

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Кебировна Гульзана Шахмуратовна

«Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

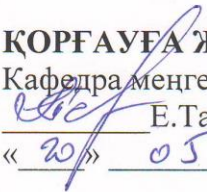
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі


Е.Таштай

« 20 » 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

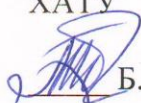
Орындаған:



Г.Ш.Кебиров

Пікір беруші

т.ғ.к., қауым. профессор
ХАТУ

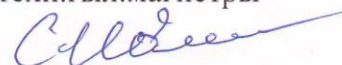


Б.Л.Илипбаева

« 20 » 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. лекторы,
техн. ғыл. магистры



С.Е.Ибекеев

«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 21 » XII 2022 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Кебирова Гульзана Шахмуратовна

Тақырыбы «Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау».

Университет ректорының «24» желтоқсан 2021 ж. № 489-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Цифрлық теледидардың даму тарихы; DVB-T2 параметрлері; таратқыштың тиімді сәулелену қуаты (ERP), дБ Вт; f - таратқыштың сәулеленуінің орташа жиілігі - 685 МГц; h_1 - жер бедерін және антенналарды орнату биіктігін ескере отырып, жер бетіндегі таратқыш антенна аспасының биіктігі - 1267м.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- 1) Мәселенің аналитикалық зерттелуі, шешу жолдары;
- 2) Мәліметтерді форматтау және сигнал құрылымы;
- 3) DVB-T2 таратқышының жұмысын талдау, параметрлерін анықтау;
- 4) Цифрлық теледидар таратқыштарының қамту аймақтарын есептеу;
- 5) Есептеу жұмыстары 31-ші арна мен Astana арнасына арналсын;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. http://www.fondazionerosselli.it/DocumentFolder/REFERENCES_DTG_System%20and%20MHEG%20Extensions%20for%20euroMHEG%201_8%20marzo%201999.pdf;

2. Ю.Б.Зубарев, М.И.Кривошеев, И.Н.Красносельский «Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы.» - М.; Радио и Связь. – 2007 г.

3. Артюхин В.В. Мобильное цифровое телевидение: Учебное пособие. - Алматы: КУПС, 2012. – 120с.;


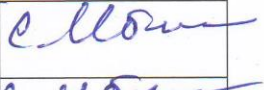
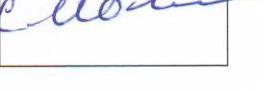
4. <https://optiwave.com/applications/100-gbps-dp-qpsk-system-with-digital-signal-processing/>

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	01.12.2021-25.12.2021	орындалды
Теориялық ақпарат	20.01.2022 -25.02.2022	орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2022 – 20.05.2022	орындалды

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

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	С.Е.Ибекеев, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	
Теориялық ақпарат	С.Е.Ибекеев, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	
Норма бақылау	С.Е.Ибекеев, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	

Ғылыми жетекшісі

(қолы)

С.Е.Ибекеев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

Г.Ш.Кебирова

Күні

«20»

05

2022 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «Цифрлық таратқыштың қамту аймағы» туралы толық ақпарат беріледі. Бірінші бөлімінде сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының қамтуы туралы толық ақпарат беріледі және де әдебиеттерге шолу болады. Әдебиеттерге шолу тақырыпшасының ішінде маған дейінгі зерттелген жұмыстардан қысқаша мәліметтер бар.

Бірінші бөлімде қарастырылатын тағы бір тақырыпша ол цифрлық дыбыстық хабар тарату желілеріндегі бір жиілікті желінің өсуі.

Негізгі бөлімде толықтай осы тақырып бойынша теориялық ақпараттар енгізіледі олар: цифрлық теледидардың даму тарихы , DVB-T мен DVB-T2 айырмашылығы, DVB-T2 таратқыш параметрлерінің радиосигнал өнімділігіне әсері, мобильді теледидар.

Үшінші бөлімде цифрлық теледидар таратқыштарының қамту аймақтарын есептеу болады нақтырақ айтсақ радиожиілік инфрақұрылымына шолу жасалады және де есептеу жұмыстары жасалады. Есептеу жұмыстары:31-ші арна мен Astana арнасының СТВ таратқыштарының қамту аймағын теориялық есептеу , фидердегі қуатты жоғалту коэффициентін, жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептеу. Соңғы қосымшада осы шығарылған мәндер Python программасына салынады.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе представлена подробная информация о «Зоне покрытия цифрового передатчика».

В первом разделе представлена подробная информация о покрытии сигналов цифрового наземного телевидения и обзор литературы.

Темой обзора литературы является краткое изложение ранее изученных работ. Еще одна тема, затронутая в первом разделе, — рост одночастотных сетей в цифровых аудиосетях.

В основной раздел включена вся теоретическая информация по этой теме: история цифрового телевидения, разница между DVB-T и DVB-T2, влияние параметров передатчика DVB-T2 на характеристики радиосигнала, мобильное телевидение.

В третьем разделе производится расчет зон покрытия передатчиков цифрового телевидения, в частности, обзор радиочастотной инфраструктуры и расчеты.

Расчеты: Теоретический расчет зоны покрытия передатчиков ЦТВ для 31 канала и канала Astana, расчет коэффициента потерь мощности в фидере, расчет частотного коэффициента затухания в фидере. В последнем приложении эти производные значения отображаются в Python.

ANNOTATION

This thesis provides detailed information on the "Digital Transmitter Coverage Area". The first section provides detailed information on the coverage of digital terrestrial television signals and a review of the literature.

The review of the literature contains a summary of previously researched works. Another topic covered in the first section is the growth of single-frequency networks in digital audio networks. The main section includes all the theoretical information on this topic: the history of digital television, the difference between DVB-T and DVB-T2, the impact of DVB-T2 transmitter parameters on radio signal performance, mobile television.

The third section calculates the coverage areas of digital television transmitters, in particular, an overview of the radio frequency infrastructure and calculations. Calculations: Theoretical calculation of the coverage area of DTV transmitters for channel 31 and Astana channel, calculation of the power loss factor in the feeder, calculation of the frequency attenuation factor in the feeder. In the latest application, these derived values are displayed in Python.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1 Әдебиеттік шолу	11
1.1 Сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының шекаралық қамтуды бағалау	11
1.2 Кругов Сергейдің Ресейдегі қамту аймағын есептеуін талдау	12
1.3 Иван Васильевич, А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко, Серебряков Р.В-тің зерттеу қорытындысын талдау	16
1.4 Тапсырманың қойылымы	22
2 Цифрлық теледидардың даму тарихы	23
2.1 DVB-T мен DVB-T2 айырмашылығы	24
2.2 DVB-T2 параметрлері	25
2.3 DVB-T2 таратқыш параметрлерінің радиосигнал өнімділігіне әсері	26
2.4 Цифрлық теледидар жүйесінің сипаттамасы	31
2.5 Мобильді теледидар	32
2.6 QAM дегеніміз не ?	34
3 Цифрлық теледидар таратқыштарының қамту аймақтарын есептеу	39
3.1 Алматы қаласындағы теледидар жабдығы туралы мәліметтер	39
3.2 Фидердегі қуатты жоғалту коэффициентін, жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептеу	40
3.3 ЦТВ таратқыштарының қамту аймағын теориялық есептеу	41
Қорытынды	48
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	49
ҚОСЫМША А және ҚОСЫМША В	51
ҚОСЫМША С	52

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда цифрлық телевидениеге көшу жалпы саланың дамуына үлкен мүмкіндіктер беріп отыр. Арналар санының жеткілікті артуы, сурет пен дыбыс сапасының артуы телевизиялық жүйелердің жаңа мүмкіндіктерін дамытуға ықпал етеді. Цифрлық теледидар дамудың бірнеше сатысынан өтті. Олар ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізіп, тәжірибелік құрылғылар мен жүйелерді жасап, телехабар таратудың өз стандарттарын қабылдады. Телевизиялық хабар тарату стандарты – оны эфирде таратуға арналған бейне сигналдарды кодтау жүйесі. Ақ-қара теледидар дәуірінде сызықтар саны, кадр жиілігі және басқа параметрлер бойынша ерекшеленетін бірнеше түрлі кескінді декомпозициялау стандарттары пайда болды. Түсті теледидарға көшу жүйелердің санын көбейтті, өйткені түсті кодтау стандарттары (NTSC, PAL, SECAM) әртүрлі ыдырау стандарттарына қойылды. Кейіннен жүйелердің бір бөлігі «өшіп қалды»; екінші жағынан, көпжүйелі теледидар қабылдағыштары көбейіп кетті, сондықтан қазір жүйелердің әртүрлілігі телекөрсеткіштер үшін қиындықтар туғызбайды. Қазіргі уақытта цифрлық телевидение мен жоғары ажыратымдылықтағы теледидарды енгізу жұмыстары жүргізілуде. DVB-T2 — DVB-T стандартының жетілдірілген нұсқасы, ауа кедергісі мен бұрмалануынсыз кеңейтілген кескінді береді және жоғары қабылдау сапасын қамтамасыз етеді. Сандық теледидар сигналының анықтамасына келетін болсақ, бұл сандық арнаны пайдаланып бейне және дыбыс сигналдарын кодтау арқылы теледидарлық дыбыс және бейне сигналдарын тарату технологиясы. Шығындар бірдей болғанымен, цифрлық сигналды қамту аналогтық хабар таратуға қарағанда әлдеқайда көп. Цифрлық тарату бейне және дыбысты әртүрлі кедергілерден қорғайды, бұл тіпті қозғалыстағы объектілерде (поездар, көліктер) сигналды қабылдауға мүмкіндік береді. Аналогтық желіде бір арна бірдей жиілікте таратылатын болса, онда бір сандық мультиплекс 15 арнаға дейін тарата алады. Көрсеткіштер үшін бұл сүйікті телеарналар санының артқанын білдіреді. Ал телеарналар үшін дамуға, өсуге жағдай жасайды. Сонымен қатар, цифрлық хабар тарату желісі бірқатар жаңа қызметтерді ұсынады. Мысалы, көрсеткіштер өздері таңдаған арналарды топтастырып, балаларды белгілі бір арналармен, субтитрлермен шектей алады, мәзір тілін өзгерте алады және т.б. HD сандық пішімі жоғары ажыратымдылықтағы теледидар қызметтерін қамтамасыз етеді. Негізі цифрлық хабар таратудың көптеген артықшылықтары бар. Бүгінде «цифрлық технологиялардың» болашағы зор екеніне ешкім күмән келтірмейді Қазақстан цифрлық хабар таратуға көшуді 2006 жылы Женева конвенцияларына қол қойғаннан кейін бастады. Цифрлық форматқа көшу бойынша жауапкершілік Қазақстан Республикасының Ұлттық операторы – «Қазтелерадио» АҚ-ға жүктелген.

1 Әдебиеттік шолу

1.1 Сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының шекаралық қамтуды бағалау

Сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының шекаралық қамтуды бағалау туралы BT Series Broadcasting service (television) атты ұйымның жазған оқулығында жазылған мәліметтер бойынша [1]. Бұл бірлескен ұйым АҚШ-дағы бір штатқа қандай антеннадан, қай желіден қаншалықты пайда бар екенін зерттеген. OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) негізіндегі сандық дыбыстық хабар тарату желілерінде барлық таратқыштар бірдей жиілік блогын пайдаланып бір уақытта бірдей ақпаратты тарата алады. Мұндай біртұтас жиілікті желіде (SFN) белгілі бір кідіріс ішінде жүйенің көпжолды төзімділігіне байланысты барлық таратқыштардан алынған сигнал қуатының өзара қосылуы орын алады. Желінің осы пайдасын пайдалану үшін желіні дұрыс жобалау қажет. Бұл жұмыста ұйым мүшелері қолданыстағы электромагниттік ортада SFN конструкциясына назар аударған. Ұйым мақсаты – жеткілікті сигнал сапасы мен рұқсат етілген кедергі деңгейі бар алдын ала анықталған қызмет көрсету аймағына жаңа бағдарламаны тарату үшін желілік аппараттық құрал құнын азайту болды. Қамтуды жоспарлау тапсырмасы дискретті оңтайландыру мәселесі ретінде тұжырымдалған, мұнда қуат, антенна биіктігі және орналасу орындары сияқты таратқыш параметрлері шешімнің айнымалы мәні болып табылады. Сынама алу (сынау нүктесі) әдістері арқылы сенімді үзіліс ықтималдығын бағалау үшін қызмет көрсету аймағының сипаттамалары және іріктеу әдістерінің бірқатары зерттелді. Сынақ нүктесінің дұрыс қашықтығы жер бедерінің сипаттамаларына, таралу үлгісіне және жалпы үзіліс деңгейіне қатты байланысты екені көрсетілді. Жүйелі іріктеу көптеген жағдайлық зерттеулерде ең жақсы тиімді іріктеу болып шықты. Жер бедерінің биіктіктеріне және желі конфигурацияларына негізделген стратификацияланған іріктеуді пайдалану айтарлықтай жақсартуларға әкелмеді. Эвристика, жергілікті іздеу және имитациялық жасыту сияқты әртүрлі оңтайландыру әдістері зерттелді және салыстырылды. Барлық алгоритмдер шағын масштабты есептерді шеше алды. Дегенмен, үлкен штат кеңістігі бар есептердегі имитациялық жасыту барлық басқа алгоритмдерден асып түсті, бұл мұндай есепте бірнеше жергілікті минимумдардың бар екенін растайды. Техникалық шектеулер қанағаттандырылған кезде желілік жабдықтың құнын азайту шығындарды айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік берді. Шығындардың параметрлері мен техникалық критерийлері желінің құрылымын анықтайды. Оңтайландыру көмегімен таратқыш позицияларының сезімталдығы да зерттелді. Таратқыштардың нақты орналасуы тоқтау ықтималдығын төмендетуге әкелді, бірақ жақсарту таратқыш тығыздығы артқан сайын азаяды. Шуды шектейтін желілерді өшіру аймақтары төмен биіктікте орналасқан. Ал, кедергі шектелген жағдайда үзіліс ықтималдығы жоғары биіктікте де артады.

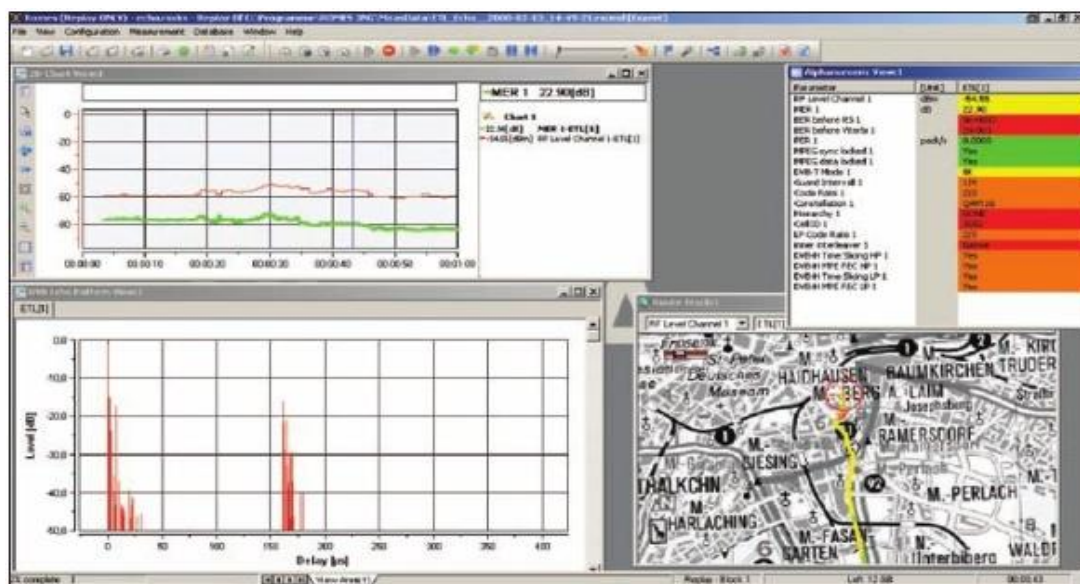
Белгісіз кедергі болған жағдайда күтілетін үзіліс орнын анықтау өте қиын. Өшірудің таратқыштардан салыстырмалы қашықтыққа тәуелділігіне келетін болсақ, жабылмаған нүктелердің көпшілігі таратқыштардан алысырақ орналасқан.

