

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Автоматтандыру және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Қабылқайр Даулет Нұрланұлы

Тақырыбы: «Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары»

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071900 – Радиотезника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Автоматтандыру және ақпараттық технологиялары институты  
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУНА ЖІБЕРІЛДІ  
Кафедра меңгерушісі  
Е.Таштай  
« 21 » 05 2022ж

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары»

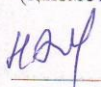
5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Д.Н.Қабылқайр

Пікір беруші  
КазНАУ доценті, PhD докторы  
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

  
Н.Б. Әлібек  
« 20 » 05 2022ж

Ғылыми жетекші  
Phd докторы  
Х.Анар  
« 21 » 05 2022ж

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

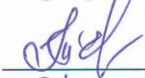
Автоматтандыру және ақпараттық технологиялары институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

  
Е.Таштай  
« 21 » XI 2021ж

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Қабылқайыр Даулет Нұрланұлы*

Тақырыбы *«Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары»*

Университет ректорының *“24.12.2021ж. № 489-Т/О”* бұйрығымен бекітілген Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі *«30» 04 2022 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

*DRM сигнал беру технологиясы. Радиожүйелердің дамуының қазіргі жағдайындағы цифрлық хабар таратудың өзектілігі. Цифрлық хабар тарату жүйесінің негізгі техникалық сипаттамалары; Сигналдардың хабар таратудағы жиіліктік импульстық сипаттамас және интерполяциялау схемасы.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Негізгі техникалық сипаттамалары. DRM жүйесінің беріліс бөлігінің құрылымдық схемасы; б) Дыбыстық бағдарламаларды жоғары сапада екі арналы стерео режимде сонымен қатар көп арналы MPEG Surround 5.1 форматында беру мүмкіндігі. Соңғы жағдайда моно және стерео DRM + радиостанцияларымен үйлесімділік қамтамасыз ету әдістерін қарастру;*
- в) Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыт.; Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс) :Сызбалық материалдар 14 слайдпен берілсін.*

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерізімі	Ескерту
Радиожүйелердің дамуының қазіргі жағдайындағы цифрлық хабар тарату технологиясы әдеби шолу	24.01.2022	орындауға
DRM жүйесінің беріліс бөлігінің құрылымдық схемасы	30.03.2022	орындауға
Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту	27.04.2022	орындауға

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

**Қолтаңбалары**

Бөлімдер	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	ЭТжҒТ каф. ассистент-профессоры, Доктор PhD Хабай Анар	20.05	Хабай
Теориялық ақпарат	ЭТжҒТ каф. ассистент-профессоры, Доктор PhD Хабай Анар	20.05	Хабай
Норма бақылаушы	ЭТжҒТ каф. Ассистенті, т.ғ.м. Досбаев Ж. М.	23.05.2022	Досбаев

Ғылыми жетекшісі PhD докторы Хабай Анар Хабай А.  
Тапсырманы орындауға алған білім алушы Қабылқайыр Д.Н Қабылқайыр Д.Н  
Күні «20» 05 2021 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада Қазақстан Республикасында DRM (digital radio mondiale) радиотарату жүйесінің даму преспективалары мен техникалық сипаттамаларына талдау жасалды. DRM жүйесінің басқа радио стандарттарына қарағандағы айырмашылығы және де экономикалық бағалары қарастырылды. DRM мультиплексінің схематехникасы зерттелді. Дыбыстық бағдарламаларды жоғары сапада екі арналы стерео режимде сонымен қатар көп арналы MPEG Surround 5.1 форматындағы берілісі қаралды.

Цифрлық стандарттың жұмыс істеу режимдері және сол режимдердің ақпарат жіберу жылдамдықтары кесте түрінде келтірілген. Әр режимнің қандай жағдайда, қандай жиілік жолағында жұмыс жасайтыны толыққанды қарастырылды.

DRM E режимінде жұмыс жасайтын жүйенің Matlab Simulink бағдарламасында тарату-қабылдау схемасы құрылып, шығыс сигнал спектрлары көрсетілді. E режимінде Алматы қаласы аумағының сигналмен қамтылуы есептелініп, бейне сызбасы ұсынылды. ЖМ аналогты радио тарату және DRM цифрлық радио таратудың энергетикалық эффективтілігі есептеп қарастырылды.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте проведен анализ развития и технических характеристик системы радиовещания DRM (digital radio mondiale) в Республике Казахстан. Рассматривались отличия системы DRM от других радиостановок, а также экономические оценки. Изучена схемотехника мультиплекса DRM. В режиме двухканальной стереосистемы в высоком качестве звуковые программы также просматривались передачи в многоканальном формате MPEG Surround 5.1.

Режимы функционирования цифрового стандарта и скорости передачи информации этих режимов приведены в виде таблицы. Подробно рассмотрено, в каких условиях, на какой полосе частот работает каждый режим.

В программе Matlab Simulink системы, работающей в режиме DRM E, была создана схема передачи-приема и показаны спектры выходного сигнала. В режиме E просчитана сигнальная обеспеченность территории г. Алматы, предложена видеосъемка. Рассчитаны энергетические эффекты аналогового радиовещания ВМ и цифрового радиовещания DRM.

## **ABSTRACT**

This diploma project analyzes the development and technical characteristics of the DRM (digital radio mondiale) broadcasting system in the Republic of Kazakhstan. The differences between the DRM system and other radio installations were considered, as well as economic estimates. The circuitry of the DRM multiplex has been studied. In the mode of a two-channel stereo system, high-quality audio programs were also viewed in the multi-channel MPEG Surround 5.1 format.

The modes of operation of the digital standard and the information transfer rates of these modes are given in the form of a table. It is considered in detail in what conditions, on which frequency band each mode operates.

In the Matlab Simulink program of the system operating in DRM E mode, a transmission-reception scheme was created and the output signal spectra were shown. In mode E, the signal security of the territory of Almaty was calculated, video shooting was proposed. The energy effects of analog radio broadcasting VM and digital radio broadcasting DRM are calculated.

## МАЗМҰНЫ

Кірсіпе	9
1 Цифрлық радио жүйесіне шолу және талдау	10
1.1 DRM цифрлық радиотарату стандарты	10
1.2 DRM жүйесінің басты функцияларын қарастыру	12
1.3 Радиохабар тарату желісі	13
1.4 DRM жүйесін конфигурациялау	15
1.5 DRM бір жиілікті және көп жиілікті желілердің құрылуын талдау	18
444 Еліміздегі DRM радио тарату стандартының перспективасы	19
444	
1.6	
1.7 DRM радиохабар таратудың басқа аналогтық және цифрлық стандарттарға қарағандағы артықшылтары мен кемшіліктері	20
2 DRM жүйесінің таратқыш-беріліс жүйесінің құрылымы	22
2.1 Дыбыстық бағдарламаларды жоғары сапада екі арналы стерео режимде сонымен қатар көп арналы MPEG Surround 5.1 форматындағы берілісі	26
3 DRM таратқыштының қамту аймағын есептеу	27
3.1 Е тұрақтылық режимінде жұмыс істейтін DRM таратқыштардың қамту аймағын есептеу	28
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	35



## КІРІСПЕ

Бүгінгі таңда адамзат ақпараттың орасан зор көлемімен сипатталатын ғаламда өмір сүріп жатыр. Бұқаралық ақпарат коммуникациясы өзін оның шекарасынан тыс елестете алмайтын адам тіршілігінің міндетті құрамдаушысы болып табылады.

Бұқаралық ақпараттың ең бір қайнар көзі болып табылатын, ол радиотарату жүйесі болып табылады. Радиотарату сонау 1907 жылдан бастап қазіргі таңға дейін өзінің өзектілігін жоғалтқан жоқ. Қазіргі таңда ғалам бойынша цифрлық радио үлкен жылдамдықпен аналогтік радионы алмастырып жатыр. Оның себебі, цифрлық радионың аналогтікке қарағандағы жоғары сапасы, дауыс жіберу тазалығы және де фото, видео байланыс жасауы болып табылады.

Ғаламдық және аймақтық цифрлық радиобайланысты жүзеге асырудың негізгі әдісі цифрлық радиоқабылдағыштар мен радиотаратқыштық станцияларды әзірлеу болып табылады. Қазіргі таңда радиобайланыс орнату азаматтық міндеттер үшін де, әскери міндет үшін де қажет болады. Әсіресе цифрлық DRM (Digital Radio Mondiale) стандарты Қазақстандағы алыс елді-мекендерде, және де созылған қалалық аймақтарда өзінің спецификалық қасиеттеріне байланысты қолайлы бола алады.

Қазақстандағы аналогтік радиотарату жүйесінің ескіріп кетуіне орай, цифрлық радиостанцияларды құру туралы мәселе өзекті орын алды.

Бұл жұмыста еліміздегі DRM (Digital Radio Mondiale) стандартының даму перспективалары, техникалық сипаттамалары және өлшеу жұмыстары қарастырылды. Жұмыстың негізгі мақсаты ретінде цифрлық радиотарату жүйесінің жаң-жақты дамуы болып келеді.

## **1 Цифрлық радио жүйесіне шолу және талдау**

Цифрлық радио, цифрлық радиохабар дегеніміз дыбыстық, видео ақпаратты беру кезінде радиосигналдардың оңтайлы спектрін қалыптастыру үшін, және де сигналды қабылдау жағында өңдеу үшін цифрлық технологияларды қолдану.

Цифрлық радиохабар орта, ұзын және қысқа толқындық диапазондарда, АМ – негізінде атқарған жиіліктер жолағында дыбыстық хабар таратудың жоғарғы сапасын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар 30 МГц-тен жоғары жиіліктерде де радиожілік спектрін пайдалану тиімділігін арттырады.

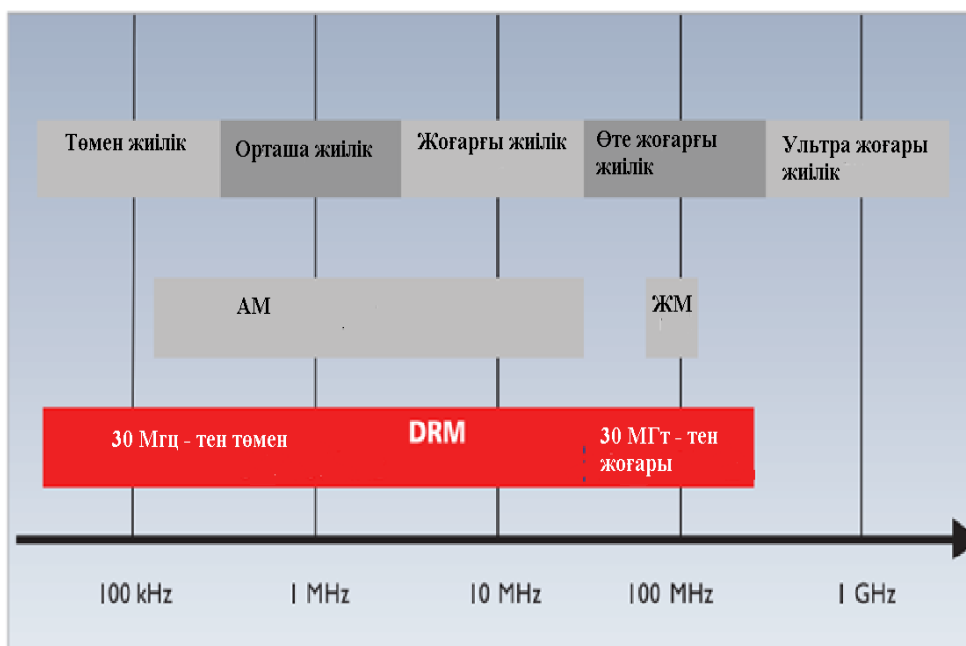
Цифрлық дыбыстарды хабар тарату стандартының құрамдас бөліктері - бұл дыбыстық сигналдардың артықтылығын азайту мақсатында оларды цифрлық кодтау жүйесі және радиохабар диапазонында тарату үшін радиосигналдың оңтайлы спектрін қалыптастыру мақсатында тербелісті тасымалдайтын кодталған сигналдың модуляция жүйесі болып табылады. Менің қарастырған стандартым DRM цифрлық радиотарату жүйесі.

