

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Онашқұл Болат

Жерсеріктік теледидарды тюнердің көмегімен басқару

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех.ғыл.канд., профессор

 Е.Таштай

« 19 » сентябрь 2019 ж.

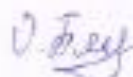
Дипломдық жобаға

### ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: Жерсеріктік теледидарды понердің көмегімен басқару

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:

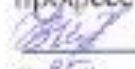


Опанкул Болат

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҰЖА каф.  
доктор PhD,  
қауымдастырылған профессор

 Әлібек Н.Б.  
«    »    2019 ж.

Ғылыми жетекші  
ЭТжҒТ каф техн.ғыл.докт.,  
профессор

 Н.Т. Исембергенов  
« 15 » 06 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

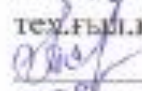
Активтілік және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі  
тех.ғыл.канд-ы

 Е.Таштай  
« 08 » деңіс 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Онашқұл Болат

Тақырыбы Жерсеріктік теледидарды тионердің көмегімен басқару

Университет ректорының " 16 " 10 № 1162-Б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі " 21 " 04 2019ж

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Жұмыс үшін статикалық деректер, маркетингтік зерттеулер, телекоммуникациялық жабдықтарды шығаратын фирманың жарнамалық проспектілері, нормативті жобалық құжаттама.

Дипломдық жобала қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Жерсеріктік байланыс жүйелеріне жалпы шолу

ә) Құрылымы – жабдықтардың құрылымы және олардың сипаттамалары

б) « Киі диапазонындағы «жосары» жүйесі үшін энергетикалық есептеулер

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдарының слайдта көрсетілген


Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау


**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Қауіпсіздік жүйесінің қазіргі жағдайы, төнер	8.02.2019	ескерту жоқ
Жерсеріктік теледидар жүйесінің сипаттамалары	22.03.2019	ескерту жоқ
Техникалық есептеулер	21.04.2019	ескерту жоқ

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Тайсариева К.Н. PhD., докторы, сениор лектор	26.09.19	

Ғылыми жетекшісі  Н.Т. Исембергенов  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Б. Овашқұл

Күні "26" Сәуір 2019 ж.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Спутниктік байланыс жүйелеріне шолу	10
1.1 Спутниктік байланыс жүйесі	10
1.2 Пайдаланушының сыйымдылығы	14
1.3 Жол қозғалысы	15
1.4 Broadcast HDTV Broadcast	16
1.5 Мәселені қою	22
2 Техникалық бөлім	23
2.1 Спутниктік теледидар қарау жабдығы және оның сипаттамалары	23
2.2 Жоғары дәлдіктегі сандық теледидар	26
2.3 Қабылдау талаптары	27
2.4 Түсті беру стандарттары	33
3 Радиожолды энергетикалық есептеу	35
3.1 «Ки» диапазонындағы «жоғары» жүйесі үшін энергетикалық есептеулер	35
3.2 «Ки» диапазонындағы «төмен» сызығы үшін энергетикалық есептеулер	38
3.3 «Ка» диапазонындағы «жоғары» сызығы үшін энергетикалық есептеулер	40
3.4 «Ка» диапазонындағы «төмен» сызығы үшін энергетикалық есептеулер	43
3.5 Жердегі станциялардың географиялық параметрлерін есептеу	45
3.6 Спутниктік байланыс желісі аймақтарындағы радиосигнал өшуін есептеу	48
3.7 «Ка» диапазонында өшулікті болдырмау үшін жаңа технология пайдалану	53
3.8 Антенналық торларды модельдеу	55
Қорытынды	58
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	59
А Қосымшасы	60

## КІРІСПЕ

Спутниктік теледидар - жер станцияларынан жасанды спутник арқылы қабылдағышқа тасымалданатын теледидар бағдарламалары байланыс технологиясы. Ол таратқыш - таратқыш ретінде жұмыс істейді.

Спутниктік телеарналар бүгінгі күні үлкен алаңда жоғары сапалы теледидар сигналдарын берудің ең жылдам әрі сенімді әдісі болып табылады. GPP артықшылығы, сигнал көзіне және тұтынушының ортасына қарамастан, ол қабылдағыш қондырғыларының санын шектемейді, PFS жоғары сенімділігі.

GPU-қабылдағыштардың негізгі мәселесі автоматты басқару болып табылады. Бұл мәселені микропроцессорлық құрылғылардың көмегімен шешуге болады.

Өндірісте және тұрмыстық техникада микроэлектрондық жабдықты пайдалану өнімдердің техникалық және экономикалық тиімділігін жоғарылатады (шығындар, сенімділік, қуат, өлшемдер), өндіріс уақытын қысқартады, «ескірген» кезеңді кеңейтеді және тұтынушылардың сапасын арттырады (жаңа сервис мүмкіндіктері) жаңартуға болады.

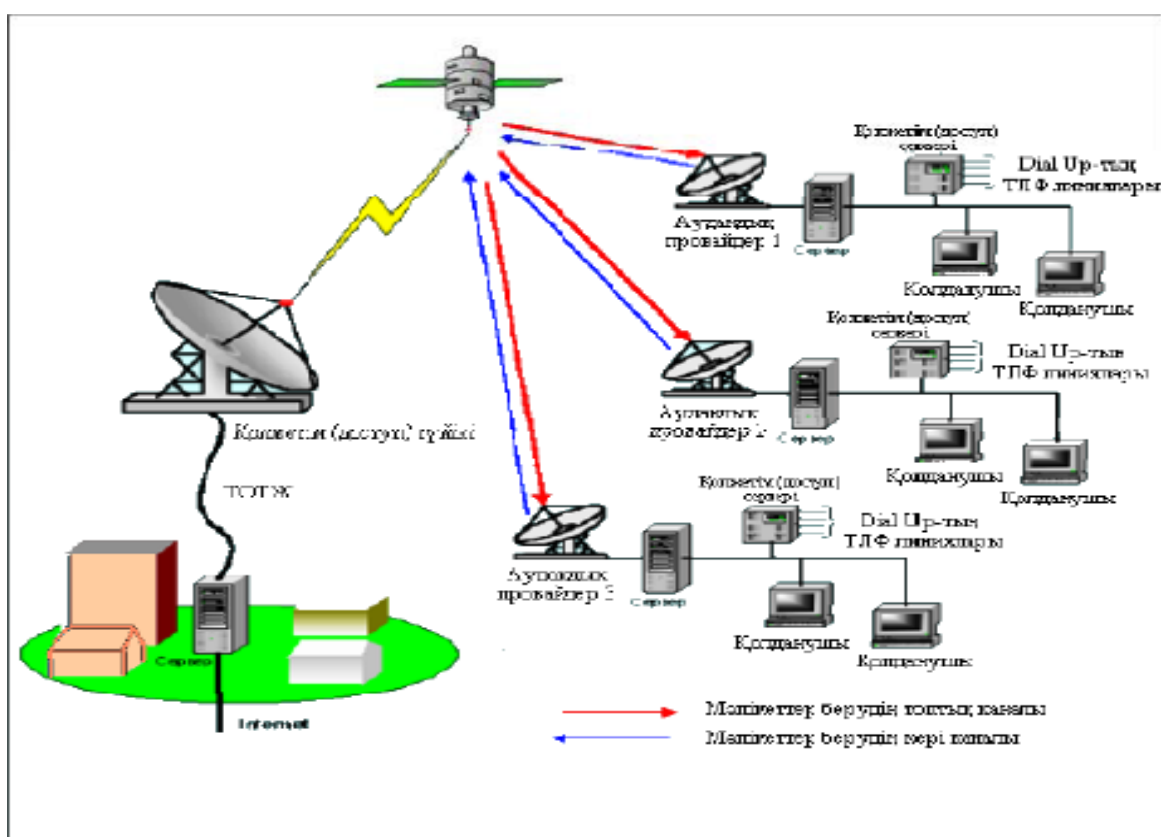
Микропроцессорлық басқару жүйелерін пайдалану жоғары тиімділік пен шығынды азайтады. Біздің жоба микропроцессорлық контроллер тюнерін жасау туралы мәселені көтереді.

# 1 Спутниктік байланыс жүйелеріне шолу

## 1.1 Спутниктік байланыс жүйесі

Спутниктік байланыс жүйесі 2 негізгі сегменттен тұрады - ғарыш және жер. Ғарыш сегменті транспондерлер деп аталады. Желілік абоненттік базалық станциялар және пайдаланушылар үшін желіні басқару

Орталық бөлікке жер тиесілі. Жердің және ғарыштың сегменттерінің тіркесімі, яғни, UPS ұйымы 1.2 суретте көрсетілген.



Сурет 1.1 - FMS желісін құру

Геостационарлық спутниктік орбиталық станциялар мен радиостанциялар халықаралық консенсусқа негізделген бірқатар адамдық және шектеулі ресурстарға ие.

Бұл мәселелер, сондай-ақ, жиілік бөлу мәселесін реттейтін Дүниежүзілік радио конференция (WAD) болып табылады. Барлық жұмыстар Халықаралық электротехникалық одақ (ХЭО) арқылы жүзеге асырылады.

Арнайы байланыс және хабар тарату кеңістігін енгізу үшін ХЭО оны сақтаудың 6 ... 2 жыл бұрын екендігін қамтамасыз етуі керек. Бұл процесс ақпараттың күтілетін ашылуын талап етеді. Бұл жоспарлар қарсыластардың ниеттерімен сәйкестендіріліп, иелену жиілігін жазып алу керек. Үйлестіру

процесі нысан бойынша басталады және мүдделі тараптардың басшылығының қатысуымен келіссөздерден басталады. Геостационарлық орбитадағы және жиілік тапсырмаларында ұпайларды белгілеу туралы шешім қабылданғаннан кейін тиісті қаражат қабылдаушы елге беріледі.

Бұл мүлік Ұлттық байланыс басқармасына берілетін болады. Қазақстанда мұндай әкімшілік коммуникация және ақпарат жөніндегі мемлекеттік комитет болып табылады. Тиісті қаражат соңғы жеке компанияларға беріледі. Бастапқыда тірі байланыс тек теледидарда ғана емес, сонымен қатар дауысты хабар таратуда да болды.

Дамудың маңызды кезеңі болды.

Спутниктік хабар тарату қызметін (IPN) дамытудың техникалық негізін МӘС 1977 жылы әзірледі және келесі аумақтар: 1, 2-аудан, 3-аудан. Облыс 1-де 625/50 стандартын және PAL және SECAM процестеріне сәйкес түс түсіретін елдерді қамтиды. Бұл аумақ Еуропа, бұрынғы КСРО, Азия және Африка аумақтарын қамтиды. 2 Broadcasting PAL және SECAM арқылы Солтүстік және Оңтүстік Американы қамтиды. Сондай-ақ 3-аймақта NTSC телевизиялық аймағы да бар. Конференцияда ТТР үшін радио бағдарламаларын тарату туралы шешім қабылданды. Елдер 5 радиоарнаны алды. Бұрынғы КСРО республикаларының әрқайсысы 5 каналды алды, олардың екеуі көпұлтты Ресейге тән. АТС үшін радиоарналардың кең ауқымы 1 аймақ үшін 27 МГц және 2 аймақ болды. 3 - 24 МГц аймағында. Жиілік жоспары жиіліктегі модуляциялы радиоқабылдағыштармен спутниктік таратқыштармен зерттелді.

Кейіннен тиісті сигналдар стандартты арна ауқымында қолданылуы мүмкін және егер олар EMS стандартын бұзбайтын болса, басқа модуляция түрлерін қолдануы мүмкін. Бұл анықтама сандық хабар таратудан бұрын жасалады.

1979 жылы BRA спутниктік байланыс және хабар тарату жүйелерінің өткізгіш концепциясын енгізді және жалпы қағидаларды әзірледі.

Осы принциптердің бірін еске түсірейік. Жоғары және төмен бағыттар үшін тұрақты жолақ бөлінеді - олар тек қатаң белгіленген шектерде.

Спутниктік теледидар жүйесі 1.1-кестеде көрсетілген жеті жиілік жолағын қабылдайды.

Кесте 1.1 Жерсеріктік хабар таратудың жиіліктер ауқымы

Ауқымдар	Жиілік белдеулері, МГц
L	0,39...1,55;1,61...1,71
S	1,93...2,70
C	3,40...5,25;5,725...7,075
X	7,25...8,40
Ku	10,70...12,57;12,70...14,80
Ka	15,40...27,50;27,00...50,20
K	84,00...86,00



L және S спектрі ұжымдық спутниктік теледидар жүйелеріне арналған. L ассортименті - «Экран» орыс бағдарламаларының тарату жүйесі. Көп жағдайларда бұл өте ыңғайлы. Дегенмен, бұл жергілікті теледидар және радио релелік термометр байланыс арналары, мысалы, қытай арналары. Дециметр радиоқабылдағыштары қозғалмалы елдерде L-ды қолдануға тырысуда.

Live ағымдар C және Cu аралығында жиіліктерге бөлінеді. Бір каналдың мүмкін болатын арналары 27 ГГц-тен аспайды. Мәселен TSPA үшін, тек қана 11.7 ... 12.57 ГГц жиілікте таратылған мысалда 40 арнаны ғана орналастыруға болады. Осылайша, осы арналардың үш елде таралуы - бұл елеулі проблема.

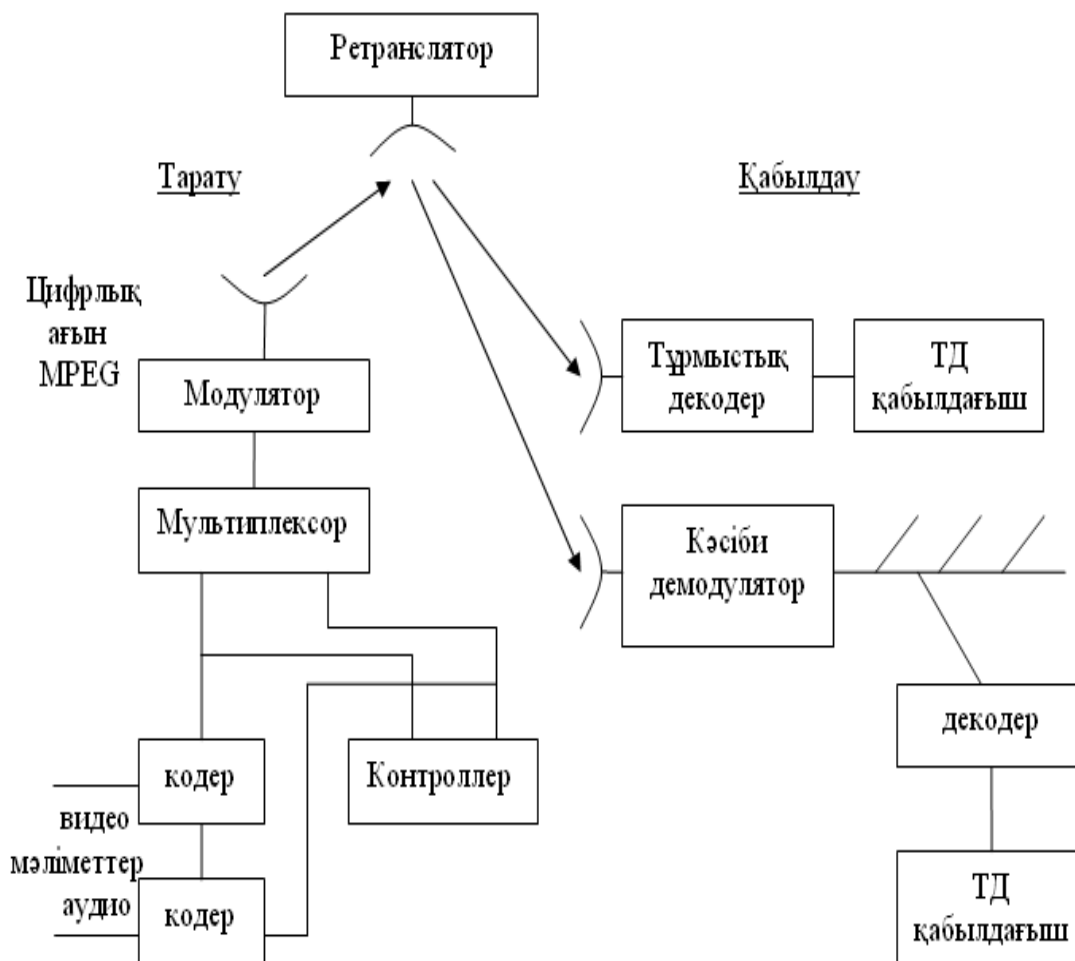
### 1.1.1 Геостационарлық орбита

Геостационарлық орбита қарапайым математикалық байланыспен анықталады: спутниктің бұрыштық жылдамдығы бұрыштық жылдамдық. Оның қарапайымдылығына қарамастан, бұл тәсіл тек экватордан 36 000 км-ден аз «тұзақ» траекториясы үшін ғана қол жетімді. Геостационарлық орбитада байқаушылар спутнигі айқын көрінеді. Бұл геостационарлық орбитаның басты артықшылығы. Сондықтан осы жерсеріктерге арналған антенналар орнатылады.

Қазіргі уақытта геостационарлық бөліктерде спутниктерді қалыптастыру үшін 427 ұпай бар. Бұл нүктелер арасындағы бұрыштық қашықтық 0,1-ден 7 градусқа дейін өзгереді. Аралыққа енгізілген. Әр нүктеде бірнеше, тіпті ондаған спутниктер орналастырылуы мүмкін. Интерференцияға негізделген кедергі олардың жұмыс процестерінің жиіліктерін және әртүрлі қызмет көрсету аймақтарын бөлу жолымен жойылады.

Құрылымдық артықшылығы - стандартты функцияларды орналастыру немесе кескінді теледидар сигналына түрлендіру туралы қысқаша ақпарат. Мысалы: тұрақты сигнал элементтері мерзімді түрде эрозия серпін және импульс ретінде беріледі. Берілген сигнал цифрлық теледидарлық сигнал болып табылады, өйткені ол сигналды синхрондау үшін байланыс арнасын жіберудің қажеті жоқ, өйткені оны декодер арқылы орнатуға болады. Цифрлық теледидар сигналы мен өріс импульсінің шығуынан басқа, бейне деректерді беру жиілігі шамамен 23% құрайды. Әрине, бұл мүмкіндік MPEG-2 стандартына кіреді.

Спектралдық преференциялар жоғары дискрециялық жиіліктің нәтижесі болып табылады. Тұтастай алғанда, телевизиялық бейнені қабылданған ортогоналды таңдау оңтайлы жиілік диапазонында оңтайлы емес. Теледидардың таңдалған үлгі параметрлерін интерполяциялау және ресамплингті пайдалану арқылы спектральды құрамы өзгеріп, таңдау жылдамдығын төмендетуге болады. Бұл редакция әдетте қалпына келтірілмейді, бұл телевизиялық кескін сапасының төмендеуіне әкеледі. MPEG-2-де бұл артықшылықты қысқартуға болмайды.