Таңдау әдістерінің өнімділігі көптеген желілерде берілген сенімділік деңгейіне жету үшін қажетті іріктеу өлшемі тұрғысынан бағаланды. SA-ның жергілікті минимумдарды өткізіп жіберу мүмкіндігі, әсіресе, шығындарға сезімтал дизайн жағдайларында тартымды, мысалы құн маңызды мәселе болған кезде және шығындар мәндерінің кең ауқымы бар қанағаттандыратын шешімдердің көп саны болған кезде. Мұндай жағдайларда LS және SS арқылы табылған (немесе кездейсоқ құрылған) шешімнің маңайына жабысады, бұл шектеулерді қанағаттандыратын, бірақ құнын толығымен ескермейтін шешімдерге әкеледі. SA жалпы шығындарды одан әрі азайту үшін іздеуге көп күш жұмсайды. Олар әртүрлі корреляциялық және әртүрлі стандартты биіктік ауытқуы бар рельефтің болуы жағдайында берілген сынақ желі конфигурациялары үшін таратқыш орындарының сезімталдығын зерттеді. Жазық жердегі қамтумен салыстырғанда, кейбір таратқыштардың тиімді антенна биіктігінің жоғарылауына байланысты рельефтік толқындардан $oh = 2-3$ м дейін қамту аздап артатынын байқады. Көлеңкенің жоғалу әсерін арттыруға байланысты биіктік айырмашылықтары одан әрі ұлғайған кезде қамту күрт төмендейді. Корреляциясы аз рельеф үшін бұл әсер азырақ биіктік айырмашылықтарында пайда болады. DAB II режимі үшін әсер DAB I жағдайына қарағанда әлдеқайда ауыр. Бұл құбылысты II режиммен салыстырғанда DAB I режимінде желілік күшейтудің үлкенірек болуымен түсіндіре алады. Оңтайландырудың тиімділігін зерттеу үшін олар қуатты, антеннаның биіктігін және таратқыштар санын тұрақты сақтай отырып, таратқыштың орналасуын оңтайландырды. Оңтайландыру үзіліс ықтималдығын 10 есе жақсарта алады және $oh \sim 10$ м дейінгі жер бедерінің сипаттамаларына бейімделуі мүмкін. Олардың болжамына сәйкес, желідегі таратқыштар саны көбейгендіктен пайда төмендеді. Оңтайландыру кезінде үйлестіру талаптарын ескеру нәтижесінде алынған желі конфигурациясының сипаттамалары өзгерді. Ешқандай үйлестіру қарастырылмаған мәселелерде желі құрылымы айтарлықтай тұрақты және шығындар конфигурациясына тамаша бейімделген. Үйлестіру жағдайында қызмет көрсету аймағының шекарасындағы таратқыштар алдын ала анықталған кедергі деңгейінен аспау үшін антеннаның төмен биіктігімен тағайындалды. Үйлестірілген желілер сәл жоғарырақ шығындарды талап етті.

1.2 Кругов Сергейдің Ресейдегі қамту аймағын есептеуін талдау

Круглов Сергей-дің (Инженер по телевизионной измерительной технике компании Rohde&Schwarz Rus) Измерение зоны покрытия цифровым ТВ деген

жұмысы бойынша мәліметтер [2].Круглов Сергей өз жұмысында Ресейдегі қамту аймағын теориялық есептеу хабар тарату желісін есептеу (таратқыш аппаратура, мазмұнды жеткізу желілері және т.б.) жабдықты орнату қамту аймағын практикалық өлшеу сияқты көп нерселерді зерттеп шыққан.Қамту аймағын практикалық өлшеу мәселесін шешу нақты аймақтарда хабар таратудың қаншалықты жақсы жүргізілетінін анықтауға, мүмкіндігінше оның деңгейі телебағдарламаларды қабылдау үшін жеткіліксіз болатын барлық көлеңкелі аймақтарды және сигнал беретін орындарды табуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде - көлеңкелі аймақты жабу үшін қосымша таратқышты немесе қайталағышты орнату керек.Хабар тарату желілерін жобалау және пайдалануға беру процесі айтарлықтай уақытты алады. Бұл кезеңде елді мекеннің инфрақұрылымы, кей жағдайда ландшафты өзгеруі мүмкін. Сонымен қатар, өзен бойында, су объектілерінің шекарасында таулы және таулы аймақтарда радиотолқындардың таралу ерекшеліктерін толық ескеру теориялық тұрғыдан қиын. Бұл мәселені шешу бұрыннан бар хабар тарату желілерін пайдалану процесінде де туындауы мүмкін. Мысалы, жаңа таратқышты орнатқаннан кейін, қосымша хабар тарату аймағына кіргеннен кейін, жаңа ғимараттар салу және т.б. Осы өзгерістерден кейін жаңа өлшемдерді орындау қажет болуы мүмкін.Rohde & Schwarz Ресейдің қамту аймақтарын өлшеуге арналған екі құрал әзірледі. Әмбебап қолдық ETL есептегіш және ықшам TSMDVB.Екі құрылғы да цифрлық телехабар таратудың қамту аймағын өлшеуге арналған. Бұл функция құрылғыны мамандандырылған ROMES бағдарламалық құралы орнатылған кез келген дербес компьютерге қосу арқылы жүзеге асырылады, бұл аумақты хабар тарату арқылы қамту сапасын талдауға мүмкіндік береді.TSMDVB тек қамту аймақтарын өлшеуге арналған, ал ETL сандық және аналогтық теледидар сигналдарын талдауға мүмкіндік беретін әмбебап құрылғы. Екі құрылғы да 220 В кернеуінен немесе автомобильдің борттық желісінен қоректенуі мүмкін, бұл оларды мобильді өлшемдер үшін ыңғайлы құрал етеді. Құрылғылар арна жиілігі мен диапазонын енгізу арқылы өлшенген теледидар арнасына бағдарлама мәзірі арқылы реттеледі. Содан кейін құрылғы TPS-тен (Transmission Parameter Signaling) негізгі параметрлерді (модуляция түрі, қорғаныс интервалы, тасымалдаушылар саны және т.б.) алады және оны өлшенген мәндермен бірге (сигнал деңгейі, сигнал-шуыл қатынасы, MER, EVM, BERnT.n .) ROMES бағдарламасына енгізіледі. Бақылау кезінде бағдарлама терезесінде сигнал шоғыры немесе синхронды хабар тарататын таратқыштардың күйі көрсетілуі мүмкін.Жоғарыда айтылғандай, құрылғылар компьютерге қосылған: RS-232 арқылы TSMDVB және LAN арқылы ETL қосылған. Осы интерфейстер арқылы құрылғылармен өлшенген деректер ROMES бағдарламасына тасымалданады.

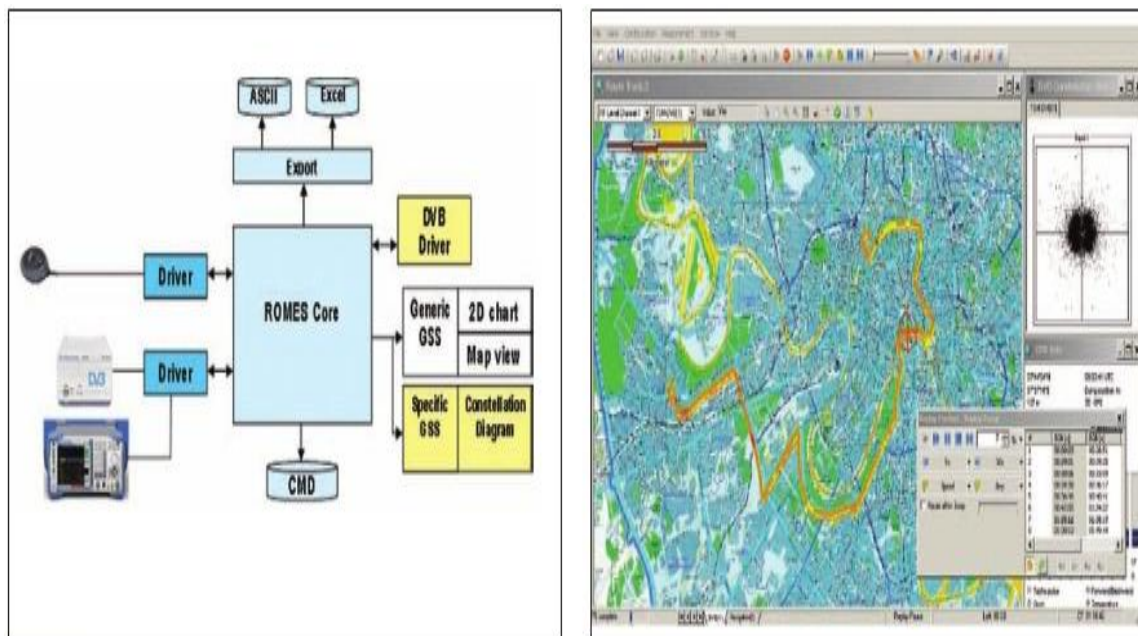


1.1 Сурет - ROMES бағдарламасындағы синхронды хабар тарататын таратқыштардың күйі

Компьютерге қосылған GPS-қабылдағыштан өлшеу жүргізілген нүктенің координаталары сол бағдарламаға беріледі. Өлшенген деректер ROMES бағдарламасына жүктелген рельеф картасында түрлі-түсті сызықтармен көрсетіледі. Түс әртүрлі сигналдарды да, сигналдардың әртүрлі күйлерін де ерекшелейді: мысалы, деңгей, күй және т.б. Түс схемасын пайдаланушы сигнал шектерін көрсете отырып орнатуы мүмкін. Деректер GPS түзетулерімен бірге әрі қарай талдау үшін файлға жазылады. Құралдардан алынған мәліметтерді жазу белгілі бір уақыт аралықтарында да, белгілі бір қашықтықты өткеннен кейін де автоматты түрде жүзеге асырылады. Әрбір өлшенген параметр үшін шекті мән мен оқиға өңдегішін параметр шекті мәндерден асып кеткен кезде дыбыстық сигналмен орнатуға болады. Бұл функциялар тіпті бір адамның бақылауын жүргізуді ыңғайлы етеді, құрылғыны тиісті арнаға орнату және өлшеу функциясын қосу арқылы көрсетілген бағыт бойынша қозғалу жеткілікті. Компьютермен басқарылатын құралдар барлық көрсетілген өлшемдерді қабылдайды, ал ROMES бағдарламасы деректерді қатты дискіге сақтайды. Өлшенген деректерді визуалды көрсету және олардың белгілі бір аймаққа байланыстыру үшін бағдарлама GPS сілтемелері бар векторлық карталарды да, растрлық карталарды да (BMP, JPG, BMP, PCX, PNG, TIF, GIF графикалық пішімдері) жүктеп алуға мүмкіндік береді. Картадағы орынды таңдау және сәйкес GPS координаттарын енгізу арқылы растрлық карта анықтамалық құралы бар. Растрлық карталардың геометриялық бұрмалануларын дәлірек анықтау және түзету үшін 3 немесе одан да көп координаттарды енгізу керек. Өлшенген деректер өлшеу маршрутының әрбір нүктесі үшін файлға жазылады және өлшеулерді бірнеше кезеңге бөлуге

болады, кейін оларды біріктіру арқылы тұтастай телехабар таратудың суретін алуға болады.

ROMES бағдарламасы алынған деректерді қажетті форматта экспорттау мүмкіндігіне ие - оларды кейіннен басқа талдау бағдарламаларында өңдеу үшін. Сондай-ақ деректерді графиктер мен диаграммалар түрінде ұсынуға болады.



1.2 Сурет - ROMES бағдарламасындағы құрылымдық өлшеу схемасы

Айта кету керек, екі құрылғы да теледидар сигналын демодуляциялайды және оны ASI шығысына шығарады. TSMDVB декодеріне немесе ETL опциясына ие бола отырып, сіз суреттің сапасын визуалды түрде бағалай аласыз, ал ETL қабылданған TS (тасымалдау ағыны) сапалы талдау және тіпті сәйкес опцияны пайдаланып фрагменттерді жазу мүмкіндігіне ие. Rohde & Schwarz құралдарының тағы бір ерекшелігі өлшенген хабар тарату стандарттарының ауқымдылығы болып табылады. Жаңа стандартты өлшеу үшін веб-сайтта (www2.rohde-schwarz.com немесе www.rohde-schwarz.ru) қолжетімді жаңа фирмалық құралды (бағдарламалық құрал) орнату және жаңа опцияны қосу жеткілікті. құрал.рине, ең заманауи және күрделі жабдықтың кез келгені өндірушіден уақтылы техникалық қолдау көрсету мүмкіндігімен қамтамасыз етілуі керек. Ұзақ мерзімді қолдауды және жеткізілетін жабдыққа техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз ететін өндірушілер мұны өздерінің қызмет көрсету бөлімін дамытқаннан басқа жасай алмайды. Бірнеше жыл бұрын Rohde & Schwarz Мәскеуде қызмет көрсету орталығын ашты, оның инженерлері Ресейдегі хабар тарату жабдықтарын қолдау үшін қызметтердің толық спектрін ұсынды. Құрылғылар Германияда әзірленген және шығарылған және осы деңгейдегі өлшеу жабдығына қойылатын барлық заманауи талаптарға жауап береді. Неміс жинағының сапасы оны Ресейдің кең аумақтарында өлшеуді жүргізу үшін сенімді құрал етеді.

1.3 Иван Васильевич, А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко, Серебряков Р.В-тің зерттеу қорытындысын талдау

Иван Омелянюк-тің ЦИФРОВОЕ ЭФИРНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ атты еңбегінде айтылған мәліметтер бойынша [3]. Иван Васильевич – Украинадағы цифрлық жүйеге көшу үдерісінің белсенді ұйымдастырушысы, Украинада DVB-T стандартындағы цифрлық эфирлік теледидарды енгізу жөніндегі ғылыми-зерттеу жұмысының жетекшісі (2002 жылдан бастап), дүниежүзілік форумдардағы жарияланымдардың авторы. Көрермендерге қандай цифрлық эфирлік теледидар қызметтері ұсынылатынын нарық көрсетеді. Тегін теледидар немесе ақысыз және ақылы теледидардың қосындысы ретінде сандық эфирлік теледидар көптеген елдерде өте танымал болып келеді. Үй шаруашылығында жалпақ панельді дисплейлердің тез таралуымен жоғары сапалы бейнеге қажеттілік туындайды. HDTV болашақта негізгі теледидар стандартына айналады деп күтілуде. Кейбір елдер қазірдің өзінде HDTV режимінде бағдарламаларды тарата бастады. Франция жақын арада 17 HDTV бағдарламасын таратуды жоспарлап отыр. Теледидар, спутниктік теледидар және IPTV сандық жерүсті желілерге қарағанда өткізу қабілеті жоғары, сондықтан HDTV тарату үшін жақсырақ. Мобильді теледидарға деген сұраныс әлі толық зерттелген жоқ. Кейбір елдерде мобильді теледидар үшін кем дегенде бір немесе екі мультиплекс қолданылады деп күтілуде. Цифрлық кабельдік теледидар, IPTV және спутниктік телевидение платформаларынан цифрлық эфирлік желілерге бәсекелестік артады. Дегенмен, сандық жерүсті теледидары шағын белсенді антеннада портативті қабылдауды қабылдау мүмкіндігінің даусыз артықшылығына ие және танымал телеарналардың салыстырмалы түрде шектеулі пакетін тарату және 100% дерлік қамтуға қол жеткізу кезінде үнемді. Шектеулі адамдарға арналған қосымша ақпарат пен бағдарламаларды IPTV желісі арқылы беруге болады. Цифрлық эфирлік теледидар қызметінің әрбір түрі үшін өзара тәуелді үш параметр арасында таңдау жасалуы керек: мультиплекс сыйымдылығы, қамту сапасы және сәулелену параметрлері. Бұл таңдаудың нәтижелері тасымалдау желісіне айтарлықтай әсер етеді. Тұрақты антенналарда, мысалы, шатырларда қабылдануға арналған теледидар қызметтері төмен өріс күшін қажет етеді. Таңдау көбінесе үлкен аумақтарды қамтудың жоғары ықтималдылығының және мультиплексте салыстырмалы түрде жоғары деректер жылдамдығының пайдасына жасалады. Кішігірім антенналарда ішкі және сыртқы қабылдауға арналған теледидар қызметтері өріс күшінің айтарлықтай жоғары деңгейлерін талап етеді.

