

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Абдіқадыр Ақнұр Амантайқызы

«2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның
дизайны»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ 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: «2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



А.А.Абдіқадыр

Пікір беруші
ҚазҰАЗУ, PhD докторы,
Энергия үнемдеу және
автоматика кафедра меңгерушісі

 Молдажанов А. К.
« 20 » 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, т.ғ.м., Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының лекторы

 Ибекеев С. Е.
« 20 » 05 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

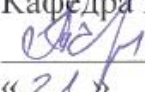
Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 Е.Таштай

« 21 » XII 2021 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Абдіқадыр Ақнұр Амантайқызы

Тақырыбы «2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны»

Университет ректорының «24» _желтоқсан 2021 ж. № 489-п-о бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

- а) генератор жиілігі 2,5-5 ГГц, -5... + 10 dBm;
- б) аралық жиілік – 36MHz+- 0.02Hz per. 30...40 Гц;
- в) шығыс қуаты: 1 W;
- г) жүктеме кедергісі 50 Ом;
- қорек көзі 220 В+10%.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- 1) Радиолокациялық антенналар даму жүйелеріне шолу;
- 2) Фракталдық геометрияға негізделген антенна құрылғыларының жұмыс жасау принциптері;
- 3) Антенна құрылғыларын жобалау әдістемелері;
- 4) Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қамту аймағын есептеу;

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	А С.Е.Ибекеев, ЭТЖҒТ каф.лекторы.	20.05	
Норма бақылау	ЭТЖҒТ каф.лекторы, Т.Ғ.М Досбаев Ж	25.05.2022	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

С.Е.Ибекеев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.А.Абдікадыр

Күні

«20» 05 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада 2,5-5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны қарастырылды. Радиолокациялық антенналар даму жүйелеріне шолу жасалынды. Фракталдық геометрияға негізделген антенна құрылғыларының жұмыс жасау принциптері туралы зерттедім. Антенна құрылғыларын жобалау әдістемелерін қарастырдым. Фракталдық геометрияға негізделген антенналардың қамту аймағына есептеу жүргіздім.

Фракталдық антенналар кәдімгі антенналарға қарағанда шамамен 20% тиімдірек екені анықталды. Фракталдық антенналар теледидар антеннаңыз сандық сигналды немесе жоғары ажыратымдылықтағы бейнені қабылдап, ұялы телефондар, Wi-Fi ауқымын ұлғайту үшін қолданылады. Бұрынғы ұялы телефондарға қарағанда, қазіргі ұялы телефондардың сыртында антенналары жоқ, себебі оларда ішкі фракталды антенналар бар. Бұл оларға жиіліктерді бір уақытта антеннадан алуға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрена конструкция антенны на основе фрактальной геометрии для частот 2,5-5 ГГц. Проведен обзор систем разработки радиолокационных антенн. Изучил принципы работы антенных устройств на основе фрактальной геометрии. Мы рассмотрели методики проектирования антенных устройств. Произвел расчет площади покрытия антенн на основе фрактальной геометрии.

Установлено, что фрактальные антенны примерно на 20% эффективнее обычных антенн. Фрактальные антенны телевизионная антенна используется для приема цифрового сигнала или видео высокого разрешения и увеличения диапазона мобильных телефонов, Wi-Fi. В отличие от предыдущих мобильных телефонов, современные мобильные телефоны не имеют антенн снаружи, потому что у них есть внутренние фрактальные антенны. Это позволяет им получать частоты от антенны одновременно.

ANNOTATION

The thesis project considers the antenna design based on fractal geometry for frequencies of 2.5-5 GHz. A review of radar antenna development systems has been carried out. Studied the principles of antenna devices based on fractal geometry. We have reviewed the methods of designing antenna devices. Calculated the antenna coverage area based on fractal geometry.

It has been found that fractal antennas are about 20% more efficient than conventional antennas. Fractal antennas A television antenna is used to receive a digital signal or high-resolution video and increase the range of mobile phones, Wi-Fi. Unlike previous mobile phones, modern mobile phones do not have antennas on the outside because they have internal fractal antennas. This allows them to receive frequencies from the antenna at the same time.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Теориялық бөлім	10
1.1 Фракталдық геометрияға анықтама	10
1.2 Серпинский үшбұрышы туралы түсінік	13
1.3 Антенна туралы деректер	16
1.4 Фракталды антенна импедансын анықтау	23
1.5 Тапсырманың қойылымы	24
2 Негізгі бөлім	25
2.1 Радиолокациялық антенналар	25
2.2 Радиолокациялық станциялар	28
2.3 Радиорелелік станция әрекет ету қашықтығын анықтау	30
2.4 Антенна жобалаудағы негізгі міндеттер	32
2.5 Антенналарды әзірлеу процесі	33
3 Есептік бөлім	38
3.1 Фракталдық геометрияға негізделген антенналардың қайтарудағы жоғалтуын есептеу	38
3.2 Фракталдық геометрияға негізделген антенналардың бағыттылық коэффициентін анықтау	39
3.3 Цикл антеннасын жасау	43
Қорытынды	46
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	47
А Қосымшасы	48
Б Қосымшасы	49

Кіріспе

Ақпаратты берудің заманауи теориясындағы қызығушылық тудыратын тақырыптардың бірі антенна болып келеді. Ғылыми дамудың осы бір саласын дамытуға мұндай ұмтылыс заманауи технологиялық әлемде ақпаратты беру жылдамдығы мен әдістеріне үнемі өсіп келе жатқан талаптармен байланысты. Күн сайын бір-бірімізбен байланыса отырып, біз ақпаратты өзімізге табиғи жолмен жеткіземіз. Дәл осылай ғалымдар көптеген компьютерлік желілерді және коммуникацияны үйрету идеясын ұсынды. Нәтижесі осы саладағы жаңа әзірлемелердің пайда болуы, олардың компьютерлік техника нарығында бекітілуі, кейінірек ақпаратты сымсыз жіберу стандарттарының қабылдануы болды. Бүгінгі күні BlueTooth, WiFi сияқты тасымалдау технологиялары мақұлданған және жалпы қабылданған. Бірақ даму мұнымен тоқтап қалмайды және тоқтата алмайды, нарықтың жаңа талаптары, жаңа тілектері бар. Антенна – электромагниттік толқындарды шығаруға немесе қабылдауға арналған радиоқұрылғы. Антенна радиотехникалық жүйенің маңызды элементтерінің бірі болып табылады. Бұл жүйелерге: радиобайланыс жүйелері, хабар тарату, теледидар, радиобасқару, радиорелелік байланыс, радиолокация, радиоастрономия, радионавигация және т.б. Құрылымдық жағынан антенна сымдардан, металл беттерден, диэлектриктерден, магнитодиэлектриктерден тұрады. Антенналарды таңдау кезінде олардың негізгі сипаттамалары жұмыс жиілігі диапазоны (өткізу жолағы), күшейту, сәулелену үлгісі, кіріс кедергісі, поляризациямен салыстырылады. Тасымалдау арнасын кеңейту мәселесін бұрынғыдан да көбірек қысуды енгізу арқылы ішінара шешуге болады. Фракталды антенналарды пайдалану бұл мәселені сапалы және тиімдірек шешуге мүмкіндік береді. Мұның себебі фракталдық антенналар мен олардың негізіндегі жиілікті таңдамалы беттер мен көлемдер бірегей электродинамикалық сипаттамаларға ие, атап айтқанда: кең жолақты, жиілік диапазонында өткізу қабілеттілігінің қайталануы және т.б. Антенна (берілгеніне немесе қабылдағанына немесе екеуіне де қарамастан) станциядағы схемаға беріліс желісі арқылы қосылуы мүмкін. Антеннаның жұмыс істеуі тарату желісінің сәулелену механизміне байланысты. Токты ең аз шығынмен ұзақ қашықтыққа беруге арналған өткізгіш беріліс сызығы деп аталады. Мысалы, антеннаға қосылған сым. Токты бірдей жылдамдықпен өткізетін және шексіз ұзындығы бар түзу сызық ешқандай энергия шығармайды.