### **1.1 DRM радиотарату стандарты**

DRM-хабар таратушылар консорциумы, ол желілік операторлар, жабдық өндірушілер, хабар таратушылар одақтары, реттеуші органдар және 29 елдің басқа ұйымдарынан құрылады. Ол 1998 жылы Қытайдың Гуанчжоуда құрылған және қазір оның штаб-пәтері Женевада орналасқан. Енді оның 82 мүшесі болғандықтан, оның мүшелерінің кең базасы оның жетістігінің себептерінің бірі болды. Ол қатысушылардың тәжірибесін алынған стандарттың талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін, сондай-ақ dab сандық радиосын жасау үшін құрылған Eureka жобасы аясында жинақталған тәжірибені қолдана алды. Нәтижесінде жаңа жүйе өте тез жүзеге асырылады. Алдын-ала жүйе зертханада жасалып, сыналды, содан кейін жаңа жүйенің барлық талаптарға сәтті жауап беруін қамтамасыз ету үшін ауадағы далалық сынақтарды қосу үшін кеңейтілді. DRM алғашқы қолданылуы 2003 жылы 16 маусымда Женевада ХЭО (Халықаралық электрбайланыс одағы) дүниежүзілік радиоконференциясында өтті. Стандарттың УҚТ диапазонына таралуы 2011 жылы болды. 2012 жылы DRM мобильді индустриямен келісіп, 12 кб/С-тан төмен қолайлы сапаны қамтамасыз ете алатын DRM MPEG-те көрсетілген хhe-AAC кодекіне көшті[1].

DRM хабар тарату жүйесін хабар тарату компаниялары таратқыштар мен қабылдағыштардың, сондай-ақ басқа да мүдделі тараптардың белсенді қолдауымен және қатысуымен хабар тарату компаниялары үшін әзірленді. Ол АМ және FM диапазондарындағы алдыңғы аналогтық хабар таратуды жоғары сапалы сандық ауыстыру ретінде арнайы жасалған. Осылайша, ол қазіргі

арналармен және спектрді таратумен жұмыс істей алады. DRM жұмыс істейтін жиілік диапазоны 1.1-суретінде көрсетілген[2].



1.1 Сурет– DRM жиілік диапазондары

Физикалық тарату үшін DRM стандарты әртүрлі жұмыс режимдерін (яғни модуляция параметрлерінің жиынтығын) сипаттайды, оларды жалпы екі топқа келесідей бөлуге болады:

1) 30 МГц-тен төмен DRM тарату деңгейі. Төрт түрлі сенімділік режимі DRM сигналын AM тарату диапазондарына олардың әр түрлі тарату сипаттамаларына бейімдеуге мүмкіндік береді, бұл аймақтық және халықаралық Қызметтерді қамтуды қамтамасыз етеді;

2) 30 МГц-тен жоғары DRM тарату деңгейі. Арнайы сенімділік режимі МТ (Метрлік толқын) диапазонындағы берілістер үшін оңтайландырылған, FM тарату жолағына бағытталған және жергілікті және аймақтық қызметтерді қамту үшін қолданылады[2].

Осы оңтайландырылған сенімділік параметрлерінің жиынтығынан және соның салдарынан аудио және ақпараттық мазмұн үшін әртүрлі өткізу қабілеттілігінен басқа, төменде сипатталған DRM қызмет көрсету деңгейінің параметрлері мен функциялары беріліс жиілігіне қарамастан барлық режимдеріне бірдей жұмыс жасайды.

DRM стандарты (Digital Radio-Mondiale) қысқа толқындарда амплитудалық модуляциясы бар аналогты радиохабар жүйесін ауыстыру мақсатында әзірленді, дегенмен оны ұзын да, орта толқындарда да сәтті қолдануға болады. DRM Аналогты AM радиосында көрсетілген диапазондарда бірдей жиілік жоспарын қолдануды білдіреді. DRM-монофониялық хабар тарату жүйесі (бір дыбыстық арна), және де радио спектрінің кең диапазонын

қолданған кезде стерео бағдарламаның (екі арна) берілуін ұйымдастыруға болады[4].

DRM сандық радиохабар тарату жүйесі 30 МГц-тен төмен жиілік диапазонында бүкіл әлемде қолдануға арналған стандарт. DRM цифрлық радиохабар тарату жүйесі инфрақұрылымы жоқ, аз және шалғай өңірлерге тиімді қызмет көрсете алады. DRM стандартында радиохабардың бір жиілікті синхронды желілерін қолдану мүмкіндігі қарастырылған. Бір жиілікті синхронды желісі ол бір-бірімен синхронды және таратылатын радиосигналдарының бірдей жиілігін қолдана отырып, үздіксіз тарату жүйелерінің бірнеше кеңістігінен тұрады. Әдетте, кеңістіктегі іргелес тарату жүйелері, мысалы, радио таратқыштар, бірдей радио сигналы берілсе де, әртүрлі тарату жиілігін қолдануы керек. Мұның себебі, бірдей жиілікті қолданған кезде толқын фронттарының жергілікті аддитивті қабаттасуына байланысты көрші жарық аймақтарының қабаттасуы (кедергі) қабылданған өріс кернеуінде ауытқуларға әкеледі (қатып қалады). Қабаттасу аймақтарында конструктивті және деструктивті кедергілер пайда болады. Нашар жағдайда, қабылдау аймағындағы белгілі бір жерлерде деструктивті кедергілер берілетін сигналдың толық жойылуына әкелуі мүмкін. Бір жиілікті желілерде кедергілердің әсері техникалық байланыс құралдарымен өтеледі. Бір жиілікті желіні іске асыру кезінде бірнеше шарттарды сақтау өте маңызды:

1) Фазаның орналасуы және төмен түсетін байланыс желісі арқылы берілетін радиосигналдың берілу жиілігі барлық радиотаратқыштар үшін бірдей болуы немесе бірнеше герц шамалы ауытқуы болуы тиіс. Бірінші жағдай синхронды бір жиілікті желі деп аталады, екіншісі-асинхронды бір жиілікті желі; 2) Төменгі арнадағы барлық таратқыштар бір уақытта бірдей радио сигналын беруі керек. Мысалы, дәл бірдей радио бағдарламасы. Бұл екінші шарт кодтық арналарды бөлу (CDMA) арқылы бірнеше қол жеткізу әдісін қолданатын заманауи сандық бір жиілікті желілерге қолданылмайды[5].

Бір жиілікті синхронды желілерін дұрыс жиілік-аумақтық жоспарлау кезінде пайдалану DRM хабар тарату желілерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді және жиілік ресурсын үнемдеуді қамтамасыз етеді. DRM бір жиілікті синхронды желілерін құру, әдетте, радио толқындарының ионосфералық таралуына байланысты DVB-T/DVB-T2 синхронды цифрлық телехабар тарату желілерін немесе ӨҮЖ-тік(Өте үлкен жиіліктік) DAB/DAB + диапазонды цифрлық радиохабар тарату желілерін құрудан ерекшеленеді[5].

## **1.2 DRM жүйесінің басты функцияларын қарастыру**

Жүйе қолданыстағы аналогтық таратылымнан жаңа цифрлық тарату режимінің қатар өмір сүруіне мүмкіндік беру үшін арнайы жасалған. Сонымен қатар, аналогтық таратқыштар сандық және аналогтық беріліс арасында оңай

ауыса алады. DRM цифрлық радиохабарын енгізу дыбыс сапасын және сигналдың сенімділігін айтарлықтай жақсартады. Нәтижесінде, халықаралық хабар таратушылар ЖМ-мен салыстырылатын дыбыс сапасы бар ҚТ және ОТ қызметтерін ұсына алады, ал тыңдаушыға радиожүйені орнату оңайырақ болады және деректерді беру қызметтері де қосылады[7].



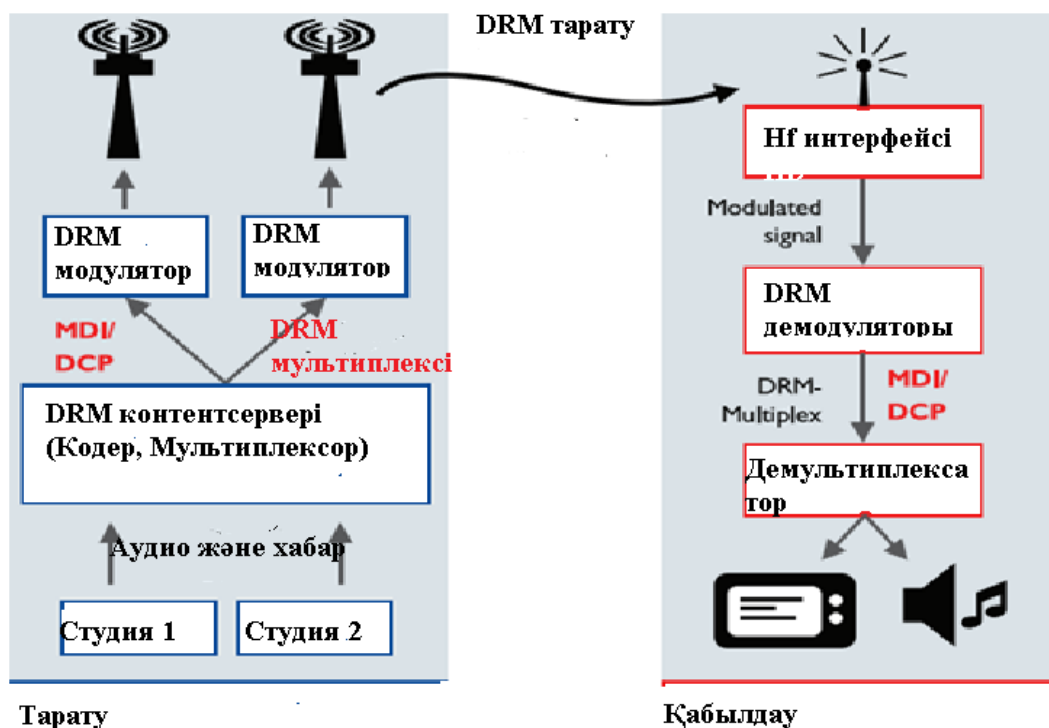
1.2 Сурет - DRM режимінде хабар тарату қуатын бір мезгілде төмендете отырып, қамту аймағын ұлғайту

DRM жүйесі өз саласында ерекше және радиохабарларға жүйені өз қажеттіліктері үшін оңтайлы күйге келтіруге мүмкіндік беретін икемді және қуатты функциялар жиынтығына ие. Мысалы, DRM сигналдың күші мен сенімділігі арасында оңтайлы ымыраға келу үшін модуляция параметрлерін таңдауға мүмкіндік береді. DRM сонымен қатар көп және бір жиілікті желілік режимдерді (MFN / SFN), басқа жиіліктерге және тіпті басқа желілерге ауысуды қамтамасыз ете алады (AFS – Automatic Frequency Checking & Switching). Бұл мүмкіндік хабар таратушыға DRM-ден AM, FM немесе DAB-қа дейін бірнеше түрлі платформаларда жұмыс істеуге мүмкіндік береді[8].

### 1.3 Цифрлық радиохабар тарату желісі

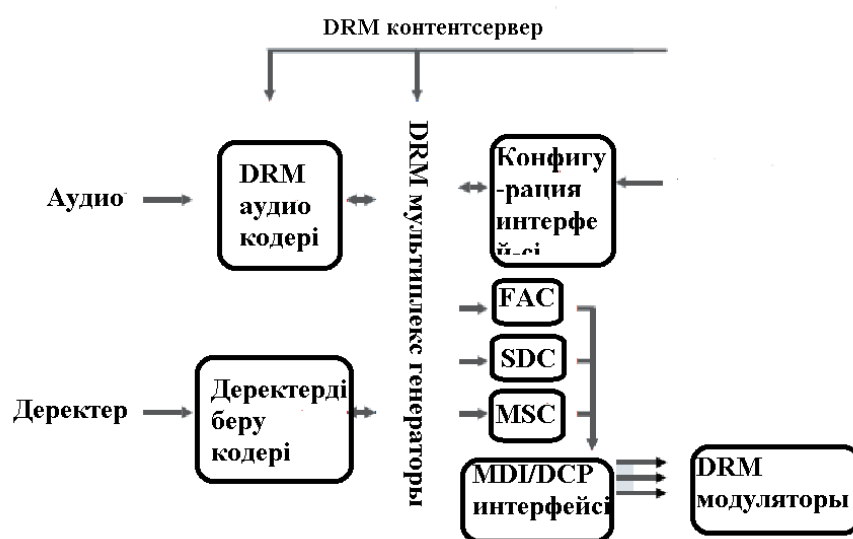
1.3 - суретте "бір қызмет, екі таратқыш" жеңілдетілген тарату желісінің схемасы көрсетілген және суреттің сол жағындағы басқару орталығында

құрылғаннан бастап оң жақтағы DRM қабылдағышына дейін әртүрлі ақпарат типтерінің (аудио, деректер және т.б.) жалпы ағыны бейнеленген.