1.1 Кесте - Иван Васильевичтің зерттеу қорытындысы

Желідегі өзгерістер нәтижелері	Өзгерту капитал шығындары	Қамтудың ықтимал салдары
Жиілік	Антенна сүзгілері	кейбір жағдайларда қабылдау сенімділігі төмендейді
Қуатты арттыру	таратқышты аяқтау, жаңасын пайдалану	қабылдау сенімділігі жоғарылайды, бірақ сонымен бірге көбірек кедергі
Антеннаны ауыстыру	Антенна едендері	<ul style="list-style-type: none"> •әдетте, қабылдау сенімділігі артады (егер қабаттар көп болса); •кейбір жағдайларда қабылдау сенімділігінің төмендеуі; •Кейбір жағдайларда антеннаның жанында жоғары немесе төмен өріс кернеулігімен проблемалар туындайды.
Антенна биіктігі	діңгек және антенна	<ul style="list-style-type: none"> • әдетте, қабылдау сенімділігі артады (биіктігі жоғарылаған жағдайда); • кейбір жағдайларда қабылдау сенімділігінің төмендеуі; • Кейбір жағдайларда антеннаның жанында жоғары немесе төмен өріс кернеулігімен проблемалар туындайды.
DVB-T таратқыш режимі	-	<ul style="list-style-type: none"> • қамту сенімділігін арттыру және өткізу қабілетін азайту; • қамту сенімділігі төмендеді және өткізу қабілеті жоғарылады.
Сығымдау және мультиплекстеу	<ul style="list-style-type: none"> • мультиплексті немесе кодтауыштарды жетілдіру немесе ауыстыру; • жақсартылған қысу жүйесімен ауыстыру. 	<ul style="list-style-type: none"> • қабылдағыштар жаңа қысу жүйесін декодтауы мүмкін болса, қамтуға әсер етпейді; • көбейтілген мультиплекс сыйымдылығы (көбірек қызметтер немесе жақсырақ сурет немесе дыбыс сапасы).
DVB-T таратқыштары	<ul style="list-style-type: none"> • жаңа қоздырғыштар немесе жаңа бағдарламалық құрал 	<ul style="list-style-type: none"> • жаңа қоздырғыштар немесе жаңа бағдарламалық құрал

1.1 Кестенің жалғасы

Көбірек тарату станциялары	<ul style="list-style-type: none"> ғимарат, мачта, таратқыштар, антенна, байланыс желілері 	<ul style="list-style-type: none"> жалпы жақсартылған қамту
Көбірек мультиплекстер	<ul style="list-style-type: none"> жаңа таратқыштар мүмкін жаңа таратқыш станциялар 	<ul style="list-style-type: none"> көбірек қызметтер немесе жақсырақ сурет немесе дыбыс сапасы; кейбір жағдайларда әртүрлі станцияларда орналасқан таратқыштардың жанында қамтудың қысқаруы

Таңдау көбінесе сенімдірек DVB-T жүйесінің пайдасына жасалады және нәтижесінде мультиплексте төмен деректер жылдамдығы, қамтудың жоғары ықтималдығы және шатырдағы антенналарда қабылдау жағдайына қарағанда тығыз тарату желісі. Қызметтер негізінен қалалық жерлерге бағытталған. HDTV мультиплексте жоғары бит жылдамдығын қажет ететіндіктен, жиілік спектрін тиімді пайдалану үшін MPEG-4 AVC қысу қолданылады. Жақсартылған DVB-T2 жүйесі 2009 жылдың аяғынан бастап Ұлыбританияда кезең-кезеңімен қолданысқа енгізілуде, 2010 жылдан бастап мультиплексте 3 HDTV бағдарламасын толық көлемде тарату. Ұлыбританиядан басқа, DVB-T2 пилоттық жобалары Швецияда, Финляндияда, Германияда, Италияда және Испанияда басталды (кейбір жерлерде аяқталды). Мобильді теледидар өріс күшінің өте жоғары деңгейлерін қажет етеді, сондықтан өте сенімді DVB-T опциясын және нәтижесінде мультиплексте шектеулі деректер жылдамдығын таңдау керек. DVB-H және T-DMB сияқты мобильді теледидар жүйелері MPEG-4 AVC қысуын пайдаланады. Интерактивті теледидар мультиплекс өткізу қабілетінің маңызды бөлігін пайдалана алады. Интерактивтілік үшін тіркелген немесе ұялы телефония жүйелерін пайдаланатын кері арна қажет.

А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко-лардың Возможный алгоритм модернизации сети DVB-T2 атты еңбегінде жазылған мәліметтер бойынша[4]. Бұл жұмыста қомақты шығындарды қажет етпейтін қолданыстағы цифрлық телевидение желілерін оңтайландыру мәселелері қарастырылған. Жаңа телехабар тарату желісін жобалау процесін автоматтандыруға немесе қолданыстағы телехабар тарату желісін жаңартуға және оның оңтайлы конфигурациясын объективті таңдауға мүмкіндік беретін бағдарламалық пакетке арналған алгоритм әзірленген. Бағдарламалық кешеннің негізін математикалық модельдеу әдісі құрайды, радиотолқындардың таралуын болжау үшін Лонгли-Райс үлгісін таңдаудың негіздемесі келтірілген. Болашақта дәлірек моделін – ITWOM (Irregular Terrain with Obstructures Model) қолдануға көшу жоспарлануда. Бір жиілікті телехабар тарату желілерін есептеуді жүзеге асыру үшін бағдарламалық кешен олардың құрылысының ерекшеліктерін, атап айтқанда алдын ала белгіленген кідірістерді пайдалануды

ескереді. Желіні күшейтудің ең жақсы әсерін қамтамасыз ету үшін бір жиілікті телехабар тарату желісінің әрбір таратқышы үшін алдын ала орнатылған кідірістерді оңтайландыру енгізілген. Кешеннің әзірленген алгоритмінің ерекшеліктері талқыланып, оның прототипі сәтті тексерілді. Бұл жұмыс авторлардың бұрынғы зерттеулерінің жалғасы болып табылады. Әдетте, бір жиілікті желілерді жиілік-аймақтық жоспарлау әдеттегі көп жиілікті желілермен салыстырғанда әлдеқайда күрделі міндет болып табылады. Көп жиілікті желілерде таратқыштарды синхрондаумен байланысты проблемалар көп болмағандықтан, оларды жоспарлау үшін тарату станцияларының тұрақты орналасуы және арналардың тұрақты таралуы бар қарапайым үлгілерді қолдануға болады. Сонымен қатар, бір жиілікті желілерді дұрыс жоспарлау синхронды аймақтағы таратқыштардың өзара әсерін міндетті түрде ескеруді білдіреді, ал егер желілерді жобалау кезінде бұл жағдай жеткілікті түрде ескерілмесе немесе қолданыстағы желіні тәжірибелік зерттеулер көрсетеді. сигнал деңгейі жоғары аймақтарда қабылдау проблемалары, қазірдің өзінде салынған желіні оңтайландыру бойынша жұмыс қажет. Кейбір желінің параметрлерін дұрыс таңдаудың арқасында айтарлықтай шығындарсыз қызмет көрсету аймағының көлемін ғана емес, сонымен қатар аймақ ішінде сигналды қабылдау сапасына қол жеткізуге болады. Күрделі рельефі бар аймақтарда орналастырылған қолданыстағы DVB-T2 желілерін жаңғырту кезеңінде, соның ішінде осы мақала авторларының қатысуымен бірнеше жылдар бойы оңтайландырудың мүмкін әдістері әзірленді. Бұл мақалада жаңа телехабар тарату желісін жобалау процесін автоматтандыруға немесе бар телехабар тарату желісін жаңартуға және оның оңтайлы конфигурациясын объективті таңдауға мүмкіндік беретін бағдарламалық пакеттің әзірленген алгоритмі ұсынылған. Айта кету керек, кешен тек кейбір желі параметрлерінің оңтайлы мәндерін табу мәселесін шешуге мүмкіндік береді, мысалы, қуат (тек қысқарту қамтамасыз етіледі), алдын ала орнатылған кідіріс, әрбір таратқыш үшін көлбеу және бұрылу бұрыштары. Қалған желі параметрлері не стандартталған, немесе олардың өзгеруі айтарлықтай шығындарды талап етеді. Бұл жұмыста тағы да DVB-T2 желілерін оңтайландырудың ықтимал алгоритмі қарастырылады. Оңтайландырудың мәні жоғары шығындармен немесе заңдық қиындықтармен байланысты емес кейбір хабар тарату параметрлерін өзгерту арқылы желілік қызмет көрсету аймағының максималды көлемі мен сапасына қол жеткізу болып табылады. Сонымен қатар қызмет көрсету аймағын ұлғайту бір жиілікті желілердің желіні күшейту сияқты мүмкіндігін пайдалану арқылы да қол жеткізіледі. Ұсынылған алгоритмді пайдаланудың мәні шешімдер жиынтығын алу болып табылады, олардың әрқайсысы ықтимал желі конфигурациясын білдіреді. Шешімдерді сандық бағалау үшін физикалық есеп пен алгоритмнің математикалық аппаратын байланыстыратын мақсаттық функция әзірленді. Мақсат функциясы қызмет көрсетілетін аумақтың үлесін бағалайды, бұл ретте зерттеу аймағының әрбір нүктесіндегі есептелген сигнал сипаттамалары $Stin$ және $C / Nmin$ мәндерімен салыстырылады. Қабылдау нүктесіндегі өріс кернеулігінің мәнін анықтау үшін Лонгли-Райс моделі қолданылады. Сонымен

қатар, желілік модель бір жиілікте жұмыс істейтін бірнеше таратқыштардан сигналды қабылдау кезінде желіні күшейту әсерін бағалауға мүмкіндік беретін теңдеулерді қамтиды. Оңтайлы шешімдерді таңдаудың ұсынылған әдісін жүзеге асыратын бағдарламалық пакеттің нұсқасы әзірленді, оның ішінде сапа көрсеткіштерінің жиынтығы. Оны қолдану желіні жобалаудың оңтайлы нұсқаларын таңдауда субъективтілікті жоюға, сонымен қатар желіні жобалау процесін автоматтандыруға және желіні жаңғырту уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

Серебряков Р.В-тің DVB-T2 стандартындағы цифрлық эфирлік теледидарды тарату. Челябинск қаласының қамту аймағын теориялық есептеу атты еңбегі бойынша[5]. Бұл жұмысында Серебряков Челябинск қаласындағы қамту аймағын есептеді. Есептеу үшін ол Челябинсктағы екі каналды алып солар арқылы қамту аймағындағы параметрлерді есептеді. Серебряков зерттеген уақытта екі DVB-T2 сандық теледидар мультиплексі Челябині тұрғындарына тегін қарау үшін қолжетімді. Қаланың бас телемұнарасы өте кең қамту аймағына ие және жоғары сапалы ұсынылған қабылдау жабдығы пайдаланылған жағдайда, қаладан айтарлықтай қашықтықта да сигнал алуға мүмкіндік береді. Басқа жердегідей, бұл дециметрлік толқындарды жақсы қабылдайтын антенна және DVB-T2 пішімін қолдайтын қабылдау құрылғысы. Сондай-ақ Троицк қаласында 20 арнаны тарататын телемұнара орналасқан. Сонымен қатар, Челябині облысында бірінші РТРС-1 мультиплексінің 10 арнасын тарататын 20-дан астам телемұнара бар. Егер сіз осы қалалардан шалғайда тұрсаңыз және сонымен бірге сізге 10 арнаны көру жеткілікті болса, антеннаңызды сандық теледидар картасынан оңай табуға болатын ең жақын мұнараға бағыттай аласыз. Мультиплекс – бір жиілікте таратылатын бірнеше сандық арналардың пакеті. Мультиплекстегі арналар саны әр түрлі болуы мүмкін, бірақ РТРС сандық пакеттері әрқайсысында 10 телеарнаны қамтиды. Бірінші мультиплекске үш радиоарна да кіреді. Екінші мультиплексте тек 10 телеарна көрсетіледі. Телеарналар стандартты SDTV ажыратымдылығында беріледі. Кейбір жосықсыз маркетингтердің кепілдіктеріне қарамастан, эфирлік цифрлық хабар тарату шеңберінде телеарналарды HDTV форматында (жоғары ажыратымдылықтағы теледидар) беру әлі жүргізілген жоқ. Дегенмен, нарықта сатылатын сандық приставкалар мен теледидарлардың басым көпшілігі HDTV пішімін қолдайды. Бұл РТРС жоғары ажыратымдылықта хабар таратуды бастауға шешім қабылдаған сәтте көрермендерге оны көру үшін жабдықтарын ауыстырудың немесе жаңартудың қажеті жоқ дегенді білдіреді. Бірінші мультиплекстің арналарын қабылдау Ресейдегі елді мекендердің басым көпшілігінде бар. Екінші мультиплексті тарату негізінен халқы 50 000 және одан да көп қалаларда ғана жүзеге асырылады. Дегенмен, жазық жердегі көптеген теледидар мұнараларының диапазоны жиі 100 километрге жетеді, сондықтан сізде жақсы антенна болса, екі мультиплексті де қаладан айтарлықтай қашықтықта алуға болады. РТРС-1 бірінші мультиплексіне арналар кіреді: Бірінші арна, Ресей-1, Матч ТВ, НТВ, Бесінші арна, Ресей-К, Ресей-24, Карусель, ОТР, TVCenter. РТРС-2 екінші

мультиплексындағы арналар: RenTV, Spas, STS, Domashny, TV-3, Friday, Звезда, TNT, MuzTV. Челябинск қаласындағы цифрлық телехабар тарату үшін MART және Almaz-Antey Telecommunications LLC екі таратқыш таңдалды. Олардың астында орталық жиілігі 24 = 498 МГц, 40 = 626 МГц болатын TVK 24 және TVK 50 жиіліктері бөлінген. Бұл таратқыштар РТРС Челябинск ОРТПТС орналасқан. Таратушы антенна ретінде KATHREIN Германия шығарған 772 549, 772 550 типті панельдік антенна таңдалды. Бұл антенна теледидар мұнарасынан шамамен 180 м қашықтықта орналасқан. 4 4 конфигурациясы бар 11 дБ күшейткіш таратқыш антенна максималды қуаты 16 кВт болатын жан-жақты күшейту үлгісін қамтамасыз етеді. Антенналық жүйені күшейту жоғарырақ таңдауға болады, бірақ бұл жағдайда радиациялық үлгі тарылтады. Челябинск қаласы үшін таңдалған антенна жүйесі оңтайлы. Ол уақытта цифрлық телевидениеге көшу жалпы саланың дамуына үлкен мүмкіндіктер берген. Арналар санының жеткілікті артуы, сурет пен дыбыс сапасының артуы телевизиялық жүйелердің жаңа мүмкіндіктерін дамытуға ықпал етеді. Цифрлық теледидар дамудың бірнеше сатысынан өтті. Олар ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізіп, тәжірибелік құрылғылар мен жүйелерді жасап, телехабар таратудың өз стандарттарын қабылдады. Телевизиялық хабар тарату стандарты – бұл бейне сигналды эфирде тарату үшін кодтауға арналған жүйе. Ақ-қара теледидар дәуірінде сызықтар саны, кадр жиілігі және басқа параметрлер бойынша ерекшеленетін бірнеше түрлі кескінді декомпозициялау стандарттары пайда болды. Түсті теледидарға көшу жүйелердің санын көбейтті, өйткені түсті кодтау стандарттары (NTSC, PAL, SECAM) әртүрлі ыдырау стандарттарына қойылды. Кейіннен жүйелердің бір бөлігі «өшіп қалды»; екінші жағынан, көпжүйелі теледидар қабылдағыштары көбейіп кетті, сондықтан қазір жүйелердің әртүрлілігі телекөрсеткіштер үшін қиындықтар туғызбайды. Қазіргі уақытта цифрлық телевидение мен жоғары ажыратымдылықтағы теледидарды енгізу жұмыстары жүргізілуде. Қорытынды біліктілік жұмысында таратқыш параметрлерін өзгерту кезінде DVB-T2 телерадио таратқыштарын орнату бойынша ұсыныстар қарастырылады. Сондай-ақ сыртқы жағдайлардың сигналдық параметрлеріне әсері. Жұмыста қоршаған орта жағдайлары мен арна сипаттамаларына байланысты DVB-T2 таратқышының параметрлері бойынша ұсыныстарды әзірлеу қарастырылады. Таратқыштың DVB-T2 шығыс сигналының сапасының өзгеруі таратқыш параметрлерін өзгерту кезінде анықталады.

Қорытынды

Мен бұл бөлімде маған дейінгі зерттелген жұмыстарға толық шолу жасадым. Барлығына жеке-жеке тоқталып өтейін. Сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының шекаралық қамтуды бағалау туралы BT Series Broadcasting service (television) атты ұйымның жазған оқулығында жазылған мәліметтер бойынша айтатын болсам, бұл жұмыста бірлескен ұйым мүшелері АҚШ-дағы бір штатқа қандай антеннадан, қай желіден қаншалықты пайда бар екенін зерттеген. Бұл ұйым жұмысын қараған себебім мен өз жұмысымда

Алматы қаласындағы арна параметрлерін, СТВ таратқыштарының қамту аймағын теориялық есептеймін.

Бұл жұмыста көптеген кәзіргі заманға сай мәліметтер көп және зерттеу нәтижелері сәтті болған. Олар өз жұмысында іріктеуге көңіл бөлген және қорытынды бойынша жүйелі іріктеу көптеген жағдайлық зерттеулерде ең жақсы тиімді іріктеу болып шықты. Екінші шолу жасаған жұмыс Круглов Сергей-дің (Инженер по телевизионной измерительной технике компании Rohde&Schwarz Rus) Измерение зоны покрытия цифровым ТВ деген жұмысы бойынша мәліметтер.

Круглов Сергей өз жұмысында Ресейдегі қамту аймағын теориялық есептеу, хабар тарату желісін есептеу (таратқыш аппаратура, мазмұнды жеткізу желілері және т.б.) жабдықты орнату, қамту аймағын практикалық өлшеу сияқты көп нерселерді зерттеп шыққан. Бұл жұмыс нәтижесінде Rohde & Schwarz Мәскеуде қызмет көрсету орталығын ашты, оның инженерлері Ресейдегі хабар тарату жабдықтарын қолдау үшін қызметтердің толық спектрін ұсынды. Құрылғылар Германияда әзірленген және шығарылған және осы деңгейдегі өлшеу жабдығына қойылатын барлық заманауи талаптарға сай болған. Неміс жинағының сапасы оны Ресейдің кең аумақтарында өлшеуді жүргізу үшін сенімді құралға айналған. А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко-лардың Возможный алгоритм модернизации сети DVB-T2 атты еңбегінде жазылған мәліметтер мен Иван Омелянюк-тің ЦИФРОВОЕ ЭФИРНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ атты еңбегінде айтылған мәліметтер бойынша көптеген теориялық білім алдым. Бұл кісілер цифрлық жүйеге көшу үдерісінің белсенді ұйымдастырушылары. Соңғы зерттеген жұмысым ол Серебряков Р.В-тің DVB-T2 стандартындағы цифрлық эфирлік теледидарды тарату. Челябинск қаласының қамту аймағын теориялық есептеу атты еңбегі ол еңбектің маған көп көмегі тиді. Мен өз жұмысымда дәл сондай Алматы қаласының қамту аймағын теориялық есептедім.