1 ТЕОРИЯЛЫҚ БӨЛІМ

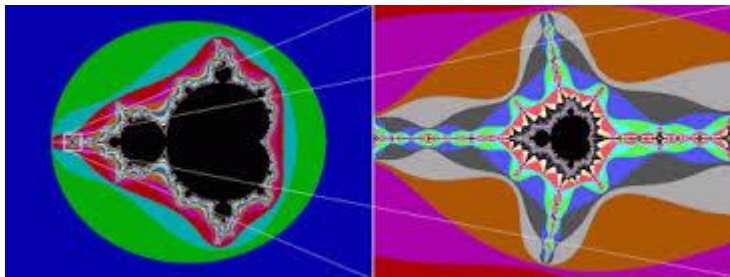
1.1 Фракталдық геометрияға анықтама

Фракталдық құрылымдар, кең жолақты резонаторлар мен антенналарды қолдану табиғатта кездесіп қана қоймай, инженерлік қызығушылықты арттырды. Біз фракталдық антенна екенін резонаторлардың көп өлшемді хаотикалық динамиканың пайда болуын қолдай алатын бір транзисторы бар генератордың қарапайым тізбегі контекстінде көрсетеміз. Серпинский ауыспалы тереңдік дискретті конденсаторлар мен индукторлардың көмегімен жасалады, олардың мәндері қарапайым бірізділікке сәйкес масштабталады. Осындай тұрақты фракталдарда әрбір итерация жұптасқан полюсті нөлді тиімді қосатыны анықталды, нәтижесінде біртіндеп неғұрлым күрделі және кеңірек жиілік сипаттамалары, оларды әлдеқайда аз жүзеге асыруға болады әрі балама желілерді құруға ықпал етеді. Резонаторлар схемаға бастапқы нұсқада индукторларды алмастыратын бір портты құрылғылар ретінде салынған және генератордың жоғары жеңілдетілген сандық модельдің көмегімен көрсетілген шамалар бойынша фракталдық тереңдіктің жоғарылауы хаотикалық динамиканың өлшемін арттырады, нәтижесінде жоғары дәрежелі гиперхаосқа енгізеді. Бұл нәтиже SPICE модельдеуімен расталады сонымен қатар, физикалық компоненттердің идеалды емес мінез-құлқы көп өлшемді динамиканы алуға кедергі болатындығын көрсететін тәжірибелерге сай болады. Фостердің балама желілерін құру арқылы іс жүзінде жұмсарған болар еді. Сонымен қатар, фракталдарды жасау арқылы едәуір күрделі резонанстар, және бай динамиканы алуға болатындығы көрсетілген резонаторлар индукторларды ретке келтіру арқылы немесе тіпті шектеулі қосу арқылы тұрақты емес фокальды ақаулардың санын есептейді. Осы нәтижелер әлеуетті нәтижелерге назар аударады көп өлшемді хаотикалық динамиканы құру үшін фракталдық резонаторлардың пайдалылығы компоненттердің бұзылулары мен жетілмегендігінің маңыздылығын атап өту қажет.

Фрактал немесе динамикалық (детерминалдық) хаос - тармақталған құрылымы бар объект, оның бөліктері тұтас объектінің өзіне ұқсас болады. Математиканың өзіне ұқсайтын құрылымдардан тұратын объектілерді зерттейтін саласы, оны алғаш рет 1970-ші жылдарда Б.Мандельброт зерттеген. Жаратылыстанудағы фотоплоттерды объект мысалы ретінде өсімдіктерді алуға болады. Фотоплоттерды зерттеу әдістері күрделі жүйелерге, оның ішінде есептеу жүйелерін зерттеуде пайдаланылады, әрі машиналық графикада — фракталды геометрия әдістері арқылы алынған суретін алуға болады. Фракталдар — әлемдік ғылыми танымға тек кейінгі кезде, дәлірек айтқанда, XX ғасырдың соңғы жылдарында енген түсінік. Содан бері оларға деген қызығушылық физика ғалымдары, математика ғалымдары, биология ғалымдары тарапынан ғана емес, бақа алыс адамдардың арасында да төмендер емес. Фракталдар мен детерминалды хаосқа байланысты зерттеулер бізді қоршаған әлемнің үйреншікті

көріністерінің көбін өзгертеді. Фракталдар табиғи және жасанды объектілердің геометриялық қасиеттеріне деген біздің көзқарастарымызды қайта бағалауға мәжбүр етеді, ал динамикалық хаос осы объектілердің уақыт барысында өздерін ұстау түсінігіне ұзақ өзгерістер енгізеді. Осы түсініктер негізінде құрылған теориялар білімнің әртүрлі салаларында, оның ішінде ақпараттық және коммуникациялық технологияларда жаңа мүмкіндіктер ашады.

Мандельброт фракталы ең танымал фрактал үлгісі



1.1 Сурет - Мандельброт фракталы үлгісі

Фракталдар бізді жан-жағымыздан қоршап тұр. Мысалға айтатын болсақ: тау бөктері сызығында, теңіз жағасында ирелең сызықтарында кездеседі. Кейбір фракталдар аспанда жылжыған бұлттар секілді, жанып тұрған от сияқты өзін тез өзгертеді, кейбіреулері өсіп тұрған ағаштар мен адамның қан тамырлары жүйкеміз сияқты өзінің даму нәтижесінде қабылдаған құрылымын сақтап қалады. Мектепте зерттеген және жиі өмірде қолданатын геометрия Эвклидтен басталады (мөлшермен біздің дәуірімізге дейінгі 300 жыл бұрын). Үшбұрыштар, квадраттар, дөңгелектер, параллелограммдар, параллелепипедтер, пирамидалар, шарлар, призмалар – классикалық геометрия қарастыратын фигуралар. Адам қолынан жасалған заттар осы фигуралар мен олардың жеке бөліктерінен тұрады. Бірақ табиғатта олар сирек кездеседі. Мысалы, орман шыршалары аталған заттар мен олардың комбинацияларына ұқсай ма? Расында да, Эвклид формаларына қарағанда, табиғи объектілер тегіс, жатық емес, шеттері сынық, беттері бұдыр, жарылып, тесіктер мен жолақтармен желінген. «Неге геометрияны суық, құрғақ деп атайды? Оның бір себебі – бұлттардың, таулар мен теңіз жағалауының түрлерін сипаттап бере алмауында. Бұлттар – сфера емес, таулар – конус емес, жағалау сызықтары – шеңберлер емес, қабықтар тегіс емес, найзағай түзу сызықпен шашырамайды. Табиғат тек қана жоғары деңгейдегі ғана емес, мүлде басқа деңгейдегі күрделілікті танытады» деген сөздерімен Бенуа Мандельброттың «Табиғаттың фракталды геометриясы басталады. Ғалым 1975 жылы фрактал түсінігін ең бірінші болып енгізген – ол fractus деген латын сөзінен алынған, шытынаған және ретсіз сынық тас деген сөзді білдіреді.

Табиғи құрылымдардың барлығының фракталды құрылысы болады. Егер фракталды объектіге толығымен қараса, содан кейін оның үлкейтілген жеке бөлігіне қараса, олардың ұқсас екенін көруге болады. Фракталдар өз-өзіне баламалы – олардың пішіндері әртүрлі өлшемдерде қайталанады. Фракталды

алгоритмдер ақпараттық технологияларда, мысалы табиғи ландшафтылардың үшөлшемді компьютерлік бейнелеуін белгілеуге, деректерді қысып жинақтауға пайдаланылады. Фрактал түсінігі тағы да бір әдемі көрініспен – динамикалық жүйелердегі хаоспен байланысты.



1.2 Сурет - Фракталдық ағаш

Фракталдардың қасиеттері

Фракталдардың ең маңызды екі қасиеті-өзіндік ұқсастық және бүтін емес өлшем.

Өзіндік ұқсастық нені білдіреді? Егер сіз Папоротник жапырағына мұқият қарасаңыз, онда әрбір кішкентай жапырақ бүкіл Папоротник жапырағымен бірдей болатындығын байқайсыз. Бұл парақ папоротника сәйкес болады. Фракталдармен бірдей: сіз оларды бірнеше рет үлкейтуге болады, және әр қадамнан кейін сіз сол фракталға тән форманы көресіз.

Бүтін емес өлшемді түсіндіру қиын. Классикалық геометрия бүтін өлшемді объектілермен айналысады: нөлдік өлшеу нүктелері, бір өлшемді сызықтар мен қисықтар, квадраттар мен шеңберлер сияқты екі өлшемді жалпақ фигуралар және текшелер мен сфералар сияқты үш өлшемді қатты заттар. Алайда көптеген табиғи құбылыстар екі бүтін сан арасындағы өлшеу арқылы жақсы сипатталған. Сонымен, түзу сызықтың өлшемі 1 болса да, фракталдық қисық иілу кезінде қанша орын алатынына байланысты 1-ден 2-ге дейін болады. Тегіс фрактал жазықтықты қаншалықты көп толтырса, соғұрлым ол екі өлшемге жақындайды. Сол сияқты, төбедегі фракталдық көрініс 2 мен 3 арасындағы өлшемге жетеді. Осылайша, кішкентай қорғандармен жабылған үлкен төбеден тұратын

фракталдық ландшафт екінші өлшемге жақын болады, ал орташа өлшемді көптеген төбелерден тұратын өрескел бет үшінші өлшемге жақын болады.

Итерацияланған функционалды жүйелік фракталдар

Iterated Function System (IFS) фракталдары жазықтықтың қарапайым түрлендірулері негізінде жасалады: жазықтықтың осьтерін масштабтау, жылжыту және айналдыру кезінде көптеп қолданады. IFS фракталын құру келесі қадамдардан тұрады:

- жазықтықты түрлендіру жиынтығын анықтау;
- жазықтықта бастапқы суретті (кез келген суретті) салу
- бірінші қадамда анықталған түрлендірулерді қолдана отырып, бастапқы үлгіні түрлендіру
- сол түрлендірулер жиынтығын қолдана отырып, жаңа кескінді түрлендір
- төртінші қадамды мүмкіндігінше бірнеше рет қайталаңыз (теориялық тұрғыдан бұл процедураны шексіз рет қайталауға болады).

Ең танымал ISF фракталдары-Серпинский үшбұрышы және Кохтың Снежинкасы.