1.3 Сурет - DRM жүйесінің құрылымы

Сервер мазмұнынан модуляторға деректерді беру Multiplex Distribution Interface (MDI) арқылы Distribution and Communications Protocol (DCP) хаттамасы бойынша жүргізіледі, екі хаттама да стандартталған. Схемалық сызбасы 1.4 суретінде көрсетілген.



1.4 Сурет - Контентты кодтау және DRM мультиплексі

Кіріс ақпаратының екі негізгі класы бар:

- Main Service Channel (MSC) негізгі ағындық арнасын құрайтын кодталған деректер мен негізгі қызметтер;
- Fast Access Channel арналары Service Description Channel (SDC) арқылы берілетін ақпарат.

FAC, SDC бұл қызметтерді сәйкестендіру және беру параметрлері арналары, олар декодтау кезінде қабылдағышта тиісті параметрлер қолданылатынына кепілдік береді.

- FAC - деректер мультиплексінде қол жетімді қызметтерді жылдам тексеруге және DRM сигналын демодуляциялауға қажетті негізгі параметрлер жиынтығын қамтиды;
- SDC - аудио және деректерді кодтау параметрлерін, сондай-ақ ағымдағы уақыт пен күнді, қосымша ақпаратты, AFS кестелерін (балама жиілік дабылы) және т.б.

Аудио және деректерді кодтаушы кіріс ағындарын тиісті сандық форматқа бейімдеуді қамтамасыз етеді. Бұл кодерлердің шығуында әр түрлі қорғаныс дәрежелері бар бөліктер болуы мүмкін. Мультиплексор барлық кодталған деректерді бит ағынының құрылымына сәйкес келетін белгілі бір форматқа біріктіреді. Егер ағын деректерін кодтау және мультиплекстеу сигнал берілетін жерден жүзеге асырылмаса (бұл норма болып табылады), мультиплекс деректерін жеткізу Multiplex Distribution Interface (MDI) протоколы арқылы жүзеге асырылады[9].

Пайдалы ақпарат пен қызметтік деректерді қамтитын мультиплексті сервер мазмұнынан модуляторға оңай беру үшін тиімді әдіс әзірленді және стандартталды:

- MDI (Мультиплексті тарату интерфейсі-бұл өз кезегінде стандартталған хаттаманы қолданады);
- DCP (тарату және байланыс протоколы).

#### **1.4 DRM жүйесін конфигурациялау**

DRM жүйесінің жұмысын оңтайландыру үшін OFDM беру параметрлері тасымалдаушылар арасындағы қашықтық, қауіпсіздік аралығы, ұшқыш сигналдарының тығыздығы және т.б. радиожіілік арнасының сипаттамаларына сәйкес келуі керек. DRM жүйесі иондалған және иондалмаған ортада, сондай-ақ өте кең жиілік диапазонында жұмыс істеуге арналған. АМ диапазондарындағы таралу жер үсті толқындарынан өзгеруі мүмкін, мұнда кедергі механизмі электр шуы болып табылады, арнаның күрделілігінің әр түрлі дәрежесіндегі аспан толқындарына дейін және дифференциалды кідіріс пен Доплер әсерлері қосымша қолайсыз факторлар болып табылады. Кейбір жағдайларда сигналдар

таралудың екі түрін қолдана отырып, қамту аймағындағы кейбір жерлерге жетуі мүмкін. Барлық осы жағдайларда қабылданған сигнал таралу жолының жетілмегендігінен туындаған бұрмаланулар мен шуды қосудан зардап шегуі мүмкін. Осылайша, жүйеде А-дан Е-ге дейін белгіленген бес "режим" 1.1 кестеде көрсетілген.

1.1 Кесте– DRM жұмыс жасау режимдері

Режим	MSC QAM параметрлері	Өткізу қабілеттілігі параметрлері(кГц)	Қолданылу аймағы	Таралу жиілігі
А	16,64	4,5,5,9,10,18,20	Төмен жиілікті және орташа жиілікті жер үсті толқыны, 26 МГц тік көріну диапазоны	30 МГц – тен төмен
В	16,64	4,5,5,6,10,18,20	Аспан жолында жоғары толқынды және орташа толқынды таралу	30 МГц – тен төмен
С	16,64	10,20	ҮТ-дық Аспан толқындарының күрделі арналары	30 МГц – тен төмен
Д	16,64	10,20	NVIS - Жақын тік құлау толқының кешіктіретін	30 МГц – тен төмен
Е	4,16	100	ЖМ-диапазонды қоса алғанда, УҚТ диапазондардағы жергілікті/өңірлік таралу	30 МГц – тен жоғары

- А режимі максималды сандық ағынды қамтамасыз етуге арналға;
- В режимі әдетте кеңістіктік толқын қызметі үшін бірінші таңдау болады;
- Егер таралу шарттары неғұрлым күрделі болса, мысалы, ионосферадан бірнеше шағылысқан ұзын жолдар үшін немесе бірнеше күшті шағылысулар пайда болуы мүмкін толқынның тік түсуі үшін С режимін немесе D режимін қолданады;
- Е режимі 30 МГц-тен 300 МГц-ке дейінгі УҚТ жиілік диапазоны үшін қолданылады.



А-дан D-ге дейінгі DRM режимдері үшін (яғни 30 МГц-тен төмен трансмиссия) негізгі қызмет көрсету арнасы үшін 64-QAM немесе 16-QAM таңдау мүмкіндігі бар және бұл таңдау көбінесе сигнал/шу кедергі қатынасына (SNR) әсер етеді. 16-QAM модуляциясының сенімді нұсқасы, әдетте, 64-QAM-ды ұстап тұру үшін сигнал-шу қатынасы тым төмен болған жағдайда таңдалады. DRM (E режимі) үшін MSC логикалық арна деректерін модуляциялау үшін 16-QAM немесе 4 QAM пайдалануға болады[9].

DRM жүйесінің деректерді беру жылдамдығы сигналдың сенімділігі мен арнаның өткізу қабілеттілігінің әртүрлі деңгейлері үшін қол жетімді деректерді беру жылдамдығының ауқымы төмендегі кестеде көрсетілген. Бит жылдамдығының ең аз өсуі А-дан D-ге дейінгі режимдерде 20 бит/с және E режимінде 80 бит/с құрайды.

1.2 Кесте DRM жүйесінде деректерді беру жылдамдығы

			Сигналдың номиналды Өткізу жолағы (кГц)						
Режим	MSC (nQAM)	Сенімділік деңгейі	4,5	5	9	10	18	20	100
A	64	Min	14.7	16.7	30.9	34.8	64.3	72	
		Max	9.4	10.6	19.7	22.1	40.9	45.8	
	16	Min	7.8	8.8	16.4	18.4	34.1	38.2	
		Max	6.3	7.1	13.1	14.8	27.3	30.5	
B	64	Min	11.3	13.0	24.1	27.4	49.9	56.1	
		Max	7.2	8.3	15.3	17.5	31.8	35.8	
	16	Min	6.0	6.9	12.8	14.6	26.5	29.8	
		Max	4.8	5.5	10.2	11.6	21.2	23.8	
C	64	Min				21.6		45.5	
		Max				13.8		28.9	
	16	Min				11.5		24.1	
		Max				9.2		19.3	
		Max				9.1		19.5	

## 1.2 – кестенің жалғасы

D	16	Min				7.6		16.2	
		Max				6.1		13.0	
	64	Min				14.4		30.6	
		Max				9.1		19.5	
E	64	Min							186.3
		Max							99.4
	16	Min							74.5
		Max							37.2

DRM-де" қызмет " аудио немесе деректер болуы мүмкін:

- DRM аудио қызметі бір аудио компоненттен және төрт байланысты деректер компоненттерінен тұрады ("PAD" деп аталатын – бағдарламаға қатысты деректер);
- DRM деректер қызметі бір деректер компонентінен тұрады.

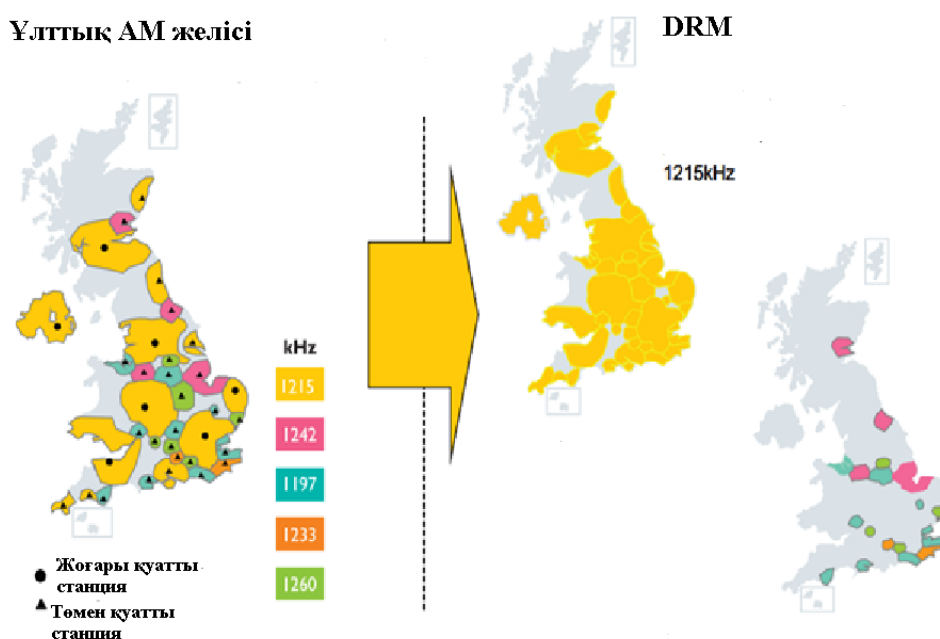
DRM трансмиссиясы 1-4 дейінгі қызметті қамтамасыз етеді, олардың үшеуі аудио қызметтер болуы мүмкін. Тыңдаушылар қызметті SDC-де берілген белгіні қолдана отырып таңдайды, ал қабылдағыш MSC-тен (негізгі қызмет көрсету арнасы) дұрыс деректер ағындарын таңдау үшін SDC-тегі конфигурация

ақпаратын пайдаланады. MSC құрамында төрт MSC ағыны болуы мүмкін. MSC ағынында бір аудио компонент (қосымша DRM мәтіндік хабарламаларын қоса) немесе синхронды ағын режиміндегі бір деректер компоненті немесе пакеттік режимдегі төрт деректер компоненті болуы мүмкін. Қол жетімді MSC өткізу қабілеті (таңдалған модуляция параметрлеріне байланысты) MSC ағындарының қажетті санына икемді түрде тағайындалуы мүмкін және динамикалық қайта конфигурациялау процесі арқылы өзгерістер енгізілуі мүмкін[10].

## 1.5 DRM бір жиілікті және көп жиілікті желілердің құрылуын талдау

DRM жүйесі бір жиілікті желіні (SFN) қолданысқа ие. Бұл бірқатар таратқыштар бірдей жиілікте жұмыс істейтін жағдай. Әдетте, бұл таратқыштар қызмет көрсету аймағының қабаттасуы үшін орналастырылады, оның ішінде қабылдағыш бірнеше таратқыштан сигнал алады. Егер бұл сигналдар

қабылдағышқа қорғаныс аралығынан аз уақыт айырмашылығы шегінде түссе, олар сигналдың тұрақты қабылдануын қамтамасыз етеді. Осылайша, бір таратқышпен салыстырғанда осы жерде қызметтерді қамту жақсарады. Мұқият жобалау арқылы және SFN-де бірқатар таратқыштарды қолдана отырып, аймақ немесе ел әртүрлі жиіліктер қатарынан гөрі бір жиілікпен толығымен жабылуы мүмкін, осылайша спектрдің тиімділігін едәуір арттырады. Сурет 1.5 – те қазіргі уақытта 5 аналогтық жиілікті қолдана отырып, Ұлыбританияның қолданыстағы ұлттық желісі басқа қызметтер үшін 4 арнаны босатып, DRM SFN режиміне қалай тиімді ауыса алатындығы көрсетілген[10].



