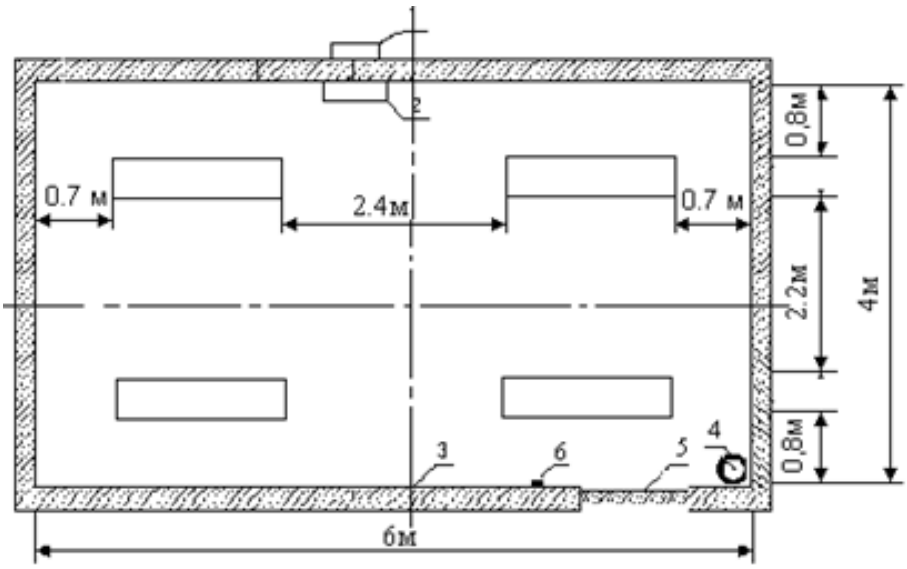
мұндағы Е - берілген жарықтық;

$К_к$ - қор коэффициенті;

S - бөлменің ауданы, м^2;

Z - жарықтандырудың бірқалыпсыздық коэффициенті.

$$N = \frac{300 \cdot 1{,}3 \cdot 12 \cdot 1{,}1}{1 \cdot 2340 \cdot 0.5} = 4 \text{ шам.}$$



1-кондиционер(сыртқы блогы); 2- кондиционер (ішкі блогы);3-қабырға; 4-өрт сөндіргіш; 5-есік; 6-өрт жөніндегі хабарлағыш

4.2 сурет - Жасанды жарықтандыру

Әр қатарға 2 шам орнатылады, олардың арасындағы қашықтық (шамның ұзындығын ескереміз) 2.2м, ал қабырға мен шырақтар арасындағы қашықтық 0.8 м. Шамдардың бөлме ішінде орналасу сұлбасы 4.2 суретте келтірілген.

Мөлшерленген 300 лк жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін қуаты 40 Вт болатын ЛД40-4 түрті 4 шам қажет. ЛД40-4 түрті шамдар қажетті есептелінген жарық ағынын (2340 лм) қамтамасыз етеді. Өзге шамдарға қарағанда құрылымы мен сыртқы көрінісі желінің номиналды кернеуіне (220В) және бөлме ішіндегі қоршаған орта шарттарын орындай алады. Бұл түрдегі шамның пайдалы әсер коэффициенті 85% - ке тең.

4.2 Құрылғылардың және технологиялық процестердің экологиялық көрсеткіштерін жақсарту

Электрмагниттік өрістің адам ағзасына әсері. Қазіргі кезде әлемде сымсыз байланысқа көшу жүріп жатыр. Бұл байланысының үлкен жетістігі болып табылады. Сымсыз байланыс орнатуы жағынан жеңіл әрі қондырғыларыда арзан болып келеді. Сымсыз байланыстың барлығы электромагниттік сәулелердің шағылуы арқасында жүзеге асады. Бірақ радиожиілікті қондырғыда электрмагниттік шағылысулар адам организиміне әсер етеді, яғни адам әртүрлі: жүйке, жүрек, эндокринологиялық ауруларға душар болады.

Электрмагниттік өрістің адам организиміне әсері: орталық жүйке жүйесіне әсері, тез шаршап қалу, бас айналымы т.с.с. байқалады. Электрмагниттік өрістің бірінші әсері адам денесінің қызуы, соның салдарынан адам терісі немесе қандай да бір мүшесі зақымданады. Кейде адам денесі қатты қызғанда жиілік пульсі өзегереді. Жоғарғы жиілікті өріс көзге әсер етеді. Соның салдарынан катаракта пайда болады (көз бұлыңғырлайды). Шағылысуды қайта-қайта қабылдауда орталық жүйке жүйесінің функциясының бұзылуына әкеп соғады. Адам организміне электрмагниттік өрістің биологиялық әсер ету дәрежесі: жиілік тербелісінен, кернеу және интенсивтік өрістен, оның әсер ету ұзақтығына байланысты болады. Әртүрлі диапазондағы өрістің биологиялық әсері бірдей емес. Электрмагнитті өріс әсеріне душар болған организмді жазуға, яғни айықтыруға болады.

Сымсыз желілерінің экологиялық жағынан артықшылықтары. Қазіргі кезде елімізде әр түрлі қондырғылардан электромагниттік сәулелер бөлінеді. Бұл сәулелерге біздің жағдайда базалық станциялардан бөлінетін сәулелер жатады. Біз бұл сәулелерді толығымен жоя алмаймыз. Бірақ бұл толқындардың қуатын айтуымызға болады. Жыл өте келе технологиялық процестердің дамуына байланысты, электромагниттік сәуле шығаратын қондырғылардың сәуле шығару қуаты азаюда.

Нәтижесінде модемнің дәл жанындағы шағылу тығыздығы 0,23 Вт/кв.м, 10 см және одан үлкен қашықтықта 0,01 Вт/кв.м. тең болатындығы анықталды. Яғни егер модем ноутбук немесе компьютерде адам басынан 10 см алыста орналасқан жағдайда денсаулығына зиянсыз.

Коммуникатор үшін шағылу тығыздығының шамасы 0,05 Вт/кв.м қа тең болды. Сонымен қатар зерттеу нәтижесінде базалық станциядан 20 м қашықтықта және антенна орналасқан ғимараттың соңғы қабатында шағылу тығыздығы 0,002 Вт/кв.м. тең болды.

Бұған нақты көз жеткізу үшін есептеу шараларын жүргізейік. Экологиялық жағдайды ескергенде үнемі абоненттік жанында болатын абоненттік станцияның немесе ұялы телефонның кірісіндегі сигнал қуатын ескеруіміз қажет.