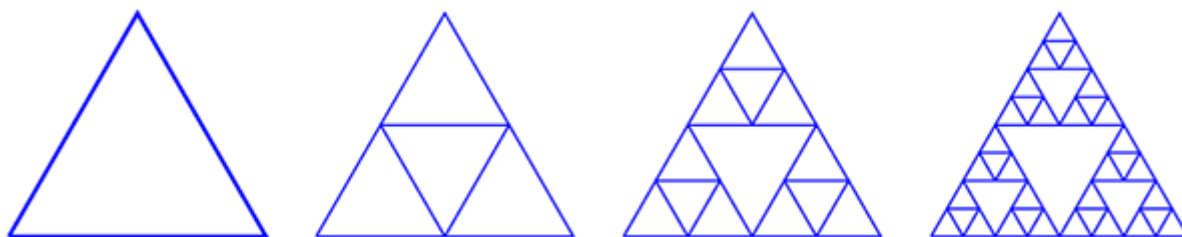
1.2 Серпинский үшбұрышы туралы түсінік

Бұл фракталды 1915 жылы поляк математигі Вацлав Сьерпинский сипаттаған. Оны алу үшін интерьері бар (теңбүйірлі) үшбұрышты алып, оған ортаңғы сызықтар сызып, қалыптасқан төрт кішкентай үшбұрыштың ортасын лақтырып тастау керек. Содан кейін қалған үш үшбұрыштың әрқайсысымен бірдей қадамдарды қайталау керек. Сурет алғашқы үш қадамды көрсетеді, ал флэш-демонстрацияда жаттығу жасап, оныншыға дейінгі қадамдарды алуға болады.



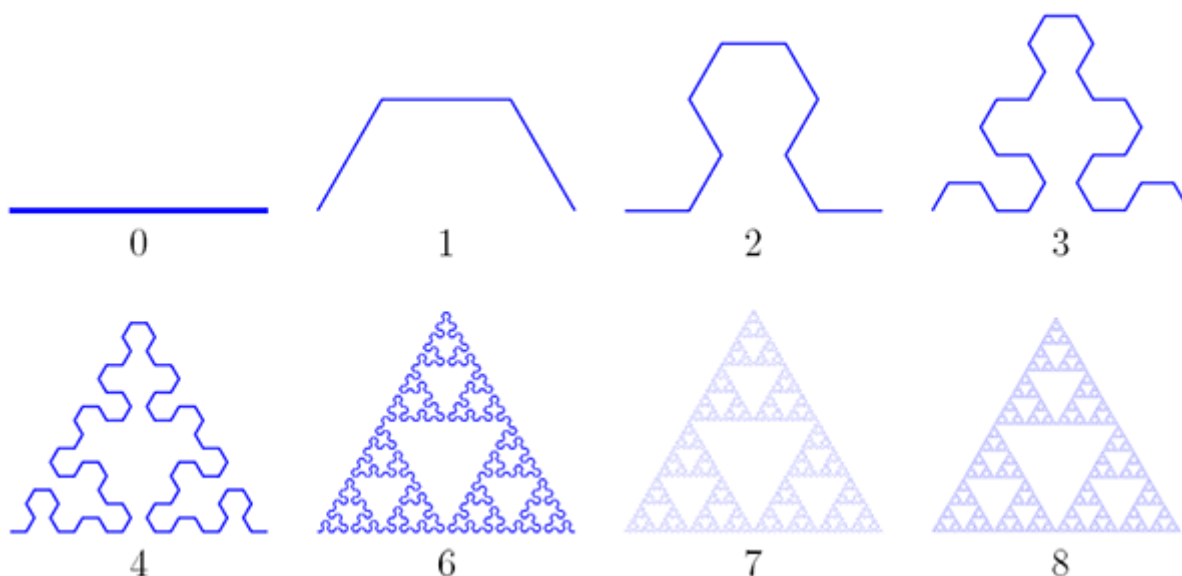
1.3 Сурет - Серпинский үшбұрышының құрылысы

Орталық үшбұрыштарды лақтыру нәтижесінде Серпинский үшбұрышын алудың жалғыз жолы емес. Сіз "кері бағытта" жүре аласыз: бастапқыда "бос" үшбұрышты алыңыз, содан кейін ортаңғы сызықтардан құралған үшбұрышты аяқтаңыз, содан кейін үш бұрыштық үшбұрыштың әрқайсысында бірдей нәрсені жасаңыз және т. б. алдымен фигуралар мүлдем өзгеше болады, бірақ Итерация санының өсуімен олар бір-біріне көбірек ұқсайды.. ал шекте сәйкес келеді.



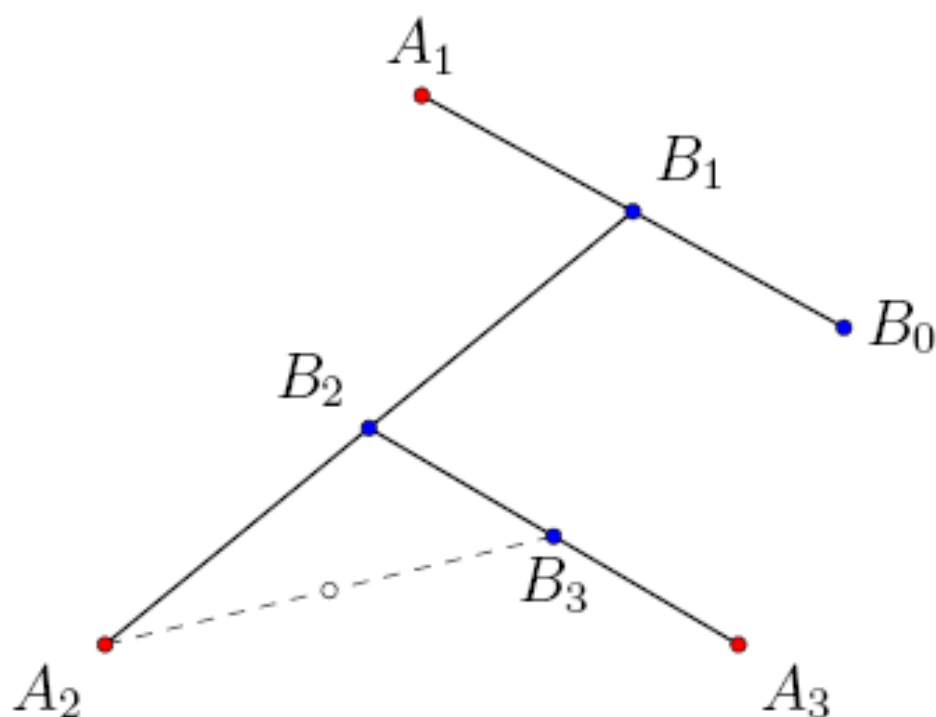
1.4 Сурет - Серпинский үшбұрышының "кері бағытта" құрылысы

Серпинский үшбұрышын алудың келесі әдісі келесі итерацияның бөліктерін масштабталған фрагментке ауыстыру арқылы геометриялық фракталдарды құрудың әдеттегі схемасына ұқсас. Мұнда әр қадамда сынған сегменттердің құрамдас бөліктері үш сілтеменің сынған сегменттерімен ауыстырылады (ол бірінші итерацияда алынады). Бұл сынықты кезек-кезек оңға немесе солға қою керек. Сегізінші итерация фракталға өте жақын екенін көруге болады, ал одан әрі сызық оған жақындайды.



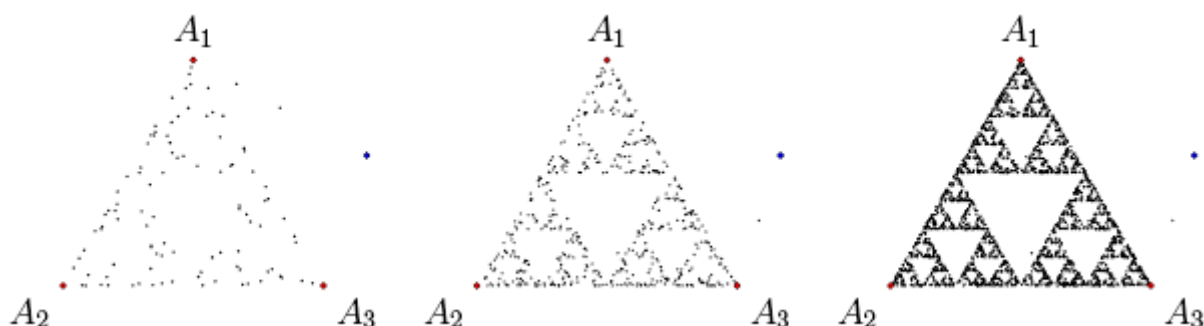
1.5 Сурет - Серпинский үшбұрышын алудың тәсілдері

Бірақ бұл бәрі емес. Серпинскийдің үшбұрышы жазықтықтағы нүктенің кездейсоқ жүруінің бір түрі нәтижесінде пайда болады. Бұл әдіс "хаос ойыны" деп аталады. Оның көмегімен кейбір басқа фракталдарды салуға болады.



1.6 Сурет - Хаос ойыны

"Ойынның" мәні келесідей: жазықтықта $a_1 a_2 a_3$ дұрыс үшбұрышы бекітілген. Кез-келген B_0 бастапқы нүктесін белгілеңіз. Содан кейін үшбұрыштың үш шыңының біреуін кездейсоқ таңдап, B_1 нүктесін — осы шыңның және B_0 -да ұштары бар сегменттің ортасын белгілеңіз (оң жақтағы суретте A_1 шыңы кездейсоқ таңдалған). B_2 алу үшін B_1 нүктесімен бірдей қайталанады. Содан кейін B_3 , B_4 және т.б. нүктелері алынады. нүктенің кездейсоқ "секіруі" маңызды, яғни үшбұрыштың жоғарғы жағы алдыңғы қадамдарда не таңдалғанына қарамастан кездейсоқ таңдалуы керек. Бір таңқаларлығы, Егер сіз B_i тізбегіндегі нүктелерді белгілесеніз, көп ұзамай Серпинский үшбұрышы пайда бола бастайды. Төменде 100, 500 және 2500 нүктелер белгіленген кезде не болатыны көрсетілген.