Сурет 1.2 - Жерсеріктік теледидар жүйесінің қарапайым құрылымдық сұлбасы

Ол сондай-ақ MPEG-2 артықшылықтары бойынша ұзақ мерзімді артықшылықтарға ие. Олармен бірге жаңа әдістер қолданылады. Бұл, өз кезегінде, статикалық артықшылықтарды азайту үшін өзара қолайлы алгоритмдермен байланысты. Мұнда теледидар болжамдарын және дискретті косинус трансформацияларын кодтаудың ең тиімді екі әдісі екеуі. Интеллектуалды кодтау дифференциалдық импульстік модуляция арқылы жүзеге асырылады (DPCM). Болжалды кодтаудың болжамды және болжамды мәндерінде айырмашылық бар. Содан кейін ол айырмашылық деңгейімен анықталады. Ақпарат беру үшін қажетті биттердің орташа мәні болжамды дәлдік болып табылады. Болжамды ақ экстраполяциялауға болады. Бұл жағдайда соңғы телевизия болжамдарының болжамды мәндеріне негізделген (болжалды деп аталатын). Интерполяция (екі жақты) болжау нүктесінде телевизиялық сигналдың орташа мәні алдыңғы және кейінгі есептеулердің алдын-ала анықталған мәндерінен бағаланады. Осындай бағалаулар бір уақытта дәл дәл бағалау болып табылады. Дегенмен, іс жүзіндегі нәтиже нәтиженің

шкаласы болып табылады және еске өсуі негізсіз және нәтиже негізсіз. Біз айтып өткендей, болжамдар тиісті есептеулерге негізделеді және біз дереу және келесі есептеулерді түсінуіміз керек. Бұған алдыңғы және келесі сериялардың, даланың және жақтаудың көршілері кіреді. Осылайша, аралық, ішкі, ішкі, аралық және аралық болжамдар болуы мүмкін. Бұл ықтимал корреляциялық маршруттар жиынтығы. Бір жазба алдыңғы және келесі элементтің алдыңғы нұсқасы емес. Болжалды болжамдар алдыңғы бөлімдерді есептеуде келесі қадам ретінде болжайды. Іс жүзінде, бұл тұрақты компонентті анықтау немесе тасымалдаушыны орнату дегенді білдіреді. Бұл болжау әдісі жеңіл бөлшектерді ауыстыру кезінде, әсіресе баяу немесе баяу бейнелерді жақсы бөлшектермен тиімдірек етеді. Ведомствоаралық болжам арқылы есептеулер бұрынғы есептегіш орталықтармен және осы координаттармен бағаланады. Бұл бейнеңізді жобалаудың тамаша тәсілі. Сурет қозғалыстағы объект болып табылады, немесе жағдай бүкіл суретті күшейтеді. Бұл жағдайда кескіннің қарапайым элементтеріне жататын есептеулер кадрдан кадрға дейін қабылданады. Ақпарат арасында айырмашылық бар, ал қалғандары үшін ешқандай өзгерістер жоқ. Бұл трафикті өтеу арқылы жеңілдетілуі мүмкін. Мұны орындау үшін кадрдан кадрға жылжытқанда кескіннің жылжымалы бөліктерінің жылжымалы векторларын анықтау қажет. Қозғалыс векторлары (ауыстыру үшін өтемақы) сізге жаңа кодтау шеңберін анықтауға мүмкіндік береді және осылайша жоғары болжамды дәлдігін қамтамасыз етеді.

MPEG-2 стандарты телевизиялық бейнелерді кодтаудың негізгі нысаны болып табылады. Бұл кездейсоқ емес және стандартты кодты шектеу стандартты JPEG JPEG қамтамасыз етеді. Өртүрлі тақырыптар өртүрлі қозғалыс түрлерімен араласатын қарапайым болжамдық теледидарлық сигналдар үшін жоғары өнімділікті қамтамасыз етпейтіні белгілі. Осы себепті стандартта үш болжамды болжам қолданылады: трафиктің алдын-ала болжамдары және алдын-ала анықталған екі өлшемді интерактивті трафик.

## **1.2 Пайдаланушының сыйымдылығы**

Фреймдер деп аталатын шеңберлер қасақана өңделеді. Өңдеу JPEG стандартында қолданылған алгоритмдерге негізделген. Бұл бірінші қадам. Бейне туралы ақпарат мұнда біраз қысылған, бірақ теледидар кескінін қайта реттегенде ол біраз қараңғы, кодтау қатесі және бейне ақпараттары байланыс

арнасына байланысты. R және B бірінші сыныпты құрылымдарды түсіндіру үшін үйлестіру орталығы ретінде қызмет етеді. Рамалық кодтау қозғалысты өтемдік алгоритмдер көмегімен орындалады және алдыңғы P немесе I кадрларды анықтайды. Фреймдермен салыстырғанда кадрдың I кадр шөгуі P карағанда 3 есе жылдамырақ.

P жақтауында деректер макроблокқа көрінеді. Бұл  $16 \times 16$  шаршы матрица. Бұл макроблок блокта жаңа зат пайда болғанға дейін өтемақы мен трафик болжау алгоритмі арқылы өңделеді. Енді кодтау процесі I-кадрларға, яғни кадрларды болжау үшін қолданылатын алгоритмдерге көшеді. Фреймдер келесі P немесе B кадрларына бағдарланған, R кадрды декодтау кезінде суретті түзету қажет, себебі кадрдың қателігі онымен байланысты барлық кадрларға қолданылады.

Кодтау алгоритмінде теледидар кадры суреттің сипаттамаларына байланысты. Төрт кодтау әдісі бар. Жол қозғалысын болжау немесе өтемақы алдыңғы I немесе P кадрларының бірінде қолданылады. Келесі әдістеме I немесе P кадрларына кері қозғалыс өтемесін және қозғалыс өтемесін пайдаланады. Қалпына келтіру пайдаланушы кадрында жаңа кескін нысандарын пайдаланғанда пайдаланылады. Үшінші алгоритм - екі бағытта, алдыңғы және артқы I немесе P кадрларына арналған трафикті болжау және өтемақы. Нәтижесінде, салааралық гипотеза проблемаларсыз қолданылады. Бұл кодтау белгілі бір объектіні кенеттен ауыстырып, жоғары ажыратымдылықтағы теледидар объектілерін жылжыту үшін пайдаланылады. Терең бейнені қысу B-кадрға байланысты. B-қысу - қысу көзі емес, өйткені теледидарды қысу теледидар кескінін қалпына келтіру кезінде оның анықтығын төмендетеді. Декодтау кезінде жасалған қателер басқа кадрларға қолданылмайды.

Рамалар I, R және B I кадрлары үшін, минималды кадрлар үшін ең аз және B үшін ең аз болуы тиіс. Келесі элементтерде 12 түрлі кадрлар бар: I0, B1, B2, P3, B4, B5, P6, B7, B8, P9, B10, B11, I12, B13, B14, P15 және т.б.  $I \text{ frame} (1/25 \text{ Hz}) \times 12 = 0,48 \text{ сек.}$  Аралық I, P және B тізбектерінің тізбегі байланыс арнасы арқылы берілсе, өзгереді. Бірінші декодерде декодтау I және P кадрларымен келеді, онсыз бұл мүмкін емес. Келесі жолы I, P, B, I0, P3, B1, B2, P6, B4, B5, P9, B7, B8, I12, B10, B11 - P15, B13 және т.б. фотосуреттер жасалған.

### **1.3 Жол қозғалысы**

MPEG-2 жол қозғалысын пайдаланады. Екі белсенді квадранттар (576 белсенді мүшені қоса) макроблоктарға бөлінеді және үлкенірек іздеуге болады. Макроблоктың өлшемі тиісті теледидар кескініне сәйкес келуі керек. MPEG-2 - 16 пышақ пен 16 горизонтальдан тұратын ішкі блоктық матрица. Теледидар

блоктары түрінде кескіннің рамалары барлық аймақтарға бөлінеді. Көлденең (576 белсенді трек / 16) - 36 аймақ, тік (704 белсенді / 16) - 44 аймақ.

Іздеу өрісі бірден көп болуы керек, себебі макрос кескіні бірінші болып табылады, ол екінші элементті іздеу үшін пайдаланылады. Ауданның өлшемі нақты уақытпен орындалуы керек нәтиже жиынынан шектеледі. Пластиннің штаттық кестесін сипаттау үшін критерийлер де қолданылуы керек. Басқаша айтқанда, ауданның өлшемі  $64 \times 64$ . Осылайша, телевизиялық кадрға көлденең  $576/64 = 9$  көлденең аймақ және  $704/64 = 11$  тігінен орналасқан.

Болжалды трафик үйлестірілгенін көрсетуіңіз мүмкін. Бірінші макробазды есептеу есебінен жаңа орын іздеу аумағындағы екінші кадрды іздейді, ол санау аралықынан өзгеше. Макроблок модульдік бөлімнің сомасынан аз және оның координаттары шығу нүктесінен тік және көлденең айналудың нақты жағдайына есептеледі.

## **1.4 Broadcast HDTV Broadcast**

### **1.4.1 Спутниктік хабар тарату**

Спутниктік коммуникацияларды және талшықты-оптикалық байланыс желілерін, кабельді желілерді, сондай-ақ ауа арналарын тарату және жеткізу.

Спутниктік телеарналар (SAT) теледидардың кез-келген жерінде жоғары сапалы және үнемді, сенімді және жылдам хабар тарату әдісі болып қала береді. Дайын мазмұн желіге жүктеледі және бейне серверлерден, кіріс / шығыс серверлерден, өндіріс және ағындық серверлерден тұратын орталық медиаға қосылады. Серверлер Thomson / Grass Valley немесе EVS сияқты компанияларда жасалады. HD-SDI бағдарламалық жасақтамасы Tandberg, Harmonic сияқты кодтаушылар беретін DVB HD кодын жібереді. Содан соң сигнал ASI хабар тарату мультиплекс станциясына жіберілуі мүмкін. Бір ретрансляторға арналған екі HDTV арнасы стандартты қосымша қызметтер үшін деректер жиынтығының стандартты жиынтығымен мультиплексировать болады. Спутниктік қызмет провайдері спутникті сигнал жібереді. Сонымен қатар, антенна және спутниктік HD-ресивер сигнал алады (мысалы, QS1080IR, QS-1080IRCI, Quali-TV).

Бұл мақалада спутниктік байланыс арқылы HDTV хабарларына шолу жасалады. DVB-S2 стандарты Бұл тапсырма үшін таратылым стандарты талап етіледі.

### **1.4.2 DVB-S спутниктік хабар тарату стандарты**

1994 жылы DVB-S стандарты көпфункционалды спутниктік хабар тарату жүйесі үшін DVB еуропалық стандарт жобасының консорциумының негізінде жасалды. 11/12 ГГц диапазонында жұмыс істеді (еуропалық EN 300 421 v.1.1.2, 1997-08). 12, 29,40 және 85 ГГц диапазонындағы жолақ спутниктік теледидар тарату (SAT) үшін бөлінді. 40 және 85 ГГц жолақтарында 2 ГГц жиілік спектрі.

1996 жылдың қазан айында көп деңгейлі 11/12 ГГц спутниктік жүйелерінде ортақ хабар тарату функциялары туралы ұсыныс жасалды. 1999 жылдың қазан айында жаңа жоба әзірленді. DVB-S (System A), DSS (System B), G1-MPEG-2 (System C) және ISDB-S (System D) төрт әлемдік деңгейдегі сәулет серіктестері бар.

Жүйе (DVB-S стандарты) Еуропалық Консорциум DVB жобасын әзірледі. Оның негізгі функциясы көп арналы хабар тарату қызметтерін ұсыну немесе SAT спутниктері таратылымының тіркелген жолақшасы үшін декодер алу, сондай-ақ спутниктік теледидар антеннасын (спутниктік теледидар антеннасын) және бастапқы және қосалқы теледидарды пайдаланатын SAT жүйесіне қосылған қабылдағыштарды беру болып табылады. хабар тарату бағдарламаларын тарату. Қазіргі уақытта SAT TV барлық сандық телеарналары барлық 5 құрлықта, сондай-ақ DVB-S стандарттарында таратылады.

Сандық сигналдарды таратудың екі негізгі жолы бар:

- сандық қысу сигналдарын N-ге жіберіңіз;
- цифрлық сигналдардың көшірілуі және оларды бір тасымалдаушыға жіберу.

Бірыңғай спутниктік транспондер арқылы берілуі мүмкін телевизиялық хабар тарату бағдарламаларының саны қажетті тасымал жылдамдығына, композиттік немесе композиттік кодтаудың қысу пішіміне, ажыратымдылық пен сурет сапасына, кескіндердің кейбір түрлерінің қысу алгоритміне және қалпына келтірілген кескінге байланысты.

Деректерді қысудағы жетістіктер жылдамдығы жоғары сандық телеарналарды ұйымдастыруға мүмкіндік береді (1 Мбит / с-тан аз, ол 27 МГц 20-25 арнаның стандартты еніне тең). Көп жағдайларда, бұл 400 Кбит / с кезінде рұқсат етіледі, кем дегенде 60 телекоммуникация бір транспондермен тең болады.

### **1.4.3 DVB-S2 спутниктік тарату стандарты**

SAT стандарты 2004 жылы құрылған және DVB-S2 деп аталады. DVB-S сандық спутниктік хабар тарату жүйесімен үйлесімді алдыңғы DVB-DSNG стандартының модификациясы. Әр түрлі тарату параметрлері арналармен жұмыс істеу және жұмыс істеу үшін әмбебап болу үшін PSK модуляция нұсқалары мен 16 QAM негізіндегі бастапқы таратушы жүйе үшін жеткілікті энергетикалық ресурстар мен техникалық стандарттармен толықтырылды.

DVB-S2 жаңа стандарты DVB-S және DVB-DSNG стандарттарының кемшіліктерін жояды. Жаңа стандарт жасаудың бірнеше себептері бар.

DVB-S2 жаңа стандартын жасаудың негізгі факторы HDTV жоспарын енгізу болды. Қазіргі уақытта SDTV транзиті жиіліктерге сәйкес келмейді. Егер барлық SAT бағдарламалары HDTV арқылы таратылса, теледидар сигналы қысу үшін тоқтаған кезде жиілік ресурсы жеткіліксіз. Осылайша, HDTV перспективасы арна кодтау пішімін (мысалы, DVB-S2) неғұрлым тиімді өңдеу үшін қажет болды.

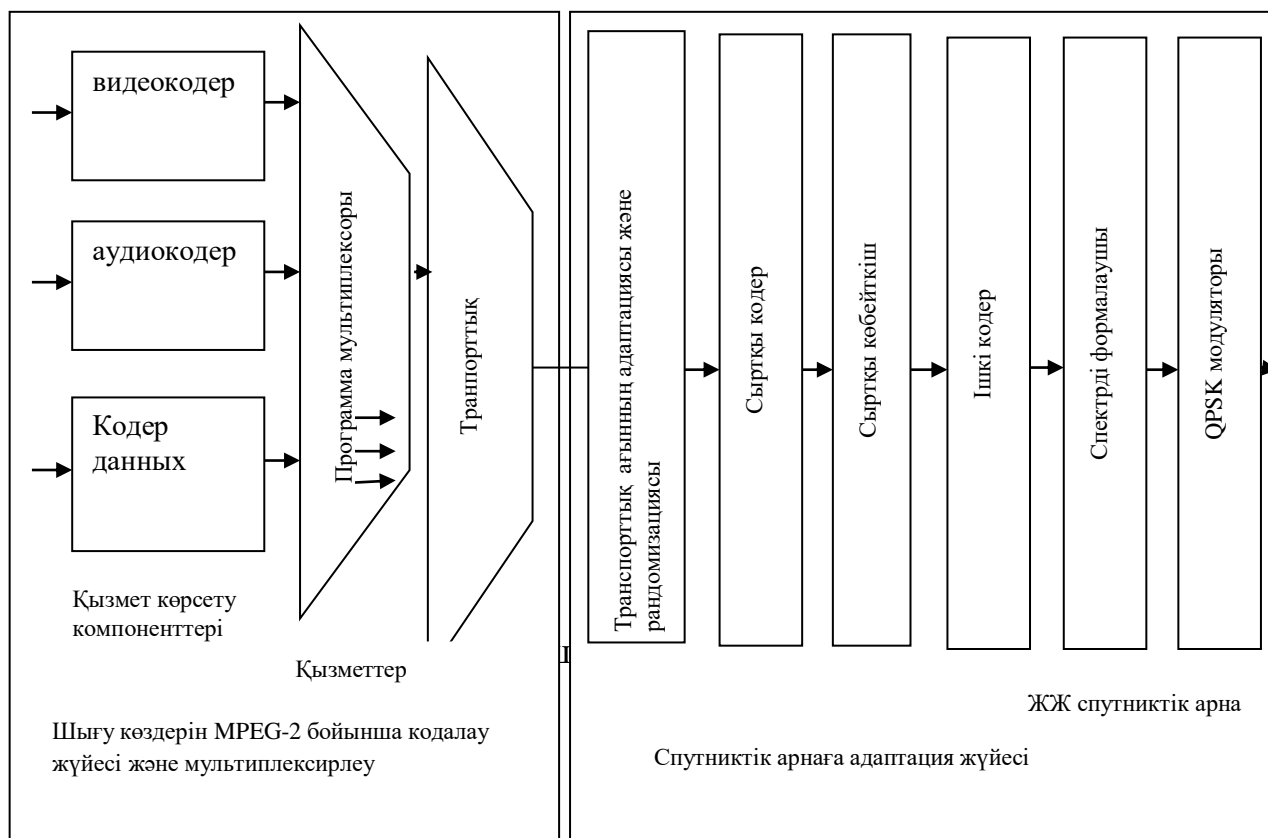
DVB-S2 стандартының пайда болуының екінші себебі - Q-ауқым қабылдау жүйесінің төмен өнімділігі. Бұл диапазондағы қабылдау сапасы, әсіресе, жаңбырлы ауа-райы жағдайына байланысты. Осылайша, осы диапазондағы кедергі C және Cu-ге қарағанда жоғары болды.

DVB-S2 пайда болуының үшінші себебі - интерактивті SAT қызметтерінің пайда болуы. Мұндай желілер ірі көлік желілерін қажет етеді және адрес ағынының әр бейімделуі үшін нақты алушының қабылдау шарттарына бейімделуге оңтайландырылады. Ескі стандарттар мұндай мүмкіндіктерді бермеді.

Осылайша, жаңа DVB-S2 стандартында:

- көлік арнасын пайдаланудың тиімділігін арттыру, яғни стандартты арна арқылы пайдалы ақпаратты тұрақты түрде тарату мүмкіндігін қамтамасыз ету;
- Бір арна бойынша бөлінген әртүрлі қызметтер үшін тасымалдау опцияларының арасында бөлісу.

Бұған қоса, DVB-S2 стандарты бұрынғы стандарттарға сәйкес келуі және ескіден жаңа арналарға дәйекті көшуді қамтамасыз етуі тиіс.



### Сурет 1.3 - Стандартты DVB-S2 таратқыш схемасы

Алдыңғы екі талап стандартты стандарттарға қолданылды: модуляцияланған сигналдың кешенді бағыттарын қамтамасыз ететін ең тиімді шифрлау жүйелерін және қосымша факторларды (шамамен) енгізу арқылы түрлі модуляциялық схемаларды енгізу.

Стандартты DVB-S2 таратқыш схемасы 1.3-суретте көрсетілген. Кең жолақты ағындарға келесі өзгерістер енгізілді:

- радиолокациялық мультиплексирование және қуат бөлу;
- Reed-Solomon кодын (RS) пайдалану арқылы сыртқы кодтау;
- белгілі бір қисықтарды пайдалана отырып, нақты мақсатты қозғалысты және ішкі кодтауды;
- негізгі жиілік диапазонында сигнал генерациясы және оның модуляциясы.

Аралдың қисық тиімділігі VCM (айнымалы кодтау және модуляция) режимдерін және адаптивті кодтауды және модуляцияны енгізу жолымен қол жеткізіледі. Бірінші режимде сол арнадағы қызметке кедергіден қорғаудың әртүрлі деңгейлері ұсынылуы мүмкін, ал екінші режимде таратқышты қабылдау үшін қосымша жағдайлар қарастырылған. ACM қабылдағыш жүйесі базалық станция үшін күй туралы ақпаратты жібере алатын артқы канал желілеріне арналған.

Нәтижесінде сандық теледидар студиясынан стандартты жоғары айқындық теледидар бағдарламаларын, интерактивті қызмет көрсету желілерін және кәсіби цифрлық ақпараттық бюллетеньдерді жасайтын әмбебап стандарт (DVB-S2) жасалды. DVB-S2 жаңа стандарты деректер желілерін қалыптастыруға және негізгі IR желілерін жасауға арналған.