Келесі есептеуде радионавигация желілеріндегі абоненттік станцияның кірісіндегі қажетті сигнал қуатын есептейміз

$$P_{пр.МС} = P_{пер.БС} + G_{БС} - 70 - 26{,}16 \cdot \lg(f, МГц) + 13{,}82 \cdot \lg(h_{БС}, м) - \\ - \left[45 - 6{,}55 \cdot \lg(h_{БС}, м)\right] \cdot \lg(R, км), дБВт \qquad (4.5)$$

4.1 кесте - GPS және ГЛОНАСС желілерінің техникалық сипаттамалары

Параметрлері	GPS желісі үшін	ГЛОНАСС желі үшін
G_{BTS} - базалық станция антеннасының күшейту коэфиценті, дБ	18	18
f - желіге берілген орташа жиілік.Мгц	3500	1800
$P_{пдBTS}$ - базалық станция таратқышының қуаты, дБВт;	100	40

ГЛОНАСС желілеріндегі абоненттік станцияның кірісіндегі қажетті сигнал қуаты

$$P_{прМС} = 40 + 18 - 70 - 26.16 \cdot \lg 1800 + 13.82 \cdot \lg 40 - (45 - 6.55 \cdot \lg 40) \cdot \lg 2.5$$

$$P_{прМС} = 80.30 дБВт.$$

GPS желілеріндегі абоненттік станцияның кірісіндегі қажетті сигнал қуаты

$$P_{прМС} = 100 + 18 - 70 - 26.16 \cdot \lg 3500 + 13.82 \cdot \lg 40 - (45 - 6.55 \cdot \lg 40) \cdot \lg 2.5$$

$$P_{прМС} = 62.43 дБВт.$$

Яғни ГЛОНАСС желісінің абоненттік станциясы GPS абоненттік станциясына қарағанда үлкен сигналды яғни үлкен электромаиттік сәулені талап етеді. Ал бұл экологиялық жағынан тиімсіз.

Электрмагниттік өрістің тығыздығын байланысты адамға әсер етуі яғни нормалануы кестесі белгіленген.

ГОСТ 12.1.006—84 келісілген 60 кГц — 300 ГГц жиілік диапазонында нормаланатын параметрлер *E* кернеу және *H* электрмагниттік өріс болып табылады. Электрмагниттік өріс әсер ететін жұмыс орнында, жұмыс уақыты бойына кернеу өрісі нормаланған шамадан асып кетпеуі керек.

$$W_{погл} = \sigma * S_{эф,}, \qquad (4.6)$$

Электрмагниттік өрістің биологиялық объектіге әсер ету эффектісі электрмагниттік энергия санымен анықталады, Вт:

мұндағы σ - электромагниттік энергияның шағылысу қуат ағынының тығыздығы Вт/м^2;

Sэф - адам денесінің терісінің эффективті жұтылуы, м^2.

4.2 кесте – Әсер ету ұзақтығына байланысты 300 МГц-300000 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМП электромагниттік өрістің мүмкінділік энергия ағынының тығыздығы

Әсер ету ұзақтығы Т, сағ	ППЭ$_{пду}$, мкВт/см^2
8,0 және одан жоғары	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
5,0	40
4,0	50
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,0	200
0,5	400

Кестеден көргеніміз бойынша электромагнит ағынының әр түрлі тығыздығында бөлмеде қанша уақыт қалуға болатыны көрсетілген.

Ескерту: 0,2 сағаттан аса ұзақ уақыттан соң жоғары интенсивті бөлмеде қалуға болмайды.

Жобалау кезінде құрылыс және реконструкциялауда электрмагниттік фактор бойынша санитарлық талаптар ескерілуі қажет. Байланыс объектісінің жанындағы электрмагниттік обстановканың бағалануы Госсанэпиднадзор Минздрав бекіткен әдістемелік құжаттар бойынша санитарлық норма талаптарына сәйкес болуы керек. Осы бағалау қорытындысы бойынша байланыс объектілерін электрмагниттік өрістен қорғауды қамтамасыз етуде санитарлық- қорғау зонасы және шектелу зонасы орналасу қажет.

Электрмагниттік сәуле шығару әсерінен қорғаудың негізгі әдістері. Бұл әдістерге келесілерді кіргіземіз:

- тікелей шығу көзінен сәуле шығаруды азайту (бағытталған іс-әрекет көзі мен жұмыс орны аралығындағы арақашықтықтың өсуімен, генератордың сәуле шығару қуатының азаюымен);

- СВЧ және УВЧ қондырғыларын рациональді орналастыру (10 Вт жоғарғы қуатты іс-әрекеттегі қондырғыны: қабырғасы кірпіштен және шлакобетонмен қаланған бөлмеде орналастыру қажет); бергішті дистанционды бақылау және басқару жабық бөлмеде орналастыру (бергіштерді бақылау үшін металды тормен қоршалған көру терезелері бар);

- сәуле шығару көздерін және жұмыс орнын экрандау (металдан жасалған тор немесе жапырақша түрде шағылысқан жерге қосылған экранды қолдану. Оның электрөткізгіштігі жоғары болуы қажет: арюминий, мыс, латунь, құрыш);

- ұйымдастыру шаралары (электрмагниттік сәуле шығару интенсивтігінің дозасын 6 айда бір рет бақылау, медосмотр - 1 жыл ішінде 1 рет, қосымша демалыс, қысқартылған жұмыс күні, жұмысқа 18 жастан жоғары алу және жүйке, жүрек, көз ауруларымен ауыратын адамдарды жұмысқа алмау);

- жеке қорғау құралдарын қолдану (арнайы киімдер, қорғағыш көзілдірікт.с.с.).

Жұмысшыларды электрманитттік сәуле шығару көзінен қорғауда жерге қосылған экранда, қорғау терілері т.б. қолданылады. Қорғау құралдары радиожұтынушы материалдарды: резина кілемшелері, майысқақ және қатты поролонды, ферромагниттік пластиналарды қолдану қажет.

4.3 Өрттің пайда болу көздерін талдау және өртке қарсы техниканы таңдау

Қазақстан Республикасында табиғи өрттердің негізгі түрлері ландшафты өрттер-орман, орманды дала және дала өрттері болып бөлінеді.

Ормандағы өртті сөндірудің негізгі жолы суды пайдалану, ал ол мүмкін болмағанда өртті қолда бар құралдармен сөндіруге күш салады. Мысалы, отты топырақпен көму, қарсы от қою, тулақты немесе киізді пайдалану т.с.с. Ормандағы өрттердің 80 пайызы халықтың немесе демалыс орындарында өрт қауіпсіздігі шаралары бұзуынан, сондай-ақ орманда ақаулы техниканы пайдалану нәтижесінде болады.