1.7 Сурет - Хаос ойыны: 100, 500 және 2500 нүктелер

Серпинский үшбұрышы - бұл тең жақты үшбұрыштың екі жағының ортасын алып, оларды жалғау арқылы алуға болатын фрактал. Итерациялар шексіз бірнеше рет қайталануы керек.

Фракталдық Өлшем $\log_3 2 \approx 1,584962$. Серпинскийдің үшбұрышы үш данадан тұрады, әрқайсысы екі есе аз. Олардың өзара орналасуы, егер сіз тор ұяшықтарын екі есе азайтсаңыз, фракталмен қиылысатын квадраттар саны үш есе артады. Яғни $N(\delta/2) = 3N(\delta)$. Егер алдымен жасушалардың мөлшері 1 болса және олардың N_0 фракталмен қиылысса ($N(1) = N_0$), онда $N(1/2) = 3N_0$, $N(1/4) = 3^2N_0$, ..., $N(1/2^k) = 3^kN_0$. Демек, $n(\delta)$ пропорционалды, ал фракталдық Өлшем анықтамасы бойынша ол $\log_3 2$ -ке тең.

Серпинский үшбұрышының нөлдік ауданы бар. Бұл фракталға бірде-бір, тіпті өте кішкентай шеңбер сәйкес келмейді дегенді білдіреді. Яғни, басты назарды салу бірінші тәсілмен бірі үшбұрыш "вынули" барлық ішкісі: әрбір итерация алаңы деп қалады көбейтіледі $3/4$, яғни сиреп ұмтылады 0. Бұл қатаң дәлел емес, бірақ құрылыстың басқа тәсілдері бұл мүліктің әлі де дұрыс екендігіне сенімділікті арттыра алады. Комбинаторикамен күтпеген байланыс. Егер 2^n жолдары бар Паскаль үшбұрышында барлық жұп сандар ақ, ал тақ сандар қара түспен боялса, онда көрінетін сандар Серпинский үшбұрышын құрайды.

Фракталдарды қолдану

Фракталдық геометрия астрофизика, биологиялық ғылымдар сияқты ғылымның көптеген салаларына еніп, компьютерлік графиканың маңызды әдістерінің біріне айналды.

Біздің аспанда қанша жұлдыз жарқырайтынын ешкім білмейді, бірақ сіз олардың қалай пайда болғанын және ғаламнан өз үйін қалай тапқанын ойладыңыз ба? Астрофизиктер бұл мәселені шешудің кілті жұлдызаралық газдың фракталдық табиғаты деп санайды. Фракталдардың таралуы иерархиялық, мысалы, түтіннің іздері немесе аспандағы бұлттар. Турбуленттілік аспандағы бұлттарды да, Ғарыштағы бұлттарды да қалыптастырады, оларға фракталдық геометрияның көмегінсіз сипаттауға болмайтын тұрақты емес, бірақ қайталанатын үлгіні береді.

Компьютерлік графикадағы фракталдар

Күнделікті өмірде фракталдар көбінесе информатика ғылымында қолданылады. Көптеген кескінді сығымдау схемалары компьютерлік графикалық файлдарды бастапқы мөлшерінің төрттен бір бөлігіне дейін қысу үшін фракталдық алгоритмдерді қолданады.

Компьютерлік графика суретшілері текстуралы пейзаждар мен басқа да күрделі модельдерді жасау үшін көптеген фракталдық формаларды қолданады. Ай пейзаждары, тау жоталары және жағалау сызықтары сияқты табиғи көріністердің нақты "фракталдық жалған" бейнелерін жасауға болады. Біз оларды Голливуд фильмдеріндегі, сондай-ақ теледидарлық жарнамалардағы көптеген ерекше әсерлерден көре аламыз. "Жұлдызды жол II — ханның қаһары" фильміндегі Генезис эффекті. Фракталдардың көптеген түрлері бар. Бұл жұмыста мен ең танымал екі түрді ұсынамын: күрделі сандар фракталдары және итеративті

1.3 Антенна туралы деректер

Антенна — радио, телехабар толқындарын тарататын және қабылдайтын құрылғы. Антеннаны жасау теориясы мен әдістері 1889 ж. неміс физигі Генрих Герц жариялаған қарапайым электрлік вибратордың толқын таратуы теориясына негізделді. Кез келген антенна бірнеше қарапайым вибраторлардың жиынтығы болып саналады. Симметриялы емес вибратор түріндегі алғашқы антеннаны тәжірибе жүзінде 1895 ж. орыс өнертапқышы Александр Попов ұсынды.

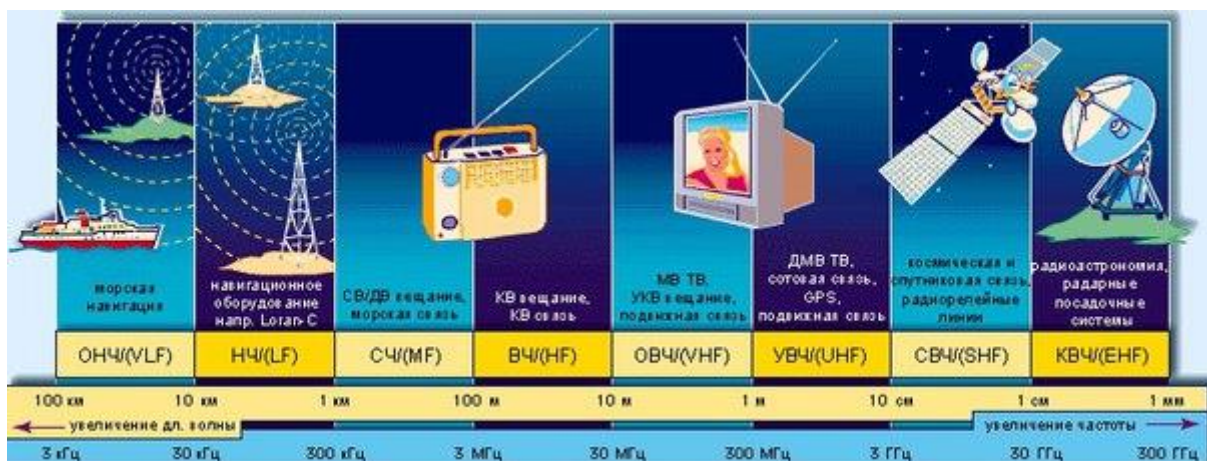


1.8 Сурет - Антенна

Таратқыш антенна радиотаратқыштың шығардағы тербеліс тізбектеріне жинақталатын жоғары жиілікті электр магниттік тербеліс энергиясын тараған радиотолқын энергиясына айналдырады. Ал қабылдағыш антенна радиотолқын энергиясын қабылдағыштың кіреберістегі тербеліс тізбегіне жинақталатын энергияға түрлендіреді. Антенналар: таратылатын (қабылданатын) радиотолқындардың диапазонына, жиілік ауқымына (жиілікке тәуелсіз, ауқымды және тар ауқымды), тарату немесе қабылдауына (бағытталмаған, сәл бағытталған, дәл бағытталған), әсерлік принципі мен құрылымына (кесінді сым, металл айналар, рупорлар, спиральдар, саңылаулар, рамалар, дипольдар, диэлектрлік стержень комбинациялары түрінде) қарай ажырата аламыз.

Антеннаның негізгі параметрлері мен сипаттамалары: бағыттық әсер коэффициенті, бағытталу диаграммасы,

- қамтитын тиімді ауданы (бірден бірнеше мың м²-ге дейін жетеді),
- таратудағы кедергісі (көбінесе 100 Ом шамасы),
- толқынның полярлану түрі (сызықтық, шеңберлік, эллипстік), т.б.