1.5 Сурет - Жиілік спектрін тиімді пайдалану мысалы

SFN қолдану қандай да бір себептермен мүмкін емес болса, көп жиілікті желілерді (MFN) пайдалануға болады. Бұл жағдайда берілетін DRM сигналдары бірдей, бірақ әр таратқыш үшін қолданылатын жиілік әртүрлі. DRM сигналы MSC деректері берілмейтін қысқа кезеңді қамтамасыз етеді. Бұл тыңдаушы үшін түсініксіз, өйткені дыбыстық декодерге түсетін деректердің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін деректер қабылдағышқа қайта жіберіледі. Алайда, бұл кезең қысқа уақыт кезеңін қамтамасыз етеді, оның барысында қабылдағыш сигнал сапасын анықтау үшін сол бағдарламаның балама тарату жиілігіне бейімделе алады. Егер балама жиіліктегі сапа жақсырақ болса, қабылдағыш осы жиілікте қалуы мүмкін, егер жоқ болса, бастапқы жиілікке оралуы мүмкін. Алайда, бұл операция баламалы жиіліктегі сигналдар қабылдағышта дәл синхрондалған жағдайда ғана жұмыс істейді. MFN жұмысы AFS дабылын қолдануды қамтиды. Егер қабылдағыш қайталанатын кодталған сигнал тізбегімен жабдықталған болса, екі немесе одан да көп сигналды үнемі

салыстыруға немесе тіпті сигналдарды біріктіруге болады, бұл әр түрлі жиіліктер мен сигнал тарату жолдарының арқасында қабылдау сенімділігінің айтарлықтай жақсаруын қамтамасыз етеді[11].

## 1.6 Еліміздегі DRM радио тарату стандартының перспективасы

Барлық әлемде, атап айтқанда Қазақстанда DRM стандартының таралуына кедергі келтіретін негізгі проблема қабылдағыштардың қол жетімсіздігі және олардың салыстырмалы түрде жоғары бағасы болып табылады. Қазіргі таңда Отандық радионы цифырлыққа ауыстыру тек қана талқылау барысында.

2007 жылы УҚТ диапазонында пайдалануға және аналогты FM-радиохабарын ауыстыруға арналған DRM+ деп аталатын стандарттың модификациясы ұсынылды. DRM + сандық стерео хабар таратуды ғана емес, сонымен қатар көп арналы дыбыстық хабар таратуды да ұйымдастыруға мүмкіндік береді (surround-sound)

Қазақстан халық тығыздығы төмен үлкен аумақтары бар ел.DRM радиохабарлары біздің елде сандық хабар таратуды ұйымдастыруға, сондай-ақ халықаралық хабар таратуға өте қолайлы. Біздің елімізде ұзақ, орта және қысқа толқындарда қуатты АМ хабар тарату болашағы бар, ол төтенше жағдайлар кезінде, атап айтқанда, жер сілкінісі кезінде халықтың қалың жігін жедел хабардар ету қажет болған кезде қолданысқа керек болады.

Осыны ескере отырып,Қазақстанда енгізу кезінде DRM стандартындағы цифрлық радиохабар таратудың негізгі артықшылығы сигналмен жабудың үлкен аймағы болып табылады, ол бір хабар таратқышпен қамтамасыз етіледі, бұл пайдаланылатын жиілік диапазонында радиотолқындардың таралу ерекшеліктерінің салдары болып табылады. Сонымен қатар, бүгінгі таңда Қазақстанда ұзын, орта және қысқа толқындар диапазонындағы аналогты радиохабарлар моральдық және физикалық жағынан жабдықтар мен қабылданған сигналдардың сапасының төмендігіне байланысты цифрлық радио тарату стандартына көшу жақсы шешім болады.

DRM радиохабарлары FM радиостанциялары жоқ немесе олардың саны жеткіліксіз аумақтардағы халықты сапалы сандық сигналмен қамтамасыз ете алады. DRM бұл ең алдымен монофониялық хабар тарату екенін ескере отырып, ең алдымен talkradio және newradio форматында жұмыс істейтін қоғамдық және мемлекеттік радиостанциялардың хабар таратуын ұйымдастыру идеясы пайда болады.

Бір жиілікті пайдаланатын және осылайша жиілік ресурсын үнемдейтін синхронды хабар тарату желілерінің артықшылығы Алматы және Қарағанды сияқты бір ось бойымен өте созылған ірі қалаларды жабу қажет болған кезде айқын көрінеді.Ұзын қалалық ландшафты кезінде радиусы 45 км бір

таратқыштың орнына қызмет көрсету аймағының радиусы 12,5 км болатын бір желіде орналасқан төртеуін орнатуға болады.

### 1.7 DRM радиохабар таратудың басқа аналогты және цифрлық стандарттарға қарағандағы артықшылығы мен кемшіліктері

1.3 Кесте - Цифрлық дыбыстық радиохабар тарату жүйелері

Сипаттамалары	DRM	IBOC	DAB	ISDB-T	RAVIS	T-DMB
Хабар тарату түрлері: 1. Дыбыстық 2. Мультимедиялық 3. Телевизиялық	+	+	+	+	+	+
Жиілік жолағы	ҚЖ,ОЖ, ЖЖ,ӨЖЖ	ОЖ,ӨЖЖ	ӨЖЖ, УЖЖ	ӨЖЖ, УЖЖ	ӨЖЖ	ӨЖЖ, УЖЖ
Арна ені	4,5;5;9;10; 18;20;100; кГц	5,10,20 30,70, 100,140, 170,200, 400 кГц	1,712 МГц	6,7,8 МГц	100,200, 250 КГц	1, 712 МГц
Хабар қабылдау түрлері: 1. Тіркелген 2. Протативті (үй-офиста) 3. Үй-офистан тыс протативті 4. Мобильдік	+	+	+	+	+	+
Біржиіліктік желі	құрылады	құрылады	құрылады	құрылады	құрылады	құрылады

Кестеден көрініп тұрғандай 30 МГц-тен төмен жиілікте радиотаратын 2-кі ғана стандарт бар, олар DRM және IBOC. Ал қысқа толқынды, яғни үлкен жиілікті хабар тарату тек қана DRM жүйесінде ғана іске асады[12].

Қысқа толқынды хабар тарату ерекше жағдайларда басқа диапазондарға қарағанда айтарлықтай артықшылығы бар. ҚТ-ғы радиохабар тарату

бірмезгілде қиын және адам аз орналасқан ауыл-аймақтарды сигналмен жабуға болады. ҚТ-ды желінің басқа байланыс түрлерімен салыстырғандағы сигнадың өшулікке тұрақтылығы, оның таралу ортасы ретінде ионосфера қабатын қолдануы. Ионосфера қабатынан өткен радиотолқындар өзінің қасиеттерін сақтай алады.

Мұндай желі стационарлық қорғалған және тез ашылатын жылжымалы нысандарға негізделуі мүмкін. Сондай-ақ, ҚТ-ды хабар тарату дәстүрлі түрде бүкіл әлемде хабар тарату үшін қолданылады[13].

DRM (Digital Radio Mondiale) жүйесінің жағымды жағы оның әлеуметтік салаға әсер етуінде айқын көрінді. Өткен ғасырдың аяғында қысқа толқындарда (KB) хабар тарату өзінің тартымдылығын жоғалтты. DRM жүйесі оған жаңа өмір сыйлады. Зерттеу жұмыстары көптеген ғылыми ұжымдарда жандандырылды, әртүрлі елдерде орта және ұзын толқындарда (SV және DV) DRM қолдануды зерттеу үшін кең және ерекше тәжірибелер жасаған ғалымдар тобы құрылды. Жаңа жұмыс орындары пайда болды, жаңа білім пайда болды.

Техникалық сипаттағы артықшылықтар да кеңінен таралған, аналогтық жүйемен салыстырғанда сапасы жоғары, қуаты аз жұмсайды, жиіліктер спектрін тиімді пайдаланады және қамту аймағы жоғарылау.

DRM жүйелеріне берілетін таза аналогтық сигналдарды пайдаланудан ауысқан кезде, хабар тарату компаниялары simulcast әдісін қолдана отырып, бірдей таратқыштар мен антенна жүйелерін қолдана отырып, аналогтық және DRM мазмұнын бір уақытта тарата алады. DRM30 сандық режимінде және simulcast әдісінің әртүрлі қосымшаларының бірінде бірдей бағдарламаны 9/10 кГц арнада тарату 4,5/5 кГц жиіліктегі USB DRM сандық сигналы және стандартты AM және DRM қабылдағыштары арқылы демодуляциялауға болатын 4,5/5 LSB аналогтық сигнал түрінде жүзеге асырылады. Бұл әдіс аналогтік сигналмен де, цифрлықпен де қолданатын адамдарды толығымен қанағаттандыра алады[13].

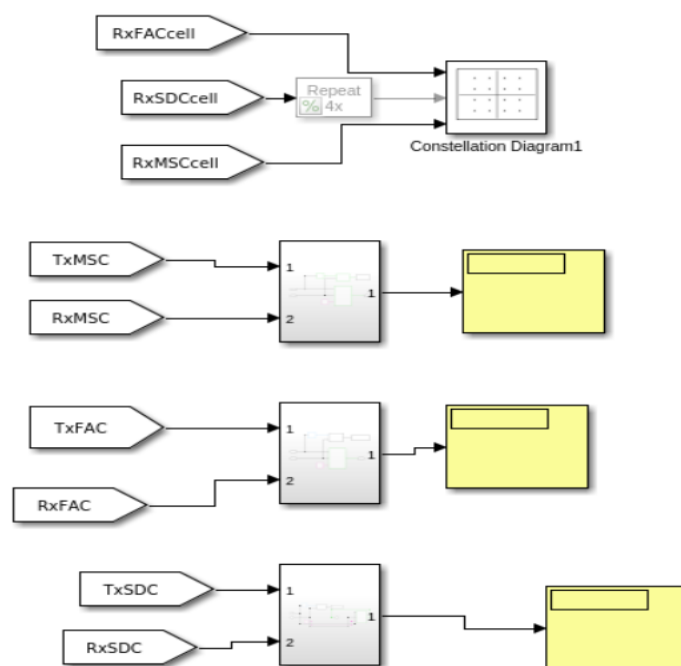
Цифрлық радиотарату стандартының кемшіліктеріне келетін болсақ, қабылдағышқа түсетін радиотолқындар бекітілген стандарт деңгейінен төмен болмауы керек, сигнал төмен болған жағдайда радио мүлдем ойнамай қалады.

Елімізді толыққанды цифрланғыру үшін, барлық аналогті станцияларды сандыққа ауыстыру, радиоқабылдағыштар алу қаржы жағынан қиын болады.

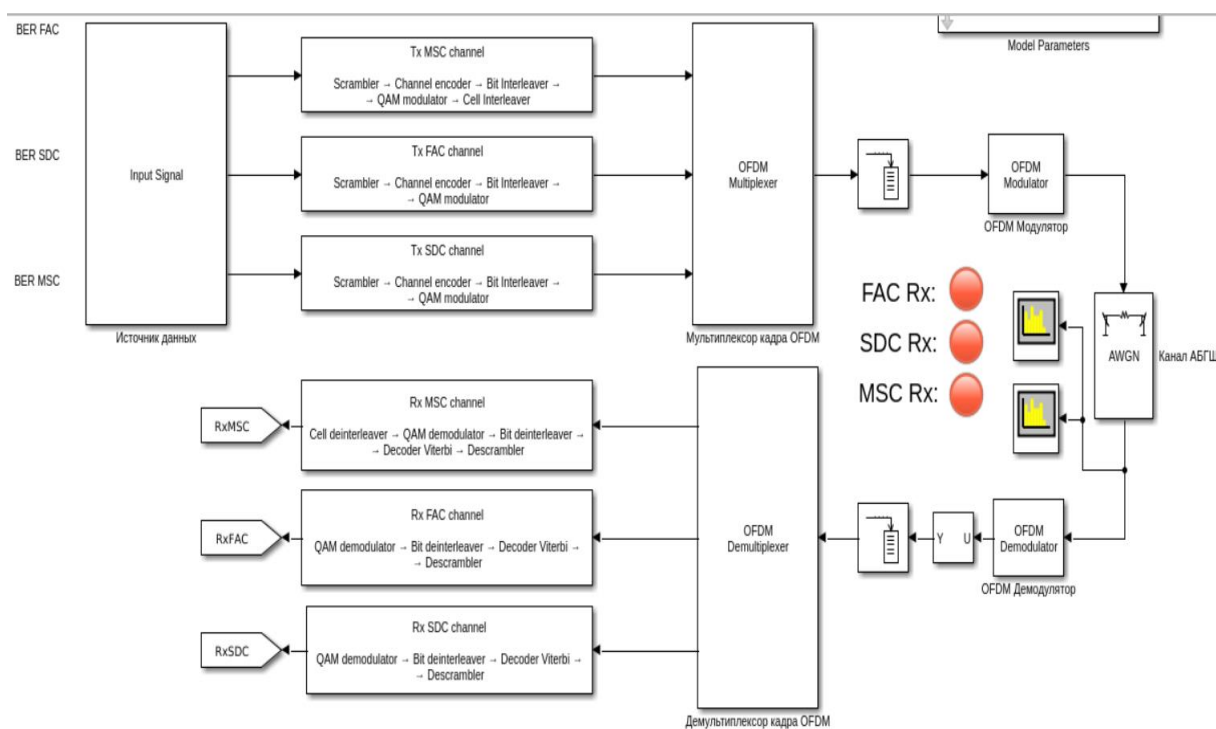
#### 1.4 Кесте– DRM негізгі жабдықтарының құны

Қабылдаушы құрылғылар	Құны
Цифрлы-Аналогті түрлендіргіш ЦАТ	884000
Кодер	1 950 000
Синтезатор-модуляторы	3 250 000
РПС-50	30 000 000
ПУРГА	16 000 000

## 2 DRM жүйесінің қабылдағыш-таратқыш құрылысы



2.1 Сурет - DRM жүйесінің беріліс-тарату бөлігінің құрылымдық схемасы



2.2 Сурет - DRM жүйесінің беріліс-тарату бөлігінің құрылымдық схемасы

2.2-суретте суреттің сол жағындағы кодтау блоктарынан оң жақтағы DRM жүйесінің таратқыш қоздырғышының блоктарына дейінгі әртүрлі сыныптағы ақпараттың жалпы ағыны (дыбыстық сигналдар, деректер және т.б.) көрсетілген. Суретте қабылдағыш схемасы болмаса да, ол осы суретте көрсетілгенге қарама-қарсы процесті көрсетеді.