Өрт адамдарға психологиялық тұрғыдан үлкен әсер етеді. Тіпті кішігірім өрттің өзінде адамдарды жаппай үрей билеуі адам шығынына әкелуі мүмкін. Өзін-өзі ұстап үйренген адам қиын сәтте де өз өмірін құтқарып қана қоймай, басқа адамдарды, материалдық құндылықтарды да құтқара алады. Өрттен адамдарды құтқару кезінде өте жылдам әрі тиімді қимылдау қажет, себебі түтін, улы газ, жоғары температурадағы ыстық, ғимараттың құлауы, тез жанатын және улы газ бөлетін заттардың болуы сияқты қауіптер кез-келген жерден шығуы мүмкін. Жанған ғимарат арқылы үсті-басқа ылғал мата жауып, түтіннен жорғалай немесе тізерлей қозғалу керек.

Өрттің даму қарқынының қауіп-қатерінің дәрежесі, функционалдық тағайындау және жанғыш материалдардың өрттік жүктемесі бойынша ғимарат ЕҚСЖ 2.04.09-84-ке сәйкес, 1-ші топқа, В дәрежесіне жатады. Бөлмені В дәрежесіне жатқызу себебі, қызметкерлер бөлмесінің жанындағы бөлмеде дизелдік қондырғы орналастырылған.

Бөлмедегі жанғыш заттарға акустикалық және эстетикалық өңдеуге арналған құрылыс материалдары, есік, еден, сигналдық кабелдердің изоляциясы, радиотехникалық бөлшектердің орамдары, ұяшықтар мен шкафтардың жалғағыш кабелдерінің изоляциясы, ЭЕМ элементтері мен түйіндерін ластанудан тазарту үшін қолданылатын сұйықтықтар жатады.

Өрт көздері болып бұзылу нәтижесінде әр түрлі күйік элементтер пайда болатын ЭЕМ электрондық схемалары, техникалық қызмет көрсетуге арналған құралдар, электрқоректендіру құрылғылары, ауа салқындатқыштар, жанғыш құрылыс материалдары және тағы басқалар табылады.

Өрт сөндіру техникалары қозғалмалы қондырғылар, тұрақты қондырғылар және өрт сөндіргіштер болып бөлінеді.

Қозғалмалы өрт сөндіру техникаларына өрт сөндіру автокөліктері жатады. Олар үлкен көлемдегі, алыс қашықтықағы өрт жағдайларына арналған.

Тұрақты қондырғылар өрттің басталу кезінде адамның қатысуынсыз өртті сөндіру үшін арналған. Олар сулы, ауасулы, газды, ұнтақты және булы болып бөлінеді. Автоматтандырылған және арақашықтықты қолмен басқарылу бола алады.

Спринклерлік және дренчерлік қондырғылар шашырай тозандатылған сумен өрт сөндірудің автоматты құралдарына жатады.

Спринклерлік қондырғылар іші суға толған және спринклерлік қалпақшалармен жабдықталған шашыранқы келген құбырлар жүйесі болып табылады. Спринклерлік қалпақшалардың тетіктері белгілі бір температурада балқитын тез ерігіш құлыптармен бекітілген. Жүйедегі су қысымның әсерінен қалпақшаның тетігінен шығады да бөлменің құрылыс заттары мен жабдықтарын суландырады.

Дренчерлік қондырғылар ауданы 12 м^2 еденді суландыратын, тетігінің диаметрі 8,10 және 12,7 мм болатын арнайы дренчерлік қалпақшалар орналасқан құбырлар жүйесі болып табылады.

Дренчерлік қондырғылар автоматты және қолдан қосылуы мүмкін. Қондырғыны іске қосқаннан кейін су жүйеге толады да тетік арқылы дренчерлік қалпақшалардан ағады.

Өрт пен жануларды сөндірудің біріншілікті құралына өрт сөндіргіштер жатады. Олар кіші көлемдегі өртті сөндіруге арналған. Өрт сөндіру заттары ретінде химиялық немесе ауа- механикалық ауа сулары, сұйық күйіндегі көміртек диоксиді, құрамында бром бар ұнтақтар қолданалыда.

ОП-5 түрті көбікті өрт сөндіргіштер аумағы жобамен 1 м^2 жану ауданында қатты жанғыш, жеңіл тұтанғыш және жанғыш сұйықтықтарды сөндіру үшін тағайындалған. Заряд массасы - 9,1 кг, зарядталған өрт

сөндіргіш массасы - 14,5 кг, көбік - 90 л, әрекет ету уақыты - 60 сек,шашылу қашықтығы - 6-8 м.

ОПС - 10 түрті ұнтақты өртсөндіргіш сілтілі металдар, кремнийлі органикалық заттар және басқа қосылыстар жанғанда шағын өрт ошақтарын сөндіруге қолданылады.

ОУ - 2, ОУ - 5, ОУ - 8 түрті газ өртсөндіргіштер ауадан оттегі келмей- ақ жанатын заттардан басқа заттар, материалдар және электр қондырғылар шағын өрт ошақтарын сөндіруге арналған. Мұнда өртсөндіргіш зат ретінде көміртегі қостотығын, сирек азот және инертті газдар қолданылады.

Бөлмеде бағалы жабдықтар мен элекр тогымен жұмыс істейтін техникалардын орналасуына байланысты және өрт қауіпсіздігінің ережелеріне сәйкес БС бөлмесіне 15 м^2 арналған ОУ -5 өрт сөндіргіштері орнатылған. БС бөлмесінің жалпы ауданы 27,8 м2 болғандықтан, онда екі өрт сөндіргіш орнатылады. Өрт сөндіру заты ретінде аралас көмірқышқыл - хладон құрамы қолданылады. Үлкен көлемдегі өртті сөндіру үшін көмірқышқыл - хладон құрамының есептік салмағы келесі өрнекпен анықталады:

$$m_d = k_6 \cdot g_n \cdot V, \tag{4.7}$$

мұндағы k_6 = l,2 - көмірқышқыл - хладон құрамының есептелмейтін жоғалтулар өтемнің коэффициенті;

g_n = 0,4 кг/м3 - көмірқышқыл-хладон құрамының нормативтік жаппай шоғырландыруы;

V - бөлменің көлемі, м^3.

$$V = A \cdot B \cdot H, \tag{4.8}$$

мұндағы: A= 5,42 м - бөлме ұзындығы;

B= 5,14 м - бөлме ені;

H = 4 м - бөлме биіктігі.

Сонда: $V = 5.42 \cdot 5.14 \cdot 4 = 112 м^3$

Осыдан шығатыны: $m_d = 1.2 \cdot 0.4 \cdot 112 = 54 кг$

Баллондардың есептік саны ξ_2 көмірқышқыл - хладонның 25 кг құрамының 40 литрлік баллонға сыйымдылығынан анықталады. Сондықтан екі баллон орнатылады.