1.9 Сурет - Өртүрлі қызметтер арасында спектрді бөлу

Антеннаның толқын тарату бағыттылығы толқынның таралу бағытындағы толқын өрісі кернеуін тездетеді. Ғарыш кемелерімен байланысқа арналған үлкен параболалық антенна таралған толқынның қуатына шамалас толқын қуаты пайда болады. Тарату қуатындағы эквиваленттік ұтымдылықты санмен бағалау үшін бағыттылық әсер коэффициенті (БӘК) енгізілді. Антенна бойындағы толқын қуаты кеңістікке түгелдей шашырамайды. Толқын қуатының біршама бөлігі антенна сымы мен оқшаулағышқа (изоляцияға) және антенна бекітілген құрылымға кетеді. Тараған толқын қуатының антенна сымдарына кететін қуатына қатынасын антеннаның пайдалы әсер коэффициенті деп атаймыз. Ал БӘК-тің пайдалы әсер коэффициентіне көбейтіндісі күшейту коэффициенті (КК) дейді. Кез келген антеннаның бағытталу диаграммасының пішіні, БӘК-і мен пайдалы әсер коэффициенті қабылдау режимінде де, тарату режимінде де бірдей болады. Ұзын толқында радиохабар таратуда (Т, Г әріптері тәрізді антенналар қолданылады) толқындық кедергіні азайту үшін антенналарға көлденеңінен және тігінен бірнеше қатар сым қосамыз. Орта толқында радиохабар қабылдауға рама тәрізді антенна, магниттік антенна, сондай-ақ рама тәрізді антенна мен симметриялы тік вибратордан тұратын композициялық антенна пайдаланылады. Қысқа толқын таратуға арналған антенналар тарату қашықтығына байланысты істелініледі. Қысқа қашықтықтағы байланыс (бірнеше ондаған км-ге дейінгі) жер бетімен көлбеу таралатын толқын арқылы жасалады. Мұндай қашықтыққа антенна ретінде орта және ұзын толқындарға арналған вибраторларға ұқсас симметриялы емес және симметриялы тік вибраторлар қолданылады. Алыс қашықтықтағы байланыс (50 – 100 км және онан да алыс) ионосферадан бір немесе бірнеше рет шағылып, шағылысқан радиотолқын арқылы жүзеге асады. Қысқа толқынды алысқа таратқанда байланыс желілеріне БӘК-і жоғары антенна пайдаланылады. Мұндай антеннаға симметриялы вибраторлардан тұратын жазық торлы синфазалық (бірнеше антенналардан тұратын жүйе) антеннаны жатқызуға болады. Тарату аясы кең болу үшін антенналар жерден 100 – 300 м және онан да биік дңгек немесе мұнараға орнатылады.

Антенна-бұл радиожиилік (RF) өрістерін айнымалы токқа (AC) немесе керісінше түрлендіретін мамандандырылған түрлендіргіш. Екі негізгі түрі бар: радиожиилік энергиясын ұстап, электронды жабдыққа айнымалы ток беретін қабылдағыш антенна және электронды жабдыктан айнымалы токпен қоректенетін және радиожиилік өрісін тудыратын таратушы антенна.

Компьютерлік және интернет-сымсыз қосымшаларда антеннаның ең көп таралған түрі-спутниктік байланыс үшін қолданылатын антенна.Пластиналық антенналар әдетте микротолқынды жиіліктерде ғана қолданылады (шамамен 3 ГГц-тен жоғары). Табақ параболоидты немесе сфералық шағылыстырғыштан тұрады, фокуста белсенді элемент бар. Қабылдау үшін пайдаланған кезде антенна қашықтағы көзден радиожиилік сигналын жинайды және оны белсенді элементке бағыттайды.Тарату үшін пайдаланылған кезде белсенді элемент радиожиилік сигналын шығарады, оны белгілі бір бағытта беру үшін рефлектор жинайды.

3 ГГц-тен төмен жиіліктерде антенналардың көптеген түрлері қолданылады. Ең қарапайымы-таратқышқа немесе қабылдағышқа бір ұшымен қосылған сымның бір бөлігі. Көбінесе сәуле шығаратын қабылдайтын элемент таратқыштан немесе қабылдағыштан қашықтықта орналасады, ал айнымалы ток антеннаға немесе одан радиожиилік беру желісі арқылы беріледі, оны беру сызығы немесе фидер деп те атайды.

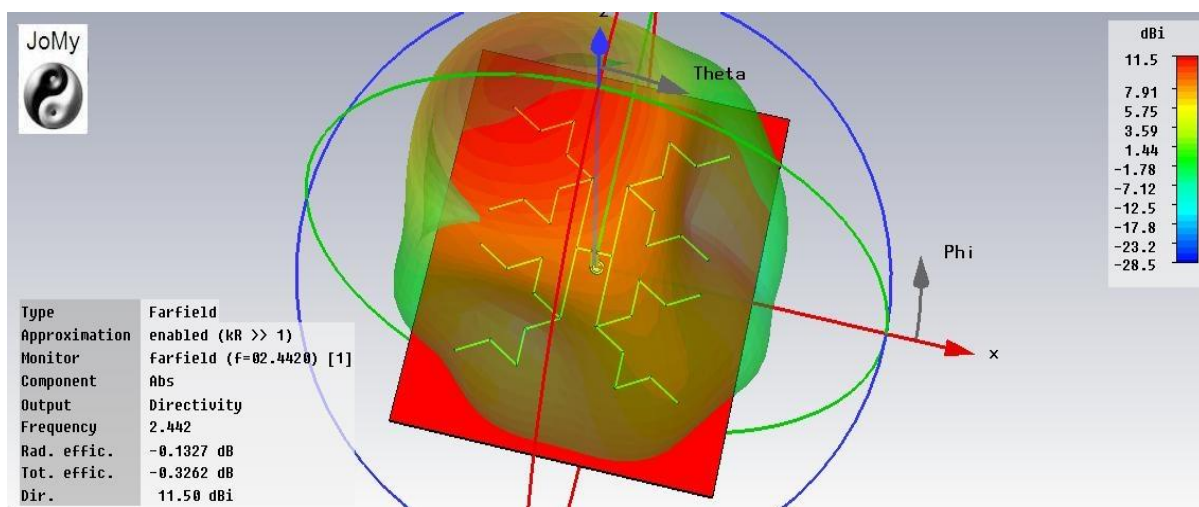
Фракталдық антенна-бұл электромагниттік сәулеленуді белгілі бір жалпы жер бетінде немесе көлемде қабылдай алатын немесе бере алатын материалдың тиімді ұзындығын немесе периметрін (ішкі бөлімдерде немесе сыртқы құрылымдарда) ұлғайту үшін фракталдық өзіне ұқсас құрылымды қолданатын антенна.

Мұндай фракталдық антенналар көп деңгейлі және кеңістікті толтыратын қисықтар деп те аталады, бірақ басты аспект-олардың мотивтерін екі немесе одан да көп масштабта қайталау[1] немесе "Итерация". Осы себепті фракталдық антенналар өте жинақы, көп жолақты немесе кең жолақты және ұялы телефон мен микротолқынды байланыста пайдалы қолдануды табады. Фракталдық антеннаның реакциясы дәстүрлі антенналық конструкциялардан айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені ол бір уақытта көптеген түрлі жиіліктерде жақсы немесе керемет өнімділікпен жұмыс істей алады. Әдетте стандартты Антенналарды пайдалану жиілігі үшін" кесу " керек, сондықтан стандартты антенналар тек осы жиілікте жақсы жұмыс істейді.

Сонымен қатар, антеннаның фракталдық табиғаты индукторлар немесе конденсаторлар сияқты компоненттерді пайдаланбай оның мөлшерін азайтады.

Лого-периодты антенналар-бұл 1952 жылы ойлап табылған және әдетте теледидар антенналары ретінде қарастырылған торлар. Бұл Мандельброт 1975 жылы фрактал сөзін енгізгенге дейін болды. Кейбір авторлар (мысалы, Коэн) лого-периодты Антенналарды барлық масштабтағы шексіз өзіндік ұқсастығына байланысты фракталдық антеннаның ерте формасы деп санайды. Алайда, олар шексіз элементтер саны бар Теориялық шектерде де ақырлы ұзындыққа ие, сондықтан фракталдарды анықтаудың бір әдісі болып табылатын топологиялық

өлшемдерден асатын фракталдық өлшем жоқ. Авторлар оларды бөлек, бірақ байланысты антенна класы ретінде қарастырады.



1.10 Сурет - 2.4 ГГц-тегі фракталдық антенна

Фракталдық элементтері бар антенналар және олардың сипаттамалары
Тегіс антенна торы бар фракталдық антенна (Н-ағаш)

Өзіне ұқсас формалардан жасалған антенна элементтерін (әдетте фракталдық антенналардың құрамына кірмейтін антенна торларынан айырмашылығы) алғаш рет 1988 жылдан бастап Бостон университетінің профессоры болған Натан Коэн жасаған. Коэннің фракталдық антенналардың әртүрлі конструкцияларымен жасаған жұмыстары алғаш рет 1995 жылы жарық көрді. Коэннің жарияланымы фракталдық антенналар туралы алғашқы ғылыми жарияланымды атап өтті.

Фракталдық элементтері бар көптеген антенналар фракталдық құрылымды конденсаторлар мен индукторлардың виртуалды үйлесімі ретінде пайдаланады. Бұл антеннаны әр түрлі резонанстарға ие етеді, оны дұрыс фракталдық дизайнды таңдау арқылы таңдауға және реттеуге болады. Бұл күрделілік құрылымдағы токтың индуктивтілік пен өзіндік сыйымдылықтан туындаған күрделі орналасуына байланысты туындайды. Жалпы алғанда, олардың тиімді электр ұзындығы үлкен болса да, фракталдық элементі бар антенналар физикалық тұрғыдан аз, бұл реактивті жүктемеге байланысты.

Осылайша, фракталдық элементі бар антенналар әдеттегі құрылымдармен салыстырғанда азаяды және қосымша компоненттерді қажет етпейді, бұл құрылымның қажетті резонанстық кіріс кедергісі бар деп болжайды. Жалпы, фракталдық антеннаның фракталдық өлшемі оның өнімділігі мен қолданылуының нашар көрсеткіші болып табылады. Фракталдық антенналардың барлығы бірдей берілген бағдарлама немесе қосымшалар жиынтығы үшін жақсы жұмыс істемейді. Компьютерлік іздеу әдістері және Антенналарды модельдеу әдетте фракталдық антенналардың қай дизайны қосымшаның қажеттіліктеріне сәйкес келетінін анықтау үшін қолданылады.