1.4 Тапсырманың қойылымы

Дипломдық жұмысқа берілген мәліметтер: $P_{\text{тск}}$ - таратқыштың тиімді сәулелену қуаты (ERP), дБ Вт; f - таратқыштың сәулеленуінің орташа жиілігі - 685 МГц; h_1 - жер бедерін және антенналарды орнату биіктігін ескере отырып, жер бетіндегі таратқыш антенна аспасының биіктігі - 1267м; G_1 - таратушы антеннаның күшеюі - 6 дБ; h_2 - қабылдағыш антенна аспасының жерден орташа биіктігі 10 м; R - қамту аймақтарының радиустарын қабылдаймыз - 10км, 30км, 60 км; маршруттың ұзындығына үлгінің әрекетін кеңейтетін коэффициент b - 1. Цифрлық теледидар жүйесінің сипаттамасы; Мобильді теледидар, DVB-T2 таратқышының жұмысын талдау, параметрлерін анықтау; Цифрлық теледидар таратқыштарының қамту аймақтарын есептеу; Есептеу жұмыстары 31-ші арна мен Астана арнасына арналады.

2 Цифрлық теледидардың даму тарихы

1990 жылдардың өзінде-ақ аналогтық теледидардың ауыстырылатыны белгілі болды. Кенеттен сандық технология келді. Цифрлық теледидарды тұжырымдау және стандарттау платформасын құру мүмкіндігі туды. 1991 жылдың желтоқсанында бірегей негізгі хабар таратушылар мен өндірушілер техниктер European Launching Group деп аталатын ұйымды құрды. Өзара түсіністік туралы меморандумның арқасында жаңа нарықта оның талаптарын заңдастыру мүмкін болды. Меморандумның тақырыбы сенім мен құрмет болды, ал мақсат - зерттелетін материалға бәсекелестердің жалпы шарттарын бағалау болды [6]. Содан кейін Еуропалық іске қосу тобы өз атауын Digital Video Broadcasting Project деп өзгертті. Сандық жерсеріктік хабар тарату жүйесінің жаңа стандарты – DVB-S шыққаннан бері көп уақыт өткен жоқ. Келесі жылы сандық кабельдік желілер өздерінің стандартын - DVB-C алды. Сандық эфирлік теледидар деп аталатын өте күрделі жүйені әзірлеу керек болды. Радиоарнаның өткізу қабілеті төмен болғандықтан және көп жолды кедергілер болғандықтан, DVB-T стандартын әзірлеуге көп уақыт жұмсалды. DVB-T арқылы алғашқы коммерциялық хабарларды Ұлыбританияда Group (DTG) жасады. DVB-T кейінірек Данияда, Испанияда, Швецияда және Австралияда іске қосылды. Әрине, DVB стандарттары бүкіл әлем бойынша сандық теледидардың негізгі ағыны болып табылады. Басқа нәрселермен қатар, DVB жобасы жіберу хаттамалары мен стандарттарын ғана емес, сонымен қатар интерактивті қосымшаларды әзірлейді сандық консольдер (приставкалар) сияқты. Бүгінгі күні сегіз негізгі DVB стандарты әзірленді:

- сандық спутниктік теледидар (DVB-S, DVB-S2);
- сандық кабельдік теледидар (DVB-C, DVB-C2);
- цифрлық эфирлік теледидар (DVB-T, DVB-T2);
- мобильді теледидар (DVB-H, DVB-SH) [6].

Әуе арналарының өткізу қабілетін арттыру мәселесі көтерілгенде, 2006 жылдың ақпан айында DVB-де көптеген әртүрлі технологиялардың әлеуетін бағалау үшін барлау комитеті құрылды. Алты айдан кейін Комитет жұмысы аяқталып, DVB-T2 стандартын әзірлеуге кірісті.

Бастапқыда осы стандартқа қойылатын бизнес талаптарының жиынтығы анықталды:

- DVB-T2 хабарлары бұрыннан бар антенналарда қабылдануы керек және жаңа стандартқа көшу тарату жүйесінің инфрақұрылымындағы өзгерістерге әсер етпеуі керек.
- DVB-T2 ең алдымен бекітілген және жылжымалы антенналарда жіберуге бағытталған болуы керек;
- DVB-T2 бірдей шарттарда DVB-T қарағанда кем дегенде 30% көбірек арна сыйымдылығын бөлуі керек;

- DVB-T2 бірыңғай жиілікті желілерді (SFN) жақсартуы керек;
- DVB-T2 өткізу қабілеттілігін және жиілікті пайдалануды арттыруы керек.

2.1 DVB-T мен DVB-T2 айырмашылығы

DVB-T мен DVB-T2 арасындағы негізгі айырмашылық екінші стандарттың технологиялық жағынан анағұрлым жетілдірілгендігінде, өйткені ол біріншінің айтарлықтай нақтылануының нәтижесі болып табылады. DVB-T қолдайтын құрылғылар DVB-T2 технологиясымен жұмыс істей алмайтынын атап өтуге болады - қарастырылған стандарттар арасындағы айырмашылық соншалықты үлкен.

Екі стандарт арасындағы ең маңызды айырмашылықтар:

- тасымалдаушылар саны 27 841-ге дейін өсті;
- конволюциондық кодты және Рид-Соломон кодын Төмен тығыздықты тексеру және Бозе-Чодхури-Хоккенгеммен ауыстыру;
- жаңа модуляция режимінің пайда болуы 256 QAM [6].

DVB-T мен DVB-T2 арасындағы айырмашылықты егер сіз оларды пайдаланушыға қарапайым сөздермен сипаттасаңыз, ол келесідей болады:

- қарауға арналған арналар санының артуы;
- «жергілікті» хабар таратуды ұйымдастыру;
- жоғары ажыратымдылықтағы телехабар тарату;
- қабылдау сапасын арттыру.
- Цифрлық хабар тарату операторлары мыналарды пайдаланады:
- арналарды тиімді пайдалану;
- таратылған бағдарламалардың айтарлықтай өсуі;
- төмендетілген энергия тұтыну.

DVB-T2 OFDM модуляциясы бар MPEG-4 AVC бейне қысуды пайдаланады және жүйе деңгейінің архитектурасында да, физикалық деңгейде де теледидар сигналын құруда айырмашылық бар. Сондықтан DVB-T2 DVB-T-нің приставкасынан жасалмайды, бұл сигналдарға да қатысты, DVB-T2 оларды қабылдап, өңдей алады, бірақ керісінше емес. Тюнер мен демодуляторды ауыстыру, сонымен қатар микробағдарламаны жаңа стандартқа өзгерту көмектеспейді.

2.2 DVB-T2 параметрлері

DVB стандарттар тобын әзірлеудің негізгі принципі олардың мүмкіндігінше бір-бірімен үйлесімді болуы болып табылады. Яғни, сигналды бір пішімнен екінші форматқа ауыстырған кезде оны түрлендіру (мысалы,

DVB-S2-ден DVB-T2-ге) мүмкіндігінше қарапайым болуы керек. Тиісінше, жаңа стандарттарды әзірлеу кезінде, мүмкіндігінше, қолданыстағы стандарттардағыдай механизмдерді пайдалану керек. Сондықтан екі негізгі T2 технологиясы DVBS2 стандартынан алынған. Көлік ағындарының жүйелік архитектурасы ең алдымен төмен жиілікті базалық жолақ (BB) пакеттеріндегі мәліметтерді инкапсуляциялау болып табылады (келесі бөлімде талқыланады). Төмен тығыздықты паритеттік тексерулермен кептелуге қарсы кодты пайдалану Төмен тығыздықты тексеру кодтары - LDPC. T2 әзірлеуде қолданылған шешімдердің көпшілігі арналардың өткізу қабілеттілігін барынша арттыруға бағытталған. Опциялар ауқымы - жаңа FTT өлшемдері және белгілі бір арнаның сипаттамаларына байланысты параметрлерді оңтайландыру үшін күзет аралықтары, сондай-ақ пилоттық сигналдарды енгізудің жаңа режимдері енгізілді [6].

Теледидарда DVB-T2 төмендегідей конфигурациялауға болады:

Конфигурациялау үшін бізге ресивер деп аталатын құрылғы қажет. Ол сигналдарды қабылдап, теледидарға жібереді. Сигнал көздері: Интернет және антенна. Ресивер келесідей конфигурацияланады:

- Алдымен оны қораптан шығарып, жабын пленкасын алып тастау керек. Егер сіз оны алып тастамасаңыз, бұл құрылғының қызып кетуіне әкеледі;
- Біз кабельдің қабығын кесу керек. Оның ұзындығы ұшынан шамамен 15 мм және де қабықты тазалаймыз; Қорғаныс пленкасын бүгіп, F порттарын сымдарға бекіту керек; Кабельді ресиверге және теледидарға қосамыз;
- Қызғалдақ сымдары қабылдағыш пен монитордың порттарына салу керек; Антеннаны теледидарға қосуға болады ол көшеде (үй қабырғасы, балкон) орнатылуы керек.

Біз мәзірді іздеп, параметрлерге өтеміз. Әдепкі бойынша, елді көрсету керек. Егер жоқ болса, өзіңіз көрсетіңіз содан кейін тілді, аймақты, режимді және іздеу пішімін таңдаймыз. Сигнал пішімін орнату керек көбінесе DTV-T / T2 нүктесінде орналастырылады бұл теледидардың аналогтық және сандық сигналдарды қабылдайтынын білдіреді. Содан кейін арнаны іздеу процесі басталды мұнда ештеңе істеуге болмайды, құрылғының өзі барлық қолжетімді арналарды табады. Сіз іздеуді кез келген уақытта үзіп, кейінірек жалғастыра аласыз. Қажет болса, арнаны қолмен іздеу әдісін таңдауға болады. Стандартты деген режимде теледидар теледидарда жоқ барлық арналарды табады. Қолмен тек қажет арналарды іздеуді қамтиды. Мысалы, пайдаланушы тек спортты көреді, оған мультфильмдер мен сериалдар бар арналар қажет емес. Қолмен іздеу соңғысын елемеуге мүмкіндік береді. Оны жүзеге асыру үшін тұрғылықты жердегі арналарды тарататын жиілікті орнату қажет. Мұны провайдерлерден немесе Интернеттен алуға болады. Барлық арналар табылғаннан кейін немесе іздеуді кідіртуді шешсеңіз, табылған арналарды жоғалтпау үшін сақтау түймесін басыңыз. DVB-T/T2 пішімін орнату кезінде ресивер пайдаланушы тұратын аймақта қол жетімді барлық сигналдарды табады. Бірақ бұл үшін антеннаны орнатып, таратқышқа қосу керек.

2.3 DVB-T2 таратқыш параметрлерінің радиосигнал өнімділігіне әсері

DTV сигналды пайдаланушыға кедергі келтіретін сымдарсыз жеткізеді. Бірақ спектрі шектеулі және айтарлықтай кедергісі бар жоғары сапалы жеткізу мәселесі бар. Мұндай жағдайлар үшін DVB-T2 стандарты енгізілді [7]. Одан әрі логикалық ақпарат ағындары арасында COFDM тасымалдаушыларын бөлу PLP (физикалық деңгей құбырлары - физикалық деңгей арналары) деп аталатындар енгізілді. Стандартта бір емес, бірнеше көлік ағындарын бір уақытта беруге болады. Жұмыстың екі режимі мүмкін: бір PLP берілісімен – «А режимі» және бірнеше PLP берілісімен – «В режимі». Мұндай әдіс пайдаланушы құрылғысының қуат тұтынуын азайтуы мүмкін. Өйткені, ол абонентке қажет емес физикалық деңгей арналары жіберілген кезде өшіп қалуы мүмкін. Спектрде 70% өсім алу үшін бір жиілікті желілерге MISO режимі (Multiple Input Single Output – көп кіріс, бір шығыс) енгізілді. Бір жиілікті желілердің жұмысы нәтижесінде гармоникалық сигналдар қосылғанда соңғы COFDM спектрі бұрмаланады. Нәтижесінде, олардың орнын толтыру үшін қуатты таратқышты таңдау қажет. MISO режимі осы жағымсыз жағдайларды жеңуге көмектеседі. Оның негізгі идеясы бір жиілікті желідегі таратқыштар бұл режимде сигналдарды бір-бірінен дәл емес шығарады. Осыған байланысты әртүрлі таратқыштардан сигналдарды қосқанда конвертте «шөгулер» болмайды және таратқыш қуатын арттыру қажет емес. 256 QAM бір тасымалдаушыға 8 бит жібере отырып, жаңа стандарттың жаңалықтарының бірі болып табылады. Осының арқасында арна өткізу қабілетін үш есе арттыруға болады. Бұл сигнал-шу қатынасына ешқандай әсер етпейді, өйткені кодтың шуға төзімділігі өте жоғары. [8]. 8k, 16k, 32k тасымалдаушылар саны үшін кеңейтілген режим енгізілді. Бұл көрші арнадағы станциялармен үйлесімділікке қатаң талаптар болмаған жағдайда, шеттерден қосымша тасымалдаушыларды қосуға болады. COFDM спектрі олардың көбеюімен спектрдің шеттерінде тік жылжу бар, ал жаңа тасымалдаушылардың қосылуы рұқсат етілген спектр пішінінің маскасынан шығуға әкелмейді. Жаңа тасымалдаушыларды қосу арна сыйымдылығының 1...2% ұтып алуға мүмкіндік береді [8]. Көп арналы қабылдау функциясы да жүзеге асырылды. T2 екі таратқыштан қабылдаудың қосымша мүмкіндігін қамтиды. Қабылдаушы екі таратқыштың сигналын бірден «көретін» жағдайларда, мысалы, шағын бір жиілікті желідегі жан-жақты антеннада қабылдау кезінде, оны пайдалану жүйенің жұмысын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл кодтау пилоттық сигналдар пішімін өзгертумен бірге екі түрлі ауа арнасынан алынған сигналдарды жоғалтпай бөлуге және бөлек декодтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, егер антеннаға бір ғана арна болса, кодтау қабылдауды нашарлатпайды. Алдын ала есептеулер бұл әдіс шағын бір жиілікті желілердің қамту аймағын 30%-ға дейін ұлғайтуға мүмкіндік беретінін көрсетті [8]. Сигналдарды, яғни берілген таңбаны беру үшін

пайдаланылатын әрбір тасымалдаушы көп жолды жағдайларда бұрмаланудан қорғау үшін осы таңбаны беру алдындағы қорғау интервалында әрбір таңбаның соңын қайталау енгізіледі. Қорғау аралығының ұзындығы ауа жолының болжалды ұзындығына және тарату желісінің басқа параметрлеріне байланысты таңдалады. Көрші таратқыштардың сигналдары негізгі сигналға қатысты айтарлықтай кідіріспен қабылдағышқа келуі мүмкін бір жиілікті желілерде ұзағырақ қорғау интервалдары қажет. Қорғау аралығы - бұл көлік ресурсының бір бөлігін алатын қосымша. DVB-T жүйесінде бұл қосымша жіберілген деректердің жалпы көлемінің 1/4 бөлігін алуы мүмкін. Деректердің жалпы көлеміндегі үлесін ұлғайтпай күзет аралығын ұзарту үшін, екі жаңасы T2 - 16k және 32k енгізілді, сәйкесінше ортогональды тасымалдаушылар саны артады. Яғни, қорғаныс интервалының абсолютті мәні сақталады, бірақ оның жалпы көлемдегі үлесі азаяды. Мысалы, 8k-ге тең FFT-те қорғаныс жәрдемақысы таңба ұзақтығының 25%, ал 32k режимінде ұзақтығының тек 6% құрайды [8].