Магистралді құбырдың ішкі диаметрі d_i, мм, келесі формула бойынша анықталады:

$$d_i = d_l \cdot \sqrt{\xi_2}, \tag{4.9}$$

мұндағы d_l - баллонның сифондық құбырының диметрі, мм;

ξ_2 - бір мезгілде оқталатын баллондар саны.

Сонда: $d_i = 12 \cdot \sqrt{2} = 17 мм$

Магистралді құбырдың баламалы ұзындығы l_2 , м, келесі формула бойынша анықталады:

$$l_2 = k_7 \cdot l \quad (4.10)$$

мұндағы k_7 =1,2 - есепке алынбайтын жергілікті жоғалтуларды өтем үшін құбырдың ұзындығының үлкею коэффициенті;

l = 3м - жоба бойынша құбырдың ұзындығы.

Сонда: $l_2 = 1.2 \cdot 3 = 3{,}6 м$

Суландырғыштың шығыс саңылауының қимасының ауданы $A_3, мм^2$, келесі формула бойынша анықталады:

$$A_3 = \frac{S}{\xi_1} \quad (4.11)$$

мұндағы S - магистралді құбырдың қимасының ауданы;

ξ_1 - суландырғыштардың саны.

Сонда: $A_3 = \frac{3.14 \cdot 8.5^2}{1} = 226.865 мм^2$

Көмірқышқыл - хладон құрамының шығыны Q , кг/с, құбырдың баламалы ұзындығы мен оның диаметріне байланысты 1,4 кг/с тең.

Көмірқышқыл - хладон құрамының таратылу уақытының есептік мәні t келесі формуламен есептеледі:

$$t = \frac{m_d}{60Q} \quad (4.12)$$

мұндағы m_d - көмірқышқыл - хладон құрамының есептік салмағы, кг;

Q - көмірқышқыл - хладон құрамының шығыны, кг/с.

Осыдан шығатыны:

$$t = \frac{54}{60 \cdot 1.4} = 0.64 c.$$

Көмірқышқыл - хладон құрамының негізгі бөлігінің массасы келесі формула бойынша анықталады:

$$m = 1.1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_8}{k_6}\right), \quad (4.13)$$

мұндағы k_8 = 0,2 - көмірқышқыл - хладон құрамының, баллон мен құбырда қалып қалған қалдығының коэффициенті;

k_6 - кесте бойынша алынады.

Нәтижесінде:

$$m = 1.1 \cdot 54 \cdot \left(1 + \frac{0.2}{1.2}\right) = 69{,}2 кг.$$

Түгелдей келгенде алған нәтижелерден келесідей қорытынды жасауға болады, автоматты өрт сөндіру жүйесінің қалыпты жұмыс жасауын қамтамассыз ету үшін сыйымдылығы 40 литр, массасы 69,2 кг және қалыпты қысымы 12,5 МПа болатын 1 баллон көмірқышқыл - хладон құрамы қажет болады. Бөлмеде заряд шығарылымының ұзақтығы 0,5 с болатын 1 суландырғыш орнатылған.

5 Техникалық – экономикалық дәлелдеме

5.1 Бизнес жоспар

Жер серіктік навигация жүйесі қазіргі таңда дүние жүзілік экономикалық нарығында дамып келе жатқан саланың бірі. Ресей және басқа ТМД елдерінде радионавигацияны қамтамасыз ету ГЛОНАСС және GPS жер серіктері арқылы орындалады. Бұл ГЛОНАСС орбиталды тобының жағдайына негізделеді, пайдалау аппаратурасының қол жетімділігіне және жер серіктік технологиясын меңгеру деңгейіне байланысты орындалады.

ГЛОНАСС орбиталық топтаманы өрістету 1982 жылғы навигациялық алғашқы жер серігін іске қосумен басталды. Штаттық пайдалану 1995 жылдың соңында, орбиталық топ 24 жұмыс жер серіктерінен тұрғанда басталды. Кейін экономикалық қиындықтардың кесірінен ҒА саны үздіксіз қысқарды, және 2005 жылы жағдай бойынша жүйеде 12 НҒА дабылдары ғана қол жетімді болды. Осындай НҒА-санымен тұтынушылар оны қолдануда үлкен шекке ие болды, навигациялық қамтамасыздандырудағы үзілістер үш-төрт сағатқа жетті, сондықтан Ресей Үкіметімен 2008 жылға қарай жеткізу шараларын қарастыратын қаулы қабылданды.

5.2 Өнімді сипаттау және талдау

Қабылдағыштардың құрылымдық шешімдерінің алуан түрлілігіне қарамастан, олардың жұмысының қағидасы бірдей. Навигациялық қабылдағыш

дабылдың түсу уақытын өлшеу құралымен жер серігіне дейін қашықтықты анықтайды. Бұл үшін жер серіктерінің кодтарына сәйкес тіреу дабылдарын реттейді. Тіркеу кодын үйлестіру жиілілік арасындағы максималды байланыс тіркелмегенге дейін өзгерумен жүзеге асырылады. Үйлестірілген және үйлестірілмеген тіркеу кодтары арасындағы ығыстыру қабылдағыштың сағатын есептеусіз жер серігінен тұтынушыға дейін дабылдың өту уақытына сәйкес келеді.

Навигация аппаратураларын қолдануға сұраныс тек жеке тұлғалардан ғана емес, сонымен қатар мемлекеттік мекемелерден де түседі. Мысалы Ресей көліктік, техникалық құрылғыларға жер серіктік навигациясын ГЛОНАСС немесе ГЛОНАСС/GPS аппаратурасымен жабдықтауды бекітті. Олардың қатарларына автокөлік, темір жол көлік құрылғылары, геодезия және кадастрлық жұмыстар үшін арналған қондырғылар т.б. арнайы техникалық жаблықтар жатады. Мұндай қадамдар ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде, жер серіктік навигация аймағында тәуелсіз саясатты жүргізуге көлік қозғалысын басқаруда қолданылады.

Қазіргі таңда ГЛОНАСС ғарыштық сегмент дұрыс, функционалды жерсеріктік қатарына жатады. Сол себептен навигация нарығында Глонасс функциясын пайдаланушы аппаратуралар сұранысына талап көп қойылады. Өйткені GPS-ГЛОНАСС қондырғысы үлкен сенімділікті, нақтылығы жоғары және жер шарының барлық бөліктерінде сигналдарды қабылдауға мүмкіндігі бар.

5.3 Маркетинг жоспары.

Маркетинг қызметінің орта есебі ранықты зерттеу, өнімнің тиімді тарату нұсқаларын іздеу болып табылады. Нарық шешімін талдау НАП шешімдері бойынша талдау жүргізу, қызметтерді тарату және табысқа жету мақсаттары болып табылады.