2000 жылдары жүргізілген зерттеулер RFID және ұялы телефондар сияқты нақты әлемдегі қосымшаларда фракталдық элементтер технологиясының артықшылықтарын көрсетті. Фракталдар 2010 жылдардан бастап антенналарда коммерциялық түрде қолданылады. Олардың артықшылығы-жақсы көп жолақты өнімділік, кең өткізу қабілеті және шағын ауданы. шағын өлшемді күшейту-бұл кішкене аймақта электрлік ұзын құрылыммен қамтамасыз етілген бірнеше ток максимумы бар конструктивті кедергі. Кейбір зерттеушілер фракталдық антенналардың жоғары өнімділікке ие екендігіне күмән келтіреді. Стивен Р. Бест 2003 жылы "антеннаның геометриясының өзі, фракталды немесе басқа, кішкентай антеннаның электромагниттік қасиеттерін нақты анықтамайтынын" байқады. 2011 жылы Роберт К. Хансен және Роберт Е. Коллин фракталдық антенналар бойынша көптеген жұмыстарды қарап шықты және олар дипольдермен немесе қарапайым ілмектермен жүктелген қалың дипольдерге ешқандай артықшылық бермейді және нефракталдар әрқашан жақсы болады деген қорытындыға келді. Баланис бірнеше фракталдық антенналар туралы хабарлады және олардың өнімділігі жағынан салыстырылған электрлік кішкентай антенналарға тең екенін анықтады. Логарифмдік периодтар, фракталдық антеннаның формасы, ашылу бұрышы арқылы геометриямен анықталатын өзінің электромагниттік сипаттамаларына ие.

Фракталдық антенналар, жиіліктің өзгергіштігі және Максвелл теңдеулері

Фракталдық элементтері бар кейбір антенналардың айрықша және пайдалы атрибуттарының бірі-олардың масштабтау аспектісі. 1957 жылы В.Х. Рамси бұрыштармен анықталған масштабтау Антенналарды қатарға немесе жиілік диапазонына инвариантты ету үшін негізгі талаптардың бірі болып табылатын нәтижелерді ұсынды. 1948 жылы басталған Ю. Мушиакенің Жапониядағы жұмысы өзін-өзі алмастыратын жиіліктегі тәуелсіз антенналардың ұқсас нәтижелерін көрсетті.

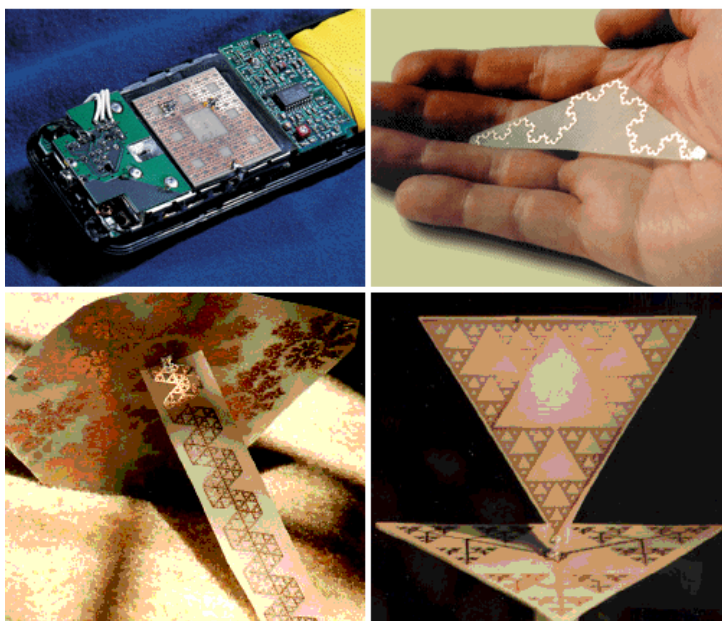
Бұл шындық болу үшін антенналарды бұрыштармен анықтау керек деп есептелді, бірақ 1999 жылы өзіндік ұқсастық Антенналарды жиілік пен өткізу қабілеттілігі бойынша инвариантты ету үшін негізгі талаптардың бірі болды. Басқаша айтқанда, өзіне ұқсас аспект жиілікке тәуелсіз болу үшін көздің симметриясымен қатар негізгі талап болды. Бұрышпен анықталған антенналар өздігінен ұқсас, бірақ басқа өзіне ұқсас антенналар жиілікке тәуелді емес, бірақ олар бұрышпен анықталмайды. Максвелл теңдеулеріне негізделген бұл талдау фракталдық антенналар жабық пішінді және электромагниттік құбылыстардың негізгі аспектісі туралы ерекше түсінік беретінін көрсетті. Атап айтқанда: Максвелл теңдеулерінің инвариантты қасиеті. Қазір ол Холфельд-Коэн-Рамси (HCR) принципі ретінде белгілі.

Қолданудың басқа түрлері

Оларды антенна ретінде қолданумен қатар, фракталдар антенна жүйесінің басқа компоненттерінде, соның ішінде жүктемелерде, қарсы салмақтарда және жер үсті жазықтықтарында да қолданылды. Фракталдық индукторлар және фракталдық реттелген тізбектер (фракталдық резонаторлар) фракталдық элементтері бар антенналармен бір уақытта табылды және ойлап табылды.

Метаматериалдардың пайда болуының мысалы. Жақында жасалған өнертабыс микротолқынды жиіліктерде метаматериалдан алғашқы кең жолақты көрінбейтін жадағай жасау үшін тығыз оралған фракталды резонаторларды қолдануды көрсетеді.

Фракталдық сүзгілер (реттелген схема түрі) - бұл фракталдық тәсілдің аз мөлшерде және жақсырақ қабылданбағаны үшін артықшылығы дәлелденген тағы бір мысал. Фракталдарды қарсы салмақ, жүктеме, жерге қосу жазықтығы және сүзгі ретінде қолдануға болатындықтан, антенналармен біріктіруге болатын барлық бөліктер кейбір антенна жүйелерінің бөліктері болып саналады, сондықтан фракталдық антенналар контекстінде талқыланады.



1.11 Сурет - Фракталды антенналардың дизайны

Фракталдық антенналар бірнеше жиілік диапазонында және қосымшаларда қолдануға арналған. Олар фракталдардың геометриясы мен дизайнына негізделген ерекше сипаттамаларға ие. Табиғатта фракталдық геометрияға негізделген формалар табылды. Олардың әртүрлі қосымшалары бар, олар суреттерді қысу, найзағай және т.б. жобалау кезінде үшбұрыштарды қолданады. Бұл түрде қара аймақтар металл өткізгішті білдіреді, ал үшбұрышты аймақтар металдар алынған аймақты білдіреді.

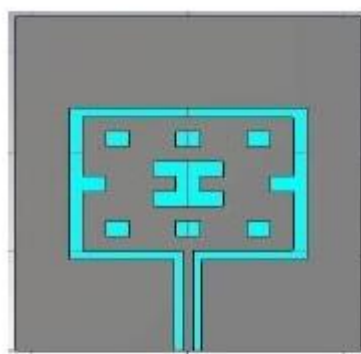
Антенна элементтеріне фракталдық тұжырымдаманы қолдана отырып, келесіге қол жеткізуге болады.

- Антеннаның кішірек мөлшерін, тиімділігі мен пайдасын алуға болады.
- Бірнеше диапазонды қолдайтын резонанстық жиіліктерге қол жеткізуге болады.
- Антеннаны мақсатты күшейту мәні үшін оңай оңтайландыруға болады.
- Алынуы мүмкін широкополосная жиілік сипаттамасы.

- Бұл қарапайым және сенімді, оның сипаттамалары геометрияға тәуелді және жеке компоненттерге тәуелді емес.

Антеннаның дизайнында төменде сипатталғандай әртүрлі тамақтандыру әдістері қолданылады. Тамақтандырудың осы әдістерінің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

- Микробағдарлама желісін беру
- Коаксиалды зондты беру
- Апертурамен бірге беру
- Байланыссыз байланыспен беру
- Сrw беру



Sierpinski Carpet Fractal Antenna

1.12 Сурет - Серпинский үшбұрышының антеннасы

1.4 Фракталды антенна импедансы

Антеннаның импедансы (кіріс кедергісі) антенна кірісінде кернеуді токпен байланыстырады. Мәселен: антеннада 50 Ом импедансы бар болсын. Бұл

дегеніміз, егер синусоидалы кернеу 1 вольт амплитудасы бар антенна клеммасына берілсе, онда ток $1/50 = 0,02$ а амплитудасы болады.

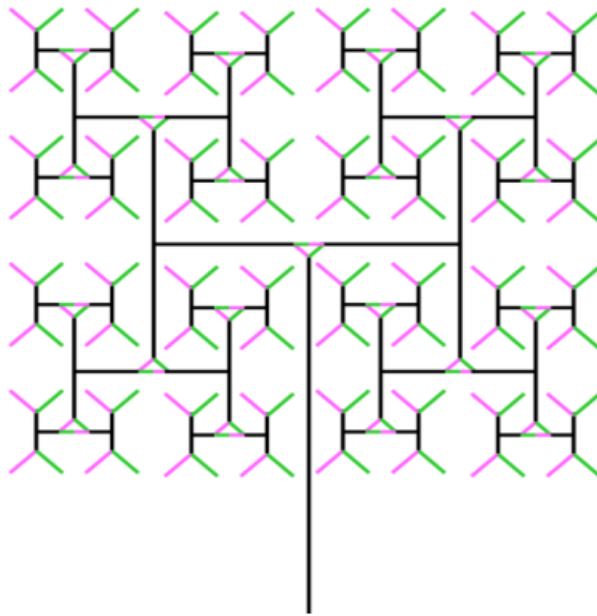
Балама ретінде импеданс кешенді санмен берілген, мысалы $Z = 50 + j * 50$ Ом. Назар аудару керек, «j» - 1 шаршы түбірі. Қиялдағы нөмірлер фаза туралы ақпаратты қамтиды. Егер импеданс толығымен нақты [$Z = 50 + j*0$] болса, онда кернеу мен ток дәл уақыт фазасында болады. Егер импеданс

толық

жалған болса [$Z = 0 + j*50$], онда кернеу фаза бойынша 90 градусқа ток әкеледі[4].