Осылайша, DVB-T2 FFT өлшемдері мен қорғау аралықтарының кең ауқымын ұсынады, атап айтқанда:

- FFT өлшемдері: 1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k;
- күзет аралықтарының салыстырмалы ұзақтығы: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

T2-дегі қорғаныс интервалының максималды ұзындығына 32k режимінде 19/128 барлық символдың ұзындығына күзет үстемесінің қатынасымен қол жеткізіледі. Бұл жағдайда қорғаныс үстемеақысының ұзақтығы 500 мкс-тен асады, бұл жалпы ұлттық бір жиілікті желіні құру үшін жеткілікті. Бір жиілік диапазонында тасымалдаушылар саны артқан сайын таңба аралық кедергілердің ықтималдығы да артады. Ол тым үлкен болмауы үшін модуляция символының ұзақтығын сәйкесінше арттыру қажет. Бұл деректерді беру жылдамдығын арттыруға мүмкіндік бермейтін сияқты: таза тасымалдаушылардың көбеюімен бір мезгілде олардың берілу уақыты да артады. Дегенмен, күзет аралығының абсолютті ұзақтығына қойылатын талаптар өзгермейді, өйткені шағылысқан сигналдың келу уақыты таңба ұзақтығына байланысты емес. 32k режиміндегі 1/128 қорғаныс аралығы 8k режиміндегі 1/32 сияқты абсолютті ұзақтық $t=28$ мкс болады және осылайша шағылысқан сигналдардан бірдей қорғанысты қамтамасыз етеді. Жылдам Фурье түрлендіруінің жаңа мәндерімен бірге жаңа қорғаныс интервалдарын пайдалану арна өткізу қабілетінің 2...17% пайда алуға және станциялар арасындағы қашықтықты арттыруға мүмкіндік береді [8]. DVB-T-де арналарды кодтау Рид-Соломон кодтарымен бірге конволюциялық кодтарды пайдаланды. DVB-T2 тиімдірек LDPC кодтарын пайдалануды ұсынады. Төмен тығыздықты тексеру коды (LDPC) – ақпаратты жіберуде қолданылатын код, паритеттік тексеруі бар блоктық сызықтық кодтың ерекше жағдайы. Ерекшелік - тексеру матрицасының маңызды элементтерінің төмен тығыздығы, соның арқасында кодтау құралдарын жүзеге асырудың салыстырмалы қарапайымдылығына қол жеткізіледі. Bose-Chowdhury-Hockwingham (BCH) кодтары қателерді түзететін

сызықтық кодтардың үлкен кластарының бірін құрайды. Сонымен қатар, бұл кодтарды құру әдісі нақты көрсетілген. Қате жылдамдығын одан әрі азайту үшін қате тығыздығында жұмыс істейтін BCH кодтық қорғанысының сыртқы деңгейі қолданылады. Көптеген режимдерде код 12 қатеге дейін түзетуге мүмкіндік береді, бірақ кейбіреулерінде 8-ге дейін немесе 10 қатеге дейін. Код (BCH) циклдік қателерді түзететін кодтарды білдіреді. Циклдік кодтар компьютерлік технологияның құрылғылары мен компьютерлік желілерді құруда кеңінен қолданылады. Циклдік кодтарды пайдалану кезінде пайда болатын кейбір түсініктерге анықтама берейік [8]. Өзгерістер сонымен қатар аралық сұлбаға енгізілген. DVB-T практикалық қолданылуы импульстік шуға жеткілікті жақсы қарсылықты көрсетті. Атап айтқанда, қалалық ортада шағын FEC мәндері бар 64QAM режимін пайдалану (Форвард қатені түзету - Тікелей түзету) жоғары FEC мәндері бар 16QAM пайдаланудан тиімдірек болуы мүмкін. T2 интервалдың үш кезеңін пайдаланады. Бұл бұрмаланған элементтердің, соның ішінде жарылу қателері бар элементтердің дешифратордағы араласудан кейін LDPC FEC жақтауына шашырайтынына іс жүзінде кепілдік береді. Бұл LDPC кодеріне қалпына келтіруді орындауға мүмкіндік беруі керек.

Осы каскадтарды тізіп көрейік:

- бит интерлевері: FEC блогындағы биттерді рандомизациялайды;
- уақыт интерлевері: FEC блок деректерін T2 кадрындағы таңбалар бойынша қайта таратады. Бұл сигналдың импульстік шуға және беру жолының сипаттамаларының өзгеруіне қарсылығын арттырады;
- жиілік интерлевері: ол жиілікті таңдамалы өшудің әсерін азайту үшін OFDM символы ішіндегі деректерді рандомизациялайды.

Импульсті шуылға қарсы тұру үшін DVB-T2 қосымша уақыт интерпретациясын енгізеді, яғни әртүрлі ақпарат құрамдастары уақыт осі бойымен шамамен 70 мс периодымен араласады. Яғни, деректер байланыс арнасы арқылы жіберілмес бұрын, берілген ретпен қайта реттеледі, ал қабылдау бөлігінде бастапқы реті қалпына келтіріледі, яғни. араласу орындалады. Бұл жағдайда байланыс арнасында орын алған жарылыс қатесі уақыт бойынша шашыраңқы жалғыз қателер жиынтығына айналады, қателерді түзететін кодтардың көмегімен анықтау және түзету оңайырақ. Осыған байланысты бір уақыт аралығында жоғалған ақпаратты басқа уақыт кезеңінде жіберілген ақпаратты пайдалану арқылы қалпына келтіруге болады [8].

DVB-T-де интерливив тек бір модуляция символының ішінде болды, демек, тек сол таңбаның берілу уақыт кезеңінде ғана болды. Егер белгілі бір уақытта байланыс арнасындағы кедергілер салдарынан ақпарат жоғалса, онда басқа уақытта жіберілген ақпарат негізінде оны қалпына келтіру мүмкін емес. DVB-T2-де интерлевилинг жүйесі күрделірек, уақыт интерлевиингі енгізілген, бұл үлкен қалаларға тән импульстік шуға беріліс кедергісін арттыруға мүмкіндік береді. Яғни, ақпарат бір модуляция символының ішінде ғана емес, сонымен қатар бір суперкадрдың ішінде де араласады. Әрине, бұл үшін абоненттік құрылғыда

оперативті жадының үлкен болуы қажет, мұнда интервалсыздандыру кезінде уақыт бөлу блогын сақтау қажет болады немесе DVBT сияқты бір таңба емес, T1 блогы. DVB-T2 интерливанияға «жауапты» екі жаңа құрылымды енгізеді - интерлевингтік жақтау және уақытты бөлу блогы (T1 блогы). Іс жүзінде бұл құрылымдар интерлеивинг орындалатын шекараларды анықтайды [9]. DVB-T-де интерлив тек бір модуляция символының ішінде болды, демек, тек сол таңбаның берілу уақыт кезеңінде ғана болды. Егер белгілі бір уақытта байланыс арнасындағы кедергілер салдарынан ақпарат жоғалса, онда басқа уақытта жіберілген ақпарат негізінде оны қалпына келтіру мүмкін емес. DVB-T2-де интерлевинг жүйесі күрделірек, уақыт интерлеивігі енгізілген, бұл үлкен қалаларға тән импульстік шуға беріліс кедергісін арттыруға мүмкіндік береді. Яғни, ақпарат бір модуляция символының ішінде ғана емес, сонымен қатар бір суперкадрдың ішінде де араласады. Әрине, бұл үшін абоненттік құрылғыда оперативті жадының үлкен болуы қажет, мұнда интервалсыздандыру кезінде уақыт бөлу блогын сақтау қажет болады немесе DVBT сияқты бір таңба емес, T1 блогы. DVB-T2 интерливанияға «жауапты» екі жаңа құрылымды енгізеді - интерлевингтік жақтау және уақытты бөлу блогы (T1 блогы). Іс жүзінде бұл құрылымдар интерлеивинг орындалатын шекараларды анықтайды [9]. Араластырушы жақтау T1 блоктарының бүтін санынан тұрады. Бұл нөмірді өзгертуге болады. Дегенмен, бір аралық рамка мен бір T1 блогының комбинациясын пайдалану ұсынылады, өйткені бұл жағдайда интерлеивация ұзақ уақыт бойы орындалады. Бір T1 блогындағы FEC блоктарының саны тұрақты болмауы мүмкін. Әрбір араласқан жақтау бір немесе бірнеше T2 жақтауымен салыстырылады. Тасымалдаушылардың бөлігі, пилоттық тасымалдаушылар немесе синхрондау маркерлері деп аталатын, модулятор мен демодулятордың тактілік жиіліктерін синхрондауға, спектрдің тасымалдаушы жиіліктерін синхрондауға, кадрларды синхрондауға, арна күйін және фазалық шу деңгейін бағалауға қызмет етеді. Бір тасымалдаушыда берілетін үздіксіз (үздіксіз) пилоттық сигналдарды және бірнеше тасымалдаушыларда таратылатын, сигнал спектрінде біркелкі таралатын және таңбадан таңбаға дейін өзгертін таралатын (шашыраңқы) пилоттық сигналдарды ажырату. Пилоттық тасымалдаушылар арнайы жасалған псевдокездейсоқ реттілікпен модуляцияланады. Шуға қарсы иммунитетті жақсарту үшін олар басқа тасымалдаушыларға қарағанда 16/9 есе (шамамен 2,5 дБ) жоғары деңгейде беріледі [10]. OFDM жүйелері бөлінген пилоттарды пайдаланады. Олар тасымалдаушылармен және уақыт бойынша белгілі бір аралықта орналасқан модуляцияланған элементтер. Қабылдағыш пилоттық сигналдардың модуляция параметрлерін біледі және оларды арна жағдайын бағалау үшін пайдалана алады. DVB-T-де әрбір он екінші модуляцияланған элемент пилоттық сигнал болып табылады, яғни олар жалпы деректер көлемінің 8% алады. Бұл пропорция күзет аралығының барлық нұсқаларында пайдаланылады және пилоттық сигналдардың орналасуы сигналдардың 1/4 қорғаныс аралығымен туралануына мүмкіндік беретіндей болуы керек. Дегенмен, кішірек қорғау

аралықтары үшін 8% мөлшерінде пилоттық сигналдарды қосу шамадан тыс болып табылады. DVB-T2-де сегіз түрлі орналастыру әдісі анықталған - PP1 ... 8 (PP - пилоттық үлгі). Салыстырмалы қорғаныс аралық ұзындығының әрбір таңдауы бірнеше ықтимал пилотты орналастыру опцияларына сәйкес келеді. Олар арнаның ағымдағы күйіне байланысты динамикалық түрде таңдалады, бұл олардың санын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Оңтайлы әдісті таңдау жіберілетін үстеме ақпараттың көлемін 1...2% азайтуға мүмкіндік береді. Пилоттық сигналдарды неғұрлым қатаң орналастыру ресивер кірісіндегі қажетті сигнал/шу деңгейін төмендету немесе синхрондауды жақсарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Соңғы жағдайда пилоттық сигналдар псевдокездейсоқ реттілікпен модуляцияланады [10]. Тағы бір қызықты жаңалық - айналмалы шоқжұлдыз. COFDM сигналы жасалғаннан кейін шоқжұлдыз күрделі жазықтықта «айналды». Модуляция таңбасы күрделі жазықтықта модуляция деңгейлерінің санына байланысты белгілі бір бұрышқа бұрылады (QPSK үшін 29° , 16-QAM үшін $16,8^\circ$, 64-QAM үшін $8,6^\circ$ және 256-QAM үшін арктан ($1/16$)).). Сонымен қатар, айналдыру басталғанға дейін әрбір модуляция символының квадратуралық Q координатасы бір код сөзінің ішінде циклдік түрде ауыстырылады, яғни. осы сөздің алдыңғы таңбасынан алынған, бірінші таңбаның Q компоненті соңғысының Q компонентіне тең болады. Айналмалы шоқжұлдыздарды пайдалану сигнал-шу қатынасында 7,6 дБ-ге дейін күшейтуді бере алады [12].

Тасымалдау шығындарының айтарлықтай үлесін таратқыштарды қуаттандыратын электр энергиясының құны құрайды. OFDM сигналдары салыстырмалы түрде жоғары шыңнан орташа қуатқа қатынасымен сипатталады. Осыған байланысты бұл арақатынасты шамамен 20% төмендету үшін T2-ге екі технология енгізілген. Және бұл, өз кезегінде, энергия шығындарын айтарлықтай төмендетеді. Пик-орташа қуат арақатынасын (PAPR) азайту үшін екі әдіс ұсынылады - ACE (Active Constellation Extension - белсенді шоқжұлдыз кеңейтімі) және TR (Tone Reservation - тонды сақтау). PAPR мәні неғұрлым төмен болса, таратқыштың қуат тиімділігі соғұрлым жоғары болады. Екі әдістінде бір уақытта пайдаланылуы мүмкін, бірақ біріншісі аз векторлары бар (QPSK), екіншісі - көп (QAM) бар шоқжұлдыздар үшін қолайлы. Әрбір әдістің де кемшіліктері бар. ACE пайдалану қабылдау құрылғысының кірісіндегі сигнал-шу қатынасының төмендеуіне әкеледі, ал TR пайдалану арнаның өткізу қабілетінің төмендеуіне әкеледі, өйткені ол тасымалдаушылардың бір бөлігін пайдалануды көздейді. арнайы түзету сигналдарын беру [13]. T2 спецификациясы жақтауды кеңейту үшін болашақта пайдалануға болатын екі қосымша құралды қамтиды. T2 кадрының құрылымы әлі анықталмаған сигнал түрлеріне арналған әлі жоқ кадр типтері үшін сигнализацияны енгізу мүмкіндігін қарастырады [13]. Яғни, бұл FEF кадрларының (Future Extension Frames) мазмұны әлі анықталмаған, бірақ тек тақырып құрылымы анықталған. Тиісті сигнализацияны T2 спецификациясына қосу бірінші буындағы қабылдағыштарға FEF-ті тануға және елемеуге

мүмкіндік береді. T2 сонымен қатар болашақ уақыт жиілігін кесу (TFS) үшін қажетті сигналды қамтиды. Негізгі спецификация TFS емес қабылдауды талап еткенімен, екі тюнермен жабдықталған болашақ қабылдағыштарға TFS сигналдарымен жұмыс істеуге мүмкіндік беретін белгілер сигнализацияға енгізілген. Мұндай сигнал бірнеше РЖ арналарын алады және қызметтердің әрқайсысының әртүрлі фрагменттері әдетте әртүрлі жиіліктерде таратылады. Ресивер алынған қызметке қатысты деректер бөліктерін жинай отырып, арнадан арнаға секіреді. Бұл бір РЖ арнасы үшін рұқсат етілгеннен әлдеқайда үлкен өлшемдері бар пакеттерді қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде арналардың айтарлықтай санын статистикалық мультиплексирлеу және жиілікті жоспарлау икемділігі арқасында жеңіске жетуге мүмкіндік береді. DVB-T және DVB-T2 стандарттарындағы сигналды жіберудің негізгі параметрлерін салыстыра отырып, кедергілерге, сурет сапасына, сигналды жіберу жылдамдығына және DVB-T2 стандартындағы сигналдың басқа көрсеткіштеріне төзімділік шамамен 1,48 есе жақсырақ деп айта аламыз. DVB-T карағанда. Сондай-ақ, жана стандарттың даусыз артықшылығы сол желілік инфрақұрылыммен және жиілік ресурстарымен цифрлық телевидение желілерінің сыйымдылығы кемінде 30%-ға артады [14].

2.4 Цифрлық теледидар жүйесінің сипаттамасы

Ақпараттар мен сигналдар ағынын түрлендіру алгоритмдерін реттейтін әртүрлі нормативтік құжаттарға сәйкес барлық кезеңдерде – жіберуші камерадан қабылдаушы мониторға дейін қабылдау-беру жүйесінің бірқатар құрамдас бөліктері жобалауға жатады. Сонымен, аталған стандарттар талаптарына және радиобайланыс жүйелерін құрудың жалпы принциптеріне сәйкес таратқышқа келесі құрылғылар кіреді:

- мультиплексор; модулятор; жиілікті түрлендіргіш және алдын ала күшейткіш; күшейткіш;
- шығыс тербеліс спектрінің диапазоннан тыс құрамдас бөліктерінің сүзгісі; антеннаны беру құрылғысы.

Бұл құрылғылар кіріс тербелістерін радиосигналға түрлендіруді, осы радиосигналдың берілген жиілік диапазонында берілуін, тербелістің күшейтілуін, сүзілуін және сәулеленуін қамтамасыз етеді. Таратқыш құрылғының барлық аталған функцияларды қалай орындайтынын ескере отырып, жүйеге келесі негізгі талаптарды тұжырымдауға болады:

- P_{ср} талаптары (шығыс тербелістің орташа қуаты);
- P_п (ең жоғары тербеліс қуаты) талаптары;
- диапазоннан тыс диапазонға сәйкестік талаптары;
- шығудағы қате қабылдау ықтималдығының р о г мәніне қойылатын талаптар (қателік BER) [15].

Ең алдымен, радиоқұрылғылардың параметрлеріне қажетті энергияны анықтауға көмектесетін іргелі және сандық қатынастарды қарастырайық [4]. P_{ср} мәні қызмет көрсету аймағының өлшемі мен орналастыру биіктігін қоса алғанда, нақты хабар тарату шарттары негізінде анықталады. P_p және P_{ср} арасындағы қарым-қатынас шарттары, әдетте, теориялық материалды зерттеу және хабар тарату саласындағы эксперименттердің нәтижелерімен анықталады. Күшейткіштің қуат элементтерін және жолақты сүзгіні оңтайландыру талаптарын орындау қажет. Құны бойынша, қуат күшейткішті іске асыру үшін таратқыш үшін ең аз жалпы шығындарды қамтамасыз ету үшін диапазоннан тыс сүзгі мен компоненттерді таңдау керек. Қате қабылдау ықтималдығы тек тиісті стандарттармен және таратқыш конструкциясымен реттеледі. Әр түрлі бұрмалаулардың әсерін азайту үшін шаралар қабылдау қажет. Таратушы құрылғының энергетикалық сипаттамаларының анықтамасының негізінде жатқан өрнектерді қарастырайық [16].