Баға саясаты өнімді таратуда қазақстан тұрғындары үшін қол жетімді ету. Кәсіпорындар навигация қабылдағыштарын сатумен қатар клиенттерді өзіне тарту үшін лицензиялы бағдарламамен қамтамасыз етуді, қала картасын, тұтынушыдар үшін аппаратураны тексеру және бақылауды қолайлы етуді қарастырады.

Ол үшін жарнамаларды көбейту керек: теледидар арқылы, ғаламтор арқылы немесе жарнама компаниялары арқылы. Сонымен қатар арнайы қызметтерде, авто көлік жол қызметкерлеріне, жылдам көмек қызметкерлеріне және т.с.с. ұсыну мүмкіндіктері қарастырылады. Ұсынылатын өнім әрі арзан және қолайлы болғандықтан әртүрлі тұрғындар жағынан қызығушылық тудыруы мүмкін.

Қазіргі кезде навигация аппаратураларына қызмет ету арнайы мамандар арқылы орындалады. Кейбірі қосымша қосалқы аппаратура бөлшектерімен қамтамасыз етіледі. Өйткені бір аппаратура істен шықса екіншісі автоматты қосылу үшін. Бұл жағдайда инженерлердің тапқырлығы мен қатар кәсіптік

дайындығы да талап етіледі. Өйткені олар тек қызмет етуден басқа бұзылған аппаратураны жөндеу мен тексеру жұмыстарын да орындаулары тиіс.

5.4 Капиталдық салымды есептеу

Капиталдық салым қондырғы құнынан, монтаждық жұмыстар және көліктік қызметтерді қосады. Капиталдық шығынды анықтаймыз. Осы мақсатта қондырғыны сатып алу сметасы құрылады. Сонымен қатар мекеме құрылысы ескеріледі.

Жалпы капиталдық салым:

$$К=Кк+Кп+Ктр, \quad (5.1)$$

мұндағы Ко – капиталдық салым, қондырғы кететін шығын;

Кп – капиталдық салымды бағдарламамен қамтамасыз ету;

Ктр – капиталдық салым, көліктік шығын (10 % қондырғы құнынан)

5.1 кесте– Бағдарламамен қамтамасыз етудегі капиталдық салым

ПО бағдарламасы	құны, тенге
MS BOX Windows 7 кәсіптік 32/64bit	52 000
MS BOX Office Basic 2007 Russian	16 000
MapInfo Professional 10 Russian 10 жұмыс орны	250000
барлығы, тг	318000

5.2 кесте - Компьютер техникасы және қондырғыға кететін капиталдық салым

Атауы	Саны	Бағасы, тг	Жалпы бағасы, тенге
Сигнал имитаторы СРНС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO	1	165000	165000
Intel Core i5 2,6 Ghz /3Gb/ 500Gb/1024MbGF220GT/DVDRW/K/M/P	2	92500	185000
Intel Core2Duo 2,6 Ghz /S775/ 2Gb/160Gb/512Mb/SB/LAN/K/M/P	6	42000	252000
17" Benq G702AD TFT 5ms	8	21000	168000
Samsung SCX-4300 A4 Laser printer/scaner/copier	2	21 200	42400
HP DesignJet 70 Plotter A2	1	143 000	143000
барлығы, тг	1047900		

5.5 Эксплуатациялық шығын

5.3 кесте – Жұмысшылардың еңбек жалақылары

орындаушы	Жұмыстың қызмет атауы	Адам саны	Бір айлық жалақы, тенге	Барлығы, тенге
бас маман	Техникалық реттеу	1	95000	95000
Инженер	НАП жинау,қондырғыны монтаждау, ақауларды жөндеу	2	80000	160000
қызметшілер	Техникалық тапсырмаларды орындау, электронды карта үшін ақпарат жинау	2	65000	130000
программист	НАП үшін жергілікті картаны өңдеу	3	90000	270000
менеджер	Клиенттерді іздеу	2	65000	120000
Барлығы,тг		12	395000	785000

Бір жыл ішіндегі негізгі жалақы

$$ЗП_{осн} = 12 \cdot 785000 = 9420000 \text{ тенге} \quad (5.2)$$

Жылдық еңбек ақы фондына қосымша жалақы негізгі еңбек жалақысының 15 % құрайды.

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0{,}15 = 9420000 \cdot 0{,}15 = 1413000 \text{ тенге} \quad (5.3)$$

Сонымен, еңбек жалақысы негізгі және қосымша еңбек жалақысынан тұрады

$$ЗП = ЗП_{осн} + ЗП_{доп}, \quad (5.4)$$

$$ЗП = 9420000 + 1413000 = 10833000 \text{ тенге}$$

Әлеументтік салық жалпы еңбек жалақысының 11 % құрайды (10% зейнетақы қорын алып тастағанда):

$$О_с = (ЗП - 0{,}1 \cdot ЗП) \cdot 0{,}11 = ЗП \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}11 = 10833000 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}11 = 1072467 \text{ тг} \quad (5.5)$$

5.4 кесте – Бір навигация қабылдағыш жиынтығына кететін шығын

Материалдар	бағасы, тенге
Антендік	1000
Сигналды қабылдағыш	4500
Процессор	3000
Басқару және бақылау қондырғысы	1300
Басқа қондырғылармен келістіру қондырғысы	700
барлығы, тг	10000
Көліктік шығын	1000
барлығы, тг	11000

Жылына 800 дана қабылдағыштар шығады деп есептесек, онда қабылдағыш жиынтығына кететін шығын 8800000 тенге

5.5 кесте - Бөгде ұйымдардың қызметтеріне ақы төлеу

Жалға алу				Коммунал-дық қызмет	Байланыс қызметі
бөлме	Бөлме ауданы, $м^2$	$м^2$ бір айлық құны, тенге	барлығы, тенге	Бір айлық құны, тг	Бір айлық құны, тг
жинау цехы	20	1800	36000	19000	19000
Басқа бөлмелер	55	1700	93500		
Айына шаққандағы	164500 тенге				

Бір жылдық коммуналдық төлемдер:

$$Pa=164500\cdot 12=1974000 \text{ тенге}$$

Амортизациялық аударымдар 5.6-шы кестеде келтірілген. Қондырғылар ретінде: компьютер, периферийлі қондырғы, сонымен қатар қосымша ПО.