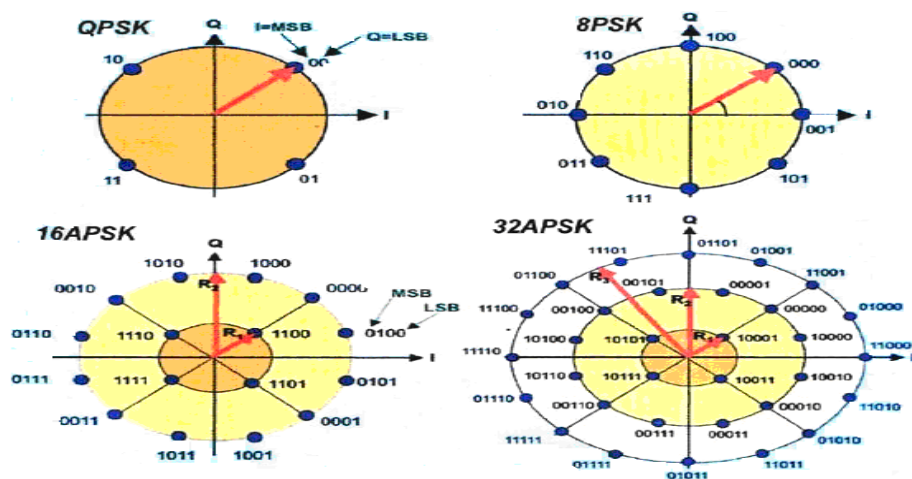
DVB-S2 ұсынған ең тиімді механизмдер ескі стандарттарға сәйкес келмейді. Сәйкестік стандарттарына екі стандарт енгізілді. Олардың бірі төмен үйлесімділік, бірақ төмен тиімділік, екіншісі барлық жаңа мүмкіндіктерді пайдаланады, бірақ стандартты DVB-S қабылдағыштарымен қолдануға болмайды.

Жаңа стандартқа көшкенде бірінші DVB-S2 стандарты ұсынылады, ал екіншісі ескі қабылдағыштар қабылдай алмайтын кәсіби желілерде және жаңа қызметтерде пайдалануға ұсынылады.

DVB-S2 жаңа стандарты төрт модуляциялық схемаға қатысты. Алғашқы екеуі QPSK және 8 PSK-да қолдануға арналған. Транспондер жақын жерде жұмыс істейді. Сондықтан олар тасымалдаушылар үшін амплитудалық модуляцияға жол бермейді. 16 APSK және 32 APSK - ең жылдам модуляциялық схемалар. Кәсіби динамиктер (LNB) дәстүрлі желілерге негізделген сызықты емес режимді қамтымайтын ендірілген таратқыштарды жиі пайдаланады, ал ресивер қабылданған сигналдың фазасын жоғары дәлдікпен өлшей алады. Бұл модуляция схемалары широкополосных жүйелерде қолдануға болады, бірақ



бастапқы құрылғы бұрмалаудың ең күрделі түрлерін қолдауы керек, ал ресивердегі шуыл қатынасы жоғары болуы тиіс. APSK жұптау өрісі модулированые сигнал белгілерінің жанында орналасқан. Бұл нұсқа сигналдың амплитудасы бұзылғанда тоқтатылады және қанықтылық режиміне жақын жерде қайталағыштың қолданылуын болдырмайды.



Сурет 1.4 - DVB-S2 модуляция түрлері

Жоғары APSK модуляция схемасы жалпы жылдамдықты QPSK-мен салыстырғанда 2,5 есе арттыруға мүмкіндік береді (1.4-сурет).

Жоғары модуляция деңгейін енгізуден басқа, DVB-S2 стандартында альфа коэффициенті ( $\alpha$ ) үшін қосымша екі коэффициентті пайдалану қарастырылған. DVB-S арқылы қолданылатын  $A = 0.35$  жаңа стандартта коэффициенттері  $\alpha = 0.20$  және  $\alpha = 0.25$  жаңа. Коэффициенттердің төменгі мәндері спектралды тиімділікті пайдалануға мүмкіндік беретін үлкен круиздік серпін береді. Бір жағынан, транспондермен тасымалданатын транспондерлер сызықты емес бұрмалануларға әкелуі мүмкін. Сондықтан коэффициенттің нақты мәні барлық бөлу параметрлерін есептеуден кейін таңдалады.

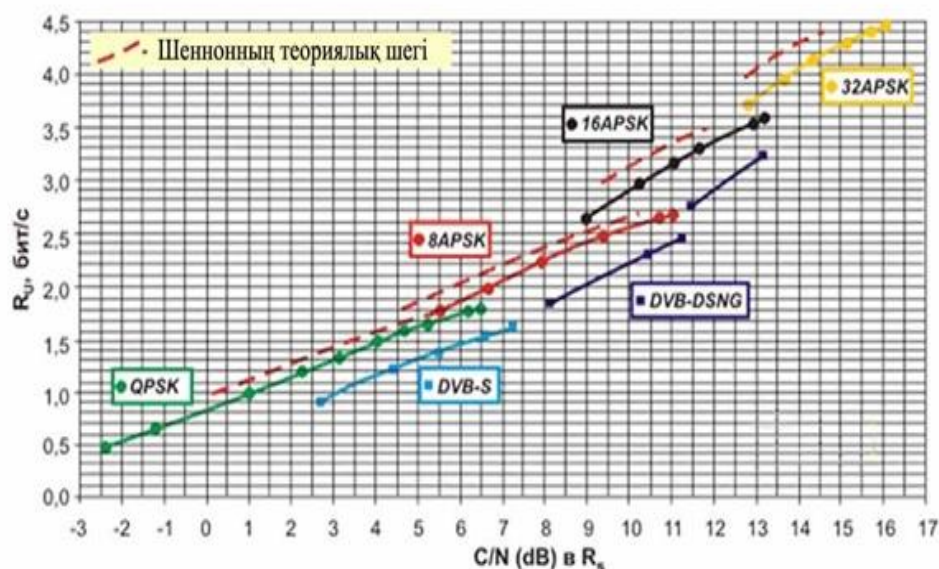
Алдыңғы стандарттардағы сияқты, жаңа DVB-S2 стандарты түзету және кедергі туралы деректер үшін екі деңгейлі кодтауды (Алдын-ала қате түзету - FEC) пайдаланады. Дегенмен, кодтың ішкі және сыртқы қорғанысы DVB-S стандартынан өзгеше. Non-Bose Choudhuri-Hawkingham (VIN) Red-Solomon non-Bose Choudhuri-Hawkingham қорғау ретінде пайдаланылады, ал ішкі код қорғау төмен тығыздықты паритетті тексеру (LDPC) кодтары үшін пайдаланылады.

Қате жиілігін болдырмау үшін төмен қателік тығыздығымен жұмыс істейтін сыртқы кодты қорғау коды қолданылады. Көптеген режимдерде код 12 қателеге дейін түзетуге мүмкіндік береді, бірақ кейбіреулер 8-10 қателіктерге дейін түзетеді. DVB-S және DVB-DSNG стандарттары MPEG-2 TS тасымалдау ағындарына тікелей бағытталған. Жаңа стандарттың көліктік құрамының

құрылымы нақты форматқа негізделмеген. Бұл MPEG-2 тасымалдау пакеттерін ғана емес, сонымен қатар басқа да тоқтаусыз және құрылымдық пакеттерді пайдалануға мүмкіндік береді.

DVB-S2 қабылдағышы сигналдан шуылға қатынасы арқылы жүйелік уақыт мәселелерін шешу үшін екі сатылы ұштықтан тұрады.

Төмен когеренттілік режимдері, негізінен, абоненттерді сатып алуды субсидиялауға мүмкіндік беретін операторларға арналған, эфирлік желілерге арналған. Олар бұл режимдерді ең тиімдісіз режимдерге ауысқанда тасымалдаушы қабылдағышты ауыстырған кезде қолдана алады.



Сурет 1.5 - Жүйе конфигурациясына хабар тарату стандартына байланысты сигналдардың пайдалы жылдамдығы

Жеңу өнімділігі интерактивті мекен-жайға негізделген ASM режимі арқылы нақты анықталуы мүмкін (мысалы, IP бойынша біртұтастығы). Бұл режимде 4-тен 8 дБ қуат сигналдары қуат алудың қолайсыз жағдайлары үшін пайдаланылуы мүмкін. Осының арқасында транспондермен сыйымдылығы екі есе немесе үш есеге көбейтілуі мүмкін. ASM режимі тропикалық аймақта Ка-ауқымының транспозициялары мен рецепторлары үшін тиімді.

Бұл режимде спутниктік жүйенің жұмыс сызбасы 1.6-суретте көрсетілген. Жүйе ASM шлюзінен, ASM бар DVB-S2 модуляторынан, тарату жер стансасынан, спутниктік және спутниктік қабылдау жүйесінен және қайтару арнасы арқылы АСМ-ге қосылған шлюзден тұрады.

АСМ режимінде фреймді қабылдау кезінде үзудің кодтау пішімі және модуляция схемасы өзгеруі мүмкін. Сигналды өшірудің жоғары дәрежесі болған жағдайда, қызметті пайдалы ақпаратты тарату жылдамдығының төмендеуіне, анти-спам кодының артықшылығына немесе тұрақты арна модуляциясына көшуіне байланысты қызмет көрсетілуі мүмкін. Алынған сигналдың сапасы  $C/N + I$  параметрімен бағаланады

Әрбір қабылдайтын жүйе осы параметрдің өлшемін өлшейді және нәтижені артқа арна арқылы ASM шлюзіне жібереді. DVB жобасы жақын арада ескі стандарттарды ауыстыру үшін жаңа стандарт қарастырылғанын атап өткен жөн. Бүгінгі күні DVB-S стандартындағы көптеген спутниктік желілер жұмыс істейді. Және олардың трансляциясы миллиондаған жылдар бойы жұмыс істей алатын және бірнеше жылдан бері жұмыс істейтін декодер арқылы алынады. Сондықтан DVB-S2 стандарты әдеттегі қабылдағыштар үшін қолайсыз болып табылатын широкоэмитательные қызметтері туралы көзқарасымызға енеді. Мысалы, жаңа пішімдерді немесе жоғары айқындық теледидар сигналдарын (хабар тарату) қысу. DVB-S2 стандарты спутниктік широкоэмитательных желілерде жылдам пайдаланылуы мүмкін. Бұл тым көп ASM режиміне қол жеткізудің керемет мүмкіндігі, бірақ оның қатынау жылдамдығы телефонға сәйкес келмейтін жаңа қызметтердің болуына байланысты.

### 1.5 Мәселені қою

Тюнерді басқару құрылғысын құру келесі сипаттамаларға ие болуы керек:

1. Реттеуші блокқа көшу - бейне, дыбыс, поляризация, үш аналогтық басқару сигналдарын жасайды. Ол келесі сигналдарға ие:

а) кернеудің өзгеруі  $0 \div 9$  В дейін,  $\Delta U_{\min} = 8$  мВ ауысу қадамы  $\Delta U_{\max} = 10$  мВ;

б) шығыс кернеуінің шкаласы  $0 \div 9$  В, ауысу қадамы  $\Delta U_{\min} = 60$  мВ-дан  $\Delta U_{\max} = 80$  мВ дейін болуы тиіс;

с) шығыс кернеуінің шкаласы  $0 \div 4,4$  В болуы керек, коммутация қадамы  $\Delta U_{\min} = 20$  мВ-дан  $\Delta U_{\max} = 25$  мВ дейін болуы тиіс.

2. Дискретті басқару сигналдары (8 дыбыстық сигнал).

3. Басқару сигналдарының және тюнер блогының күйі туралы сигналдарды қабылдайды.

4. Нөмірді көрнекі тексеру үшін «00» -дан «99» дейінгі арна санын көрсетеді.

5. Нақты уақыттағы сағаттардың жұмысын ұйымдастырыңыз және оларды пайдаланушы сұрауы бойынша экранға шығарыңыз.

6. Графикалық блоктың экранында дабылды ұйымдастыру.

7. Желілік кернеуді сақтау кезінде, ЖЖҚ-да сақталатын ақпараттың нақты уақыт режимінде сақталуын қамтамасыз ету керек.

8. Қашықтағы (қашықтағы) басқару жүйесінің (WB) таратқышынан берілетін сигналды қабылдау және өңдеу. Бұл жүйе типтік KR1506HL1 чиптің дизайнына негізделген.

## 2 Техникалық бөлім

### 2.1 Спутниктік теледидар қарау жабдығы және оның сипаттамалары

Негізгі функциялар спутниктік қабылдағыштарды, түрлендіргіштерді, қабылдағыштарды, DVB-карталарды, қабылдағышты және спутниктік сигналдарды өңдеуге арналған жабдықты қамтиды.

Спутниктік байланыс жасалды, тікелей телевидение үшін құрылғылар жаңартылды. Радиоэлектроника саласындағы жаңа жетістіктердің арқасында қысқа пучка шығаратын қайталағыштар мен түрлендіргіштердің күші қабылдағыштың қабылдау-таратқыш құрылғысының өлшемін 60 см-ге дейін төмендете алды, алушы қабылдағыштан электромагниттік толқындарды алуға арналған. Бұл толқындар ресивердің таратқыш қабылдағышында қуат алады және тікелей қабылдағышта немесе тарату желісінде кейбір қуатты тиімді коэффициенттерді шығарады. Толқындар тарату құрылғысының таралу бағыты толқынның толқындық таралу бағытында толқынның өрісін көбейтеді. Осылайша, шығарылатын сәулеленудің толқынды энергиясы балама болады. Электр энергиясын бөлу эквиваленттігінің ұтымдылығын анықтау үшін бағыттық әсер коэффициенті ескеріледі. Таратқыштың қабылдағышы бойындағы толқын энергиясы бүкіл кеңістікті қамтымайды. Кез келген таратушы қабылдағыш, GBP және пайдалы әсер коэффициенті бағдарлау диаграммасы қабылдау режимінде және бөлу режимінде бірдей. Қабылдаушы таратқыштың бағыттау коэффициенті таратқыш қабылдағыштың таратқыш күші кедергі деңгейінен асатын сигнал қуатына тең болғандығын көрсетеді, ал таратқыш бағытталмаған тарату құрылғысымен салыстырылады. Берілетін ресивердің пайдасы:

$$G_a = D\eta \quad (2.1)$$

мұндағы  $G_a$  - күшейту коэффициенті;

$D$  - бағыттылық әсер коэффициенті;

$\eta$  - пайдалы әсер коэффициенті

Жіберуші құрылғы  $G_a$ -ге тең болуы керек, сондықтан үлкен геометриялық өлшемдері бар бағалы құрылғы болады. Сондықтан берілген геометриялық аймақтан гаусс пайдасын алу қажет. Қабылдағыштың бағыттылығы әртүрлі мақсаттарда қолданылады. Ресивер-таратқыш қабылдағышты қабылдау ресивердің кірісіне сыртқы кедергілердің күшін азайтады. Егер кедергі кеңістікте және барлық бағыттарда біркелкі таратылса, бағыттаушы таратқышты пайдалану сигнал деңгейінің және сыртқы шудың тиімділігін арттырады. Бұл арақатынас қабылдағыш таратқыш коэффициентіне тікелей пропорционалды:

$$\frac{P_c}{P_n} = \frac{E_c^2 D}{E_n^2 4\pi} \quad (2.2)$$

мұндағы,

$P_c$  - қабылдағыш енгізудегі пайдалы сигналдан ең көп қабылданатын бағытпен ауытқып кеткен қуат тұтынуы;

$P_n$  - барлық бағытта ағып жатқан қабылдағыштың кіруінде тосқауылдың жалпы қуаты;

$E_c$  - пайдалы сигналдан өріс кернеуі;

$D$  - бағыттылық факторы;

$\mathcal{E}$  - электр өрісінің күші.

Қабылдаушы қабылдағышқа берілетін максималды қуат даланың өріс қарқындылығы коэффициентіне және көрсетілген толқын ұзындығына, сондай-ақ тиімді коэффициент пропорциясына, яғни қабылдау құрылғысының пайдасына пропорционалды.

$$P_{\text{макс}} = \frac{E^2 \lambda G_a}{480\pi^2} \quad (2.3)$$

мұндағы  $E$  - электр өрісінің күші;

$G_a$  - бұл пайда;

$\lambda$  - толқын ұзындығы.

Табиғи сыртқы радио кедергісі атмосфералық және ғарыштық үзілістерді қамтиды. Сонымен қатар, қабылдаушы таратқыш Жердің жылу сәулеленуінен шуыл алады және жердің атмосферасының пайда болуына әкеледі. Қосымша шу хабар тарату қабылдағышының құнына байланысты жасалды. Жоғарыда айтылған шудың айрықша ерекшелігі олардың кездейсоқ статистикалық сипаттамалары болып табылады. Таратқыштың қабылдағыш шуының әсерін анықтау үшін қабылдағышты шуыл эквиваленттігі ( $T_{\text{ш}})$  қабылдау концепциясын қолданады.

$$T_{\text{за}} = \frac{P_{\text{ш}}}{k f} \quad (2.4)$$

мұндағы,

Электр энергиясын беру және энергияны беру;

- Больцмандық тұрақты;

- Жиілік - қабылдағыштың жұмысын анықтайтын жиілік диапазоны.

Бұл формулада қабылдағыштың физикалық температурасы емес, ал қабылдайтын құрылғы қабылдайтын температура мен шуыл күшін анықтайтын белгілі бір коэффициентке жатады.

Сол сияқты, таратушы құрылғы жоғары қуатты, жеткілікті жоғары бет коэффициентін және төмен шу температурасын, сондай-ақ динамикалық сипаттамалары мен құрылымын, сенімді электрлік сипаттамаларын және

алдын-ала анықталған қоршаған орта жағдайларын ұстап тұруға қабілетті болуы керек.

Спутниктік түрлендіргіш - LNA (Low-Noise Amplifier) сигналдық күшейткішінен және 950-2150 МГц-тен С-ке дейін айналдырылған L-диапазоны деп аталатын коаксиальді кабельдік қабылдағыш үшін төмен өткізу қабілеті  $K_u$  спутнигінен кіріс сигналы. Герто тұрақты гетеродинді индуцирует құрылғылар. Сигналдың деңгейін, деректердің жылдамдығын және бір трансмиссиядан екіншісіне ауысу үшін құрылғылар. Конвертер спутниктік ресивердің фокусына орнатылады.



2.1 Сурет - Сапалы спутниктік конвертер

Бұл конвертер В / В полярлы жазықтықта 10,7-12,75 ГГц жиілікте жұмыс істейді, оның шығуындағы шу 0.3 дБ.

Шығыстағы коэффициент шу санының түрлендіргіш кірісінде шудан аз екендігін көрсетеді. Немесе түрлендіргіш тіпті кіріс сигналын өз шуымен «бұзады».

Әрине, шу санының неғұрлым төмен болса, соғұрлым айырбасталатын болады. Конвертердің шу деңгейі 0.7-1.0 дБ [8], бірақ шу деңгейі - 0,5-0,3 дБ. TV Digital Classics - бұл процессордың бір немесе бірнеше жад слоттарының комбинациясы. Лездік хабар алмасу модулінде қолдануға болатын және аналогтық жүйе арқылы қол жетімді емес көптеген тапсырмаларды орналастыруға болады. Одан да керемет мүмкіндіктер ашылады. Сандық теледидар пайдаланушыларға жоғары сапалы суреттер мен дыбыстарды таңдауға, Интернетті интерактивті түрде енгізуге мүмкіндік береді. СМС сигнал өңдеу, таспа және аудио кодтауда, тұтану нүктесінен экранға модуляция / демодуляцияға басты рөл атқарады. SS сигналды декомпрессион алдында қысу үшін және ресиверді декодтау үшін пайдаланылатын MPEG кодтау алгоритмдеріне негізделген.

ҚҚС-теледидар Intelsat 904 60.0 ° E деңгейінде таратылады және Қазақстан Республикасының қамту аймағында таратылады. Шындығында тіпті алыстағы аудандарда да сигнал алынды және теледидарды көруге және сандық радиоқабылдағышты көруге мүмкіндігі бар. Қабылдағыштың тұрақтылығы және спутниктерден жеткілікті күшті сигнал барлық ауа-райында сенімді сигнал алуға мүмкіндік береді.