2.5 Мобильді теледидар

Мобильді теледидар — ұялы телефондар немесе ұялы телефон желісіне қосылған басқа мобильді құрылғылар иелеріне мобильді телекоммуникация желілері арқылы жеткізілетін телебағдарламалар мен хабарларды онлайн режимде көруге мүмкіндік беретін қызмет. Соңғы он жылда цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы қазіргі заманғы көрермен психологиясын түбегейлі өзгерте отырып, ақпаратты жеке тұтынудың өсуіне ықпал етті. DVB-N стандартын енгізу теледидарды көрудің мобильді стилін және тұтынушылармен тұрақты байланыс орната отырып, тікелей мобильді портативті құрылғыларға тікелей теледидарды таратуға мүмкіндік берді. Енді ешқандай шектеулер жоқ – теледидар бағдарламаларын кез келген жерде және кез келген уақытта көруге болады. Мобильді теледидардың көптеген нұсқалары бар. Бұл сыртқы бекітілген антеннада ішкі қабылдау және қабылдау үшін салынған желілерден сандық теледидар сигналдарын мобильді қабылдау болуы мүмкін. Бұл сондай-ақ ұялы телефондар сияқты портативті құрылғыларда теледидар сигналдарын қабылдау болуы мүмкін.

2.1 Кесте - Жылжымалы теледидарды қабылдаудың бірнеше жүйесі

Мобильді теледидар жүйелері	Ескертпелер
DVB-T	<ul style="list-style-type: none"> • Еуропада 7 немесе 8 МГц арнада III жолағында және Еуропада 8 МГц арнада IV/V жолағында (Латын Америкасында 6 МГц арна) пайдалану үшін; • жоғары жылдамдықта қабылдау кезінде батарея қуатын тұтынуға кейбір шектеулер.

1.1 Кестенің жалғасы

DVB-H	<ul style="list-style-type: none">• III, IV, V жолақтарында және 1,5 ГГц диапазонында 5, 6, 7 немесе 8 МГц арнасында пайдалану үшін;• Портативті құрылғыларда пайдалануға арналған.
T-DMB	<ul style="list-style-type: none">• III жолағында және 1,7 МГц арнасында 1,5 ГГц пайдалану үшін;• Портативті құрылғыларда пайдалануға арналған
DAB-IP	<ul style="list-style-type: none">• III жолағында және 1,7 МГц арнасында 1,5 ГГц пайдалану үшін;• Портативті құрылғыларда пайдалануға арналған.
DVB-SH	<ul style="list-style-type: none">• гибриді спутниктік және 2 ГГц диапазонындағы жерүсті желіде пайдалану үшін;• Портативті құрылғыларда пайдалануға арналған.
MediaFlo	<ul style="list-style-type: none">• АҚШ-та UHF теледидар жолақтарында пайдалану үшін;• Портативті құрылғыларда пайдалануға арналған
UMTS	<ul style="list-style-type: none">• 2 ГГц диапазонында (және мүмкін басқа жиілік диапазонында) пайдалану үшін;• ұялы байланыс қызметтері ұсыныстарының бір бөлігі.

DVB-H және T-DMB артықшылықтары да, кемшіліктері де бар. Негізгі айырмашылық өткізу қабілеттілігі мен жиілік диапазонында. DVB-H сияқты T-DMB ішіндегі қызметтердің бірдей санын тарату үшін көбірек DMB мультиплекстері қажет болады. Жүйелерді таңдау негізінен қолжетімді жиілік диапазондарына және жолаққа бейімделген арна үлгісіне байланысты болады. ЕО комиссиясы мобильді теледидарды енгізуді қолдайды. DVB-H жүйесін міндетті түрде енгізу мүмкіндігі де қарастырылуда. Міндетті DVB-H жүйесін кейбір медиа нарығында ұнатпайтынымен, комиссия DVB-H жүйесін қолайлы мобильді теледидар жүйесі ретінде қарастырады. Сондықтан DVB-H Еуропалық Одақтағы телерадиобайланыс жүйелерінің үйлесімді дамуын ынталандыру үшін Еуропалық Одақ стандарттарының тізіміне қосылды. Портативті құрылғыларды үйде де, сыртта да, стационарлық және жоғары жылдамдықта - автомобильдер мен пойыздарда қолдануға болады. Тасымалданатын құрылғының қабылдау антеннасының кірісі төмен және толқын ұзындығымен салыстырғанда аз. Бұл қабылдаудың осы түрінің шекті өріс күшіне жоғары талаптар қояды[17].

2.6 QAM дегеніміз не ?

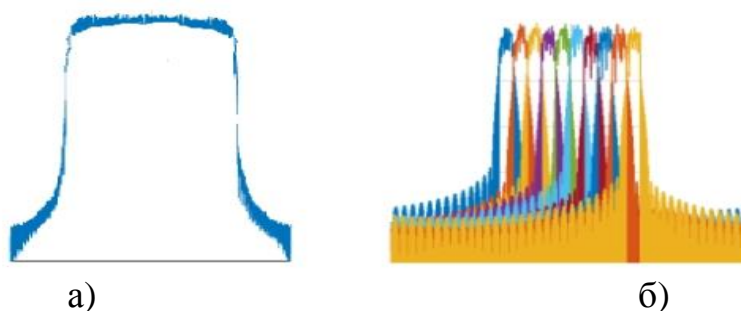
QAM стандарт емес, модуляция әдісі – Quadrature Amplitude Modulation, орыс тілінде квадратуралық амплитудалық модуляция (QAM) деп аталады. Ол

сандық сигналдарды беру үшін қолданылады және фаза мен амплитудада бір уақытта тасымалдаушы сегмент күйінің дискретті өзгеруін қамтамасыз етеді.

Теледидарда 16 QAM-дан 256 QAM-қа дейінгі әртүрлі деңгейдегі QAM модуляциясын қолдануға болады. Модуляция деңгейі ақпаратты тасымалдау үшін қолданылатын тасымалдаушы күйлердің санын анықтайды. Бір күйде жіберілетін биттердің саны $\log_2 N$ ретінде анықталады, мұнда T - модуляция деңгейі. Сонымен, 16 QAM модуляциясы 4 бит ақпаратты, ал 256 QAM модуляциясы - 8 битті жібереді. Модуляция деңгейі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым жылдамдық мүмкіндіктері соғұрлым жоғары болады және оның шуға төзімділігі төмен болады. QAM модуляциясы QPSK және 8PSK1-ге қарағанда сызықты емес бұрмалауға және радиожол шуылына сезімтал. Сондықтан ол спутниктік байланыс арналары үшін дерлік пайдаланылмайды. 16 QAM модуляциясы бар бізге белгілі жалғыз спутниктік жол Sirius жерсерігінде ұйымдастырылған. Тасымалдаушы-шу жоғары қатынасымен сипатталатын және амплитудалық (тасымалдау) сипаттамаларының жоғары қатынасымен сипатталатын коаксиалды байланыс желілерінде негізінен әртүрлі деңгейдегі QAM модуляциясы қолданылады. [18]DVB-C стандарты негізгі ретінде 64 деңгейлі QAM модуляциясын пайдалануды ұсынады, бұл өткізу қабілеттілігі 7,92 МГц арнада шуды түзететін кодтауды ескере отырып, деректерді беру жылдамдығы 41,34 Мбит/с және пайдалы жылдамдықты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. - 38,1 Мбит/с. Бұл деңгейдегі сигналдар тарату жолының сапасына ерекше талаптар қоймайды және, әдетте, бар желілерге қосылуы мүмкін. Спутниктік ағындарды жіберу үшін 32 QAM пайдалану да өзекті болып табылады. Бұл жағдайда кабельдік арна спутниктік байланыс арналарындағы тарату жылдамдығымен үйлесімді 34,367 Мбит/с деректерді беру жылдамдығын қамтамасыз етеді. Пайдалы жіберу жылдамдығы 31,367 Мбит/с құрайды. Жаңадан жобаланған кабельдік желілерде 128 QAM және 256 QAM модуляцияларына ауысуға болады, бірақ ол үшін біркелкі емес жиілік реакциясы, топтық кідіріс және кабельдік желінің радиожолындағы шағылысқан эхосигналдардың деңгейі үшін қатаң стандарттар қажет болады. QAM модуляциясы кабельдік теледидар желілері арқылы деректерді беру үшін де қолданылады.

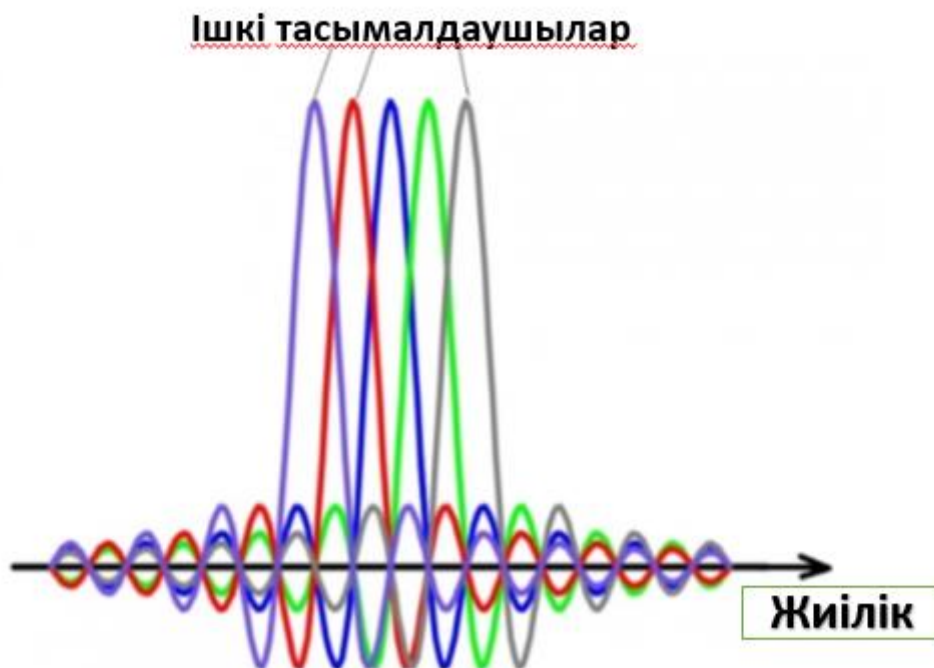
Жиіліктерді бөлумен параллель деректерді беру өткен ғасырдың 60-шы жылдарының ортасында ойлап табылды және қазіргі кездегі көптеген технологиялар сияқты алдымен тек әскери жүйелерде қолданылды. Ол кезде OFDM көмегімен әскерилер 34 қосалқы тасымалдаушы арқылы деректерді параллельді жіберуді жүзеге асырды. 1980 жылдары OFDM-ті коммерциялық жүйелерде, ең алдымен жоғары жылдамдықты модемдерде және сандық мобильді желілерде пайдалану қарастырыла бастады. 1990 жылдары OFDM модуляциясы цифрлық хабар таратуда (DAB), эфирлік телехабар таратуда, HDTV жоғары ажыратымдылықтағы бейне таратуда, сондай-ақ белгілі ADSL, HDSL соңғы миль технологияларында қолданыла бастады. Ұзақ уақыт бойы OFDM күрделі техникалық іске асыруға байланысты басқа байланыс

жүйелерінде кеңінен қолданылмады. OFDM сигналын аналогтық әдістермен қалыптастыру мәселесін шешу өте қиын. Есептеу жүйелері мен цифрлық сигналдарды өңдеу әдістерінің дамуы бүгінгі күні OFDM модуляциясын әртүрлі жүйелерде - радиодан сым желілеріне және тіпті талшықты оптикаға дейін пайдалануға мүмкіндік береді. Әдіс сөзбе-сөз ортогональды жиілікті бөлу мультиплексірлеуін білдіретініне қарамастан, ол әлі де сандық модуляция әдістері деп аталады. Өйткені, OFDM әдісі бір уақытта модуляцияны да, мультиплекстеуді де пайдаланады, бірақ мультиплекстеу ерекше. Кәдімгі мультиплекстеу әртүрлі көздерден әртүрлі сигналдарды біріктіруді қамтиды, мұнда бір сигналдың құрамдас бөліктері біріктіріледі. Барлығын қарапайым мысалмен түсіндіруге тырысайық. Витражды бір нүктеден екіншісіне ауыстыру керек деп елестетіп көріңіз. Ол үшін біздің иелігімізде белгілі бір ресурс бар, айталық 4 арба (ақпаратты тасымалдау жағдайында ресурс ретінде беруге болатын жиілік диапазоны қарастырылуы мүмкін). OFDM жағдайында біз витражды белгілі бір бөліктерге бөлшектейміз, мысалы, олардың саны 4 болсын. Содан кейін әр арба орамның өз бөлігін (витраждарын) тасымалдайды, ал арбалар бір уақытта параллель айналады. бір-бірін. Жолда тас түріндегі бір кедергіні кездестірдік делік (ақпаратты беру жағдайында – тар жолақты кедергі). Вагонеткалардың бірі тасқа соғылады, сондықтан сәлемдеменің бір бөлігі қабылдау нүктесіне жетпейді. Дегенмен, витраждың көбірек бөліктері әлі де дұрыс қабылданған, сондықтан интуиция мен сиқырдың (шу-иммундық кодтау) көмегімен құлдырау нәтижесінде қаптаманың жетіспейтін бөлігін қалпына келтіруге мүмкіндік бар. бір арба. OFDM қолданбаса қандай болар еді? Дәстүрлі тәсілмен бүкіл пакетті мүмкіндігінше тезірек жіберу үшін біз барлық қолда бар ресурстарды пайдаланамыз, бірақ біз витражды барлық 4 арбаға тасымалдаймыз (біз жоғары жылдамдықты модуляция әдісін қолданамыз, ол бүкіл арна өткізу қабілеті). Жолда тас түріндегі бір кедергіні кездестірдік делік. Нәтижесінде арбалардың бірі тасқа соғылып, витраждар құлап, сынып қалады. Біз бұл жағдайда витражымыздың қалай құлап кеткенін білмейміз, сондықтан оны бөлшектеп қайта жинай алмаймыз. Төменгі жол: бүкіл витраж қабылдау нүктесіне жетпеді (деректердің айтарлықтай көлемі жоғалды, мұнда тіпті шуылға қарсы кодтау бізді құтқара алмайды). Осылайша, OFDM негізгі ұрандарының бірі «барлық жұмыртқаларыңызды бір себетке салмаңыз» деп айта аламыз [19].



2.1 Сурет - а) бір тасымалдаушылы б) OFDM

OFDM ерекшеліктерінің бірі - барлық арбалар бір-біріне кедергісіз параллель дерлік жақын қозғала алады. Ақпаратты беру кезінде арбалардың рөлін қосалқы тасымалдаушы сигналдар орындайды, яғни. көптеген тасымалдаушы тербелістер (егер сіз оның не екенін ұмытып қалсаңыз, кез келген оқулықтағы модуляция негіздерін оқыңыз). Терминатор 2 фильмін еске түсіріп, арбалардың сұйық металдан жасалғанын елестетіңіз. Осыған байланысты, қозғалыс кезінде арбалардың жолдары ішінара қабаттасса да, олар бір-біріне кедергі жасамайды, бірге ыңғайлы бірге өмір сүріп, әрі қарай жүреді. Сигнализацияға қатысты ұқсас әсер бар - сигналдардың ортогональдылығы. Әдетте сигналдың ортогональдылығы терминін түсіндіру үшін интегралды математикалық өрнек беріледі. Дегенмен, саусақтардың бәрін түсіндіруге уәде берілгендіктен, сіз мынаны түсінуге болады. Ортогональды сигналдардың тамаша қасиеті бар – олардың өзара энергиясы нөлге тең. Ішкі тасымалдаушылардың ортогональдылығы олардың әрқайсысын қабылдау кезіндегі жалпы сигналдан, тіпті олардың спектрлерінің ішінара қабаттасуы жағдайында да ажыратуға мүмкіндік береді. Ішкі тасымалдаушылар бір-біріне жақын орналасқандықтан және тіпті ішінара қабаттасатындықтан (2.2-суретті қараңыз), модуляцияланған OFDM сигналының спектрлік тиімділігі жоғары.



2.2 Сурет - Жиілік осіндегі ішкі тасымалдаушылардың кескіні

Суреттен көрініп тұрғандай, әрбір ішкі тасымалдаушы бөлек шыңмен көрсетілген. Әрбір ішкі тасымалдаушының ең жоғары нүктесінде қалған ішкі тасымалдаушылардың мәні нөлге тең болатынын ескеріңіз. Әрбір қисық уақыт

осінде өзінің модуляцияланған сигналына ие. Барлық осы сигналдардың қосындысы күрделі OFDM сигналын береді [19].

COFDM (ағылш. Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) – кодтау арқылы арналардың ортогональды жиілікті бөлу. COFDM – арна кодтауын (кодталған үшін «С» аббревиатурасы) және OFDM біріктіретін OFDM технологиясының бір түрі. Арналарды кодтау деректерді жіберудегі ақаулар мен қателерді түзету үшін қолданылатын Forward Error Correction (FEC) пайдалануды қамтиды. Артық қызмет апаратын тасымалдауға байланысты жоғалған деректерді қалпына келтіруге болады. [19]COFDM Еуропада, Канадада және Жапонияда сандық хабар тарату (DAB) жүйелерінде жақсы белгілі және кеңінен қолданылады. COFDM сандық сигналдарды тұтынушыға жеткізудің жаңа әдісі ретінде телебағдарламаларды таратушылар арасында жақсы қалыптасқан. COFDM беру әдісінің басты артықшылығы - қабылдау кезінде пайда болатын бұрмаланулар мен қателерді түзете отырып, ғимараттардан, қабырғалардан және т.б. түсетін сигналдарды бірнеше рет шағылыстыруды пайдалану. Еуропалық DVB жобасы бұл жіберу әдісін тікелей эфирдегі теледидар мен мультимедиялық өнімдердің негізгі стандарты ретінде қабылдады [19,20].