5.6 кесте - Амортизациялық аударымдар

Атауы	құны, тг	На, %	А, тг
ГЛОНАСС/GPS иммитатор сигналы	165000	25	41250
Intel Core i5 2,6 Ghz /3Gb/ 500Gb/1024MbGF220GT/DVDRW/K/M/P	185000	35	64750
Intel Core2Duo 2,6 Ghz /S775/ 2Gb/160Gb/512Mb/SB/LAN/K/M/P	252000	35	88 200
17" Benq G702AD TFT 5ms	168000	25	42 000
SamsungSCX-4300A4 printer/scaner/copier	42400	25	10 600
HP DesignJet 70 Plotter A2	143000	25	35 750
Барлығы, тг	314925		

Амортизациялық аударымдар келесі формуламен анықталады, тенге:

$$A = \frac{\sum_{1}^{n} k_n \cdot H_a}{100}, \qquad (3.6)$$

мұндағы k_n – *i-ші* қондырғы/ПО, тенге;

H_a – жылдық амортизация мөлшері.

5.7 кесте– Бағдарламаға кететін амортизациялық аударым

ПО атауы	құны, тенге	На, %	А, тенге
MS BOX Windows 7 кәсіптік 32/64bit	52 000	15	7800
MS BOX Office Basic 2007 Russian	16 000	15	2400
MapInfo Professional 10 Russian	250000	15	37500
Барлығы, тг	47700		

Сонымен, амортизациялық аударымдар, құрайды:

А=314925+47700=362625 тенге

Жалпы эсплуатациялық шығындар:

$$Э = ФОТ + Ос + А + Рм + Ра + Н, \qquad (5.7)$$

мұндағы ФОТ – еңбекақы төлеу қоры (негізгі және қосымша еңбек ақы),
Ос – әлеументтік салым;
А – амортизация аударымы;
Рм – материалдарға кететін шығын;
Ра – жалға алу, коммуналдық төлемдер;
Н – т.б. шығындар (әкімшілік және өндірістік шығындар 10%).

Н=(12792000+1266408+362625+8800000+1974000)·0,1=2304209 тг,

Э=12792000+1266408+362625+8800000+1974000+2304209=23042092+
+2304209=25346301 тенге

5.6 Негізгі қызметтен түскен табыстар

Кәсіпорынның табысы және негізгі қызметтерден түсетін пайда.
Оны бағалау келесі түрде орындалады:
– сатудан түскен табыстар НАП ($Д_{НАП}$);
– бағдарлама өнімдерін сатудан түскен табыстар ($Д_{Пр}$);
– қосымша қызметтерден түскен табыстар ($Д_{у}$).

$$Д = Д_{НАП} + Д_{ПП} + Д_{у} \quad (5.8)$$

5.8 кесте – Табыстарды есептеу

Категория	НДС Құны есепке алмағанда, тенге	НДС құны есепке алғанда, тенге	Жылдық көлем	Жыл бойына барлығы, тенге
НАП (НАП)	20000	22600	800	16000000
Бағдарлама өнімі	6000	6780	2000	12000000
Қосымша қызметтер				2775000
НАП монтаждау	2000	2260	1200	2400000
Қайта қосу, НАП кешендерін алмастыру	1500	1695	150	225000
Орнатылған НАП дұрыстығын тексеру	500	565	300	150000
Барлық табыс, тенге	30775000			

Негізгі қызметтерден түскен табыс – байланыс кәсіпорындарына тұтынушы қызметтерінен түскен және байланыс өнімдерінен түскен табыстар.

$$Д = 16000000 + 12000000 + 2775000 = 30775000 \text{ тенге}$$

5.7 Экономикалық тиімділік көрсеткіштерін есептеу

Өндірістік экономикалық тиімділік көрсеткіші қаржыландыруға кеткен ақшаны қай кезде қайтарып алу керектігін көрсетеді.

Пайда – табыстан эквплуатациялық шығындарды алғандағы көрсеткіш:

$$П = Д - Э \qquad (5.9)$$

Олар жоғарыдан есептелінген. Табыс 32630000 тенгені, ал эксплуатациялық шығындар 25346301 тенгені құрайды.

$$П = 30775000 - 25346301 = 5428699 \text{ тенге}$$

Таза пайданы есептейміз (корпоративті салым 20 %)

$$П_{таза} = П \cdot 0{,}8 \quad (5.10)$$

$$П_{таза} = 5428699 \cdot 0{,}8 = 4342959 \text{ тенге}$$

Абсолюттік экономикалық тиімділік коэффициенті келесі формуламен анықталады:

$$Еа = \frac{Д - Э}{К} = \frac{П_{чист}}{К}, \qquad (5.11)$$

мұндағы Д – негізгі қызметтен түскен табыс;

Э – эксплуатация шығындары;

$П_{чист}$ – таза пайда;

К – капиталдық салым.

$$Еа = \frac{4342959}{14700690} = 3.$$

Өзін-өзі ақтау мерзімі – бұл шама, жұмсалған қаржы қай уақытта ақталатынын көрсетеді. [27]

$$Т = \frac{К}{П_{чист}} = \frac{1}{Еа}, \qquad (5.12)$$

мұндағы Т- капиталдық салымның ақтау мерзімі;

Еа – абсолюттік экономикалық тиімділік.

$$Т = \frac{1}{3} = 0{,}33$$

Сонымен, навигация қабылдағыштарына және оның қызмет етуіне салынған қаржы өзін- өзі төрт ай ішінде ақталынады.

Кәсіпорынның пайдалылығы – мекеме бойынша жұмыс тиімділігін сипаттайтын бизнес табыс деңгейін анықтайтын салыстырмалы көрсеткіш. Ол келесі формуламен анықталады:

$$P = \frac{П_{чист}}{Э} \cdot 100 \qquad (5.13)$$

$$P = \frac{4342959}{25346301} \cdot 100 = 17\ \%$$

Кәсіпорын рентабельді, өнімдерді сатудан түскен табыс өндірісте кеткен шығындарды толығымен жаба алады.

Қорытынды

Дипломдық жобада тұтынушыға навигациялық аппаратураларды орнату мәселесі қарастырылады. Қазіргі кезде СРНС GPS және ГЛОНАСС жүйелері кеңінен қолданылады. Сол себептен навигация қабылдағыш аппаратураларының құрылымдық сұлбасы мен жұмыс істеу үдерістері, техникалық сипаттамалары қарастырылған. Екі жиілікті екі жүйелі қабылдағыштары таңдалды. Кейінгі уақытта жеке тұлға азаматтарына қол жетімді іртүрлі жиілікте навигация сигналдарын тарату көп қолданылып жүр.