Сандық теледидар жоғары сапалы бейне және дыбыс болып табылады. Жаңа жоба көп арналы хабар таратуды таратуға және ұлттық желінің ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Эффективті хабар таратудың



арқасында ел өңірлерінде көптеген телеарналарға қол жетімді болады. Атап айтқанда, отандық 32 телеарна мен радио арнасының сигналдары сапалы өңірлерге келеді. Сандық хабар тарату Астана, Жезқазған, Жаңаөзен және Алматы қалаларында алғаш рет көрсетілетін болады, екінші кезеңде 13 облыс орталықтары мен шекара маңы аймақтарын қамтиды. 2015 жылға дейін елді мекендердің 95% -ы цифрлық телевидениемен қамтамасыз етіледі. Сандық теледидарды көру үшін сандық қабылдағыш. DVB-T2 стандарты. Бұл қабылдағыш Астана, Алматы, Жезқазған, Қарағанды, Жаңаөзен қалаларында Отау сандық телевизиямен және 30-ға дейін арналармен жабдықталады. HD DVB-T2 жоғары сапалы сандық жерүсті сандық арналар үшін жасалған. Қабылдағыш өте сезімтал, сенімсіз қабылдау аймағында жұмыс істейді, сынған сигналмен жұмыс істейді және көлік құралына орнатылуы мүмкін. ОТАУ ТД қабылдағышы HD (Сандық) стандартты сандық сигналдарын қабылдау үшін жасалған. ОТАУ TV Receiver-ге тікелей қосылады. OpenFox SF-55 - жаңа мультимедиялық OPENBOX DVB-S2 моделі. Құрылғының екі сандық дисплейі бар.

OpenFox SF-55 - OPENBOX-тен сандық мультимедиялық DVB-S2 жаңа моделі жасалды. Құрылғыда екі сандық дисплей бар, олардың біреуі мәзірге өту және тапсырманы көрсету үшін қызмет етеді, екіншісі алынған сандардың пайыздық деңгейдегі деңгейін көрсетеді. OpenFox SF-50-мен салыстырғанда, OpenFox SF-55 LNB сапасын анықтауға мүмкіндік беретін үлкен дисплейі бар. OpenBox SF - қолданыстағы HD DVB-S / DVB-S2 тарату арналарын реттеу үшін елу бес SF арнасын пайдалануға мүмкіндік беретін тюнер. DISEqC 1.0, 1.1, 1.2 және USALS протоколдарын қолдайды және джойстик теруді конфигурациялау үшін пайдалануға болады. Функция Spectrum Analyzer мүмкіндігі нақты және тез спутниктік қабылдағышты баптауға пайдалы, ал құрылғы бетіндегі пернетақта навигацияны жеңілдетеді және құрылғыны пайдалануды жеңілдетеді. Беру құрылғысының және азимуттың айналу бұрышын есептеу үшін жаңа «Есептеу» функциясы іске асырылды. Openbox SF-55 жүйесінің «Жүйе» бөлімінде сіз параметрлерді сыртқы USB дискісінде сақтауға және оларды жүктеуге болады. USB құрылғысын толтыру үшін құрылғының USB портын пайдалануға болады. Құрал сұр пластиктен жасалған, құрылғының жағында «OPENBOX» тауар белгісі. OpenFox SF-55 - ең күрделі тапсырмалардың орындалуын қамтамасыз ететін үлкен көмекші.

## **2.2 Жоғары дәлдіктегі сандық теледидар**

Қазіргі уақытта Жаңаөзен, Жезқазған, Алматы, Астана, Қарағанды қалаларында және 2015 жылы Қазақстан Республикасындағы жоғары сапалы сандық телевизия (DVB-T2) және DVB-T (HD) стандарттары орнатылды. Барлық қазақстандық арналарды көрсетеді (арналар 15-тен 30-ға дейін). Бұл

ресиверді орнату спутниктік таратқышты міндетті түрде орнатпайды, тек ресиверді бөлме немесе сыртқы сыртқы таратқышқа қосыңыз. Осылайша, шартты кіру картасын қарауды қажет етпейтін сигнал күшейткіші бар бөлме таратқышын сатып алу қажет, ол Irdeto CCA кіріктірілген шартты қатынау жүйесі. Қабылдау және жоғары дәлдік теледидар (1080p) декодтауды және стандартты дәлдікті қамтамасыз етеді. USB порты: музыка мен фотосурет файлдарын, таспа жаңартуларын және қабылдағышты жаңартуды жаңарту керек. 400 жады арнасы. Арналарды тағайындалған оператормен пайдалану керек. Эксклюзивті жарықтандыру және тамаша бейне және дыбыс сапасы. Teleged (EPG) ағымдағы / келесі және келесі 7 күндегі хабарларды қарау мүмкіндігін ұсынады. Қабылдаған бағдарламаға ресиверді қосу үшін таймерді тікелей теледидардан сақтауға болады. Бұл мүмкіндік қызықты хабарды жіберуге мүмкіндік береді. Энергияны үнемдеу. Күту режимін автоматты түрде пайдалану ұсынылады және ұзақ уақыт қалса, оны автоматты түрде өшіру ұсынылады. ТВ және радио арналары үшін 4 таңдалған тізім бар, 3 режимі бар 30 таймер (бір рет, күн сайын, апта сайын). Функциялар жас бойынша шектелген. Көптілді пайдаланушы интерфейсі. 4: 3, 16: 9 және Pan & Scan пішімі, Letterbox пішімі. Live Signal (OTA) және USB интерфейсі арқылы қабылдағыш бағдарламалық жасақтамасының жаһандануы. Автоматты және қолмен іздеу функциясы. Әр түрлі арна ұйымдастыру функциялары: сұрыптау, орналастыру, блоктау, жою және іздеу. Функция арналардың тізімін автоматты түрде жаңартады. Сіз көрген соңғы арнаны қосыңыз. Таспа шығысы: сандық күшейткішті HDMI, 3 RCA (таспа, аудио / бейне) қосуға арналған сандық аудио шығыс (S / PDIF). MV / DMV слоттары бар тюнер. Active Transmitting Receiver: Қолдау кабеліндегі таратқыш кернеуі 5 В болады. Таңдау 1080p, 1080i, 720p және 576p. MPEG-2, MPEG-4 және H.264 таспа стандарттарын қолдайды. Ажыратқыштар: трансивердің кірісі, трансивердің шығысы, HDMI, 3 RCA (таспа, аудио / бейне), коаксиалды S / PDIF, USB [4].

### 2.3 Қабылдау талаптары

Жабдықты қабылдаудың ең төменгі талаптары ISO 7816 стандартына сай смарт-карталарға арналған интерфейс (слот) болуы керек. Қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде, сондай-ақ осы тілдерде пайдаланушы басқаруға болады. Қоқыс салатын бағдарламалық жасақтама жаңартулары сымсыз жүктеу режимінде (OtAD) спутниктің көмегімен тексеріледі. Full HD ажыратымдылығы үшін 1920 x 1080i ажыратымдылығы, HDCP қолдауымен HDMI және т.б. HDTV және HDTV қабылдау үшін. NDS VideoGuard Express шартты қатынау жүйесі сондай-ақ интеграцияланған CI + интерфейс модулін пайдалануды ескереді. Transduser кірістері 10,7-11,7 / 11,7-12,75 ГГц сызықтық поляризация ауқымында жұмыс істейді. Таратқыштың қабылдайтын айнасы офсеттік түрге және кемінде 900 м-ге дейін болуы тиіс Барлық жабдық



өндірушілер өндірушінің сертификаттары мен Қазақстан Республикасының тиісті сертификаттарына ие болуы керек және алушыларда Kazteleradio операторымен біріктіруге арналған NDS VideoGuard Express сенімхат болуы керек. Барлық арналар (ОТАУ телеарнасынан басқа) NDS VideoGuard Express [14] авторлық құқықтарын қорғау және ақылы буманы пайдалану үшін, сондай-ақ заңсыз хабар таратуды болдырмау үшін шартты қатынау жүйесімен шифрланған. Бірнеше операторлар DVB SimulCrypt бірлескен шифрлау (шифрлау) архитектурасы үшін тек бір ғана шифрлау алгоритмін қолданады, бұл әртүрлі дәстүрлі қатынас жүйелерін пайдалануға мүмкіндік береді. Айна өлшемі қызмет көрсету аймағының ортасынан 0,6 м, спутниктік қабылдағыштан Intelsat 904 соңына дейін 1,2 м спутникті 60 ° шығыс бағытта жіберуге болады

### 2.3.1 MMDS хабар тарату жүйесі

Соңғы бірнеше жылда MMDS (Microwave Multipoint Distribution Service) жүйесі классикалық кабельдік желілерде кеңінен қолданылады. Тарату желілері коаксиалды немесе оптикалық кабельдік конструкциялардың көмегімен жасалады.

Бүгінгі таңда батыстық әлемде шамамен ондаған MMDS жүйесі енгізілген. Олар Интернетке қолжетімділік, интерактивті теледидар және кең жолақты сымсыз қатынау технологияларын ұйымдастырады. MMDS жүйелерін жоғары жылдамдықтағы сымсыз деректерді сандық ақпаратқа біріктіру мүмкіндігі «соңғы» мильдің мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Бұл тұтынушыларды басқа ақпараттық қызметтермен қамтамасыз ету үшін үлкен кеңістіктегі нарықтарға жол ашады. Онда тек горизонттың сызығы (60 км) бар радиохабар радиусын қамтамасыз ететін MMDS жүйесі ғана бар [2].

Пайдаланушы сұраған ақпарат QPSK модуляциясын, 16, 32, 64, 128 немесе 256-QAM пайдаланатын ағындары бар сандық арнада беріледі. Бұл жағдайда арнаның өткізу қабілеттілігіне және таңдалған модуляция сигналына байланысты, 8 МГц-ке бір телеарнаның 56 Мбит / с жылдамдығымен деректер беріледі. Пайдаланушылар уақытты бөлісу режимі арқылы интернеттен деректерді толық жылдамдықпен алады. Бұл модемге (33,6 кбит / с) қарағанда 1000-1500 есе тезірек, ISDN-ден (64 және 128 кбит / с) қарағанда 200-400 есе тезірек, Е1-ден 20-30 есе тезірек немесе RadioEthernet (2 Мбит / с) жылдам.

MMDS жүйесінің қызмет көрсету аймағы таратушы қабылдағыш радиусы, таратқыштың күші, тарату каналының нөмірі, қабылдағыш-бергіштің жолын жоғалту және қабылдағыш пен қабылдағыштың күші арқылы анықталады. Қазіргі уақытта Қазақстанда алғаш рет Мыңжылдық дамудың бірінші индикаторы құрылды және енгізілді. 50 байланыс нүктелері ұйымдастырылды, жүйеге 100-ден астам пайдаланушы қосылды, оның ішінде

жиналғандар. Желінің абоненттері жоғары жылдамдықты Интернет, Интернет-телефония, қосымша телеарналар, радиоарналар алады.

MMDS құру және пайдалану процесінде MMDS желісінің негізгі артықшылықтарының бірі болып табылады, ол кабельдерден арзан (кемінде 20 километр қашықтықта 100 порттан кем дегенде 4 есе). Кабельдік желімен салыстырғанда, MMDS жүйесі шағын және мобильді, жөндеу және жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін үлкен қызметкерлерді қажет етпейді. MMDS негізіндегі желілер қысқа мерзімде құрылады және шығындарды толығымен ақтайды. Көп арналы жүйелерде MMDS-ді әдеттегі хабар тарату жүйелерімен салыстырғанда бірнеше артықшылығы бар: олар сигналы бар бағдарламада 25 арнаға дейін және цифрлық сигналдармен стандартты MPEG-2 модуляциясынан 4-6 есе асады. Таратқыштың қуаты 1000 Вт-тан (1-ден 10 Вт-қа дейін) аз болғанда радио және теледидарлық хабарлар экологиялық қауіпсіз деңгейде сақталады. (Анықтама үшін: заманауи хабар тарату жүйесі метрлік диапазонда 50 кВт, телебастадағы электромагниттік өрістер нормадан асып кететін дескимер диапазонында 10 кВт таратқышқа дейін қолданылады. 15-тен 25 см-ге дейінгі абоненттік құрылғылардың арзан бағалары желілік өлшемдері бар кішкентай пішімдерде қолдануға арналған. Осы жүйелерге арналған кедергі жиіліктерінің (2.5-2.7 ГГц) салыстырмалы төмен шу деңгейіне байланысты сигнал сапасы өте жоғары. NTSC, PAL, SECAM телеарналарынан стандарттарды қабылдау шарттарының тәуелсіздігі сигналды цифрлау арқылы жүзеге асырылады. Көп қабатты ғимараттары бар ірі қалаларда MMDS желілері «өлі аймақтарды» алып тастауға мүмкіндік береді. Кабельді телевизия жүйесін жасаумен салыстырғанда олар қаржылай үнемдеуді қамтамасыз етеді. Егер кабель қорапшасының ұзындығы 5-тен 20 км-ге дейін жекелеген учаскелерді қамту қажет болса, релдерді таңдау кабельдерге қарағанда тиімдірек болуы мүмкін. Ішкі және суасты желілерінің болмауына байланысты операциялық шығындар біршама азаяды. Қалалар мен табиғи апаттардың (өрттің, жер сілкірудің, қауіпті жағдайлардың) қайта қалпына келуі нәтижесінде кәбілдік және эфирлік хабар тарату жүйесінің сенімділігі жоғарылады, себебі кабель байланысы бүлінуі мүмкін. MMDS негізіндегі телеарналар аймақтық трансляция бағдарламаларының санын көбейте алады: 2-5 орнына, теледидар көрермендері 25 ұқсас және 100 сандық шетелдік арналарды көре алады. Қазақстан Республикасындағы бұл тарату жүйесін AlmaTV компаниясы кабельдік теледидармен бірге пайдаланады.

### **2.3.2 Ұлттық хабар тарату**

Қазақстан Республикасының Ұлттық спутниктік теледидарлық хабар тарату жүйесінің операторы Katelco болып табылады. Ұлттық спутниктік хабар тарату жүйесінің функциясы трансляторлардан алынатын лента мен дыбыс сигналдарын сол таратқыш жиілігі мен Intelsat-904 спутниктік таратқышы

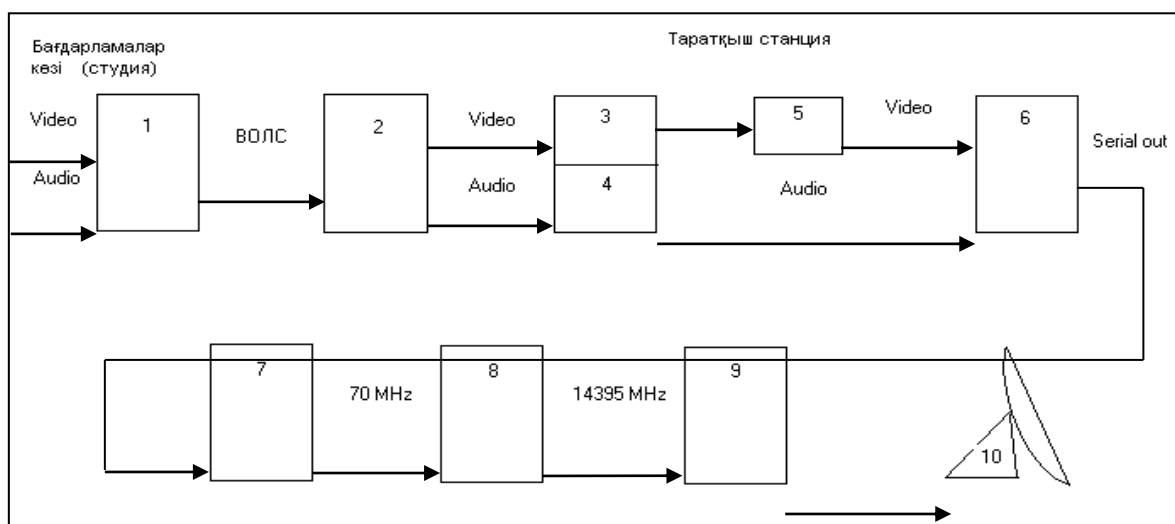
арқылы бір уақытта интеграциялау болып табылады, бұл оларды MPEG-2 стандарттарымен үйлесімді етеді. Спутниктік таратқыш Қазақстан Республикасының аумағының қолайлы жазықтығына бағытталып, қуатты энергетикалық параметрлерге ие болғандықтан, теле- / радиобағдарламаларды қабылдау үшін шағын диаметрлі тарату құрылғысын пайдалануға болады. Радиациялық бақылау аймағына Қырғыз Республикасының, Ресейдің, Қытайдың, Монғолияның және Өзбекстанның шекара аудандары кіреді.

Қазіргі уақытта алты трансляциялау бағдарламасынан және алты радио бағдарламадан Ұлттық спутниктік теле- радио радиохабар тарату желісінің 200-ден астам спутниктік хостері таратылады. Сонымен қатар, спутниктік хабар тарату жүйесі спутниктің іргелес аумағында орналасқан Қазақстандағы елшіліктер мен өкілдіктерді қамтамасыз етеді. Балтық елдері (Вильнюс), Ресей (Мәскеу), Қырғызстан (Бішкек), Өзбекстан (Ташкент), Түрікменстан (Ашхабад) және көптеген басқа елдердегі өкілдіктер.

Қазақстандағы эфирге шыққаннан кейін Кателко ақылы спутниктік телевизиялық қызметті дамытуға кірісті.

Өз жұмысын кеңейту және заманауи әлемдік технологияларды зерделеу үшін спутниктік көп арналы теледидарды тікелей тарату Katelko Plus жобасын іске асыруға кірісті. Бұл жоба Intelsat-904 спутнигінің маңында кез-келген нүктеде сандық форматта 30-ға жуық өзіңіздің және ғаламдық арналарыңызды алуға мүмкіндік береді. Арна қабылдау - бұл Motorola компаниясы жасап шығарған қарапайым сандық қабылдағыш және жекелеген спутниктік таратушы құрылғылардан диаметрі 0,6 м. Жүйе әр пайдаланушыға өзінің бағдарламалық пакетін құруға және қосымша арналармен дерекқорды толықтыруға мүмкіндік береді [3].

Мемлекеттік каналдардың тарату сызбасы 2.2 суретте көрсетілген.



Сурет 2.2 – Мемлекеттік телерадио программалардың трансляциялау сызбасы

Мемлекеттік теле- және радиобағдарламалардың мынадай эфирлік комбинациясы мыналарды қамтиды:

1) оптикалық модулятор оптикалық байланыс үшін оптикалық сигналдарға аудио және бейне сигналдарын түрлендіреді;

2) оптикалық демодулятор оптикалық сигналды аналогтық аудио және бейне сигналдарына түрлендіреді. «Потер» оптикалық құрылғылар өндірушісі (Мәскеу қ.);

3) күшейткіш - бейне түзету («Sigma Electronics»);

4) күшейткіш - түзету аудио жүйесі («Сигма Электроникасы»);

5) SECAM-PAL декодері (үшінші тарап құрылғысы PAL жүйесінде жұмыс істейтін болғандықтан);

6) «Motorola», бейне және аудио сигналдарды сандық сигналдарға түрлендіретін Formatconverter (ADC);

7) Digital Encoder («Motorola») - сандық сигналды PPR сигналына (70 МГц) түрлендіреді;

8) Конвертерді күшейту (Comsat RSI шығысы) - шығыс сигналын Ку-диапазонына (~ 14 ГГц) түрлендіреді;

9) «Varian» күшейткіш күшейткіші - HPA-700W;

10) таратушы қабылдағыш.

Мемлекеттік теле- және радиобағдарламалардың хабар тарату схемасының ерекшелігі, сигнал көзі - сандық студиялар емес, сандық және аналогтық қабылдағыш. Олардың арқасында әртүрлі спутниктердің бағдарламалары (Express6A, Yamal-100 және т.б.) бір MPEG-2 форматында қабылданады және қайта жіберіледі, содан кейін пайдаланушы 11-12 ГГц жолағында жұмыс істейтін құрылғы арқылы қабылданады.