COFDM технологиясының артықшылықтары:

- икемділік радиотолқынның таралу шарттарына бейімделу үшін деректер жылдамдығын және беру параметрлерін жылдам өзгерту мүмкіндігімен қамтамасыз етілген;

- жеткілікті тұрақтылық шегі бар жоғары ажыратымдылықтағы бағдарламаларды жіберуге мүмкіндік береді;

- қамту мәселелерін шешуде икемділікті қамтамасыз етеді;

- бір жиілікті желілерді пайдаланудың арқасында басқа жүйелерге қол

жетпейтін аймақтарда қабылдауға мүмкіндік береді;

- иерархиялық модуляция мүмкіндігі;

- цифрлық өңдеу әдістерін қолдану есебінен жоғары кескін сапасы;

- жоғары шу иммунитеті;

- тұрақты қабылдауды да, қозғалыста хабар таратуды да қамтамасыз ету және т.б.

- Мұның бәрі теледидар өндірісінің әртүрлі салаларында жаңа технологияны кеңінен енгізуге қосымша серпін болды.

ITU-R ұсынымдары – ITU Радиобайланыс секторы (бұрынғы CCIR) әзірлеген халықаралық техникалық стандарттар жиынтығы. Олар Радиобайланысты зерттеу топтары келесі бағыттар бойынша жүргізген зерттеулердің нәтижесі болып табылады:

- кең тараған жаңа мобильді технологияларды қоса алғанда, сымсыз қызметтердің кең спектрін пайдалану;

- радиожіілік спектрін және спутниктік орбиталарды пайдалануды басқару;

- барлық радиобайланыс қызметтерінің радио спектрін тиімді пайдалануы;
- жерүсті және спутниктік радиобайланыс және хабар тарату;
- радиотолқындардың таралуы;
- тіркелген жерсеріктік қызметке, тіркелген қызметке және жылжымалы қызметке арналған жүйелер мен желілер;
- ғарыштық жұмыс, жерді зерттеу спутнигі, метеорологиялық спутниктік қызмет және радиоастрономия қызметі [21].

3 Цифрлық теледидар таратқыштарының қамту аймақтарын есептеу

3.1 Алматы қаласындағы теледидар жабдығы туралы мәліметтер

Кесте 3.1– Алматы қаласындағы теледидар жабдығы туралы мәліметтер

Мекен	Арна немесе жиілік МГц	Қуаты, Вт	Программа	Тағайындалған ТД арналары
Алматы	1	100(1000)	(резерв)	-
	447	100(1000)	Орт+Казахстан	-
	446	100	Astana	24
	544	5000(1000)	Хабар	7
	534	5000(1000)	Казахстан-1	10
	503	1000	НТК	22
	529	500	МИР	29
	493	500(1000)	КТК	27
	550	500(1000)	31 канал	27
	556	500(1000)	Еларна	31

Цифрлық эфирлік телехабар тарату технологиясын ескере отырып, тұрғындарға облыс орталықтары деңгейінде 30 стандартты телеарнаға дейін, облыс орталығынан төмен 15 арнаға дейін қолжетімді, ал аналогтық хабар таратуда тиісінше 10 және 4 арна. Сондай-ақ, аналогтық хабар тарату кезінде шу, сықырлау, «қар» жиі байқалады, ал цифрлық хабар таратуда - тамаша сурет пен дыбыс.

Кесте 3.2 – Есептеу үшін бастапқы деректер

Жиілік диапазоны	620-750 МГц
1 РЖ арнасына таратқыштың қуаты, P1	1кВт
Таратушы антеннаның күшеюі, G1	6 дБ
Қабылдау антеннасының күшеюі, G2	14 дБ
Таратушы антеннаның биіктігі, h1	1267 м
Қабылдау антеннасының биіктігі, h2	10 м
Фидердің сызықтық әлсіреуі, β	0,05 дБ/м
Таратқыш фидер ұзындығы, l_1	150 м
Қабылдағыш фидер ұзындығы, l_2	10 м
Шу коэффициенті F	1 дБ
Канал жолағы W	8 МГц
Канал саны, n	4, 8, 10

3.2 Фидердегі қуатты жоғалту коэффициентін, жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептеу

Есептің берілгені:

α_c - 0,695/100 м

Astana арнасы үшін $f = 446$ МГц

31-ші арна үшін $f = 550$ МГц.

Табу керек: фидердегі қуатты жоғалту коэффициентін, жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептеу.

Қуатты жоғалту коэффициенті қуатты жоғалту коэффициенті таратқыш жиіліктегі сигнал беру кабелінің әлсіреуімен анықталады, оның ұзындығына көбейтілген:

$$\alpha = \alpha_n \times l; \quad (3.1)$$

мұндағы α_n – таратқыш жиіліктегі кабельдің әлсіреу коэффициенті (меншікті әлсіреу), (дБ/м);

l – фидер ұзындығы

Формула арқылы қажетті жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептейміз:

$$\alpha_n = \alpha_c \times \sqrt{\frac{f_n}{f_c}}; \quad (3.2)$$

мұндағы α_c – фидер кабелінің әлсіреуі.

Astana арнасы үшін $f = 446$ МГц;

$$\begin{aligned} \alpha_n &= 0,00695 \times \sqrt{\frac{446}{600}} = 0,0059 \text{ дБ}; \\ \alpha &= 0,0059 \times 150 = 0,885 \text{ дБ}; \end{aligned}$$

31-ші арна үшін $f = 550$ МГц;

$$\begin{aligned} \alpha_n &= 0,00695 \times \sqrt{\frac{550}{600}} = 0,0066 \text{ дБ}; \\ \alpha &= 0,0066 \times 150 = 0,99 \text{ дБ}; \end{aligned}$$

Нәтиже: Есептеу нәтижелеріне сәйкес фидердегі сигнал қуатының жоғалуы 31-ші арна үшін 0,99 дБ, ал Astana арнасы үшін 0,885 дБ құрайды. Екі арнаға арналған бес дюймдік фидер таратқыштан антеннаға дейін ең аз әлсіреуді қамтамасыз етеді.

3.3 ЦТВ таратқыштарының қамту аймағын теориялық есептеу

Есептейтін параметрлеріміз: Фидердегі шығындар, таратқыштың тиімді сәулелену қуатын, өріс кернеулігі, телестанцияның пайдалы сигналының өріс кернеулігін, қабылдағыш кірісіндегі сигнал деңгейін, минималды өріс кернеулігін, өріс кернеулігінің медианалық мәнін есептейміз.

Есептеу жұмыстарының қиындығына байланысты есептеу нәтижесін дәлділеу үшін ны Rayton бағдарламасына салдым ол ҚОСЫМША А-да көрсетілген.

Алматыдағы қуаты 1 кВт DVB-T2 қамту аймағын анықтау, бастапқы деректер DTV таратқыштары

Есептің берілгені:

- таратқыш орнату биіктігі, $H=1267$ м ;
- қабылдау антеннасын орнату биіктігі, $h_2=10$ м ;
- таратқыштың қуаты, $P=1$ кВт = 30 дБ·кВт ;
- таратқыш антеннаның күшеюі, 6 дБ ;
- қабылдағыш шуының көрсеткіші, $F=1$ дБ ;
- фидердің ұзындығы, $l=150$ м ;
- антенна мен дінгек күшейткіші арасындағы қосу кабеліндегі жоғалту, $\alpha_c=5$ дБ.

Фидердегі шығындарды формула бойынша анықтаймыз;

$$\gamma = -\alpha_c \times l ; \quad (3.3)$$

мұндағы α_c – фидердегі өшүліктер.

l – фидер ұзындығы, м.

$$\gamma = -0,007 \times 150 = -1.05 \text{ дБ} ;$$

Әрі қарай таратқыштың тиімді сәулелену қуатын табамыз:

$$P_{\text{тсқ}} = P_{\text{тар}} + G_{\alpha} + \gamma ; \quad (3.4)$$

мұндағы $P_{\text{тар}}$ – таратқыштың қуаты, Вт ;

G_{α} — таратушы антеннаның күшейтуі, дБ ;

γ — фидерлердің жоғалуы

$$P_{\text{тсқ}} = 30 + 6 - 1.05 = 34.95 \text{ дБкВт} ;$$

Өріс кернеулігі E таратқыштың тиімді сәулелену қуатына (таратқыштың P қуаты мен берілген бағыттағы күшейту G көбейтіндісі ретінде анықталады) және оның қарастырылатын қабылдау нүктесінен R қашықтығына байланысты:

$$E = 106,5 + G_{\alpha} + P_{\text{пер}} + 20 \lg R \quad (3.6)$$

мұндағы $P_{\text{тар}}$ – таратқыштың қуаты, Вт ;

G_{α} — таратушы антеннаның күшейтуі, дБ ;

R – беру және қабылдау пункттері арасындағы қашықтық, км.

IV толқын диапазонында МСЭ-Р сәйкес телевизиялық сигналды қабылдау үшін минималды өріс кернеуі 54,6 дБмкВ/м құрайды.

Телестанцияның пайдалы сигналының өріс кернеулігін формула бойынша анықтайық[21] :

$$E(50; 50) = E - P_{\text{тсқ}}; \quad (3.7)$$

$$E(50; 50) = 54.6 - 34.95 = 19.65 \text{ дБ};$$

мұндағы $e(50;50)$ – 10 м қабылдағыш антенна биіктігі үшін жобалық нүктеде анықталған 50% орын және 50% уақыт үшін өріс кернеулігі, дБ(мкВ/м).

Қамту аймағының радиусын анықтау.

$$R_{\text{км}} = 4.12 \times (\sqrt{H_M} + \sqrt{h_M}); \quad (3.8)$$

$$R_{\text{км}} = 4.12 \times (\sqrt{1267_M} + \sqrt{10_M}) = 159.7 \text{ км};$$

Нәтиже: Бұдан шығатыны, қуаты 1 кВт болатын ЦТВ станциясының қамту аймағы таратқыштан 159,7 км қашықтыққа сәйкес келеді.

Цифрлық таратқыштардың қамту аймағы сигнал-шу қатынасына (C/N) байланысты болғандықтан, біз МСЭ-Р -ден тиісінше min (2) және макс (26) екі тіркелген C/N мәнін таңдаймыз. ең аз ағын жылдамдығы 4,97 Мбит/с және максимум 31,67 Мбит/с.

МСЭ-Р ұсынымдарынан сандық теледидар үшін біз F=1дБ қабылдағыштың шу көрсеткішін таңдаймыз, бекітілген қабылдауы бар.

Қабылдағыш кірісіндегі сигнал деңгейін анықтайық:

$$U_{\text{кір.min}} = P_{\text{вх.min}} + 138,8; \quad (3.9)$$

мұндағы $P_{\text{кір.min}}$ – қажетті минималды C/N қамтамасыз ететін ең төменгі кіріс сигналының деңгейі.

$$P_{\text{кір.min}} = P_{\text{ш}} + \frac{C}{N}; \quad (3.10)$$

мұндағы P_{κ} – қабылдағышта, 7,61 МГц арна жолағында дамыған шу қуаты;

$$P_{\kappa} = F - 135.1 ; \quad (3.11)$$

мұндағы F – қабылдағыш шуының көрсеткіші.

$C/N = 2$ болған кездегі $U_{\text{қір.}min}$ мәні.

$$\begin{aligned} P_{\kappa} &= 1 - 135.1 = -134.1 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \\ P_{\text{қір.}min} &= -134.1 + 2 = -132.1 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \\ U_{\text{қір.}min} &= -132.1 + 138,8 = 6.7 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \end{aligned}$$

$C/N = 26$ болған кездегі $U_{\text{қір.}min}$ мәні.

$$\begin{aligned} P_{\kappa} &= 1 - 135.1 = -134.1 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \\ P_{\text{қір.}min} &= -134.1 + 26 = -108,1 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \\ U_{\text{қір.}min} &= -108,1 + 138,8 = 30,7 \text{дБ} \cdot \text{Вт} ; \end{aligned}$$

Минималды өріс кернеулігін есептейміз.

$$E_{min} = F + \frac{C}{N} + \alpha_c - G_{\alpha} - 30 + 20 \lg(f); \quad (3.12)$$

мұндағы G_{α} — таратушы антеннаның күшейтуі, дБ ;

F – қабылдағыш шуының көрсеткіші, дБ .

$\frac{C}{N}$ – сигнал-шу қатынасы.

$\frac{C}{N} = 2$, f -446 МГц болған кездегі E_{min} мәні.

Есептеу жұмыстарының қиындығына байланысты есептеу нәтижесін дәлділеу үшін ны Python бағдарламасына салдым ол ҚОСЫМША А-да көрсетілген.

$$E_{min} = 1 + 2 + 5 - 6 - 30 + 20 \lg(446) = 24,98 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВт}}{\text{м}} ;$$

f -550 МГц кезіндегі мәні:

$$E_{min} = 1 + 2 + 5 - 6 - 30 + 20 \lg(550) = 26,81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВт}}{\text{м}} ;$$

$C/N = 26$, f -446 МГц болған кездегі E_{min} мәні.

$$E_{min} = 1 + 26 + 5 - 6 - 30 + 20 \lg(446) = 48,99 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВт}}{\text{м}} ;$$

f-550 МГц кезіндегі мәні;

$$E_{min} = 1 + 26 + 5 - 6 - 30 + 20 \lg(550) = 50,81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВт}}{\text{м}} ;$$

Қабылдау ықтималдығы 70% және қабылдау уақыты 50% болатын өріс кернеулігінің медианалық мәнін анықтайтын формула.

$$E_{(70;50)} = C + \frac{C}{N} + 54.6 - G_{\alpha} + 20 \lg(f) + 10 \lg(T_a + T_c); \quad (3.13)$$

мұндағы С – орналастыруды түзету коэффициенті, 70% ықтималдық үшін, С= 2,9 дБ;

G_{α} — таратушы антеннаның күшейтуі STB (МСЭ-Р), дБ ;

T_a – антенна шуының температурасы, ° ;

T_c – қабылдау жолының шу температурасы, ° .

Астана арнасы үшін $\frac{C}{N} = 2$;

Есептеу жұмыстарының қиындығына байланысты есептеу нәтижесін дәлділеу үшін ны Python бағдарламасына салдым ол ҚОСЫМША Б-да көрсетілген.

$$\begin{aligned} E_{(70;50)} &= 2.9 + 2 - 54.6 - 6 + 20 \lg(446) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 33.99 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

31-ші арна үшін;

$$\begin{aligned} E_{(70;50)} &= 2.9 + 2 - 54.6 - 6 + 20 \lg(550) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 35.81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

Astana арнасы үшін $C/N = 26$;

$$\begin{aligned} E_{(70;50)} &= 2.9 + 26 - 54.6 - 6 + 20 \lg(446) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 57.99 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

31-ші арна үшін;

$$\begin{aligned} E_{(70;50)} &= 2.9 + 26 - 54.6 - 6 + 20 \lg(550) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 59.81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

$$E_{\text{мед}} = E_{\text{min}} + C + P_n; \quad (3.14)$$

мұндағы $C=9$ дБ 95% ықтималдылық үшін ;

P_n - өнеркәсіптік шуды есепке алатын шу параметрі, 500, 600, 700 және 800 МГц жиіліктер үшін $P_n = 0$ дБ.

Өріс кернеулігінің медианалық мәнін есептейік ($L = 50\%$, $T = 50\%$).

$$\text{Astana арнасы үшін: } \frac{C}{N} = 2;$$

$$E_{\text{мед}} = 24.98 + 2.9 + 0 = 27.88 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

31-ші арна үшін;

$$E_{\text{мед}} = 26.81 + 2.9 + 0 = 29.71 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

$$\text{Astana арнасы үшін: } \frac{C}{N} = 26;$$

$$E_{\text{мед}} = 48.99 + 2.9 + 0 = 51.89 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

31-ші арна үшін:

$$E_{\text{мед}} = 50.81 + 2.9 + 0 = 53.71 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

90% ($L = 50\%$, $T = 50\%$) қабылдау ықтималдығы үшін дәл сол сияқты мәнді есептейік.

$$\text{Astana арнасы үшін } \frac{C}{N} = 2;$$

$$E_{\text{мед}} = 24.98 + 9 + 0 = 33.98 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

31-ші арна үшін ;

$$E_{\text{мед}} = 26.81 + 9 + 0 = 35.81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

$$\text{Astana арнасы үшін } \frac{C}{N} = 26;$$

$$E_{\text{мед}} = 48.99 + 9 + 0 = 57.99 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

31-ші арна үшін;

$$E_{\text{мед}} = 50.81 + 9 + 0 = 59.81 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ;$$

Қабылдау ықтималдығы 95% және қабылдау уақыты 50% болатын үшін өріс кернеулігінің медианалық мәнін анықтайық:

Есептеу жұмыстарының қиындығына байланысты есептеу нәтижесін дәлділеу үшін ны Python бағдарламасына салдым ол ҚОСЫМША С-да көрсетілген.