Мұндай қабылдағышты қолдану, ұлғайту дәлдігін позициялау, әсіресе жер серігінің көрінуі шектелген жерлерде (биіктік құрылыс аймағының, таукен аудандары) береді. Жерсеріктерінің орналасу геометриясы олардың санының көбеюі және жақсы көрінуі арқылы жақсарады. Әртүрлі жүйе жер серіктерінің сигналдарын қабылдау инициализация уақытын азайтатады және алынған нәтижелерелердің сенімділігін арттырады. Қабылдағыштың бірсәттегі өлшеуі 24 арнаны алады. Қабылдағыштың кемшілігі оныг құрылымында. Өйткені GPS жүйесінде де және Глонасс жүйесінде де радиосигналдарды өңдеу арналарының қолданылуында. Бірақ заманауи техникаларының дамуы салдарынан қазір кішігірім цифрлық микросұлбалар көмегімен қабылдау алгоритмін таратуға және сигналдың радионавигациялық параметрлерін өңдеуге болады.

Дипломдық жобада GPS және ГЛОНАСС аппаратураларының қабылдағышында қабылданған шуыл тәріздес сигналдарына салыстырмалы талдау жүргізілді. Қорытындысында олар қабылдағыш антенасының шығысында бөгеуқорғағыш параметрлерінің бірдей сигнал қуатына ие болды. Алынған нәтижелер НАП –та екі жүйенің бірігіп жұмыс істей алатыны дәлелденді. Ішкі жүйе кедергілерін есептемегенде корреляцияның ең аз уақыты L1-GPS және L1-ГЛОНАСС сигналдарын қолданғанда орындалады. Өйткені онда коданың тактілі жиілігі L2диапазон сигналдары үшін аз. Әдетте, сигналдардың жиналу уақыты (корреляция) көбейгенде қате мүмкінділіктері азаяды. Қабылдағыш генераторына үлкен тадап қойылады. Өйткені корреляцияның үлкен уақыты және координатаны нақты анықтау соған байланысты.

Сонымен, қорытындысында, жұмыста қабылдаған есептеу әдістері және алынған нәтижелер GNSS қабылдағышының кедергіден қорғау деңгейін жоғарылату алгоритмін таратуда қолдануға мүмкіндік береді.

Дипломдық жобада техникалық экономикалық тиімділік көрсеткіштері есептелініп, өміртіршілік қауіпсіздігі қарастырылды.

Қысқартулар тізбесі

БД – Бағытталу диаграммасы
ГЛОНАСС – Глобалды навигациялық спутниктік жүйе
ҒНЖСЖ - Ғаламдық навигациялық жер серіктік жүйе
СБЖ - Серіктік байланыс жүйелері
ЖКТ – Жалған кездейсоқ тізбек
ЖПТЖ – Жалпыға ортақ пайдаланылатын телефон желісі
КБС – Кеңаймақты басты станция
ҚНжЕ - Құрылыс нормалары және ережелер
МЕМСТ – Мемлекеттік стандарт
НҒА – Навигациялық ғарыштық аппарат
СРНЖ – Спутниктік радионавигациялық жүйе
ТКШ - Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық
ТНА – Тұтынушының навигациялық аппаратурасы
3GPP (3rd Generation Partnership Project) – Әріптестік жобаның 3-ші ұрпағы
GNSS (Global Navigation Satellite System) – Глобалды навигациялық спутниктік жүйе
GPRS (General Packet Radio Service) – Жалпыға ортақ пайдаланылатын дестелік радиобайланыс
GSM (Global System for Mobile) – Мобильді глобалдық жүйе
ID (Identification) – Жеке желілік нөмір
IMS (IP Multimedia Subsystem) – IP хаттама негізіндегі мультимедиялық ішкі жүйе
NGN (Next Generation Networks) – Келесі буын желісі
VoIP (Voice over Internet Protocol) – Желіде дауысты IP хаттама арқылы жіберу технологиясы

Әдебиеттер тізімі

1 Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации и ее приложение. - Москва: Эко-Трендз, 2003. - 326 с.

2 Бордовицына Т.В. Технологии глобального позиционирования. (GPS/ГЛОНАСС) Электронное учебное пособие. - Томск, 2007. // Сайт Томского государственного университета http://www.astro.tsu.ru/TGP

3 Коротоношко А., Климов В. Радионавигация и спутниковые радионавигационные системы. Часть 1. // Радио. – 2007 - №7. - с.6-8.

4 Сайт информационно-аналитического центра Федерального космического агентства России http://www.glonass-ianc.rsa.ru

5 НАВСТАР-GPS. Интерфейсный контрольный документ. Космический сегмент. Сегмент потребителя. (GPS-800). - Центр космических систем (SMC), 2006. - 121 с.

6 Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1 и L2. Редакция 5.1. - Москва: РНИИ космического приборостроения, 2008. - 74 с.

7 Михайлов В.С. Навигация и локация. – Киев, 2009. // Сайт Киевской академии водного транспорта http://www.maritime.kiev.ua/book1/index.html

8 Громаков Ю.А., Северин А.В., Шевцов В.А, Технологии определения местоположения в GSM и UMTS - Москва: Эко-Трендз, 2005. – 144 с.

9 Поваляев Е., Хуторной С. Системы спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS. Часть 1. // Chip News. Инженерная микроэлектроника. - 2002. - №3 (66). - с.5-11.

10 Программа моделирования антенн MMANA-GAL 1.2.0.20. Официальный сайт журнала «Радио» http://www.radio.ru/mmana/

11 GPS модули. Системное руководство. Краткий обзор. - 175 с. // Сайт компании «МикроЭМ» http://www.microem.ru/pages/u_blox/tech/antaris4/GPS-MS-05007RUS.pdf

12 Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. - Москва: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». - 2002 - 80с.

13 Поваляев Е., Хуторной С.. Системы спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS. Часть 4. Структура коррелятора навигационного приемника аппаратуры потребителя // Chip News. Инженерная микроэлектроника. – 2002. - №3 (66). - с.5-11.

14 Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / Под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. М.: ИПРЖР, 1998.

15 Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. - Москва: Радио и связь, 1985. - 384 с.

16 Калугин Е. Помехоустойчивость перспективных сигналов спутниковых радионавигационных систем. //Современная электроника. - 2007. - №9 - с.38-41.

17 Прокис Дж. Цифровая связь. - Москва: Радио и связь, 2000. - 797 с.

18 Барашенков В.В. Лутченко А.Е. Цифровые радионавигационные устройства. – Москва: Советское радио, 1980. – 288 с.

19 Хакимжанов Т. Е. Охрана труда: Учебное пособие для ВУЗов. – Алматы: Эверо, 2006. – 264 с.

20 Общие строительные нормы и правила устройства систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Административные и бытовые здания. СНиП РК 2.04-01-2001.

21 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д.. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.:Радио и связь, 1989.

22 Голубицкая Г.А.. Экономика связи. Учебник для вузов. – Москва: Радио и связь, 2000. – 488 с.