Суреттің сол жағында кіріс ақпаратының екі класы көрсетілген:

- негізгі қызмет мультиплексорында біріктірілген кодталған аудио сигналдар мен деректер сигналдары.

- мультиплексор арқылы өтпейтін және жылдам қатынау арнасы (FAC) және қызметтерді сипаттау арнасы (SDC) атауларымен белгілі ақпараттық арналар.

Дыбыстық сигнал көзі кодері және алдын-ала деректер кодері кіріс ағындарын тиісті сандық форматқа түрлендіруді қамтамасыз етеді. Осы құрылғылардың шығуынан алынған сандық ағындарда кейінгі арна кодерінде екі түрлі қателіктен қорғауды қажет ететін екі бөлік болуы мүмкін. Мультиплекстеу барлық деректер қызметтері мен дыбыстық сигналдар үшін қорғаныс деңгейлерін біріктіреді [13],[14].

Энергияның шашырауы (скремблирлеу) жүйелі кодтық комбинациялардың берілетін сигналда қажетсіз жүйелілікке алып келу ықтималдығын төмендету мақсатында биттерді детерминистік, іріктеп толықтыруды қамтамасыз етеді.

Арна кодері қателерді түзету құралы ретінде артық ақпаратты қосады және сандық кодталған ақпаратты QAM ұяшықтарына түрлендіруді анықтайды. Бұл жүйе хабар тарату ұйымының өтініші бойынша "биттердің" екі санатын беруге мүмкіндік береді, ал бір санат екіншісіне қарағанда көбірек қорғалған.

Ұяшықтарды ауыстыру параметрлері уақыт пен жиіліктен өзгеретін арналарда дыбыстық сигналдарды беру кезінде тұрақтылықтың қосымша элементін қамтамасыз ету үшін уақыт пен жиілік бойынша квази-кездейсоқ түрде бөлінген ұяшықтар тізбегіне QAM ұяшықтарын бөледі.

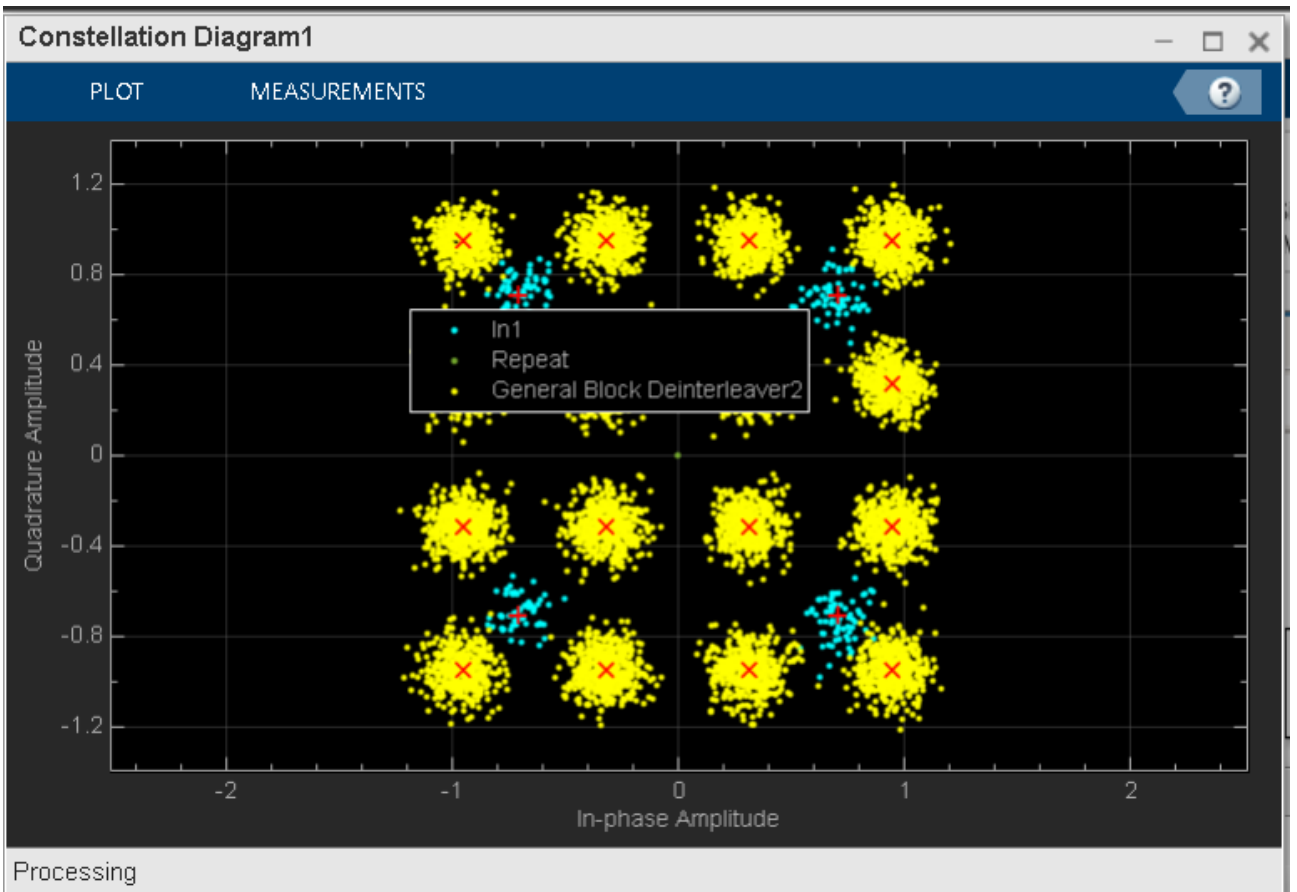
OFDM ұяшық түрлендіргіші әртүрлі ұяшықтарды біріктіреді және оларды жиілік-уақыт торына орналастырады.

OFDM сигнал генераторы бірдей уақыт индексі бар ұяшықтардың әр жиынтығын тасымалдаушы жиынтығы бар тиісті уақыт аймағындағы сигнал көрінісіне түрлендіреді. Содан кейін сигналдың осы көрінісінен қорғаныс аралығын сигналдың бір бөлігін циклдік қайталау түрінде енгізу арқылы уақыт аймағында толық OFDM таңбасын алуға болады [14],[17].

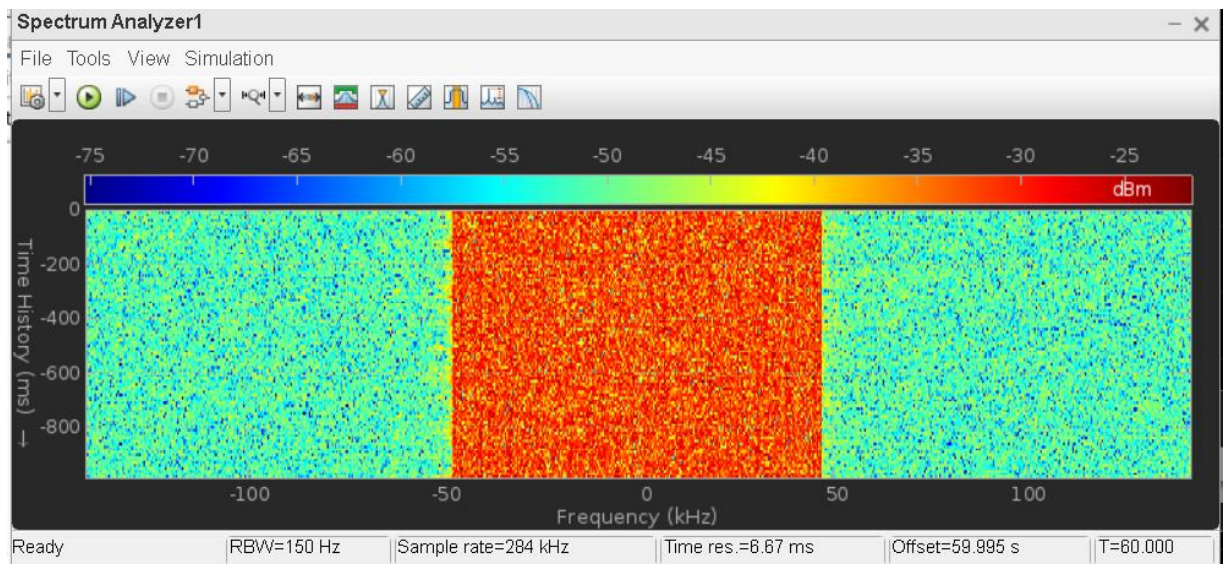
OFDM модуляторы сигналдың сандық көрінісін таратқыш пен антенна арқылы эфирде берілетін аналогтық сигналға түрлендіреді. Бұл әрекет жиілікті жоғарылату арқылы түрлендіруді, сандық-аналогтық түрлендіруді және шығарылатын сигнал спектрге ХЭО талаптарына сәйкес келуі үшін сүзуді қамтиды.

Жоғары қуатты сызықты емес таратқыш жұмыс істеген жағдайда, сигнал алдымен амплитудалық және фазалық компоненттерге бөлінеді бұл операция цифрлық аймақта сәтті орындалады.

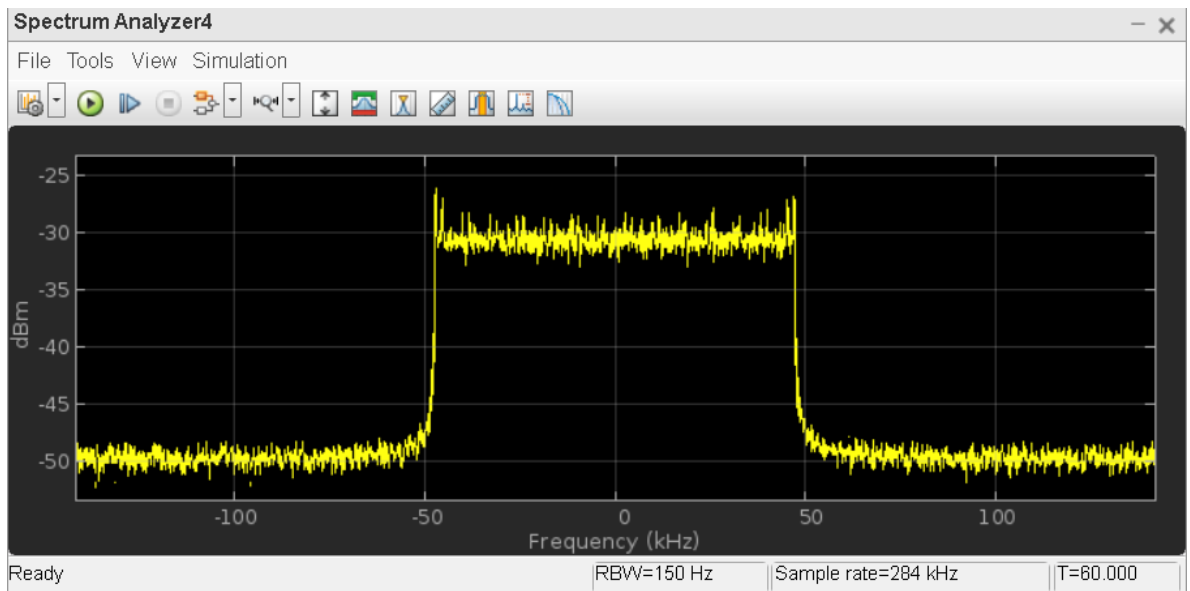




2.3 Сурет– Жұлдызша диаграммасы



2.4 Сурет – Жиіліктің спектральді анализі



2.5 Сурет – Жиіліктің спектральді анализі

## 2.1 Дыбыстық бағдарламаларды жоғары сапада екі арналы стерео режимде сонымен қатар көп арналы MPEG Surround 5.1 форматындағы берілісі

Дыбыс сапасы мен бірқатар қызметтер арасында ымыраға келу үшін DRM жүйесі заманауи MPEG кодектерін he-AAC (Extended High Efficiency Advanced Audio Coding) деректер жылдамдығынан бастап жұмыс істейді және 6 Кбит/с музыкалық, сонымен қатар сөйлеу бағдарламасының жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Кодектерді жаңарту HE-AAC дыбыстық кодектер кітапханасын жаңарту арқылы жүзеге асырылады.