1.2 суретте көп арналы сандық телевизия таратқыштың таратқышының блок-схемасы көрсетілген [3], ол мыналарға негізделген:

1) Қолдану көздері - спутниктік қабылдағыштар (30 дана), «Humax», «Drake», «Prosat», «Philips»;

2) Аудио және видео күшейткіш - түзеткіштер, 30 дюйм, Сигма электроникасы;

3) Формат Конвертері (ADC, «Motorola»);

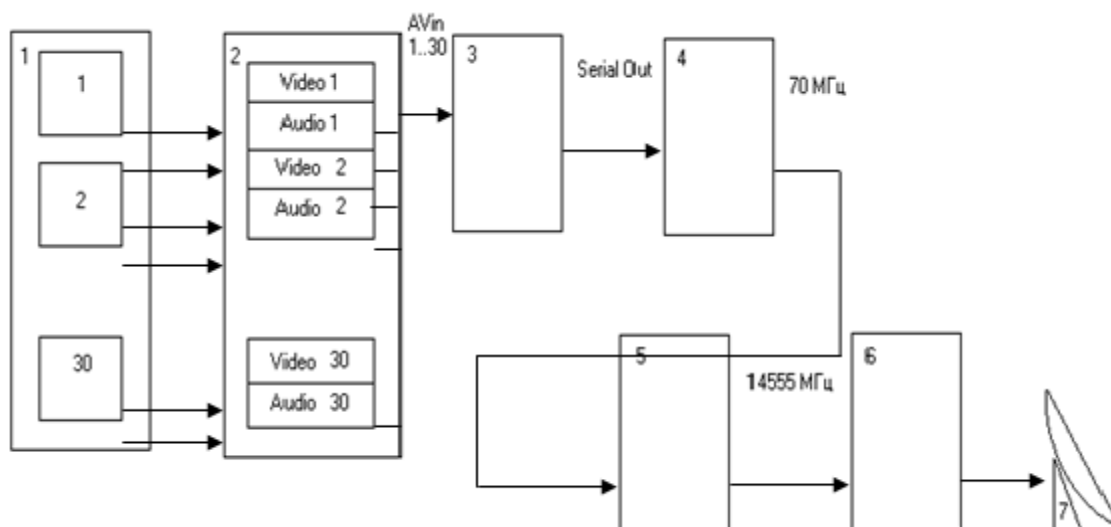
4) Digital Encoder («Motorola»);

5) түрлендіргішті күшейту («Comsat RSI»);

6) «Varian HPA-700W» қуат күшейткіштері;

7) таратушы қабылдағыш.

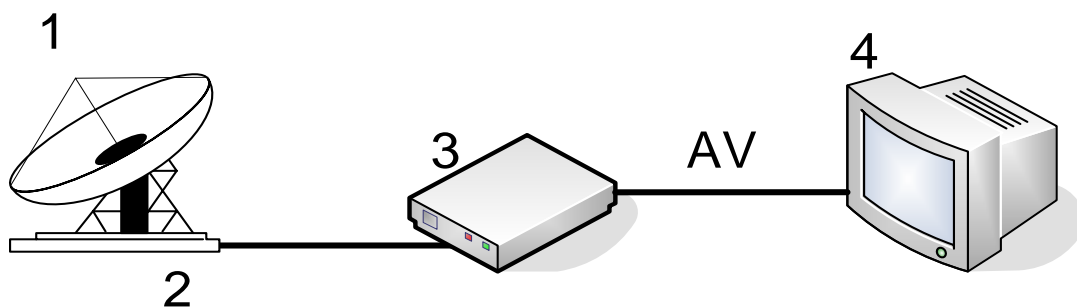
1) таратушы тарату қабылдау құрылғысының.



2.3 Сурет–Тікелей хабар таратудың көпарналы цифрлық теледидар қондырғысының тарату бөлігінің құрылымдық схемасы

2.4-сурет төмендегі бөлімдерден тұратын бөлек қабылдау құрылғысының блоктық схемасын көрсетеді:

- 1) спикерді қабылдау (радиатор, поляризатор, түрлендіргіш);
- 2) қабылдағыштың қабылдаушысы;
- 3) «MotorolaDSR-406» делдалдығы;
- 4) теледидар.



Сурет 2.4 – Жеке қабылдау қондырғының құрылымдық схемасы

Құрылғы ғимарат ішіндегі шатырға, балконға орналастырылған таратқыш диаметрі 0,6-дан 2,0 м-ге дейінгі офсеттік қабылдағышты қамтиды. Бірақ көлеңке жоқ (ағаштар, ғимараттар және т.б.). Спутниктік сигнал қабылдағышпен қабылданады және поляризация (тік, көлденең және дөңгелек) сигналының шығуын қамтамасыз ететін поляризаторға жіберіледі. Содан кейін сигнал күшейткішті және 0,7 - 2,15 ГГц бірінші аралыққа айналуы қамтамасыз ететін түрлендіргішке енеді. Алғашқы түрлендірілгеннен кейін, қабылданған сигнал қабылдағышқа (қабылдағышқа) өтеді, ол әдетте теледидардың жанында орналасқан. Сигналды күшейту, оның екінші конвергенциясы, арна таңдау,

демодуляция, таспа мен аудио сигналдарды тарату және бір стандартты теледидарды бірнеше арнаға беру. Кернеу жылу алмастырғыштан RF қабылдағышына берілуі керек.

## 2.4 Түсті беру стандарттары

Қазіргі уақытта, спутниктік теледидар сияқты, түсті теледидар сигналдарын қалпына келтіру жүйелеріне көшу уақытша сигнал беру қағидасына негізделген, басқаша айтқанда «цифрлық».

Мұнда енгізілген аналогты цифрлық норма - аралық фракция, мультиплексирленген аналогтық компоненттер жүйесінің атауы. NTSC, PAL және SECAM салыстырғанда, MAS түсті телевизиялық стандарт теледидар экранында жақсартылған бейнені ойнатуға мүмкіндік береді.

PAL жүйесі үшін MAS артықшылықтарын ескеріңіз:

- 1) бояу кедергілерінің және қиылысу кедергілерінің болмауы;
- 2) электромагниттік сигналдардың шуылға қатынасын жақсарту;
- 3) сандық және аналогтық компоненттерді тасымалдағышта біріктіру жоғары сапалы цифрлық аудио және деректер сигналдарымен қамтамасыз етіледі;
- 4) HDTV-ды дербес өңдеу және өңдеу үшін бейне пішімі 4: 3 және 16: 9 стандартты болуы мүмкін;
- 5) Эфирлік адрестеуді қолдана отырып, қабылдағыштардың шартты қатынау жүйесінің икемділігі ішкі декодер бөлігін қажет етпейді.

Қазіргі уақытта спутниктік хабар тарату үшін MPEG-2 жүйесі іске асырылуда. Бұл ұйымның қысқа атауы - суреттерді жылжыту бойынша сарапшылар тобы. Бұған қоса, бұл сандық телевизия жүйесі таспа мен дыбыс сигналының қысылуына негізделген. MPEG-2 стандарты теледидарлық хабар таратудың сандық хабар таратуының барлық түрлеріне арналған кодтау форматтарын анықтайды. Бұл 4-тен 9 Мбит / с жылдамдықтағы жоғары сапалы телевизиялық суреттерді алуға мүмкіндік береді. HDTV (жоғары ажыратымдылықтағы теледидар жүйесі).

Таспалы сигналды қысу дегеніміз не? Осы операцияның мағынасын түсіну үшін фермадан қала нарығына өзен бойында жүзіп бара жатқан баржаны елестетіп көріңіз. Астық тасымалдау бағасы баржаның орналасуымен анықталады. Бірақ сіздің бидай мөлшерін азайту үшін арнайы машина бар, сондықтан тасымалдау құны екі есе азайды. Сіз нарыққа шыққанда, машина бірінші көлемді бидайды қайтарады және оны сатасыз.

Сандық қысу - бұл арнайы теледидар қысу сымы, ол өз кезегінде, қанағаттанарлықсыз сигналмен (аналогтық) салыстырғанда спутниктік арнаның өткізу жолағын азайтады.

Америка Құрама Штаттарында сығымдауды 200 мың АҚШ долларына ай сайын жалға берудің тиімділігі 1 млн. АҚШ долларын құрайды. Жерсеріктік

арналардың қолжетімділігі төмен және спутниктік байланыс пен байланыс қызметтерінің санын көбейту таспаға сандық басып шығару технологиясын пайдалану үшін өте пайдалы. Сондықтан серіктік спутникті қолданатын компаниялар спутниктік хабар таратуды бастайды немесе кеңейтеді, жаңа технологияға көшуден пайда көреді.

Аналогтық технологиямен салыстырғанда таспаның цифрлық саусақ іздері беріліс кедергісі арқылы тұрақты, жоғары сапалы сигнал береді. Сандық сигнал ұқсас емес болғандықтан, теледидар қабылдағышы студиядан сигнал алады.

Спутниктік теледидардың келесі буыны іске қосылады. MPEG-2-де деректерді алудың жаңа және жетілдірілген жабдықтарына қажеттілік бар. Бірақ қазіргі және келешекте сандық спутниктік теледидар

### 3 Радиожолды энергетикалық есептеу

Спутниктік байланыс линиясы екі бөліктен тұрады: Жер-спутник және спутник-Жер. Энергетикалық мағынада екі бөлік те кернеуленген болып табылады, біріншісі – таратушылар қуатының төмендеуіне және жер станцияларының қарапайымдылыққа ұмтылуынан, ал екіншісі – габарит өлшемдеріне, борттық ретрансляторлардың қуатын лимиттеуші энерго қажеттіліктеріне және массаға шектеу қоюдан.

Спутниктік линияның негізгі ерекшелігі – үлкен физикалық қашық трассада энергияның өшумен (әлсіреу, алшақтау, тыну) байланысты сигналды жоғалтудың болуы. ИСЗ орбитасының биіктігі 36 мың км болғанда трассадағы сигнал өшуі 200 дБ-ге жетеді. Спутниктік байланыс линияларындағы сигналдың кеңістікте негізгі өшуі атмосферадағы жұтылу, поляризация тығыздығының фарадей айналуы, рефракция, деполяризация және т.б. факторлар әсер етеді. Бір жағынан спутниктің қабылдағыш құрылғысына және жер станциясына өзінің флуктуациялық шылдарынан басқа Космос, Күн және планеталар шағылуы сияқты көптеген бөгеуілдер әсер етеді. бұл шарттарда факторларды дұрыс әрі нақты есептеу жүйені оптималды жобалауға мүмкіндік береді, оның сенімді жұмысын сонымен қатар жердегі және борттық аппаратурадағы қиындықтардың жалған артуына әкелетін артық энергетикалық қорларды өшіруге мүмкіндік береді.

#### 3.1 Кесте - ЗС координаттары

Қала	Кендігі, °с.ш.	Ұзақтығы, °в.д.
Алматы	43,25	76,9
Астана	51,50	71,50

Бұл жұмыста HDTV Қазақстан территориясында таратуды, мысал ретінде Алматы және Астана қалалары территориясында орталық және регионалды станцияларды орнатуды жоспарлаймыз. 3.1-кестеде жоспарланған қабылдаушы және таратушы пункттердің координаттары келтірілген.

#### 3.1 « Ки» диапазонындағы «жоғары» жүйесі үшін энергетикалық есептеулер

КС таратушы мен ЗС қабылдаушы антенналарының арасындағы қашықтықты есептейік,



$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot \cos(\psi)} \quad (3.1)$$

$$\cos(\psi) = \cos(\xi_{3C}) \cdot \cos(\beta) \quad (3.2)$$

мұндағы  $\xi_{3C}$  – жер станциясының кеңдігі;

$\beta$  – жер және ғарыш станцияларының ұзақтылықтарының әртүрлілігі.

Сондықтан

$$\beta = \beta_{KC} - \beta_{3C} = 86,5^0 - 76,9^0 = 9,6^0$$

$$\cos(\psi) = \cos(43,26^0) \cdot \cos(9,6^0) = 0,71$$

Сонда

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot 0,71} = 42644 \cdot 0,88 = 38142 \cdot 10^3 \text{ км}$$

Қабылдаушы трактының суммалық шуылды температурасы

$$T_{\Sigma} = T_A + T_0 \cdot \frac{(1-\eta)}{\eta} + \frac{T_{III}}{\eta} \quad (3.3)$$

мұндағы  $T_A$  – шуыл температурасы СЛС;

$T_0 \approx 290 \text{ К}$ ;

$\eta$  - КПД АФТ ЗС,

$K_{III} = 8$  - ЗС қабылдағыштың шуыл коэффициенті,

$T_A = 29,44 \text{ К}$  – ЗС антеннасының шуыл температурасы,

$T_{III} = (K_{III} - 1) \cdot T_0$  – қабылдағыштың меншіктік шуыл температурасы

$$T_{III} = (8 - 1) \cdot 290 = 2030 \text{ К}$$

$$T_{\Sigma} = 29,4 + 290 \cdot \frac{(1-0,9)}{0,9} + \frac{2030}{0,9} = 2310,2 \text{ К}$$

ЗС антеннасының кушейту коэффициенті

$$G_{3C} = \frac{10 \cdot g \cdot D_A^2}{\lambda^2} \quad (3.4)$$

мұндағы  $g$  – антеннаның жоғарғы жағын қолданғандағы коэффициенті  
(0,6÷0,8);

$D_A$  – антенна диаметрі (3,7 м деп алайық);

$\lambda$  – толқын ұзындығы.

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

$$G_{ЗС} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 3,7^2}{0,021^2} = 217301,6 \text{ или } 10 \lg(217301,6) = 53,3 \text{ дБ}$$

Трассадағы қосымша әлсіреу (сигнал энергиясының атмосферадағы жұтылуы, рефракция әсерінен жоғалтуы, антенна поляризациясының үйлесімсіздігі әсерінен болатын жоғалтулар)

$$L_{доп} = 0,8 + 0,9 + 0,2 = 1,9 \text{ дБ немесе } 1,55 \text{ есе.}$$

Таратқыш қуаты ЗС

$$P_{ПРД(ЗС)} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{доп} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{ш.Б} \cdot a \cdot \left( \frac{P_C}{P_{Ш}} \right)_{\Sigma}}{\lambda^2 \cdot G_{ПРД} \cdot G_{ПРМ} \cdot \eta_{ПРД} \cdot \eta_{ПРМ}} \quad (3.5)$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$a = 6 \text{ дБ (3,98 есе)}$

$L_{доп}$  – трассадағы қосымша әлсіреу;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Вт/Гц} \cdot \text{град}$  – Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2310,2 \text{ К}$  – шуылдық температура қосындысы;

$\Delta f_{ш.Б.} = 54 \text{ МГц}$  – қабылдағыштың шуылдық жолағы.

Борттық ретранслятор антеннасының кушіту коэффициенті 38 дБге тең, немесе қатыстық бірліктерге ауыстырсақ,  $10^{38/10} = 6309$  есе.

Ендеше (3.5) ке ауыстырсақ, онда

$$P_{ПРД(КС)} = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38142,7 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,55 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2310 \cdot 54 \cdot 10^6 \cdot 3,98 \cdot 15,8}{0,021^2 \cdot 6309 \cdot 217301,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 70 \text{ Вт}$$

немесе  $P_{ПРД(КС)} = 18,45 \text{ дБ}$ .

Сигналдың әлсіреуі

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2}, \quad (3.6)$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$\lambda$  – толқын ұзындығы.

$$L_0 = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38142 \cdot 10^3)^2}{0,021^2} = 5,2 \cdot 10^{20} \text{ или } 207,1 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыш кірісіндегі шуылдардың жалпы қуаты

$$P_u = k \cdot T_\Sigma \cdot \Delta f_u \quad (3.7)$$

мұндағы  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град –Больцман тұрақтысы;  
 $T_\Sigma = 2310$  К – шуылдық температура қосындысы;  
 $\Delta f_n = 54$  МГц –қабылдағыштың шуылдық жолағы.

$$P_u = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2310 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1,89 \cdot 10^{-12} = 1,89 \text{ пВт}$$

### 3.2 «Ки» диапазонындағы «төмен» сызығы үшін энергетикалық есептеулер

КС таратушы мен ЗС қабылдағыш антенналар арақашықтықтарын есептейік,

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

мұндағы  $\cos(\psi) = \cos(\xi_{ЗС}) \cdot \cos(\beta)$

$\xi_{ЗС}$  –жердегі станция кеңдігі;

$\beta$  –жердегі және космостағы станциялар ұзақтықтарының әртүрлілігі.

Сондықтан

$$\beta = \beta_{КС} - \beta_{ЗС} = 86,5^\circ - 71,5^\circ = 15^\circ$$

$$\cos(\psi) = \cos(51,5^\circ) \cdot \cos(15^\circ) = 0,6$$

Сонда  $d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot 0,6} = 42644 \cdot 0,9 = 38678,6$  км

Қабылдағыш трактысының шуылдық температура қосындысы

$$T_\Sigma = T_A + T_0 \cdot \frac{(1 - \eta)}{\eta} + \frac{T_{ш}}{\eta},$$

мұндағы  $T_A$  – антеннаның шуылдық температурасы;

$T_0 \approx 290$  К;

$T_{ш} = (K_{ш} - 1) \cdot T_0$  – қабылдағыштың меншіктік шуыл температурасы.

$$T_{III} = (7-1) \cdot 290 = 1740 \text{ К}$$

$$T_{\Sigma} = 100 + 290 \cdot \frac{(1-0,9)}{0,9} + \frac{1740}{0,9} = 2065,6 \text{ К}$$

ЗС антеннасының күшейту коэффициенті

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

мұндағы  $g$  – антеннаның жоғарғы жағын қолданғандағы коэффициенті (0,6÷0,8);

$D_A$  –антенна диаметрі ( 3,7 м деп алайық);

$\lambda$  – толқын ұзындығы

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{11 \cdot 10^9} = 0,027 \text{ м}$$

Трассадағы қосымша әлсіреу (сигнал энергиясының атмосферадағы жұтылуы, рефракция әсерінен жоғалтуы, антенна поляризациясының үйлесімсіздігі әсерінен болатын жоғалтулар)

$$G_{ЗС} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 3,7^2}{0,027^2} = 141760,35 \text{ или } 10 \lg(141760,35) = 51,5 \text{ дБ}$$

$$L_{доп} = 0,8 + 0,9 + 0,2 = 1,9 \text{ дБ немесе } 1,55 \text{ есе.}$$

Таратқыш қуаты ЗС

$$P_{ПРД(КС)} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{доп} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{ш.з.} \cdot b \cdot \left( \frac{P_C}{P_{III}} \right)_{\Sigma}}{\lambda^2 \cdot G_{ПРД} \cdot G_{ПРМ} \cdot \eta_{ПРД} \cdot \eta_{ПРМ}} \quad (3.8)$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$L_{доп}$  – трассадағы қосымша әлсіреу;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град –Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2065,6$  К – шуылдық температура қосындысы;

$\Delta f_{ш.з.} = 54$  МГц – қабылдағыштың шуылдық жолағы.

Борттық ретранслятор антеннасының күшейту коэффициенті 35 дБге тең, немесе қатыстық бірліктерге ауыстырсақ,  $10^{\frac{35}{10}} = 79,43$  есе.

Төмен сызығы үшін қор коэффициенті  $b = 1,2$  дБ немесе 1,32 рет, ЗС қабылдағышы мен борттық ретрансляторы үшін КПД<sub>АФТ</sub> 0,9 дБ ге тең немесе 1,23 рет.

Ендеше берілгендерді (5) формулаға қойсақ, онда:

$$P_{\text{ПРД(КС)}} = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38678,1 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,55 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2065,6 \cdot 54 \cdot 10^6 \cdot 1,32 \cdot 15,8}{0,027^2 \cdot 3162 \cdot 141760,35 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 41,6 \text{ рет}$$

немесе  $P_{\text{ПРД(КС)}} = 16,19 \text{ дБ}$ .