Егер $Z = 50 + j * 50$ болса, онда импеданс:9-сурет. Фракталды антенна торы:

$$\sqrt{50^2 + 50^2} = 70.71 \quad (1.4)$$



1.13 Сурет -Фракталды антенна торы

1.5 Тапсырманың қойылымы

Дипломдық жобаның мақсаты 2,5-5ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаны зерттеп, берілген шамалармен есептеулер жүргізу.

Дипломдық жобаның тапсырмалары:

- 1)Жалпы антенна туралы түсінік;
- 2)Фракталдық геометрияға анықтама;
- 3)Радиолокациялық антенналарға шолу;
- 4)Радиолокациялық станцияларға шолу;
- 5)Антенна жобалаудағы негізгі міндеттер;
- 6)Антенна әзірлеу процестері;
- 7)Фракталды геометрияға негізделген антенналар(қамту аймағын, қайтарудағы жоғалтуын ,бағыттылық коэффициентін , қуатын есептеу).

2 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

2.1 Радиолокациялық антенналар

Радиолокациялық антенналарды параболалық шағылысатын антенна және линза антенналары деп екі түрге бөлуге болады.

Параболалық шағылысатын антенна

Параболалық шағылысатын антенналар деп-микротолқынды антенналарды айтамыз. Параболалық шағылыстырғышты білу антенналарды тереңірек түсіну үшін қажет.

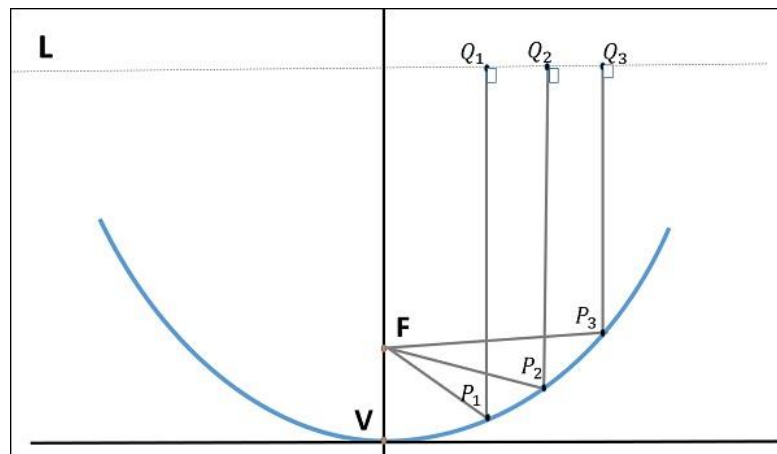
Әрекет принципі

Парабола-бұл қозғалмайтын нүктеден және түзу сызықтан қашықтығы тұрақты болатындай қозғалатын нүктелердің орналасуынан тұратын қисық сызық.

2.1 суретте параболалық шағылыстырғыштың геометриясы көрсетілген.

F және V нүктелері сәйкесінше фокус және шың болып табылады.

F және V қосатын сызық симметрия осі болып табылады. P1 Q1, P2 Q2 және P3 Q3-шағылысқан сәулелер. L сызығы-шағылысқан нүктелер орналасқан сызық (оларды коллинеарлы деп айту үшін).



2.1 Сурет - Параболалық шағылыстырғыштың геометриясы

2.1 суретте көрсетілгендей, F және L арасындағы қашықтық фокусталған толқындарға байланысты const болып қалады. Шағылысқан толқын параболалық формасы жоқ коллимацияланған толқын фронтын құрайды. Фокустық ұзындықтың диафрагма өлшеміне қатынасы (яғни f/D) "F-D қатынасы" деп аталады. Бұл параболалық шағылыстырғыштың параметрі және оның мәні 0,25-тен 0,50-ге дейін өзгеріп отырады.

Рефлексия заңына байланысты құлау бұрышы мен шағылысу бұрышы тең болады. Бұл заң параболамен бірге қолданылған кезде сәуленің фокусталуына қолданылады. Толқындарды шағылыстыру арқылы параболаның формасы,

параболаның қасиеттерін көрсетеді, сол үшін шағылысқан толқындарды қолданып антенна құра аламыз.

Параболаның қасиеттері

Төменде параболаның әртүрлі қасиеттері көрсетілген :

- Фокустан шыққан барлық толқындар параболалық оське кері шағылысып,сонымен диафрагмаға жеткен барлық толқындар фазада болады.

- Толқындар фазада болғандықтан, параболалық ось бойымен сәуле сәулесі күшті және бір жерде жиналған болады.

- Осы нүктелерден кейін параболалық шағылыстырғыштар тар сәуленің еніне жоғары зейін салуға көмектеседі.

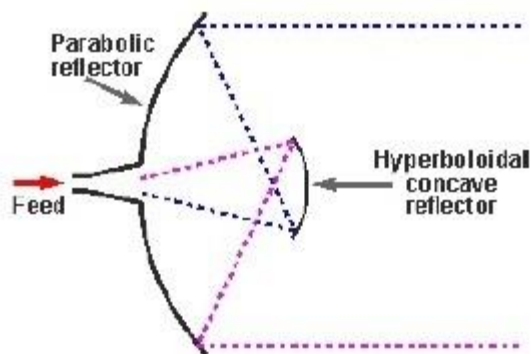
Параболалық шағылыстырғыштың дизайны және қызметі :

Егер сигнал беру үшін параболалық шағылысатын антенна қолданылса, толқынның параболаға бағытталуы үшін көзден алынған сигнал диполь антеннасынан немесе рупорлық антеннадан келеді. Бұл толқындар фокустық нүктеден шығып, параболоидты шағылыстырғышқа тиетінін білдіреді. Бұл толқын қазір тарату үшін бұрын талқыланған коллимацияланған толқын фронты ретінде көрінеді.

Қабылдағыш ретінде бірдей антенна қолданылады. Электромагниттік толқын параболаның пішініне жеткенде, толқын беру нүктесінен көрінеді. Берілген кезде қабылдағыш антенна ретінде әрекет ететін диполь антеннасы немесе рупорлық антенна осы сигналды қабылдайды, оны электр сигналына айналдырады және оны қабылдағыш тізбегіне бағыттайды.

Параболоидтың пайдасы d/λ жарық күшінің функциясы болып табылады. Антеннаның тиімді сәулелену қуаты (ERP) - бұл антеннаға берілетін кіріс қуатын және оның пайдасын көбейту.

Бұл түрдегі алаң параболалық шағылыстырғыштан айырмашылығы параболоидтың жоғарғы жағында орналасқан. Гиперболоид ретінде әрекет ететін дөңес рефлектор антеннаның қуат көзіне қарама-қарсы орналасқан. Ол сонымен қатар қайталама гиперболоидты рефлектор немесе субрефлектор ретінде белгілі. Ол оның фокустарының бірі параболоидтың фокусымен сәйкес келетін етіп орналастырылған. Осылайша толқын екі рет шағылысады.



2.2 Сурет - Гиперболоид антеннасының көрінісі

Линза антенналары- сигналдарды беру үшін де, алу үшін де қисық бетті пайдаланады. Бұл антенналар әйнектен жасалған, онда объективтің конвергентті және дивергентті қасиеттерін көруге болады. Линза антеннасын қолдану жиілігінің диапазоны 1 ГГц-тен басталып, бірақ оны пайдалану 3 ГГц-тен де жоғары болады. Линза антеннасының жұмысын терең түсіну үшін линзаны білу қажет. Шыны линза сыну принципі бойынша жұмыс жасайды.

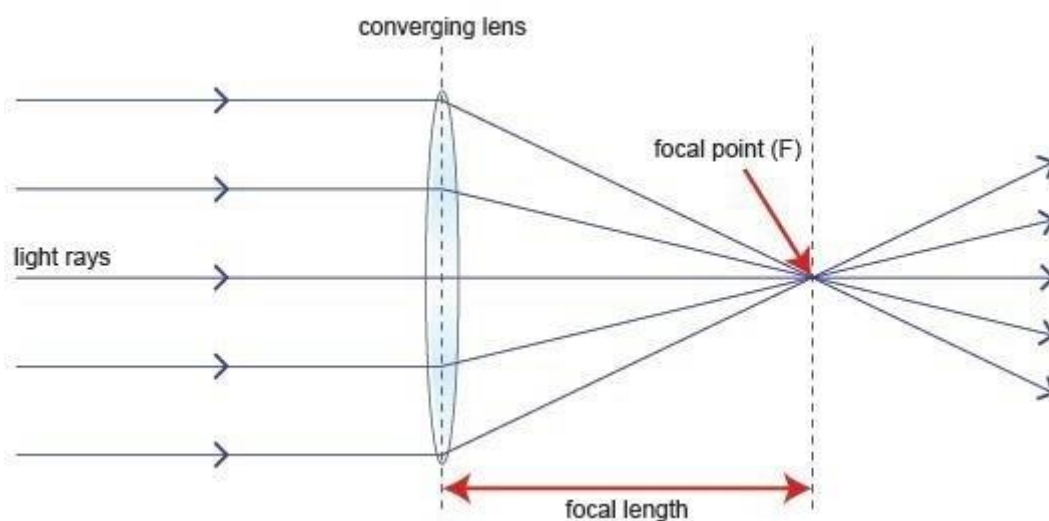
Линза антеннасының дизайны және жұмысы

Егер жарық көзі линзадан фокустық қашықтықта тұрған линзаның фокустық нүктесінде болса, ендеше сәулелер жалпақ толқынның алдыңғы жағында коллимацияланған немесе параллель сәулелер түрінде объектив арқылы өтеді.