2.1.1 Сурет - DRM аудио кодтауы

18/20 КГц DRM диапазонын пайдалану режимінде қол жетімді деректер жылдамдығы MPEG 4 стерео үйлесімді көлемді дыбысты (5.1 арналы дыбыс) пайдалануға мүмкіндік береді[12],[18].

### **3 DRM таратқышының қамту аймағын есептеу**

Белгілі бір аумақ (қала, елді мекен) үшін DRM таратқышының қамту аймағын есептеуді келесі негізгі кезеңдерге бөлуге болады.

1-нші кезең техникалық тапсырманы әзірлеу кезінде орындалады. Бұл кезеңде есептеу үшін бастапқы деректерді таңдау және негіздеу жұмыстары жүргізіледі:

- радиоарнаның көтергіш жиілігінің мәні таңдалған аумақтағы қолданыстағы электромагниттік жағдайды мұқият талдау негізінде таңдалады, бұл ретте біріктірілген және көрші радиоарналарда жұмыс істейтін станциялардан келетін кедергілердің көздері, атмосфералық және индустриялық шулардың деңгейлері, олардың жабын аумағы бойынша бөлінуі ескеріледі;
- берілетін дыбыстық бағдарламалардың саны мен сапасы;
- ілеспе мультисервистік ақпаратты қабылдау көлемі, түрлері және сапасы;
- Қамту аймағы халықты жабылатын аумақ бойынша бөлу ерекшеліктерін ескере отырып таңдалады, сондай-ақ жергілікті жердің бедеріне және әртүрлі радиалды бағыттарда трассалар бейіндері үшін жасанды кедергілердің болуына байланысты болады;
- таратушы антеннаның аспа биіктігі және жер бедері ӨЖЖ диапазонындағы жабын аймағының ең жоғары мүмкін радиусын анықтайды;
- дыбыстық бағдарламалар мен ілеспе ақпаратты қабылдау шарттары;
- таратқыштың сигнал өрісінің қажетті минималды кернеуі және қамту аймағындағы сигнал/шу қатынасы қабылдау жағдайларына байланысты.

2-нші кезең, таратқыштың әртүрлі қабылдау шарттары мен жұмыс режимдері үшін қамту аймағын нақты есептеуді қамтиды. Мұнда бастапқы деректердің қатарына мыналарды жатқызуға болады: 1 кВт қашықтықтағы таратқыштың сигнал өрісінің болжанатын медианалық кернеулігінің мәндері; радиотолқындарды қабылдау шарттары мен тарату ерекшеліктеріне байланысты түзетулер мен стандартты ауытқулардың шамалары; қабылдағыш пен таратқыштың сипаттамаларына байланысты қабылдау орнындағы таратқыштың сигнал өрісінің қажетті минималды медианалық кернеуінің мәні, сайып келгенде, берілетін бағдарламалар мен қосымша мультимедиялық ақпараттың саны мен сапасын анықтайды [14], [15].

#### **3.1 Е тұрақтылық режимінде жұмыс істейтін DRM таратқыштардың қамту аймағын есептеу**

Таратқыш өрісінің қашықтықтан болжанатын медианалық кернеулігін есептеуге арналған Формула:

$$E_{\text{тар}}(d) = E_{\text{тар}} + 10\lg P + \lg G - 10\lg A + 10\lg D(\varphi); \quad (3.1)$$

$$E_{\text{тар}}(d) = 163,068 + 10\lg 10 + 10\lg 6 + 10\lg 1,575 = 192,8 \text{ дб} \left(\frac{\text{МКВ}}{\text{м}}\right);$$

мұндағы  $E_{\text{тар}}(f, h_1, h_2, d, T, l, P = 1 \text{ кВт})$  - өрістің болжамды медианалық күші, тиімді сәулеленетін қуаты бар таратқышпен құрылатын режим  $P = 1 \text{ кВт}$   $d$  (км) тасымалдаушы жиілікпен  $f$  (МГц),  $h_1$  және  $h_2$  таратушы және қабылдаушы антенналардың аспа биіктіктері кезінде тиісінше  $T$  (50%) медиандық мәнінің асу уақыты үшін және  $L$  (50%) жабу аймағындағы орындар саны үшін;  $G$  (дБ) және  $A(1,575)$  - таратушы антеннаның күшейту коэффициенттері және фидердегі сөну (ДБМ);  $d(\varphi)$  - антенна бағытының сипаттамасы, сондай-ақ қуаты бойынша (дБ);  $P_{\text{кВт}}$  – таратқыштың қуаты кВт;

Әр түрлі қабылдау шарттары үшін ең төменгі медианалық мәннен  $\Delta_{\text{max}}(L, T, f)$  өріс кернеуінің жалпы стандартты ауытқуын есептеу мына формула бойынша орындалады:

$$\Delta_{\text{max}}(l, T, f) = \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_{MMN}^2 + \sigma_b^2}; \quad (3.2)$$

$$\Delta_{\text{max}}(l, T, f) = 5;$$

мұндағы  $\sigma_m^2 = 3,776$ ,  $\sigma_{MMN}^2 = 4,53$ ,  $\sigma_b^2 = 0$  қабылдау шарттарынан түзетудің әр түрі үшін анықталған стандартты ауытқулар;

Есептеулерде  $U_{\text{о.тиім}}$  радио қабылдағышының кірісіндегі радио сигналдың тиімді кернеуі логарифмдік қалыпты үлестірімге ие және DRM жүйесі үшін CL орналасу коэффициенті:

$$C_l = \mu \cdot \Delta_{\text{max}}(l, T, f); \quad (3.3)$$

$$C_l = 0,52 \cdot 5,8973 = 3,066;$$

мұнда  $\mu = 0,52$  қабылдаудың әртүрлі шарттары үшін бөлу коэффициенті  
Қабылдау шарттарының әрқайсысы үшін  $P_{\Sigma}$  – түзетулердің жиынтық мәні олардың сомасына тең болады (дБ):

$$P_{\Sigma} = P_{MMN} + L_h + L_b + C_i; \quad (3.4)$$

$$P_{\Sigma} = 14,027 \text{ дб};$$

$P_{MMN} = 10,935$  өнеркәсіптік шуылға түзету,  $L_h = 0$  м антеннаның биіктігін төмендету кезіндегі жоғалулар,  $L_b = 0$  дБ ғимараттар арқылы өту кезіндегі жоғалулар;

Қабылдағыштың кіріс шу қуаты  $P_{\text{к.ш.қ}}$  (дБВт) былай анықталады:

$$P_{\text{к.ш.қ}} = F + 10 \lg(k \cdot T_0 \cdot B) \quad (3.5)$$

$$P_{\text{к.ш.қ}} = -146,98$$

мұнда  $F = 7$  дБ қабылдағыштың шу коэффициенті,  $K$  – Больцман тұрақтысы,  $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ ,  $T_0$  – абсолюттік температура, В-100 кГц қабылдағыштың өткізу жол;

$P_{s,min}$ , дБ(Вт) қабылдағыштың кірісіндегі пайдалы сигнал қуатының ең төменгі деңгейі мына формула бойынша анықталады:

$$P_{s,min} = \left(\frac{C}{N}\right) + P_{к.ш.қ} \quad (3.6)$$

$$P_{s,min} = 139,98 \text{ дБ}$$

$(C/N)_{min}$  – қабылдағыштың декодер кірісінде  $BER = 10^{-4}$  (модуляция түріне және код жылдамдығына, яғни цифрлық ағынның кедергіден қорғалуына байланысты) аспайтын бит қатесін алу үшін талап етілетін сигнал / шудың ең аз қатынасы;

Қуат ағынының минималды тығыздығы (Пойнтинг векторының шамасы), қабылдау орнында  $\varphi_{min}$ , дБ (Вт / м<sup>2</sup>), келесі түрде есептеледі:

$$\varphi_{min} = P_{s,min} - A_a + L_f \quad (3.7)$$

$$\varphi_{min} = -51,505 \text{ дБ}\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}\right)$$

мұнда  $L_f = 1,575$  қабылдағыш фиддердегі жоғалулар,  $A_a$  – антеннаның эффективті апертурасы;

Антеннаның тиімді апертурасы (дБм<sup>²</sup>):

$$A_a = 10 \lg\left[\left(\frac{1,64}{4\pi}\right) \cdot \left(\frac{300}{f}\right)^2\right] + G_0 \quad (3.8)$$

$$A_a = -86,90 \text{ дБм}^2$$

мұндағы  $f$ -радиоарнаның орталық (тасымалдаушы) жиілігі (МГц);

$G_0$  – жартылай толқынды вибраторға (дБ) қатысты антеннаның күшеюі; екі параметр де жиілікке байланысты, бірақ модуляция түріне және код жылдамдығына тәуелді емес;

$E_{min}$  қабылдау антеннасы орналасқан жердегі таратқыш сигнал өрісі кернеулігінің талап етілетін ең аз деңгейі, дБ (мкВ / м)

$$E_{min} = \varphi_{min} + 10 \lg Z_{f0} + 20 \lg\left(\frac{1B}{1\text{мкВ}}\right) \quad (3.9)$$

$$E_{min} = \varphi_{min} + 145,8,$$

Мұнда  $Z_{f0} = 120\pi$  бос кеңістіктегі толқындық кедергі (Ом); нәтижесінде бізде:

Ауыстырып қойғаннан кейін бізде:

$$E_{min} = p_{s,min} - 10 \lg\left[\left(\frac{1,64}{4\pi}\right) \cdot (300/f)^2\right] - G_0 + L_f + 145,8 \quad (3.10)$$

Әр түрлі қабылдау шарттары үшін таратқыштың сигнал өрісінің кернеуінің қажетті минималды медианалық деңгейі төмендегі өрнектер бойынша есептеледі.