Сигналдың әлсіреуі

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2},$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;  
 $\lambda$  – толқын ұзындығы.

$$L_0 = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38678 \cdot 10^3)^2}{0,027^2} = 3,5 \cdot 10^{20} \text{ или } 204,7 \text{ дБ}.$$

Қабылдағыш кірісіндегі шуылдардың жалпы қуаты

$$P_{\text{ш}} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш}},$$

мұндағы  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Вт/Гц} \cdot \text{град}$  – Больцмана тұрақтысы;  
 $T_{\Sigma} = 2065,6 \text{ К}$  — шуылдық температура қосындысы;  
 $\Delta f_{\text{ш}} = 54 \text{ МГц}$  – қабылдағыштың шуылдық жолағы

$$P_{\text{ш}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2065,6 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1,68 \cdot 10^{-12} = 1,68 \text{ пВт}$$

### 3.3 «Ka» диапазонындағы «жоғары» сызығы үшін энергетикалық есептеулер

КС таратушы мен ЗС қабылдағыш антенналар арақашықтықтарын есептейік,

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

$$\cos(\psi) = \cos(\xi_{\text{ЗС}}) \cdot \cos(\beta)$$

мұндағы  $\xi_{\text{ЗС}}$  – жердегі станция кендігі;

$\beta$  – жердегі және космостағы станциялар ұзақтықтарының әртүрлілігі.

Сондықтан;

$$\beta = \beta_{\text{КС}} - \beta_{\text{ЗС}} = 86,5^{\circ} - 76,9^{\circ} = 9,6^{\circ}$$

$$\cos(\psi) = \cos(43,26^{\circ}) \cdot \cos(9,6^{\circ}) = 0,71$$

Сонда

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot 0,74} = 42644 \cdot 0,88 = 38142 \cdot 10^3 \text{ м}$$

Қабылдағыш трактысының шуылдық температура қосындысы

$$T_{\Sigma} = T_A + T_0 \cdot \frac{(1-\eta)}{\eta} + \frac{T_{\text{ш}}}{\eta},$$

мұндағы  $T_A$  – СЛС антеннаның шуылдық температурасы;

$$T_0 \approx 290 \text{ К};$$

$\eta$  - КПД АФТ ЗС,

$K_{\text{ш}} = 8$  - ЗС қабылдағышының шуыл коэффициенті,

$T_A = 95 \text{ К}$  –ЗС антеннасының шуыл температурасы,

$T_{\text{ш}} = (K_{\text{ш}} - 1) \cdot T_0$  – қабылдағыштың меншіктік шуыл температурасы.

$$T_{\text{ш}} = (8 - 1) \cdot 290 = 2030 \text{ К}$$

$$T_{\Sigma} = 95 + 290 \cdot \frac{(1-0,9)}{0,9} + \frac{2030}{0,9} = 2382,8 \text{ К}$$

ЗС антеннасының күшейту коэффициенті

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

мұндағы  $g$  – антеннаның жоғарғы жағын қолданғандағы коэффициенті (0,6÷0,8);

$D_A$  –антенна диаметрі ( 2 м деп алайық);

$\lambda$  – толқын ұзындығы

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{29,5 \cdot 10^9} = 0,01 \text{ м}$$

$$G_{\text{ЗС}} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 2^2}{0,01^2} = 280000 \text{ или } 10 \lg(280000) = 54,47 \text{ дБ}$$

Трассадағы қосымша әлсіреу (сигнал энергиясының атмосферадағы жұтылуы, рефракция әсерінен жоғалтуы, антенна поляризациясының үйлесімсіздігі әсерінен болатын жоғалтулар)

$$L_{\text{доп}} = 0,8 + 0,9 + 0,2 = 1,9 \text{ дБ немесе } 1,55 \text{ есе.}$$

ЗС таратқышының қуаты

$$P_{\text{ПРД(ЗС)}} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш.Б}} \cdot a \cdot \left( \frac{P_C}{P_{\text{Ш}}} \right)_{\Sigma}}{\lambda^2 \cdot G_{\text{ПРД}} \cdot G_{\text{ПРМ}} \cdot \eta_{\text{ПРД}} \cdot \eta_{\text{ПРМ}}},$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$a = 6\text{дБ}$  (3,98 есе)

$L_{\text{доп}}$  – трассадағы қосымша әлсіреу;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град – Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2382,8$  К – шуыл температурасының қосындысы;

$\Delta f_{\text{ш.Б}} = 120$  МГц – қабылдағыштың шуылдық жолағы.

Борттық ретранслятор антеннасының кушйту коэффициенті 45 дБге тең , немесе қатыстық бірліктерге ауыстырсақ ,  $10^{\frac{45}{10}} = 31622,77$  рет.

Ендеше формулаға қойсақ , онда:

$$P_{\text{ПРД(КС)}} = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38142,7 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,55 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2382,8 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 3,98 \cdot 15,8}{0,01^2 \cdot 279898 \cdot 31622,77 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 119 \text{ Вт}$$

немесе  $P_{\text{ПРД(КС)}} = 20,7$  дБ.

Сигналдың әлсіреуі

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2},$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$\lambda$  – толқын ұзындығы.

$$L_0 = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38142 \cdot 10^3)^2}{0,01^2} = 22,85 \cdot 10^{20} \text{ или } 213,58 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыш кірісіндегі шуылдардың жалпы қуаты

$$P_{\text{ш}} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш}},$$

мұндағы  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град – Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2382,8$  К – шуылдық температура қосындысы;

$\Delta f_{\text{ш}} = 120$  МГц – қабылдағыштың шуылдық жолағы

$$P_{\text{ш}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2382,8 \cdot 120 \cdot 10^6 = 4,2 \cdot 10^{-12} = 4,2 \text{ пВт}$$

### 3.4 «Ka» диапазонындағы «төмен» сызығы үшін энергетикалық есептеулер

КС таратушы мен ЗС қабылдағыш антенналар арақашықтықтарын есептейік,

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

м ұндағы  $\cos(\psi) = \cos(\xi_{ЗС}) \cdot \cos(\beta)$ ;

$\xi_{ЗС}$  – жердегі станция кеңдігі;

$\beta$  – жердегі және космостағы станциялар ұзақтықтарының әртүрлілігі.

Сондықтан

$$\beta = \beta_{КС} - \beta_{ЗС} = 86,5^{\circ} - 71,5^{\circ} = 15^{\circ}$$

$$\cos(\psi) = \cos(51,5^{\circ}) \cdot \cos(15^{\circ}) = 0,6$$

Сонда

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0,2954 \cdot 0,6} = 42644 \cdot 0,9 = 38678,6 \text{ км}$$

Қабылдағыш трактысының шуылдық температура қосындысы

$$T_{\Sigma} = T_A + T_0 \cdot \frac{(1 - \eta)}{\eta} + \frac{T_{ш}}{\eta},$$

мұндағы  $T_A$  – антеннаның шуылдық температурасы;

$T_0 \approx 290 \text{ К}$ ;

$\eta$  - КПД АФТ ЗС,

$K_{ш} = 7$  - ЗС қабылдағышының шуыл коэффициенті,

$T_A = 100 \text{ К}$  – ЗС антеннасының шуыл температурасы,

$T_{ш} = (K_{ш} - 1) \cdot T_0$  – қабылдағыштың меншіктік шуыл температурасы.

$$T_{ш} = (7 - 1) \cdot 290 = 1740 \text{ К}$$

$$T_{\Sigma} = 100 + 290 \cdot \frac{(1 - 0,9)}{0,9} + \frac{1740}{0,9} = 2065,6 \text{ К}$$

ЗС антеннасының күшейту коэффициенті



$$G_{3C} = \frac{10 \cdot g \cdot D_A^2}{\lambda^2},$$

мұндағы  $g$  – антеннаның жоғарғы жағын қолданғандағы коэффициенті (0,6÷0,8);

$D_A$  –антенна диаметрі ( 2м деп алайық);

$\lambda$  – толқын ұзындығы.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{19,5 \cdot 10^9} = 0,015 \text{ м}$$

$$G_{3C} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 4^2}{0,015^2} = 93333,33 \text{ или } 10 \lg(93333,33) = 49,7 \text{ дБ}$$

Трассадағы қосымша әлсіреу (сигнал энергиясының атмосферадағы жұтылуы, рефракция әсерінен жоғалтуы, антенна поляризациясының үйлесімсіздігі әсерінен болатын жоғалтулар)

$$L_{\text{доп}} = 0,8 + 0,9 + 0,2 = 1,9 \text{ дБ немесе } 1,55 \text{ рет.}$$

КС таратқышының қуаты

$$P_{\text{ПРД(КС)}} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш.з.}} \cdot b \cdot \left( \frac{P_C}{P_{\text{ш}}} \right)_{\Sigma}}{\lambda^2 \cdot G_{\text{ПРД}} \cdot G_{\text{ПРМ}} \cdot \eta_{\text{ПРД}} \cdot \eta_{\text{ПРМ}}},$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$L_{\text{доп}}$  – трассадағы қосымша әлсіреу;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град – Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2065,6$  К – шуылдық температура қосындысы;

$\Delta f_{\text{ш.з.}} = 120$  МГц – қабылдағыштың шуылдық жолағы;

Борттық ретранслятор антеннасының күшейту коэффициенті 45 дБ-ге тең, немесе қатыстық бірліктерге ауыстырсақ,  $10^{\frac{45}{10}} = 31622,7$  рет .

Төмен сызығы үшін қор коэффициенті  $b = 1,2$  дБ немесе 1,32 рет, ЗС қабылдағышы мен борттық ретрансляторы үшін  $\text{КПД}_{\text{АФТ}} 0,9$  дБ ге тең немесе 1,23 рет.

Ендеше берілгендерді (3.5) формулаға қойсақ, онда:

$$P_{\text{ПРД(КС)}} = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38678,1 \cdot 10^3)^2 \cdot 1,55 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2065,6 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 1,32 \cdot 15,8}{0,015^2 \cdot 31622,7 \cdot 93333,33 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 54,4 \text{ рет}$$

немесе  $P_{\text{ПРД(КС)}} = 17,35$  дБ.

Сигналдың әлсіреуі

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2},$$

мұндағы  $d$  – КС мен ЗС арақашықтығы;

$\lambda$  – толқын ұзындығы.

$$L_0 = \frac{16 \cdot 3,14^2 \cdot (38678 \cdot 10^3)^2}{0,015^2} = 10,52 \cdot 10^{20} \text{ или } 210 \text{ дБ.}$$

Қабылдағыш кірісіндегі шуылдардың жалпы қуаты

$$P_{\text{ш}} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{\text{ш}},$$

мұндағы  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Вт/Гц·град – Больцман тұрақтысы;

$T_{\Sigma} = 2065,6$  К – шуылдық температура қосындысы;

$\Delta f_{\text{ш}} = 120$  МГц – қабылдағыштың шуылдық жолағы

$$P_{\text{ш}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2065,6 \cdot 120 \cdot 10^6 = 3,73 \cdot 10^{-12} = 3,73 \text{ пВт}$$

### 3.5 Жердегі станциялардың географиялық параметрлерін есептеу

Жердегі станциялардың географиялық параметрлеріне антенна орнының бұрышы, оның азимуты, байланыс жүйесінің созылымдығы жатады.

#### 3.5.1 Антенна орнының бұрышы

Антенна орнының бұрышы  $\beta$  (төбелер бұрышы) жер бетіне қатысты жоғары бағытталған антенна айнасының (рефлектордың) көлбеуін ұсынады. Антенна орнының бұрышы  $\beta$  ЗС – ты орналастырудың кеңдігі мен ұзақтылығына және ИСЗ -тың орбитадағы орналасуына байланысты. Жалпы жағдайда орын бұрышы былай анықталуы мүмкін:

$$\beta = \arctg \frac{r \cos \theta}{s \sin \theta}, \quad (3.9)$$

мұнда

$$\gamma_0 = \frac{R_s}{R_s + H}, \quad (3.10)$$

$$\gamma = \frac{6371}{63517}$$

$\rho$  - топоцентрилік параметр, ол келесідей анықталады:

$$\cos \rho = \cos \varphi_{PC} \cos \Delta\lambda \cos \varphi_{ЗС} + \sin \varphi_{PC} \sin \varphi_{ЗС}, \quad (3.11)$$

мұндағы  $\varphi_{PC}$  - спутник астындағы нүктенің географиялық кеңдігі;

$\varphi_{ЗС}$  - жердегі станцияның географиялық кеңдігі;

$\Delta\lambda$  - ЗС шығыс кеңдігінен спутник шығыс кеңдігін алу;

$$\Delta\lambda = \lambda_{ЗС} - \lambda_{PC}, \quad (3.12)$$

мұндағы  $\lambda_{ЗС}$  - ЗС географиялық ұзақтығы;

$\lambda_{PC}$  - спутник астындағы нүктенің географиялық ұзақтығы

$\Delta\lambda$  мен  $\rho$  мәндерін есептейік:

Алматы үшін

$$\Delta\lambda = 76,29^0 - 86,5^0 = -9,6^0$$

$$\cos \rho = \cos 0^0 \cos (-9,6^0) \cos 43,25^0 + \sin 0^0 \sin 43,25^0 = 0,7178$$

$$\rho = \cos 0,7178 = 44,1^0$$

Астана үшін

$$\Delta\lambda = 71,5^0 - 86,5^0 = -15^0$$

$$\cos \rho = \cos 0^0 \cos (-15^0) \cos 51,5^0 + \sin 0^0 \sin 51,5^0 = 0,6$$

$$\rho = \cos 0,727 = 53^0$$

(3.9) формуласы бойынша орын бұрыштарын анықтайық:

Алматы үшін

$$\beta = \arctg \frac{0,7178 - 0,151}{0,7} = \arctg 0,8 = 39,2^0$$

Астана үшін

$$\beta = \arctg \frac{0,6 - 0,151}{0,8} = \arctg 0,56 = 29,6^0$$

### 3.5.2 Азимут

Шынайы азимут  $AZ$  (антенна рефлекторының бұрылысы) таңдалған спутникті көрсететін бағыт бұрышын білдіреді. Ол негізі солтүстіктен есептеледі. Магнитті азимут  $0$  ден  $360^0$  аралығында өлшенеді. Солтүстік, шығыс, оңтүстік, батыс барлығында  $0^0$ ,  $90^0$ ,  $180^0$  және  $360^0$  азимут бар. Спутниктердің геостационарлы орбитасы магнитті азимутпен  $90^0$  және  $270^0$  солтүстік жартышарда байқалады. Шынайы азимут келесідей есептелінеді (градуста):

$$A \approx \operatorname{arctg} \frac{\sin(\lambda_c - \lambda_{3C})}{-\sin \varphi_{3C} \cdot \cos(\lambda_c - \lambda_{3C})} + \pi, \quad (3.13)$$

Алматы үшін

$$A = \operatorname{arctg} \left( \frac{\sin(9.6)}{-\sin(43.36) \cdot \cos(6.9)} \right) + 180^\circ = 166^\circ$$

Астана үшін

$$A = \operatorname{arctg} \left( \frac{\sin(15)}{-\sin(51.5) \cdot \cos(15)} \right) + 180^\circ = 161.4^\circ$$

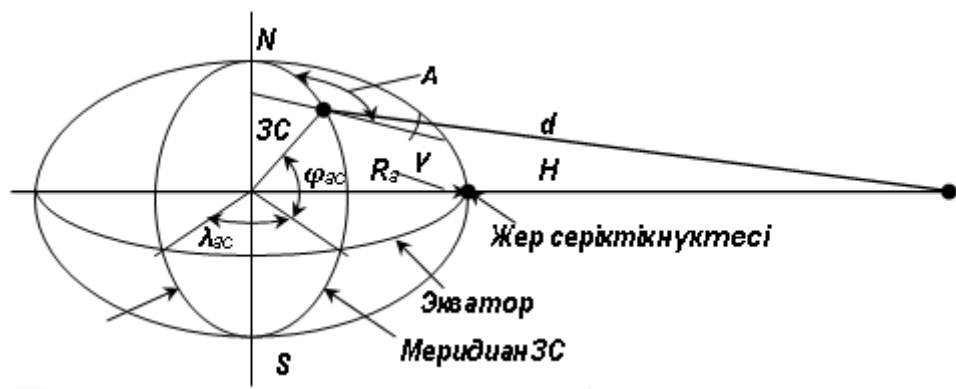
### 3.5.3 Байланыс жүйесінің созылымдығы

Көлбеулік қашықтық деп аталатын сигнал өтетін жол ұзындығы дегеніміз – жер станциясы мен қарастырылып отырған спутник арақашықтығы. Жер станциясы неғұрлым экватордан алыс орналасса, соғұрлым сигнал өтетін жол ұзынырақ болады.  $R_n$  көлбеулік қашықтығын есептеу үшін келесі өрнек қолданылады:

$$R_n = \sqrt{R_3^2 + (R_3 + H)^2 - 2 \cdot (R_3 + H) \cdot R_3 \cos \rho}, \quad (3.14)$$

мұндағы  $R_3 = 6371000$  м – Жер радиусы;

$H$  - ИСЗ орбита биіктігі (геостационарлы орбита үшін  $H=35875000$ м)



3.1 Сурет - Спутниктік жүйенің геометриялық моделі

Алматы үшін

$$R_{\text{н}} = \sqrt{6371^2 + (6371 + 35875)^2 - 2 \cdot (6371 + 35875) \cdot 6371 \cdot 0,7178} = \\ = \sqrt{1825314157 - 386390686} = \sqrt{1438923471} = 37933,14 \text{ (км)}$$

Астана үшін

$$R_{\text{н}} = \sqrt{6371^2 + (6371 + 35875)^2 - 2 \cdot (6371 + 35875) \cdot 6371 \cdot 0,727} = \\ = \sqrt{1825314157 - 322979119} = \sqrt{1502335038} = 38760 \text{ (км)}$$

### 3.6 Спутниктік байланыс желісі аймақтарындағы радиосигнал өшуін есептеу

#### 3.6.1 Ku (11/14 ГГц) диапазонындағы радиосигнал өшуін есептеу

Спутниктік байланыс желілеріндегі радиосигналдардың толық өшуі  $W_0$  бос кеңістіктердегі шығындармен және  $W_{\text{доп}}$  қосымша шығындармен анықталады, дБ,

$$W_{\text{вв (вн)}} = W_{0 \text{ вв (вн)}} + W_{\text{доп вв (вн)}} \quad (3.15)$$

Бос кеңістікте таралатын радиотолқын шығындары келесі өрнекпен анықталады:

$$W_{0 \text{ вв (вн)}} = 20 \log \left( \frac{4 \cdot \pi \cdot R_{\text{н}}}{\lambda_{\text{вв (вн)}}} \right) \quad (3.16)$$

мұндағы  $R_{\text{н}}$  - спутниктік байланыс жүйесі аймақтарындағы көлбеулік қашықтық, м.

Алматы үшін

$$W_{0_{\text{ес}}} = 20 \log \left( \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 37933000}{0,021} \right) = 207,11 \text{ (дБ)}$$

Астана үшін

$$W_{0_{\text{ен}}} = 20 \log \left( \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 38700000}{0,027} \right) = 204,9 \text{ (дБ)}$$

Бос кеңістікте таралатын радиотолқын энергиясының типтік жоғалуы Ку диапазоны үшін шамамен  $W_{0_{\text{вв}}} = 208$  дБ,  $W_{0_{\text{вн}}} = 206$  дБ. Есептелінген жоғалулар мәні типтік мәндерден аспайды.

КС радиожүйе аймақтарындағы радиосигналдың қосымша өшуі  $W_{\text{доп}}$  бір-бірінен тәуелсіз байқалатын көптеген факторларға байланысты келесі өрнекпен берілуі мүмкін:

$$W_{\text{доп}} = W_a + W_d + W_n + W_{\text{п}} \quad (3.17)$$

мұндағы  $W_a$  - жауын- шашынсыз атмосферадағы өшу;

$W_d$  - жауын- шашындағы өшу;

$W_n$  – антеннадағы нақты еместілікті ескергендегі өшу;

$W_{\text{п}}$  – сигналдың таралу ортасындағы деполяризация есебіндегі өшу.