Astana арнасы үшін $C/N = 2$;

$$\begin{aligned} E_{(95;50)} &= 9 + 2 - 54.6 - 6 + 20 \lg(446) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 40,09 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

31-ші арна үшін;

$$\begin{aligned} E_{(95;50)} &= 9 + 2 - 54.6 - 6 + 20 \lg(550) + 10 \lg(4350 + 337) = \\ &41,91 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

Astana арнасы үшін $\frac{C}{N} = 26$;

$$\begin{aligned} E_{(95;50)} &= 9 + 26 - 54.6 - 6 + 20 \lg(446) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 64,09 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

31-ші арна үшін;

$$\begin{aligned} E_{(95;50)} &= 9 + 26 - 54.6 - 6 + 20 \lg(550) + 10 \lg(4350 + 337) \\ &= 65,91 \frac{\text{дБ} \cdot \text{мкВ}}{\text{м}} ; \end{aligned}$$

Мен бұл бөлімде Алматы қаласындағы сандық телевиденияға қосылған каналдарды зерттедім Қазіргі таңда олардың барлығы сандық телевиденияға қосылған болғандықтан олардың ішінен орташа жиілігі 446 МГц ке тең Astana арнасы мен орташа жиілігі 550 МГцке тең 31- арна үшін теориялық есептеулер жүргіздім

Бұл есептеулер жүргізбеуден бұрын Алматы телевидениясы туралы ақпараттарды ютуб интернет жүйелерінен қарадым зерттеулерім бойынша бұл Алматыдағы тегін көрсетілетін каналдар Алматы облысының кейбір аймақтарына тегін жәй антенна арқылы жеткізіле алмайды тек қана ОТАУ-TV сияқты арнайы антеннамен ғана жіберіледі Тексеру нәтижелерім бойынша Есептеу нәтижелеріне сәйкес фидердегі сигнал қуатының жоғалуы 31-ші арна үшін 0,99 дБ, ал Астана арнасы үшін 0,885 дБ құрайды.

Екі арнаға арналған бес дюймдік фидер таратқыштан антеннаға дейін ең аз әлсіреуді қамтамасыз етеді және де қамту аймағының радиусын есептедім ол қуаты 1 кВт болатын СТВ станциясының қамту аймағы таратқыштан 159,7 км қашықтыққа сәйкес келеді. Барлық тексерулер стандартқа дұрыс келеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста мен СТВ қамту аймағын оның параметрлерін зерттедім. Зерттеу барысында көртеген батыс ғалымдарының, Ресей ғалымдарың еңбектерін қарап шықтым және олар жұмыстарынан өзім үшін қорытынды шығарып өз жұмысымды Алматы сандық телевиденияға қосылған каналдарды зерттедім және екі канал бойынша зерттеу жасадым. DVB-T2 стандартты таратқышының сигналын жоғары сапалы қабылдау мүмкіндіктері қарастырдым.

Таратқыш параметрлерін өзгерту кезінде DVB-T2 телерадио таратқыштарын орнату бойынша ұсыныстарды зерттедім. Сондай-ақ қоршаған орта жағдайларының әсер етуінің сигнал параметрлеріне тәуелділігі зерттелді. Бұл жобасының мақсаты DVB-T2 телерадио таратқыштарын орнату ұсыныстар әзірлеу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін DVB-T2 параметрлері алдыңғы DVB-T стандартымен салыстырдым.

Сондай-ақ таратқыш параметрлерінің сигналдың сапа көрсеткіштеріне әсері қарастырдым. Модуляцияны, қорғау аралығын, өткізу қабілеттілігін, қысу әдістерін және кодтау әдістерін зерттедім.

Сондай-ақ Алматы қаласының қамту аймағының теориялық есебі жүргізілді. Ал есептеулер нәтижесінде келесі мәндер алынды: қуат 34,95 дБкВт-қа, қабылдағыш кірісіндегі сигнал деңгейі 6,7 дБВт-қа, өріс кернеулігінің медианалық мәні $27.88 \frac{\text{дБмкВ}}{\text{м}}$ ге тең болды.

Есептеулер нәтижесінде Алматы қаласындағы каналдар стандартқа сай нормада екендігі дәлелденді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының шекаралық қамтуды бағалау BT Series Broadcasting service (television) // Электронная версия на сайте <https://www.itu.int/rec/R-REC-BT/en>. 15–35.

2 Круглов Сергей. (Инженер по телевизионной измерительной технике компании Rohde&Schwarz Rus) Измерение зоны покрытия цифровым ТВ // Электронная версия на сайте <http://lib.broadcasting.ru/articles2/newproducts/kak-izmerit-dtv>. 12–20.

3 Иван Омелянюк. ЦИФРОВОЕ ЭФИРНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ // Электронная версия на сайте <http://www.myshared.ru/slide/635823/>. 18–26.

4 А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко. Возможный алгоритм модернизации сети DVB-T2 // Электронная версия на сайте <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnyy-algoritm-modernizatsii-seti-dvb-t2>. 12–26.

5 Серебряков Р.В-тің DVB-T2 стандартындағы цифрлық эфирлік теледидарды тарату. Челябинск қаласының қамту аймағын теориялық есептеу // Электронная версия на сайте <https://dspace.susu.ru/handle/0001.74/22840>. 12–40.

6 DVB жобасы: сандық теледидарға еуропалық жол. «Ресей телерадио хабарларын тарату желісі» Федералдық мемлекеттік унитарлық кәсіпорнының сайты. <http://xn--e1aaatbcqh4abgd.xn--p1aadc.xn-p1ai/technology/item45.php>. 22–29.

7 Ник Уэллс, Крис Нокс DVB-T2: Ажыратымдылығы жоғары теледидарға арналған жаңа хабар тарату стандарты. Tele-Sputnik// Электронная версия на сайте <http://www.telesputnik.ru/archive/157/article/92.html>. –36 с.

8 Ролих М.Л. DVB-T2 стандартының ерекшеліктері мен артықшылықтары – М.: Связь, 2008 ж. 25–29.

9 Долуханов М.П. Радиотолқынның таралуы — М. : Коммуникация, 1972. 36–42.

10 CATV / SMATV Headends және ұқсас кәсіби жабдыққа арналған интерфейстер. А010 құжаты. 39–42.

11 Макаров С.Б. Цикин И.А. Дискретті хабарламаларды өткізу қабілеті шектеулі радиоарналар арқылы беру – М.: Радио және байланыс, 1988 ж. 32–34.

12 ISO/IEC 13818-1. Ақпараттық технологиялар - Қозғалыстағы суреттер мен байланысты дыбыстық ақпаратты жалпы кодтау: жүйелер. 48–54.

13 Радиобайланыс ережелері. Халықаралық электр байланысы одағы. МСЭ 2004 ж. 29–35.

14 Р.Шафер. DTVB сигналдарының жер үсті берілуі — Еуропалық спецификация. Құжаттар халықаралық хабар тарату конвенциясы, 14–18 қыркүйек 1995 ж. Конференцияның басылымы № 413. 62–65.

15 Песков С.Н., Колпаков И.А., Колгатин С.Ю. DVB хабар таратуды жүзеге асыру бойынша ұсыныстар. Желіні жоспарлау // Теле-Спутник No8, 2007 ж. 25–27.

16 Ресей Федерациясы Үкіметінің 2009 жылғы 13 желтоқсандағы № 985 «2009–2018 жылдардағы телерадио хабарларын таратуды дамыту» Федералдық мақсатты бағдарламасы туралы» қаулысы. 26–29.

17 Скляр Б. Цифровая связь .- М. : Уильямс, 2003. 31–36.

18 Prokis J. Сандық байланыс. - М. : Радио және байланыс, 2000 ж. 12–15.

19 Биккенин Р.Р.Чесноков М.Н. Электр байланысының теориясы: оқулық. студенттерге арналған жәрдемақы. жоғары оқу орындары.- М. : Академия, 2010. 42–48.

20 Птачек М. Сандық теледидар: Теория және технология / Пер. чех тілінен; ред. Л.С. Виленчика, - М: Радио және байланыс, 1990 ж. – 20 с.

21// Электронная версия на <https://www.itu.int/ru/ITU-R/Pages/default.aspx>. – 6 с.

ҚОСЫМША А

The screenshot shows two Python IDE windows. The left window displays a script named 'main.py' with the following code:

```

16 F=1
17 Psh=F-135.1
18 print(Psh)
19 CN1=2
20 Pvxmin=Psh+CN1
21 print(Pvxmin)
22 Uvxmin=Pvxmin+138.8
23 print(Uvxmin)
24 CN2=26
25 Pvxmin=Psh+CN2
26 print(Pvxmin)
27 Uvxmin=Pvxmin+138.8
28 print(Uvxmin)
29

```

The output of this script is:

```

34.95
19.65
159.67975101968904
-134.1
-132.1
6.700000000000017
-108.1
30.700000000000017

```

The right window displays another script named 'main.py' with the following code:

```

29 f1=446
30 ac=5
31 import math
32 Emin=F+CN1+ac-Ga-30+(20*math.log10(f1))
33 print(Emin)
34 f2=550
35 import math
36 Emin=F+CN1+ac-Ga-30+(20*math.log10(f2))
37 print(Emin)
38 import math
39 Emin=F+CN2+ac-Ga-30+(20*math.log10(f1))
40 print(Emin)
41 import math
42 Emin=F+CN1+ac-Ga-30+(20*math.log10(f2))

```

The output of this script is:

```

-100.1
30.700000000000017
24.986697174242835
26.807253789884875
48.986697174242835
26.807253789884875

```

ҚОСЫМША Б

The screenshot shows two Python IDE windows. The left window displays a script named 'main.py' with the following code:

```

44 Ta=4350
45 Tc=337
46 C=2.9
47 import math
48 Ezhely=C+CN1-54.6-Ga+(20*math.log10(f1))+(10*math.log10(Ta+Tc))
49 print(Ezhely)
50 import math
51 Ezhely=C+CN1-54.6-Ga+(20*math.log10(f2))+(10*math.log10(Ta+Tc))
52 print(Ezhely)
53 import math
54 Ezhely=C+CN2-54.6-Ga+(20*math.log10(f1))+(10*math.log10(Ta+Tc))
55 print(Ezhely)
56 import math
57 Ezhely=C+CN2-54.6-Ga+(20*math.log10(f2))+(10*math.log10(Ta+Tc))
58 print(Ezhely)

```

The output of this script is:

```

48.986697174242835
26.807253789884875
33.995646709444934
35.816203325086974
57.995646709444934
59.816203325086974

```

The right window displays another script named 'main.py' with the following code:

```

56 print(Ezhely)
57 Pn=0
58 Emed=Emin1+C+Pn
59 print(Emed)
60 Emed=Emin2+C+Pn
61 print(Emed)
62 Emed=Emin3+C+Pn
63 print(Emed)
64 Emed=Emin4+C+Pn
65 print(Emed)
66 C2=9
67 Emed=Emin1+C+Pn
68 print(Emed)
69 Emed=Emin2+C+Pn
70 print(Emed)

```

The output of this script is:

```

57.995646709444934
27.886697174242833
29.707253789884874
51.88669717424283
29.707253789884874
27.886697174242833
29.707253789884874
51.88669717424283

```

ҚОСЫМША С

The image displays two side-by-side screenshots of a code editor environment, likely PyCharm, showing Python code and its execution results in a terminal window.

Left Editor (main.py):

```
60 Emed=Emin2+C+Pn
61 print(Emed)
62 Emed=Emin3+C+Pn
63 print(Emed)
64 Emed=Emin4+C+Pn
65 print(Emed)
66 C2=9
67 Emed=Emin1+C+Pn
68 print(Emed)
69 Emed=Emin2+C+Pn
70 print(Emed)
71 Emed=Emin3+C+Pn
72 print(Emed)
73 Emed=Emin4+C+Pn
74 print(Emed)
```

Ln: 73, Col: 11

Right Editor (main.py):

```
70 print(Emed)
71 Emed=Emin3+C+Pn
72 print(Emed)
73 Emed=Emin4+C+Pn
74 print(Emed)
75
76
77 Etokely=C2+CN1-54.6-Ga+(20*math.log10(f1))+(10*math.log10(Ta+Tc))
78 print(Etokely)
79 Etokely=C2+CN1-54.6-Ga+(20*math.log10(f2))+(10*math.log10(Ta+Tc))
80 print(Etokely)
81 Etokely=C2+CN2-54.6-Ga+(20*math.log10(f1))+(10*math.log10(Ta+Tc))
82 print(Etokely)
83 Etokely=C2+CN2-54.6-Ga+(20*math.log10(f2))+(10*math.log10(Ta+Tc))
84 print(Etokely)
```

Ln: 83, Col: 41

Terminal Output (Left):

```
29.707253789884874
51.88669717424283
29.707253789884874
** Process exited - Return Code: 0 **
Press Enter to exit terminal
```

Terminal Output (Right):

```
29.707253789884874
40.095646709444935
41.916203325086975
64.09564670944494
65.91620332508697
** Process exited - Return Code: 0 **
```

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Кебировна Гульзана Шахмуратовна

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

Тақырыбы: «Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау»

Берілген бітіру жұмысында цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау әдістері келтірілген.

Жұмыста цифрлық тарату аймағы зерттелген.

Бұл жобасының мақсаты DVB-T2 телерадио таратқыштарын орнату ұсыныстар әзірлеу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін DVB-T2 параметрлері алдыңғы DVB-T стандартымен шығарылған.

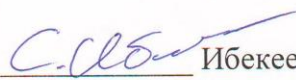
Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, желі архитектурасын көрсету өте орынды.

Жалпы, студент Кебировна Гульзана 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне алдын-ала қорғауға ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және ҒТ каф.лекторы,
техн.ғыл.магистрі


Ибекеев С.Е.
(қолы)

«15» мамыр 2022 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Кебировна Гульзана Шахмуратовна

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

Тақырыбы: «Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау»

Берілген бітіру жұмысында цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау әдістері келтірілген.

Жұмыста цифрлық тарату аймағы зерттелген.

Бұл жобасының мақсаты DVB-T2 телерадио таратқыштарын орнату ұсыныстар әзірлеу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін DVB-T2 параметрлері алдыңғы DVB-T стандартымен шығарылған.


Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, желі архитектурасын көрсету өте орынды.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Кебировна Гульзана Шахмуратовна 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT каф.лекторы,
техн.ғыл.магистрі

 Ибекеев С.Е.
(қолы)

«15» мамыр 2022 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Кебировна Гульзана Шахмуратовна

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 6 парақ;
б) түсініктеме 55 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Қазіргі таңда цифрлық телевидение саланың дамуы деңгейі бойынша туралы толық ақпарат талдап қарастыылған.

Бірінші бөлімінде сандық эфирлік телехабар тарату сигналдарының қамтуы туралы толық ақпарат берілген және де әдебиеттерге шолу бар. Бірінші бөлімде қарастырылған тағы бір тақырыпша ол цифрлық дыбыстық хабар тарату желілеріндегі бір жиілікті желінің өсуі.

Негізгі бөлімде толықтай осы тақырып бойынша теориялық ақпараттар енгізілген олар: цифрлық теледидардың даму тарихы, DVB-T мен DVB-T2 айырмашылығы, DVB-T2 таратқыш параметрлерінің радиосигнал өнімділігіне әсері, мобильді теледидар. Бұл жұмыста 31-ші арна мен Astana арнасына арналған математикалық есептеулер жүргізілген. Олардың ішінде 31-ші арна мен Астана арнасының СТВ таратқыштарының қамту аймағын есептеу, фидердегі қуатты жоғалту коэффициентін, жиіліктегі әлсіреу коэффициентін есептеу орындалған.

Есептеуді сол арналардағы шыққан мәндердің қаншалықты стандартқа сәйкестігін тексеру, мәндердің дәлдігін дәлелдеу PYTHON бағдарламасы арқылы іске асырылған. Есептеу бойынша қорытынды жүргізілген нәтижесі толық көрсетілген.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

Дипломдық жобада стилистикалық және грамматикалық қателер кездеседі.


Жоғарыда келтірілген ескерту жұмыстың маңыздылығын төмендетпейді. Дипломдық жұмыс оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс "өте жақсы" (90%) деген бағаға бағаланып, ал студент Кебирова Гульзана Шахмуратовна 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын - пікір беруші

ХАТУ, т.ғ.к., қауым. профессор

 Илипбаева Ләззат Болатовна

(қолы)

«__» _____ 2022 ж.

Подпись указанного лица удостоверяю





Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Кебирова Гульзана Шахмуратовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 4.1

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 3

Знаки из здругих алфавитов: 23

Интервалы: 1

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:

Дата 20.05.2022

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Кебилова Гульзана Шахмуратовна

Тақырыбы: Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау

Жетекшісі: Серикбек Ибекеев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.6

Дәйексөз (35): 0.6

Әріптерді ауыстыру: 23

Аралықтар: 1

Шағын кеңістіктер: 3

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

20.05.2022

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Кебирова Гульзана Шахмуратовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Цифрлық таратқыштың қамту аймағын талдау

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 4.1

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 3

Знаки из других алфавитов: 23

Интервалы: 1

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 укрывтия 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:

20.05.2022
Дата

Маркелова С.
проверяющий эксперт