Фиксацтыланған қабылдау үшін:

$$E_{\text{мед}} = E_{\text{min}} + P_{\text{MMN}} + C_i \quad (3.11)$$

$$E_{\text{мед}} = 157,17 \text{ dB} \left( \frac{\text{мкВ}}{\text{м}} \right)$$

Портативті сыртқы және мобильді қабылдаулар үшін (дБ (мкВ / м):

$$E_{\text{мед}} = E_{\text{min}} + P_{\text{MMN}} + C_i + l_H \quad (3.12)$$

Портативті ішкі қабылдау үшін:

$$E_{\text{мед}} = E_{\text{min}} + P_{\text{MMN}} + C_i + l_H + l_B \quad (3.13)$$

Қамту аймағының шекарасында бір уақытта келесі шарттар орындалуы керек:

$$\begin{aligned} E_{\text{пер}}(\text{д}) &= E_{\text{мед}} + \Delta_{\text{max}} = 192,8 = 192,8 \\ (C/N)_{\text{шек}} &= \left( \frac{C}{N} \right) \end{aligned} \quad (3.14)$$

мұндағы  $E_{\text{мед}}$ -таратқыштың сигнал өрісінің кернеуінің минималды медианалық мәні;

Жабу аймағының шекарасындағы  $(C/N)$  гр шамасы белгілі, ол:

$$(C/N)_{\text{шек}} = E_{\text{тр}} - (20 \lg(\sqrt{E_h^2} + \sqrt{E_{ih}^2} + \sqrt{E_{ms}^2})) \quad (3.15)$$

мұнда  $E_h$  және  $E_{ih}$ -тиісінше атмосфералық және индустриялық іу өрісінің кернеулігі;  $E_{мс}$ -кедергі жасайтын станциялардың кедергі өрісінің кернеулігі;  $E_{\text{тр}}$ -қабылдау орнында таратқыш сигнал өрісінің талап етілетін кернеулігі;

$R$  радиусымен жабу аймағын алу үшін қажетті таратқыштың қуаты (кВт):

$$P = 10^{b1/10} \approx 0,687 \text{ кВт} \quad (3.16)$$

мұнда

$$B1 = E_{\text{мед}} - E_{\text{пер}} - 10 \lg G + 10 \lg A - 10 \lg D(\varphi) - \Delta_{\text{max}} \quad (3.17)$$

$$B1 = 16,219 \text{ дб} \left( \frac{\text{мкВ}}{\text{м}} \right)$$

Таратқыштың R қамту аймағының радиусы (км) мына формула бойынша табуға болады:

$$r = d_{inf} \cdot 10^B = 68 \text{ км} \quad (3.18)$$

мұнда

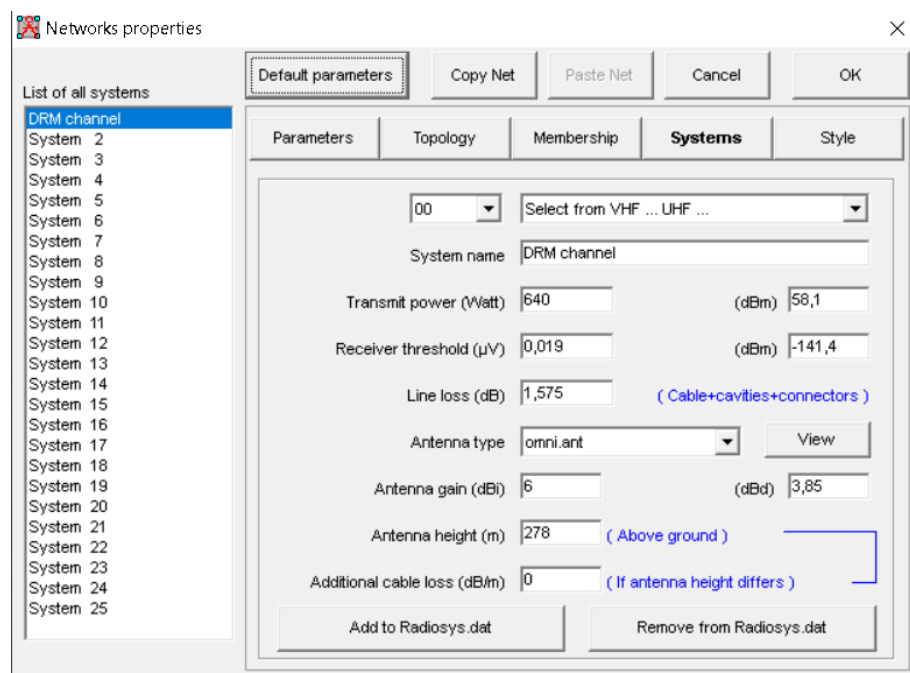
$$B = [E_{пер}(d) - E_{inf}] \cdot \lg\left(\frac{d_{sup}}{d_{inf}}\right) / \left(\frac{E_{sup}}{E_{inf}}\right) ;$$

$E_{пер}(d)$  қамту аймағының шекарасындағы таратқыштың сигнал өрісінің қажетті минималды кернеуі;

$E_{sup}$  және  $E_{inf}$  таратқыштың сигнал өрісінің ең аз кернеулігінің мәндері;

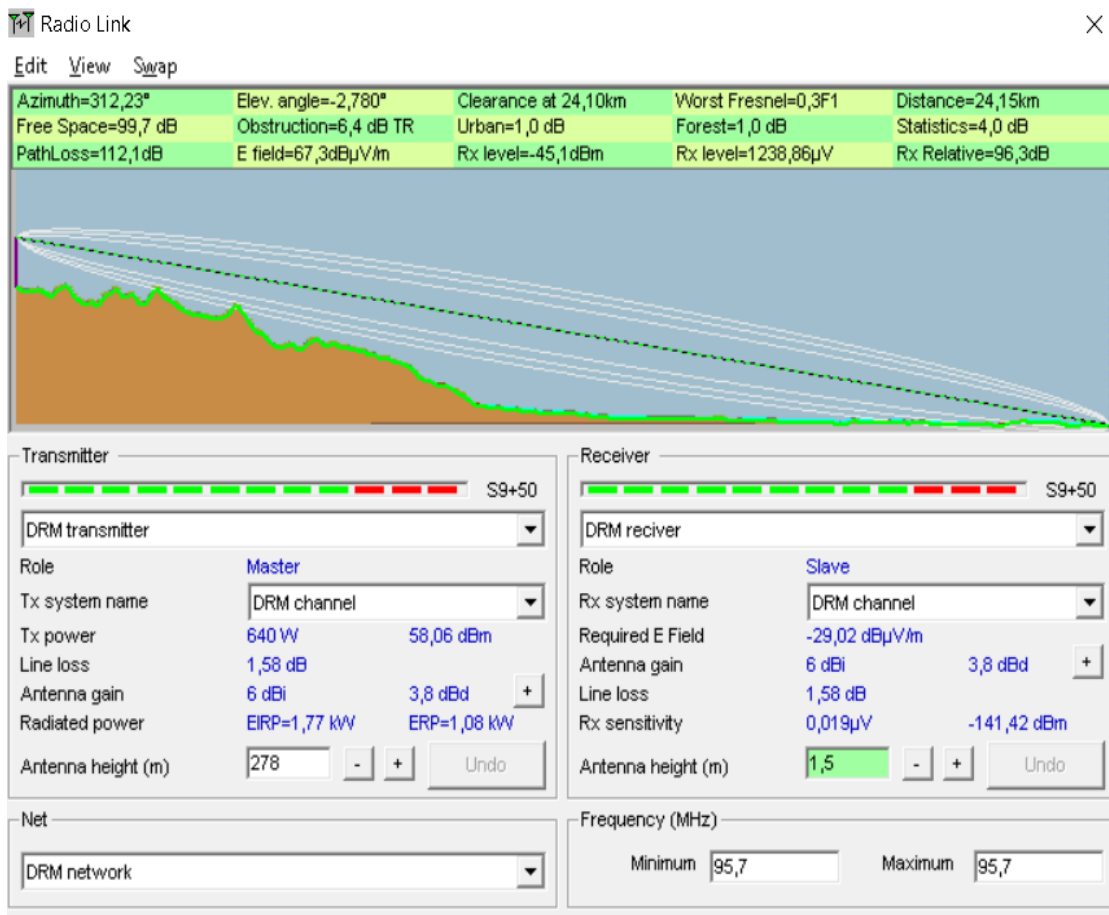
$d_{sup}$  және  $d_{inf}$  жақын және аз қашықтық;

Өлшенген қамту аймағының бейнелік көрінісін көру үшін оны Radio Mobile бағдарламасына салдым. Станцияның сипаттамасына келсек, жұмыс жасау жиілігі – 95,7, антенаның ұзындығы 278 метр (жер бетінен), линиядағы өшулік – 1,575 дБ, антенна күшейткіш коэффициенті – 6 dBi, қабылдағыштың шекті мәні – 0,019  $\mu$ V, қуаты – 640 Вт

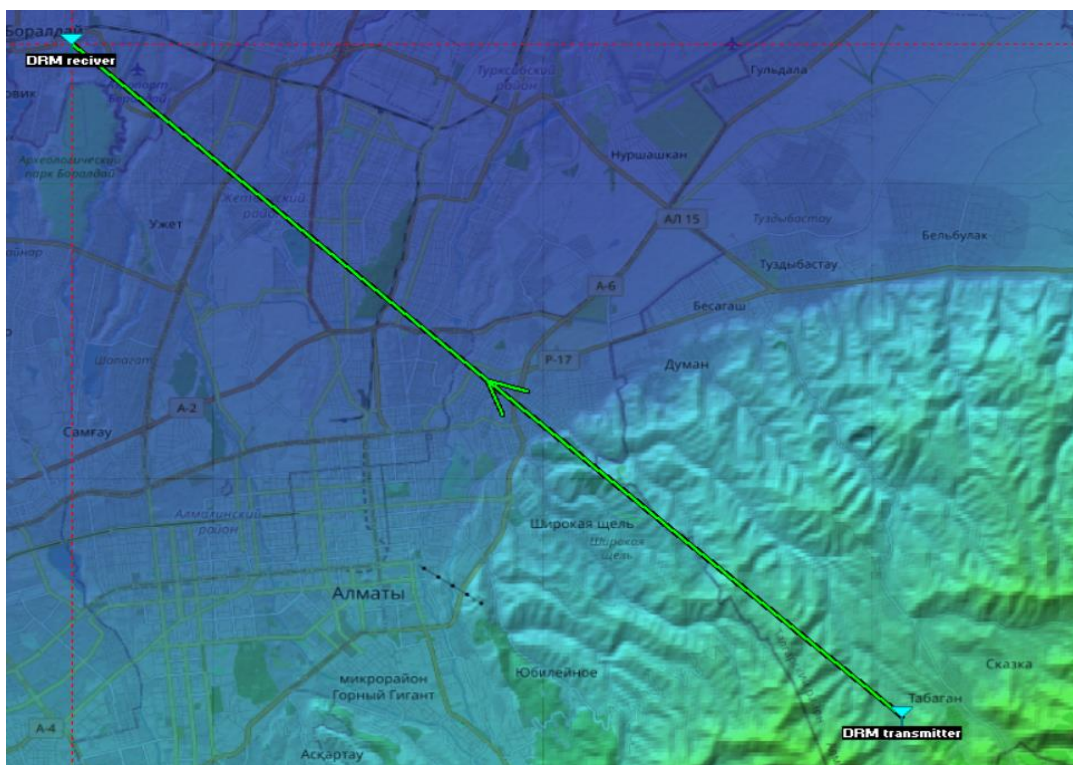


4.1 Сурет – DRM жүйесінің сипаттамасы

4.2 – Суретте, Алматы қаласына екі Dtm станциясын бір-бірінен 24,15 км қашықтықта орналастырдым. Біріншісі трансмиссия қызметін атқарып тұр, ал екіншісі ресивер жүйесінде жұмыс жасайды.

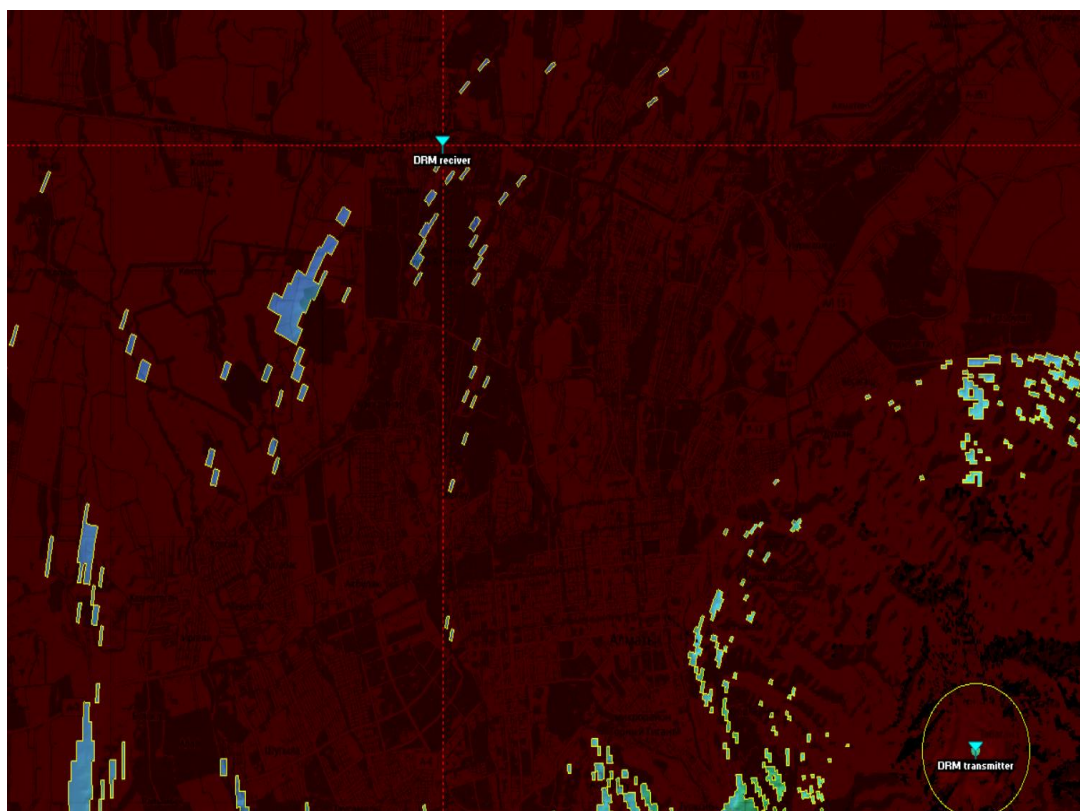


4.1 Сурет– Таратқышпен қабылдағыш параметрелері



4.2 Сурет– Таратқышпен қабылдағыш орналасқан жері





4.3 Сурет - DRM радиотсанциясының Алматы қаласын қамту аймағы

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындай келе, бұл дипломдық жұмыста DRM (digital radio mondiale) радиотарату стандартына талдау жасалды. Сонымен қатар DRM таратқыш-қабылдағыш аппаратының MatLab Simulink бағдарламасында схемасы құрылып, графиктері шығарылды. Басқада цифырлық және аналогтік радиотарату стандарттарымен салыстырма жұмыстар, артықшылықтары мен кемшіліктері, экономикалық шығындары қарастырылды. Стандарттың жұмыс істеу режимдері, жиіліктері және де 95,7 КГц те жұмыс жасайтын радиостанцияның қамту аймағы есептеліп, Алматы қаласының қамту аймағы Radio mobile бағдарламасында бейнеленді.