Атмосферадағы радиосигнал жолының ұзындығы тек атмосфераның эквиваленттік жуандығынан ғана емес, сонымен қатар жер станциясы антеннасының орын бұрышынан да тәуелді.

Жауын – шашынсыз атмосферадағы радиосигнал энергиясының шығыны уақытқы тәуелді емес. Және  $f_{\text{PC}}$  радиосигнал жиілігі мен  $\beta$  ЗС антеннасының орналасу бұрышына тәуелді анықталады. Бұл шығындарды келесі формулалармен есептеуге болады, дБ :

$$W_{\text{вв (вн)}} = \frac{\left( \frac{F_{\text{вв (вн)}}}{9} \right)^{2,5} \cdot 0,04 + 0,046}{\sin \beta} \quad (3.18)$$

Алматы үшін:

$$W_{\text{ес}} = \frac{\left( \frac{14}{9} \right)^{2,5} \cdot 0,04 + 0,046}{\sin 39,2} = \frac{0,1667}{0,63} = 0,264 \text{ (дБ)}$$

Астана үшін

$$W_{\text{ен}} = \frac{\left( \frac{11}{9} \right)^{2,5} \cdot 0,04 + 0,046}{\sin 29,6} = \frac{0,1121}{0,49} = 0,23 \text{ (дБ)}$$

$W_d$  жауын- шашын кезіндегі сигнал өшуі гидрометеорлар түріне – жауын, қар, тұман, аймақ өлшемі мен олардың түсуі, аймақтағы жауын- шашын интенсивтілігіне, гидрометеорлар бөлшектерінің көлеміне, поляризация түріне және ЗС үшін геоклиматтық факторларға тәуелді. Дегенмен радиотолқынның ең көп әлсіреуін жауында өлшейді. Жоғалуларды бағалауда эквиваленттік ұяшықты пайдалануға болады. Мұнда  $h_d$  - жауынды аймақтың эффективті биіктігі. Ол ЗС кеңдігіне байланысты солтүстік жартышарда анықталады:

$$h_d = 3 + 0,031\varphi_{зс}, \quad \varphi_{зс} > 36^0 \quad (3.19)$$

мұндағы  $\varphi_{зс}$  - ЗС кеңдігі.

Жауын зонасының тиімді биіктігін есептейік:

Алматы үшін

$$h_d = 3 + 0,031 \cdot 43,26 = 4,34 \cdot 10^3, \text{ м}$$

Астана үшін

$$h_d = 3 + 0,031 \cdot 51,5 = 4,59 \cdot 10^3, \text{ м}$$

Эквивалентті жауындық ұяшық бірдей ықтималдықты трасса үшін кез-келген позицияны ала алады. Мұндай ұяшық үшін көлбеу трассаны, яғни жауын- шашын аймағындағы жолдың эквиваленттік ұзындығын алады, м:

$$L_H = \frac{h_d}{\sin \beta} \quad (3.20)$$

Алматы үшін

$$L_H = \frac{4,34}{\sin 39,2} = \frac{4,34}{0,63} = 6,88 \text{ (км)}$$

Астана үшін

$$L_H = \frac{4,59}{\sin 29,6} = \frac{4,59}{0,49} = 9,36 \text{ (км)}$$

Жауын әсерінен сигналдың әлсіреуі, дБ:

$$W_d = \alpha_d \cdot L_H \quad (3.21)$$

мұндағы  $\alpha_d$  – жауын- шашын аймағындағы сигналдың әлсіреуі, дБ/м;

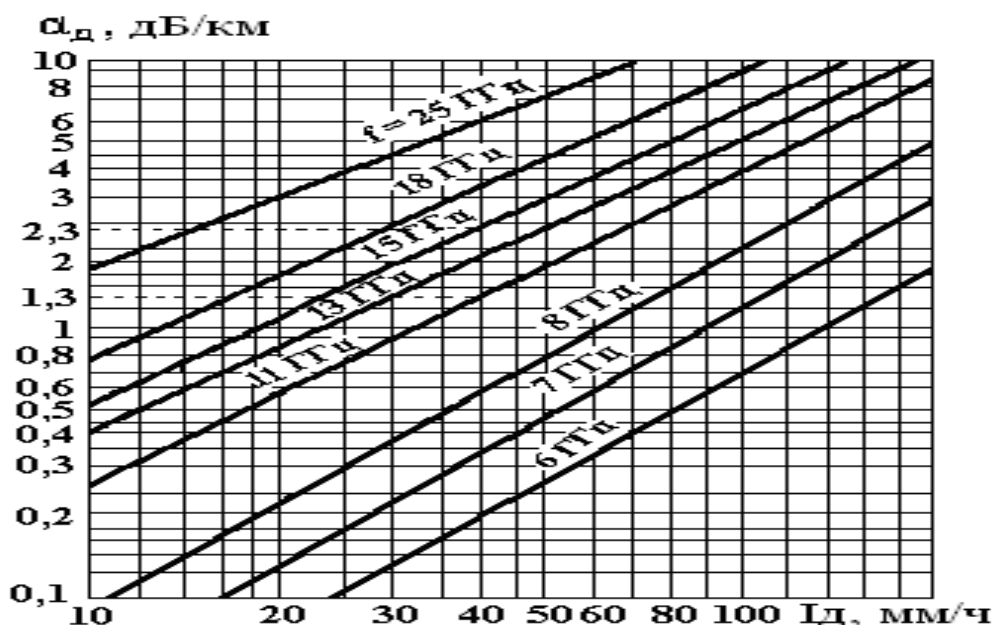
$L_H$  – жауын-шашын аймағындағы сигнал жолының эквиваленттік ұзындығы, м.

Жауын-шашын аймағындағы сигналдың әлсіреуін келесі сурет арқылы анықтауға болады. Онда жауын кезіндегі сызықты-поляризацияланған толқынның әлсіреуі  $\alpha_d$  – ның  $I_d$  жауын интенсивтілігіне тәуелділігі және  $18^0$  С температурасы кезінде жауындағы әлсіреудің жауын интенсивтілігі мен жиіліктен тәуелділігі көрсетілген.

$I_d$  жауын интенсивтілігі 3.2-кестесі көмегімен анықталады.

### 3.2 Кесте – Жауын интенсивтілігі $I_d$ , мм/сағ

Әлсіз жауын кезінде	0,1...0,5
Қалыпты жауын кезінде	0,5...2,0
Қатты жауын кезінде	2,0...4,0
Нөсер кезінде	4,0



3.2 Сурет -  $18^0$  С температурасы кезінде жауындағы әлсіреудің жауын интенсивтілігі мен жиіліктен тәуелділігі

$\alpha_d$  анықтау үшін  $I_d$  жауын интенсивтілігін  $0,040$  мм/сағ деп аламыз. (ең жаман жағдай). Сонда,  $\alpha_d$  жоғарғы сызық үшін  $2,3 \cdot 10^3$  дБ/м (  $14$  ГГц жиілік үшін әлсіреу мәні көрсетілмегендіктен  $15$  ГГц жиілік үшін әлсіреу мәнін аламыз); төменгі сызық үшін ( $11$  ГГц)  $\alpha_d$   $1,3 \cdot 10^3$  дБ/м болады.[9]

Есептелген мәндерді (3.21)ге қойғанда алатынымыз:

Алматы үшін

$$W_{д\text{вв}} = 2,3 \cdot 6,88 = 15,824 \text{ (дБ)}$$

Астана үшін



$$W_{д\text{ вн}} = 1,3 \cdot 9,36 = 12,168 \text{ (дБ)}$$

ЗС мен РС антенналарының бір бірінен дұрыс құрылмағандығының әсерінен болатын қосымша өшулер  $W_n$  радиотолқындардың рефракциясымен шарттастырылған. Сондықтан ИЗС тың шынайы және байқалатын бағыттары арасында бұрыш пайда болады. Рефракциямен шақырылған бұрыштық ауытқу градусың ондаған бөлшектерін құрады. Құрылғыны құрастыру қателіктерін ескере отырып басқа тәсілдерде  $W_n = 1$  дБ деп алуға болады.

Спутниктік байланыс жүйелері аймағында поляризацияланған шығындар поляризация үйлеспегендіктен болатын шығындардан, Фарадей эффектісімен байланысқан шығындардан, жауын – шашын кезіндегі радиотолқындардың деполяризациясы әсерінен болатын шығындардан құралады.

Сызықтық поляризацияны қолданғанда поляризацияның үйлеспегендігінен болатын шығындар 0,25 дБ ден аспайды. Фарадей эффектісімен шарттастырылған шығындар сызықты поляризацияланған сигналдарды қолданғанда шығады. Олар жиілікке тәуелді және аз. Жауын- шашын кезінде радиотолқындардың деполяризациясы әсерінен болатын шығындар дөңгелек поляризациялы сигналдарға тән.

Сонда:

Алматы үшін

$$W_{\text{доп вв}} = 0,265 + 15,824 + 1 + 0,25 = 17,34 \text{ (дБ)}$$

Астана үшін

$$W_{\text{доп вв}} = 0,23 + 12,168 + 1 + 0,25 = 13,648 \text{ (дБ)}$$

Есептелген мәндерді (3.15)ке қойып радиосигналдардың толық өшуін аламыз:

Алматы үшін

$$W_{\text{вв}} = 207,11 + 17,34 = 224,45 \text{ (дБ)}$$

Астана үшін

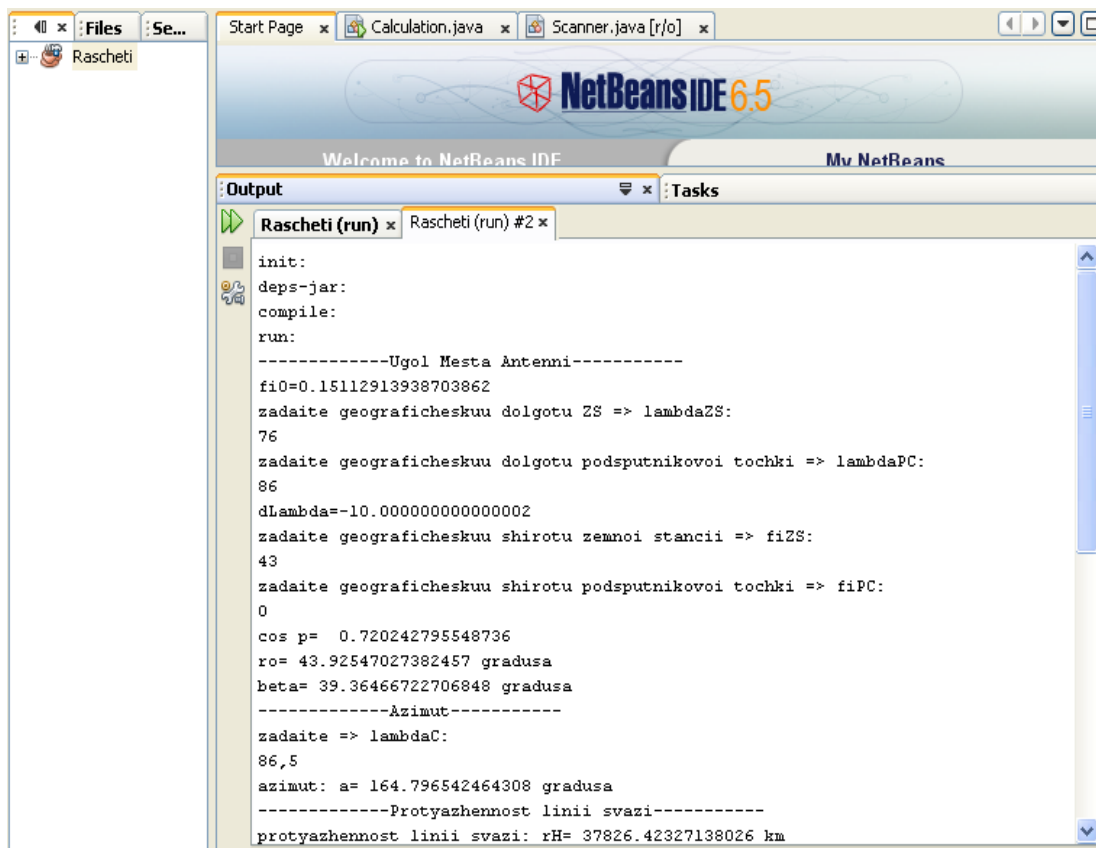
$$W_{\text{вн}} = 204,9 + 13,648 = 218,548 \text{ (дБ)}$$

Төменгі аймақтағы әлсіреу жоғарғы аймақ әлсіреуінен аз екендігі белгілі. Яғни, жоғары жиіліктерде радиосигнал төменгі жиіліктердегіге қарағанда көп өшуліктерді өткереді. Сондықтан да РС-ЗС аймағында радиосигнал жиілігінің мәні ЗС-РС аймағына қарағанда аз болып алынады. Өйткені, ИЗС-да энергетика

катаң шектелген. Ол байланыс ретранслятор таратқышының максималды шығыс қуатына қатты әсерін тигізеді.

NetBeans IDE 6.5 программасында аналогтық есептеуді жүргізейік.

NetBeans IDE 6.5 программасында есептеу бөлімін программалаған соң, бұрынғы есептеулерге ұқсас көрсеткіштер аламыз.



```
init:
deps-jar:
compile:
run:
-----Ugol Mesta Antenni-----
fi0=0.15112913938703862
zadajte geograficheskuyu dolgotu ZS => lambdaZS:
76
zadajte geograficheskuyu dolgotu podsputnikovoi tochki => lambdaPC:
86
dLambda=-10.000000000000002
zadajte geograficheskuyu shirotu zemnoi stancii => fiZS:
43
zadajte geograficheskuyu shirotu podsputnikovoi tochki => fiPC:
0
cos p= 0.720242795548736
ro= 43.92547027382457 gradusa
beta= 39.36466722706848 gradusa
-----Azimut-----
zadajte => lambdaC:
86,5
azimut: a= 164.796542464308 gradusa
-----Protyazhennost linii svazi-----
protyazhennost linii svazi: rH= 37826.42327138026 km
```

3.3 Сурет- NetBeans IDE 6.5 программасында есептеу нәтижелері

### 3.7 «Ka» диапазонында өшулікті болдырмау үшін жаңа технология пайдалану

Заманауи спутниктерде эллипстік және дөңгелек сәулелі дәстүрлі қабылдағыштар мен тарату антенналары, сонымен қатар арнайы(контурлы) формалы сәулелері бар көпсәулелі антенналы жүйелер (МЛА) қолданылады. Мұндай технология өздерінің қызмет көрсету аймақтары шегінде Ka бортты антенналардың күшейтуін бір қалыптылықты кішірейтуге рұқсат береді және дәстүрлі сәулелерге немесе эллиптиялық қималы сәулелерге қарағанда жылдамырақ қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді.

КА бортында МЛА-ны құрудағы маңызды артықшылықтың бірі-спутниктік қызмет ету зонасында үздіксіз гексональды тор құратын ПН оқтық

жиіліктердегі көпмәртелі қайталау арқылы айрықшаланған жиілікті қолданудың эффективтілігін көбейту мүмкіндігі болып табылады.

Қалыптастыру және спутниктік антенна сәулелерін басқаруда тағы бір озық шешім деп кластерлі (көпэлементті) бортты және көптеген жеке сәулелегіштерден тұратын МЛА-ларды атауға болады. МЛА – ның мұндай құрылымы КА қызмет ету аймағында қажет формадағы контурлы сәулені құрып қана қоймай, сонымен қатар, қажет жағдайда МЛА – ның кез – келген парциалды сәулелерінде КА энергетикасын қалыптап, көрсету аймағының кезкелген бөлігінде радиосигналды тарату шартын өзгертіп, күшті түзетуге мүмкіндік береді.

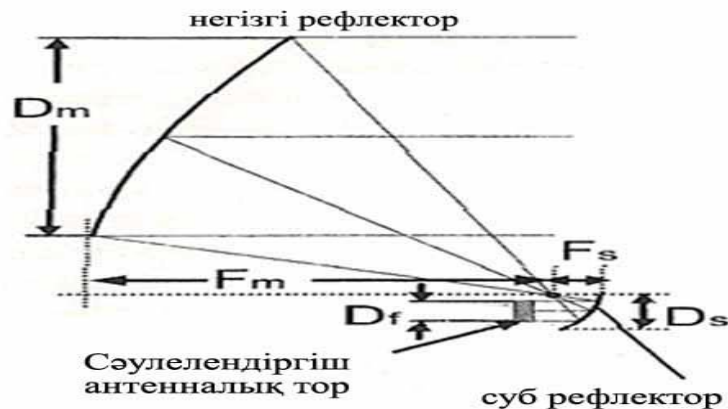
МСЭ-R ВО.1659 кепілдемесіне сәйкес, бұл технология радиосигналдарды таратудағы шартқа климаттық факторлар әсер ететін, 20 ГГц диапазонда жұмыс істеу үшін арналған спутниктік хабарлардың перспективті жүйелері үшін маңызды.

6-шы МСЭ-R зерттеу комиссиясының құжаттарында борттың МЛА – ны практикалық нақтылау мысалы көрсетілген. Ол бортты қызмет ету аймағының жеке аймақтарында космос – Жер сызығында ЭИИМ шамасын өзгерте алады. ЭИИМ – ның мұндай шамасы спутниктік қызмет ету аймағындағы жақын өшулерімен күресте 21,4- 22 ГГц диапазон жиіліктерінде қолданады. (Берілген жағдайда Жапонияда) Осы есептен сол жиілік жолағында жұмыс істейтін басқа желілер бөгеулеріне қарсылық пен жалпы қуатты көбейтпей – ақ спутниктік хабар жүйесінің дайындығы жоғары болады. (99,7-99,9%)

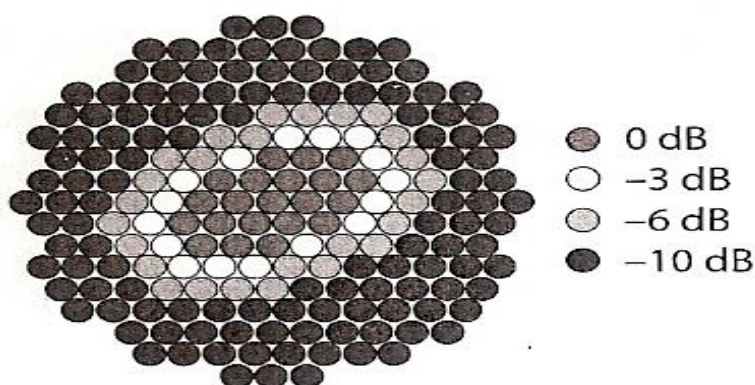
Конструкция мен 21 ГГц диапаяндағы бортты МЛА- ның негізгі параметрлері 3.6 суретте көрсетілген. Осындай екіайналы МЛА таратушысының негізгі рефлекторында ДН антеннасының бүйір жапырақшаларындағы ось сыртындағы сәулеленудің бөгеуіл деңгейін төмендететін фокустық қашықтығы  $F_m = 4,0$  м мен ( $D_m = 4,0$  м) диаметрі бар.

188 сәулелегіштерден тұратын арнайы көпэлементті сәулелеуші жүйе өлшемдері (3.7-сурет):  $D_f = 0,4$  м; тордың көршілес сәулелегіштерінің арақашықтығы; толқын ұзындығы 1,8 ге тең ( $1,8\lambda = 0,0257$  м).

Қорыта келгенде, әлемде бәсекеге қабілеттілік пен экономикалық эффективтілікті жоғарылату үшін перспективті спутниктік байланыс пен спутниктік хабар тарату функциялары мен сипаттамаларына жедел эволюция жүріп жатыр. Борттық жүйелер мен құрылғылардың жаңа технологиялары өндірілуде [10].