23 Резникова Н.П., Демина Е.В. Менеджмент в телекоммуникациях. Москва: Эко-Трендз, 2005. – 392с.

24 Хакімжанов Т.Е. ЕҢБЕК ҚОРҒАУ. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008.

25 Хакимжанов Т.Е. Безопасность жизнедеятольности. Расчет аспирационных систем. Дипломное проектирование. Методические указания для студентов всех Форм обучения всех специальностей. – Алматы: АИЭС, 2002.

26 Базылов Қ.Б., Алибаева С.А., Нурмагамбетова С.С. Бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. 050719 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығының барлық оқу түрінің студенттеріне арналған. – Алматы: АЭжБИ, 2009.

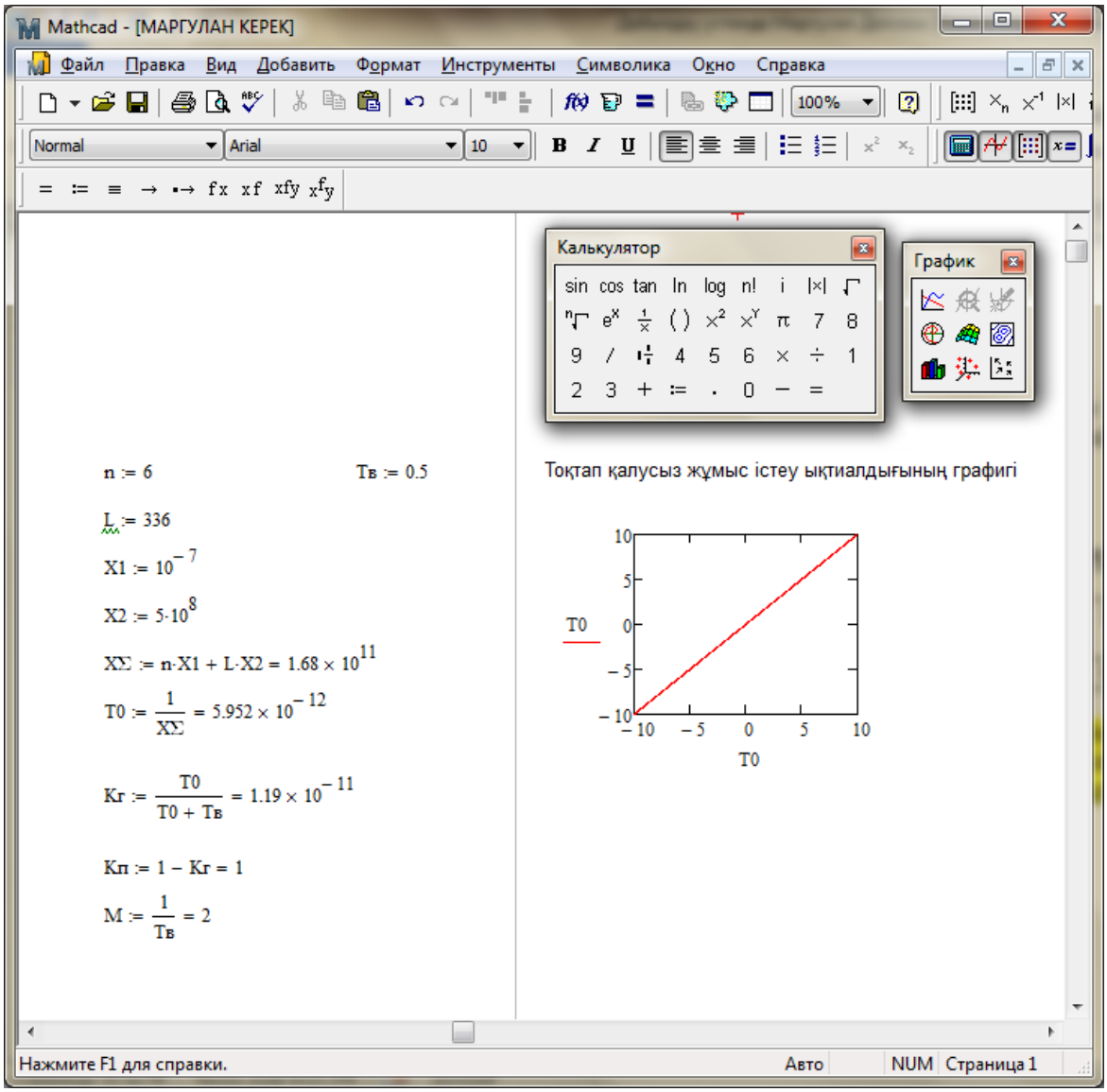
27 С.В. Коньшин. Оқу-әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар, КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014.

А қосымшасы

Delphi бағдарламалау тіліндегі бағдарлама листингісі

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, jpeg, ExtCtrls;
type
TForm1 = class(TForm)
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Button1: TButton;
Edit3: TEdit;
Edit4: TEdit;
Edit5: TEdit;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Label7: TLabel;
Label1: TLabel;
Edit7: TEdit;
Edit8: TEdit;
Label8: TLabel;
Edit9: TEdit;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Edit10: TEdit;
Edit11: TEdit;
Edit12: TEdit;
Edit13: TEdit;
Edit14: TEdit;
Edit15: TEdit;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
Label20: TLabel;
```

```
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel; 111
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
procedure Button1Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
Form1: TForm1;
N,F,Pc,q,q1,Pn,Pn1,Pno,Pno1,ft,Tmax,Tmin1,Tmin2,Tmin3,Nmin1,Nmin2,N
min3:real;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
N:=strtofloat(edit1.Text); // База
F:=strtofloat(edit2.Text); // Жиілік жолағы
Pc:=strtofloat(edit4.Text); // Сигнал қуаты
q:=(2*exp(Pc*ln(10)/10)*N)/(1.38*(1E-23)*300*F*(1E+6));
q1:=10*ln(q)/ln(10); // Сигналдың бөгеуілден қорғану деңгейі, дБ
edit3.Text:=floattostr(q1);// Қорғану деңгейін бөгеуілден шығару
Pn:=1.38*(1E-23)*300*F*(1E+6);
Pn1:=10*ln(Pn)/ln(10);
edit7.Text:=floattostr(Pn1); // Жылулық шудың мәнін шығару, дБВт
Pno:=exp(Pc*ln(10)/10)*N/Ln(2);
Pno1:=10*ln(Pno)/ln(10);
edit8.Text:=floattostr(Pno1); // Шеннонның шарықтау шегіне сәйкес,
бөгеуіл қуатын шығару
ft:=strtofloat(edit5.Text); // Тактілік жиілік
Tmax:=(5.15E+9/(ft*1E+6));
```

Б қосымша

Магистральдің сенімділік көрсеткіштерін есептеу