Қазақстандағы DRM радиотарату жүйесінің перспективалары қарастырылып өтті. Бір жиілікті пайдаланатын және осылайша жиілік ресурсын үнемдейтін синхронды хабар тарату желілерінің артықшылығы Алматы және Қарағанды сияқты бір ось бойымен өте созылған ірі қалаларды жабу қажет болған кезде айқын көрінеді. Ұзын қалалық ландшафты кезінде радиусы 45 км бір таратқыштың орнына қызмет көрсету аймағының радиусы 12,5 км болатын бір желіде орналасқан төртеуін орнатуға болады. Осыған орай DRM стандарты Қазақстанға ең бір қолайлы деген радиостандарты болып келеді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ковалгин Ю.А. цифровое радиовещание: системы и технологии. isbn 978-5-9912-0800-0 2021 г. 580 стр,16-27.
- 2 Рихтер С.Г. . Системы и сети цифрового радиовещания. ISBN 978-5-9912-0626-6ббк 32.884.8 удк 654.19:621.396.97 2017 г. 448 стр 115-135
- 3 Christopher May. Digital Rights Management The Problem of Expanding Ownership Rights 1st ISBN: 9781843341246 Edition - January 31, 2017 p. 56-69
- 4 Макеенко, М.И. Радиовещание и телевидение США в новом столетии: Структура, экономика, стратегии: Монография / М.И. Макеенко. - М.: МГУ, 2010. - 560 с. 246-267.
- 5 Рихтер, С.Г. Цифровое радиовещание. - 2 изд., стереотипное / С.Г. Рихтер. - М.: Горячая линия -Телеком, 2012. - 352 с, 84-102.
- 6 Ковалгин, Ю.А. Стереофоническое радиовещание и звукозапись: Учебное пособие для вузов. стереотип. / Ю.А. Ковалгин, Э.И. Володин, Л.Н. Кацнельсон. - М.: Горячая линия -Телеком 2014. - 720 с.
- 7 Варламов,О.В. Организация одночастотных сетей цифрового радиовещания стандарта dgm. особенности и результаты практических испытаний / DOI 10.24411/2072-8735-2018-10171.79-115.
- 8 Алексеев М. А, Сантуш Виржилио, Ковалгин Юрий, МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦИФРОВОГО DRMPЕРЕДАТЧИКА / DOI 10.24411/2072-8735-2018-10242. 15-19.
- 9 Ю. А. Ковалгин, 654.19: 621.396.97 / DOI:10.31854 / 1813-324X ЭЖЖ/ЭОЖ диапазонында жұмыс істейтін таратқыштардың қамту аймағын есептеу үшін Radio Mobile бағдарламасын қолдану туралы-2021-7-2-24-36,7-14.
- 10 Разработка устройства передачи сигналов стандарта DRM / 2012-07-04
- 11 The DRM Digital Radio Broadcasting System DRM Handbook – An Introduction and Implementation Guide / Revision 5, May 2020,20-32.
- 12 Елена Чернавина, Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственный центр радиосвязи, радиовещания и телевидения» "Даймонд"/ «15» сентября 2016 г. 64-87.
- 13 ГОСТ Р 54707—2011, Система цифрового звукового радиовещания DRM / Стандартинформ. оформление. 2012. 2020
- 14 Amal Punchihewa, Digital Radio Guide / June 2017,9-16.
- 15 В.Г.Дотолев,А.В.Лашкевич,Цифровое звуковое радиовещание. Состояние и перспективы
- 16 МСЭ-R P.1546-6 / 08/2019 55-63.
- 17 Recommendation ITU-R P.527-6 / 09/2021, 26-33.
- 18 Kovalgin Yu.A. Digital Broadcasting: Systems and Technologies. Moscow: Goriachaia liniia – Telekom Publ.; 2021. 580 p. 12-17.
- 19 Sokolov S.A., Myshyanov S.V., Kovalgin Yu.A. Results of the DRM Simulcast Field Trials in 87.5–108 MHz Band. Electrosvyaz. 2021;4: 30–36. (in Russ.) DOI:10.34832/ELSV.2021.17.4.003, 30-36.

## Қосымша

### Қосымша 1

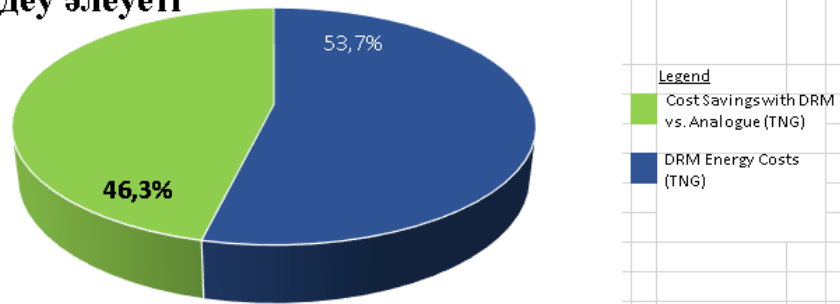
D32			
	A	B	C
1	DRM энергетикалық тиімділік калькуляторы		
2			
3	Компания есімі	Satbayev university	
4	Ел/Қала	Almaty, Kazakhstan	
5			
6	Жергілікті валюта түрі	TNG	
7	Жергілікті электр шығыны кВт/сағ	15,00	(max. 6820 TNG/kWh)
8			
9	Есептеу шарты	Экономикалық	
10			
11	Станциялар саны	10	
12			
13			

#### 1.1 Сурет– DRM энергетикалық тиімділік калькуляторы

Хабар тарату түрі	Шығыс қуаты	Аналогтік тиімділік	Кіріс-шығыс факторы	Токтаусыз жұмыс істеу	1 жыл сағ	Drп тиімділігі	Кіріс-шығыс факторы	Drп шығыс қуаты
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
FM	10	72	1,389	100	8760	45	2,222	3,5
MW	100	82	1,220	100	8760	80	1,250	50
MW	100	82	1,220	100	8760	80	1,250	50
MW	100	82	1,220	100	8760	80	1,250	50
SW	300	72	1,389	100	8760	65	1,538	150

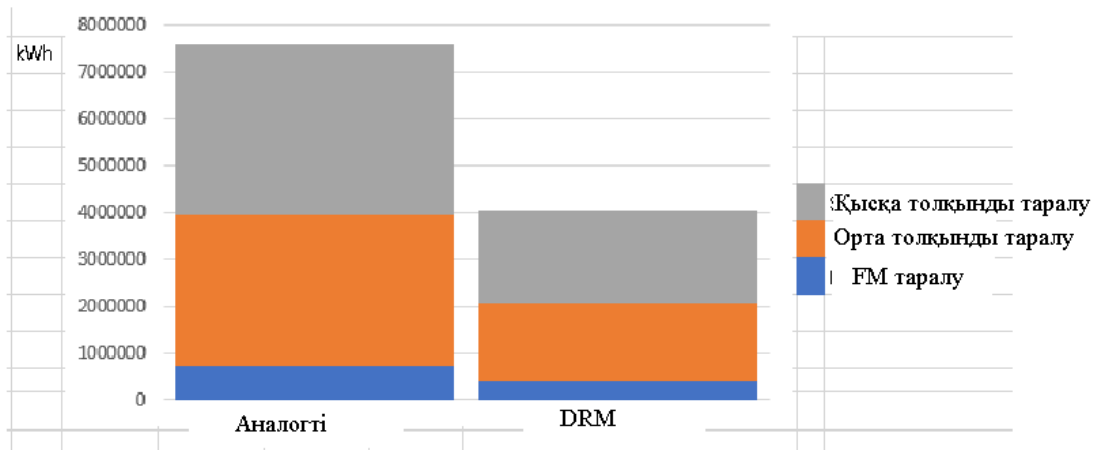
#### 1.2 Сурет– FM және Drп салыстырмалы кестесі

### DRM энергия үнемдеу әлеуеті



Аналогті режимдегі энергия тұтыну	<b>7,584,000</b> КВт/жылына
DRM көмегімен энергияны үнемдеу	<b>3,512,000</b> КВт/жылына
DRM көмегімен энергия үнемдеу пайызы	<b>46,3%</b>
Тегін қосымша арналардың максималды саны	<b>12</b>
Арнаға энергия үнемдеу пайызы	<b>&gt; 75,6 %</b>
Электр энергиясының жалпы жылдық үнемдеуі	<b>TNG 52,680,000</b>
*(calculation assumes energy cost of TNG TNG 15,00 /kWh)	

1.3 Сурет– DRM энергия үнемдеуі



4.4 Сурет -Аналогты және DRM арасындағы қуат тұтынуы

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

**Қабылқайр Даулет Нұрланұлы**

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: **«Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары»**

Бұл дипломдық жобада радиожүйелердің дамуының қазіргі жағдайындағы мен Қазақстан Республикасында DRM (digital radio mondiale) радиотарату жүйесінің даму перспективаларының техникалық сипаттамаларына шолу жасаған. Цифрлық стандарттың әр түрлі жылжып жатқанында жұмыс істеу режимдері талдау жасалып Matlab Simulink бағдарламасында DRM E режимінде жұмыс жасайтын жүйенің тарату-қабылдау схемасының моделі құрылып алынған нәтижеге талдау жасалды. E режимінде Алматы қаласы аумағын аналогты және DRM цифрлық радио таратудағы сигналдың жылжып жатқанының модуляциясының энергетикалық эффективтілігі есептелінген.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өзекті. Дипломдық жұмыста берілген тапсырманы орындау үшін жаңа технологияларды қолдана білген.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (90%) деген баға, ал студент Қабылқайр Даулет Нұрланұлы 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

**Ғылыми жетекші**

Ассистент-профессоры,

Доктор PhD

 Хабай Аар

(қолы)

«20» мамыр 2022 ж.

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Қабылқайр Даулет Нұрланұлы

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар  
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 7 парақ;  
б) түсініктеме 38 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында DRM цифрлық радиотарату стандартына шолу жасалған, оның техникалық сипаттарымен радиотолқынды сигналдардың таратылуы мәселелері талданған.

DRM цифрлық радиосын пайдаланудың негізгі талаптары, технлогияның негізгі көрсеткіштері және еліміздегі болашақ радиостандарттың ықтималдылығы көрсетілген.

Алматы қаласы үшін бір таратқышпен қабылдағыш арқылы камту аймағын есептеу жүзеге асырылды.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғарға оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – желілерді құруды талдау және салыстыру технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "жақсы" (80%) деген баға, ал студент Қабылқайр Даулет Нұрланұлы мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

### Сын - пікір беруші

КазНАУ доценті, PhD докторы

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Н.Б. Әлібек

(колы)

«10» 05. 2022 ж.

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Кабылқайр Даулет Нұрланұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары

**Научный руководитель:** Ерлан Таштай

**Коэффициент Подобия 1:** 2.9

**Коэффициент Подобия 2:** 0.4

**Микропробелы:** 4

**Знаки из других алфавитов:** 8

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

23.05.2022  
Дата

Заведующий кафедрой





## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Кабылқайр Даулет Нұрланұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Қазақстанда DRM стандарты бойынша цифрлық радиохабар таратудың дамыту перспективалары

**Научный руководитель:** Ерлан Таштай

**Коэффициент Подобия 1:** 2.9

**Коэффициент Подобия 2:** 0.4

**Микропробелы:** 4

**Знаки из здругих алфавитов:** 8

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

23.05.2022  
Дата

Наурызмет  
проверяющий эксперт