3.4 Сурет - Бортты МЛА конструкциясы



3.5 Сурет - Көпэлементті сәулелегіш жүйенің құрылымы

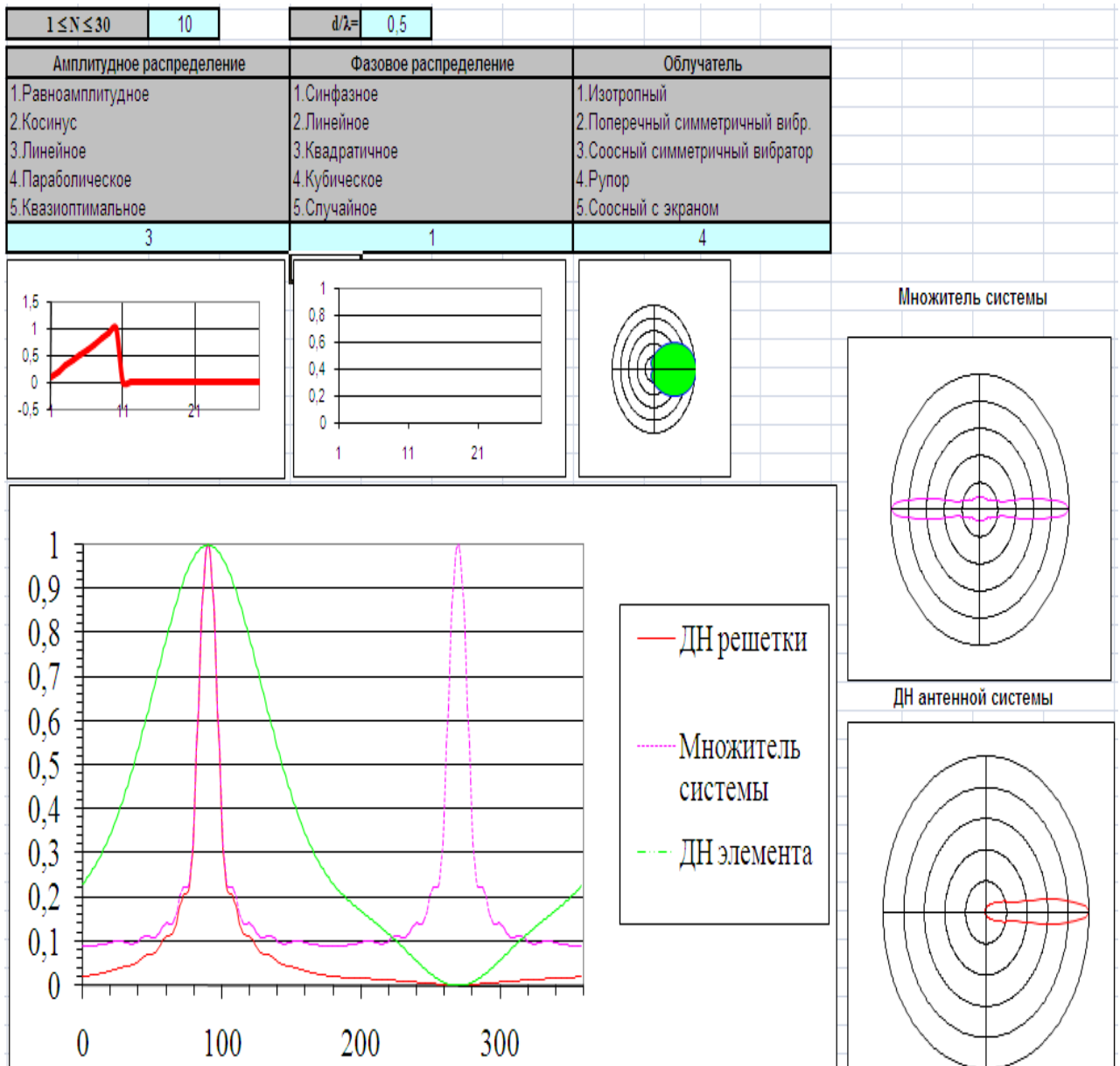
### 3.8 Антенналық торларды моделдеу

Біріншіден, стандартты берілген шамаларды жазайық (сәулелеуші – рупор, сызықты амплитудалық және синфаздық фазалық таратылым).

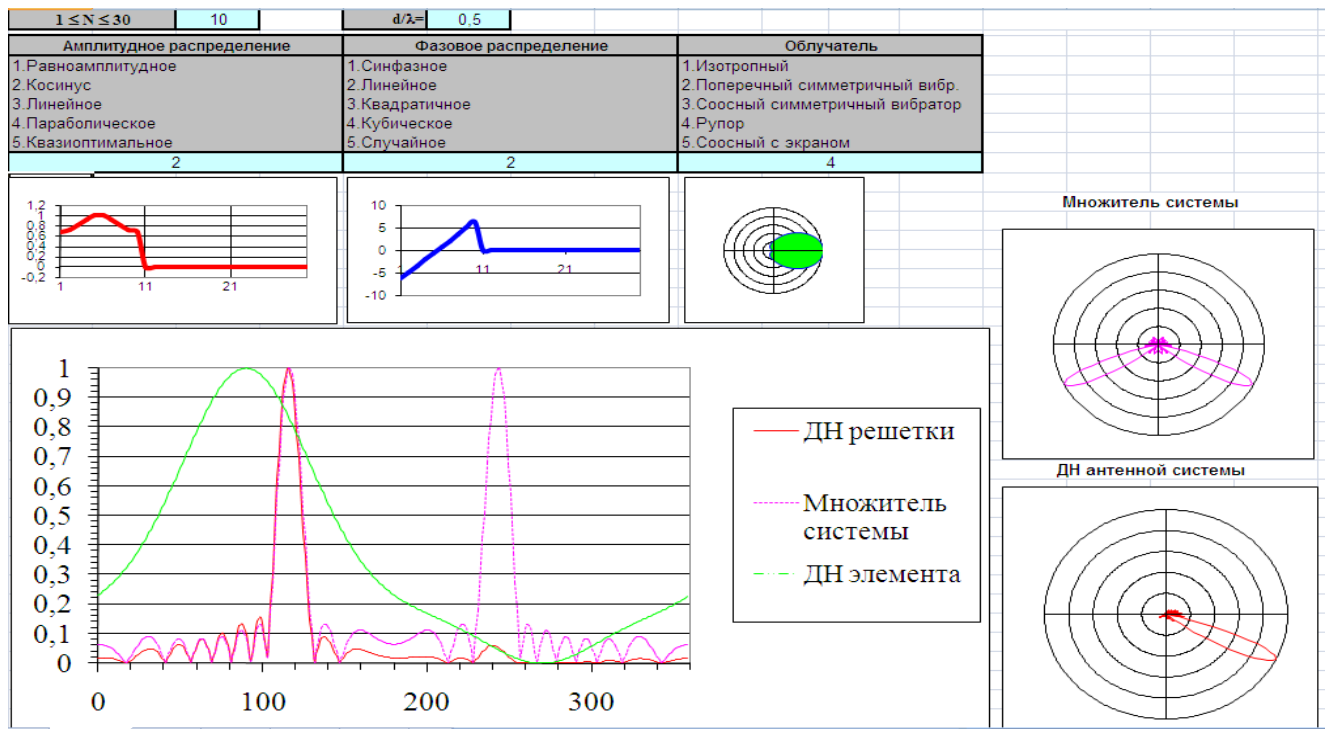
Бұл бітіруші жұмыста МЛА борт құрамына енетін антенналық торшаның мүмкіндіктері зерттелген. Бұл антеннаны сипаттау үшін Microsoft Excel программасы қолданылды. Оның көмегімен антенна бағыты диаграммасы және сигнал деңгейі графиктері тұрғызылды.

Суреттен байқағанымыздай, бағыттаушы диаграмма көрсеткендей бір облыста шоғырланған түгел сәулелерге ұқсас нәтиже алынған.

Параметрлерді өзгерткен соң, яғни косинусоидалы амплитудалық таратылымды, сызықтық фазалық таратылымды өзгерткен соң бұрынғыдан да жақсы нәтиже аламыз.



3.6 Сурет - ДН антенналық торды моделдеу қорытындысы



### 3.7 Сурет - Амплитудалық және фазалық таратылымдарға өзгеріс енгізгеннен кейінгі моделдеу қорытындылары

Алынған нәтижелер антенналық тордың сипаттамаларына сәйкес келеді. Моделдеу нәтижесіне сүйеніп, келесідей қорытынды шығаруға болады: антенна амплитудалық таратылымды өзгерте отырып қажет жағдайда сигналды күшейтеді, сонымен қатар, қарсы фазада сигнал беру арқылы бағыт диаграммасын да өзгерте алады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы бітіру жұмысының мақсаты болып жерсеріктік теледидарды тюнер арқылы басқаруды талдау және жоғары бейнелі теледидар тарату мүмкіндіктерін талдау болып саналған еді.

Бітіру жұмысының маңыздылығы мен үлкен көлеміне қарамастан мен алдыға қойылған талаптардың бәрін орындадым.

Бүгінгі таңда отандық телекоммуникация нарығының дамуы жоғары бейнелі теледидарға ауысуға тез өтуге жол бермейді.

Бірақ ҚР үкіметінің «цифрлық таралымға ауысу» жоспарына сәйкес жақын арада бұл сервисті енгізу жоспарланып отыр. Осының салдарынан бітіру жұмысы тақырыбын маңызды деп санаймын. HDTV енгізу елімізде ақпараттық технология дамуына өз үлесін қосады.

Спутниктік байланыс жолдарына есептеулер жасалған, олар Ка диапазонында спутниктік теледидар тарату жүзеге асырылады. Бейне материалдарын спутниктік байланыс арнасы бойынша тарату жүйелерінің моделі жасалған. Спутниктік технология дамуының жаңа жолдары анықталған, оның ішінде борттық тарату құрылғыларының жаңа конструкциясын құру жолдары анықталған.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Разумеев В.П., История HDTV: авторский сайт Разумеева В.П., <http://truehd.ru/01.htm>
- 2 Павел Ширшов, Что такое HDTV: сайт компании «TVideo», <http://www.tvideo.ru/news/2/1/2403/>
- 3 Разумеев В.П. , Обзор форматов TV: авторский сайт Разумеева В.П., <http://truehd.ru/02.htm>
- 4 Стандарт кодирования MPEG-2: сайт компании «Wikimedia project», <http://ru.wikipedia.org/wiki/H.264>
- 5 Стандарт спутникового вещания DVB-S2: сайт компании «Гротек», <http://broadcasting.ru/wiki/index.php?title=DVB-S>
- 6 Камнев В.Е., Спутниковые сети связи. М.: Альпина паблишер, 2004. - 434с.
- 7 Казахстанский спутник связи «KazSat-2»: сайт ГКНПЦ им. Хруничева, <http://www.khrunichev.com/main.php?id=95>
- 8 Н.Н. Гладышева, Л.П. Клочковская. Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения специальности 050719 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации.- Алматы: АИЭС, 2008.
- 9 Под ред. Кантора. Спутниковая связь и вещание. Справочник.– М.: Радио и связь, 1997.
- 10 Симонов М.В. Перспективные технологии для российских спутников связи и вещания. Журнал «Connect». М. 2008, № 12, с. 122.
- 11 Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. /Н.М. Баклашов и др. - М.: Радио и связь, 1989. - 288с.
- 12 Алибаева С.А. Методические указания к экономической части дипломного проекта для специальности (для студентов всех форм обучения, направление 652400 – радиоэлектроника и телекоммуникации).- Алматы: АИЭС, 2001.
- 13 Рекомендация МСЭ-R ВО.1659 Mitigation techniques for rain attenuation for broadcasting-satellite service systems in frequency bands between 17.3 GHz and 42.5 GHz.



**А Қосымшасы**  
**Байланыс жолында өшулікті есептеу программасының листингі**

```
/**
 *
 * @author Aitorazova Nutila
 */
import java.util.Scanner;
public class Calculation {
    public static final double RADIUS_ZEMLI=6371;
    //H - visota orbiti IZS
    public static final double H=35785;
    public static final double PI=3.14159265;
    static double calculation(){
        //fiPC - geograficheskaya shirota podsputnikovoi tochki
        // fiZS - geograficheskaya shirota zemnoi stancii
        Scanner sc = new Scanner(System.in);
        double fi0, fiPC, fiZS, beta;
        double ro, dLambda, lambdaPC, lambdaZS;
        double cosRO, rH, a, lambdaC;

        System.out.println("-----Ugol Mesta Antenni-----");
        fi0 = RADIUS_ZEMLI / (RADIUS_ZEMLI + H);
        System.out.println("fi0=" + fi0);

        //lambdaZS - geograficheskaya dolgota ZS
        //lambdaPC - geograficheskaya dolgota podsputnikovoi tochki
```

## А Қосымшасының жалғасы

```
System.out.println("zadaite geograficheskuiu dolgotu ZS => lambdaZS: ");
lambdaZS=sc.nextDouble();
System.out.println("zadaite geograficheskuiu dolgotu podsputnikovoi tochki =>
lambdaPC: ");
    lambdaPC=sc.nextDouble();
    dLambda = Math.toRadians(lambdaZS) - Math.toRadians(lambdaPC);
    dLambda = Math.toDegrees(dLambda);
    System.out.println("dLambda=" + dLambda);
System.out.println("zadaite geograficheskuiu shirotu zemnoi stancii => fiZS: ");
    fiZS=sc.nextDouble();
System.out.println("zadaite geograficheskuiu shirotu podsputnikovoi tochki =>
fiPC: ");
    fiPC=sc.nextDouble();
    cosRO=Math.cos(Math.toRadians(fiPC))*Math.cos(Math.toRadians(dLambda))*
Math.cos(Math.toRadians(fiZS))+Math.sin(Math.toRadians(fiPC))*Math.sin(Math.to
Radians(fiZS));
System.out.println("cos p= " + cosRO);
    //ro - topocentricheskyi parametr
    ro=Math.acos(cosRO); ro=Math.toDegrees(ro);
    System.out.println("ro= " + ro+" gradusa");
    beta=Math.atan((cosRO - fi0)/Math.sin(Math.toRadians(ro)));
    beta=Math.toDegrees(beta);
System.out.println("beta= " + beta+" gradusa");
System.out.println("-----Azimut-----");
    //a - azimut
```

## А Қосымшасының жалғасы

```
System.out.println("zadaite => lambdaC: ");
    lambdaC=sc.nextDouble();

    a=Math.atan(Math.sin(Math.toRadians(lambdaC-lambdaZS))/(-
Math.sin(Math.toRadians(fiZS))*Math.cos(Math.toRadians(lambdaC-
lambdaZS))))+PI;
    a=Math.toDegrees(a);
    System.out.println("azimut: a= " + a+" gradusa");

    System.out.println("-----Protyazhennost linii svazi-----");
    //rH - protyazhennost linii svazi

rH=Math.sqrt((RADIUS_ZEMLI*RADIUS_ZEMLI+(RADIUS_ZEMLI+H)*(RADI
US_ZEMLI+H)-2*(RADIUS_ZEMLI+H)*RADIUS_ZEMLI*cosRO));
    System.out.println("protyazhennost linii svazi: rH= " + rH+" km");

    return 0;
}
static double calculationZatuhaniyaRadioSignala(){
    Scanner sc = new Scanner(System.in);

    double w0, wn, wDOP, wA, wD, wN, wP, w;
    double beta, lambda, alfaD;
    double rN, f, lN, hD, fiZS;

    /**
     * w=w0+wDOP;
     * w0=20*Math.log((4*PI*rN)/lambda);

     * wDOP = wA + wD + wN + wP;

    */
    System.out.println("-----Rascheti Zatuhaniya Radio Signala-----");
    System.out.println("zadaite => lambda: ");
```

## А Қосымшасының жалғасы

```
lambda=sc.nextDouble();

//rN - naklonnaya dalnost' na uchastkah linii sputnikovoi svazi

System.out.println("zadaite naklonnuu dalnost' na uchastkah linii sputnikovoi
svazi=> rN: ");
    rN=sc.nextDouble();

//w0 - poteri v svobodnom prostranstve
w0=20*Math.log10((4*PI*rN)/lambda);
System.out.println("poteri v svobodnom prostranstve: w0= " + w0+" dB");

//wN - zatuhanie, uchitavaushie netochnost navedeiya antenn
//wP - zatuhanie za schet depolyarizacii signala v srede rasprostraneniya

wN=1; wP=0.25;

System.out.println("zadaite ugol mesta antenni => beta: ");
    beta=sc.nextDouble();

System.out.println("zadaite chastotu radiosignala => f: ");
    f=sc.nextDouble();

//wA - zatuhanie v atmosfere bez osadkov
wA=((Math.pow(f/9, 2.5)*0.04)+0.046)/(Math.sin(Math.toRadians(beta)));
System.out.println("zatuhanie v atmosfere bez osadkov wA= " + wA+ "dB");

//alfaD - pogonnoe oslablenie signala v zone osadkov

System.out.println("zadaite pogonnoe oslablenie signala v zone osadkov =>
alfaD: ");
    alfaD=sc.nextDouble();
//fiZS - shirota ZS
```

## А Қосымшасының жалғасы

```
System.out.println("zadaite shirota ZS (fiZS > 36 gradusov) => fiZS: ");
    fiZS=sc.nextDouble();

    //hD - effektivnaya visota dozhdevoi zoni
    hD = 3+ 0.031*fiZS;

System.out.println("effektivnaya visota dozhdevoi zoni hD= " + hD + "km");

    //IN - ekvivalentnaya dlina puti signala v zone osadkov
    IN = hD/Math.sin(Math.toRadians(beta));
    System.out.println("ekvivalentnaya dlina puti signala v zone osadkov IN= " +
IN + "km");

    //wD - zatuhanie v osadkah
    wD = alfaD*IN;
    System.out.println("zatuhanie v osadkah: wD= " + wD+" dB");

    //wDOP - dopolnitelnie poteri
    wDOP = wA + wD + wN + wP;

System.out.println("dopolnitelnie poteri wDOP= " + wDOP + "dB");

    w = w0 + wDOP;
    System.out.println("polnoe zatuhanie radio signala w= " + w + "dB");

    return 0;
}

public static void main(String[] args)
{
    calculation();
    calculationZatuhaniyaRadioSignala();
}
```

## А Қосымшасының жалғасы

```
}

init:
deps-jar:
Compiling 1 source file to
C:\Users\Жас\Documents\NetBeansProjects\Rascheti\build\classes
compile:
run:
-----Ugol Mesta Antenni-----
fi0=0.15112913938703862
zadaite geograficheskuyu dolgotu ZS => lambdaZS:
71,5
zadaite geograficheskuyu dolgotu podspurnikovoï toçki => lambdaPC:
86,5
dLambda=-15.000000000000007
zadaite geograficheskuyu shirotu zemnoi stancii => fiZS:
51,5
zadaite geograficheskuyu shirotu podspurnikovoï toçki => fiPC:
0
cos p= 0.6013029647712319
ro= 53.03672726991973 gradusa
beta= 29.39720045299169 gradusa
-----Azimut-----
zadaite => lambdaC:
86,5
azimut: a= 161.0998339594362 gradusa
-----Protyazhennost linii svazi-----

protyazhennost linii svazi: rH= 38661.699859037995 km

-----Rascheti Zatuhanîya Radio Signala-----

zadaite => lambda:
```

## А Қосымшасының жалғасы

0,021

zadajte naklonnuu dalnost' na uchastkah linii sputnikovoi svazi=> rN:

37933000

poteri v svobodnom prostranstve: w0= 207.1201551963714 dB

zadajte ugol mesta antenni => beta:

39,2

zadajte chastotu radiosignala => f:

14

zatuhanie v atmosfere bez osadkov wA= 0.2637828543128378dB

zadajte pogonnoe oslablenie signala v zone osadkov => alfaD:

2,3

zadajte shirota ZS (fiZS > 36 gradusov) => fiZS:

43,26

effektivnaya visota dozhdevoi zoni hD= 4.34106km

ekvivalentnaya dlina puti signala v zone osadkov lN= 6.868447367387258km

zatuhanie v osadkah: wD= 15.797428944990692 dB

dopolnitelnie poteri wDOP= 17.31121179930353dB

polnoe zatuhanie radio signala w= 224.43136699567492dB

BUILD SUCCESSFUL (total time: 2 minutes 14 seconds)