Линзаның әр түрлі жағынан сәулелер түскен кезде пайда болатын екі құбылыс бар. Линзаның ортасынан өтетін сәулелер линзаның жандарынан өтетін сәулелерге қарағанда аз сынған. Барлық сәулелер жазық толқынның алдыңғы жағына параллель бағытталған. Линзаның бұл жаратылысын дивергенция деп аталады.

Егер жарық сәулесі сол линзаның оң жағынан сол жағына бағытталса, дәл сол жағдай кері тұрғыдан орындалады. Содан кейін сәуле шағылысып және объективтен фокустық арақашықтықта фокустық нүкте дейтін жерде пайда болды. Бұл құбылысты конвергенция деп атаймыз.

Келесі диаграмма бізге құбылысты жақсы түсінуге көмектеседі.



2.3 Сурет -Сәулелік диаграмма кескіні

Сәулелік диаграмма фокусты және көзден объективке дейінгі фокусты білдіреді. Алынған параллель сәулелер коллимацияланған сәулелер деп те аталады.

Жоғарыда келтірілген суретте фокустық нүктедегі, линзадан фокустық қашықтықтағы көз жазық толқынның алдыңғы жағында жиналады. Бұл құбылысты қалпына келтіруге болады, яғни сол жаққа бағытталған жарық

объективтің оң жағына жиналады. Дәл осы өзара байланысты линзаны антенна ретінде қолдануға болады, өйткені бірдей құбылыс бірдей антеннаны беру үшін де, қабылдау үшін де қолдануға көмектеседі.

Жоғары жиіліктерде фокустық қасиеттерге қол жеткізу үшін сыну көрсеткіші бірден аз болуы керек. Сыну көрсеткіші қандай болмасын, линзаның мақсаты толқын пішінін түзету болып табылады. Осының негізінде e-plane және H-plane линзалары жасалды, олар толқынның алдыңғы жағын кешіктіреді немесе тездетеді.

2.2 Радиолокациялық станциялар

Радиолокациялық станция (РЛС) — бұл объектіден шығарылған импульстің шағылысу уақытын және сол объектінің орналасқан жеріне қатысты орналасуын өлшейтін құрылғы болып табылады. РЛС-дан басқа ешқандай басқа кеме навигациялық құралы кемеңің айналасындағы объектілер туралы ақпаратты бере алмайды, ал бұл РЛС кеме қатынасы қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылатынын білдіреді.

Радиолокациялық станцияларды пайдалану

Бірінші радар станциясы Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде жасалды. Бүгінгі таңда нарықта кішкентай балық аулау және серуендеу кемелерін қоса алғанда, кемелердің барлық түрлерінде қолдануға жарамды РЛС бар. Навигациялық эхолоттар және GPS-қабылдағыштар сияқты кеме құрылғылары шағын көлемді кемелердің иелері арасында танымал болғанына қарамастан, радиолокациялық станция аса маңызды навигациялық құралдардың бірі болып қала береді. Ол толық қараңғылықта немесе тұманда навигацияның қауіпсіздігін қамтамасыз ете алады.

Мысалы, курс төсегішін алайық. Ол тек объектінің шамамен орналасқан жерін көрсете алады, ал радиолокациялық станция белгілі бір объектілердің, соның ішінде жағалау сызығының, қозғалатын кемелердің, маяктардың және шұңқырлардың қай жерде орналасқанын дәл көрсетеді. РЛС объектілер картаға түсірілмеген жағдайда да мәселені шешеді: кеме жүргізушіге оның жолындағы мүмкін кедергі туралы ескертілетін болады.

РЛС тағайындау

Басты функциясы кез келген радиолокациялық станция-соқтығысудың алдын алу. Сондай-ақ ол кеме жүргізушісінің кемелердің, жағалаудың және басқа объектілердің орналасқан жері туралы хабардар болуын қамтамасыз етеді. РЛС-ның басқа функцияларының ішінде мыналарды бөліп көрсетуге болады:

Кез келген жарық жағдайларында кеме жүргізу

Толық қараңғылықта және шектеулі көріну жағдайында радиолокациялық станция кеме жүргізушісінің "көзіне" айналуы мүмкін, бұл оған өз кемесінің және басқа кемелердің қозғалысын, сондай-ақ кеме жолында кездесуі мүмкін түрлі объектілердің орналасуын бақылауға мүмкіндік береді.

Басқа кемелердің қозғалысын талдау

Послесвечение түріндегі іздерді бейнелеу функциясы меншікті кемеге қатысты барлық мақсаттардың қозғалысын бағалауға мүмкіндік береді. Радиолокациялық станциялардың кейбір заманауи модельдері мақсаттардың шынайы қозғалысын көрсете алады, бұл тасымалдау қауіпсіздігін одан әрі арттырады. Мұндай РЛС-ға, мысалы, Furuno FR-7062 радиолокациялық станциясы жатады.

Кемені кеме жүргізуші белгілеген орынға жүргізу

Шағын кемелердің (балық аулау және серуендеу) иелері радиолокациялық станцияларды белгілі бір аудандарға, мысалы, сүйікті балық аулау орнына жету үшін пайдаланады. РЛС экранындағы картаға ұқсас сурет тікелей таңдалған саяхат нүктесіне баруға мүмкіндік береді және курс төсегішінің суреттерін толықтырады.

Радиолокациялық Маяк сигналдарын қабылдау

Радиолокациялық станция өзінің кемесінің орналасқан жерін анықтау үшін радиолокациялық маяктан импульстік сигналдарды қабылдай алады.



2.4 Сурет- Радиолокациялық станцияның жұмыс істеу принципі

Радиолокациялық станция қалай жұмыс істейді

Антенна белгілі бір бағытта радио импульстарын шығарады. Импульс кез-келген объектіге, мысалы, кемеге немесе аралға түскенде, импульс энергиясының бір бөлігі антеннаға оралады. Шағылысқан сигналды алған кезде

антеннаның бұрылған бағыты-мұндай шағылысуды берген мақсаттың бағыты. Радио толқындар іс жүзінде тұрақты жылдамдықпен таралатындықтан, шағылысқан сигналды антеннаға қайтару үшін қажет уақыт нысана диапазонының өлшемі болып табылады.

РЛС қашықтықты қалай анықтайды

Радио импульсі алға және кері бағытта жүреді, бірақ нысанаға дейінгі қашықтықты анықтау үшін оның жүру уақытының жартысы ғана қажет. Келесі теңдеу қашықтықтың қалай анықталатынын көрсетеді:

$$D = 1/2 \times c \times T \quad (2.1)$$

Мұндағы, с-радио импульстің жылдамдығы (3×10^8 м/с);

T-радио импульсті беру мен шағылысқан эхосигналды қабылдау арасындағы уақыт;

D-қашықтық.

Радио толқындары да, жарық толқындары да тұрақты жылдамдықпен 300000 км/с (186000 миль) жылдамдықпен таралады;

Сондықтан РЛС өте қысқа мерзімде үлкен көлемде ақпаратты өңдей алады. Салыстыру үшін ультрадыбыстық толқындар гидролокатор мен эхолотты пайдаланады. Ультрадыбыстық толқындардың таралу жылдамдығы 2420 км/с (1500 миль/с) болғандықтан, сигналды өңдеу РЛС жағдайына қарағанда әлдеқайда баяу.

РЛС пеленгті қалай анықтайды

РЛС шағылысқан эхосигналды антеннаға қайтару үшін қажетті уақыт мөлшерін өлшеу арқылы мақсатқа дейінгі қашықтықты анықтайды. Мақсатқа Пеленг шағылысқан эхосигнал қайтарылатын бағыт бойынша анықталады.

Антенна арнайы механизмді қолдана отырып, тік осінің айналасында 360° айналады. Пеленгтің жоғары ажыратымдылығына қол жеткізу үшін антенна тар бағытталған сәуле түрінде радиожиілік (РЖ) импульстарын жібереді. "Супер сәулелер" көлденең жазықтықта ені шамамен 1 (бір) градус және одан аз, бұл пеленгті анықтаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Сәуленің ені неғұрлым аз болса, нысанаға пеленгті дәлірек анықтауға болады.

РЛС мақсаттары радиолокациялық станцияның дөңгелек шолу индикаторында көрсетіледі. Бұл полярлық координаттардағы антеннаның бағдарлау диаграммасы, оның ортасында импульстарды тарататын кеме орналасқан. Мақсаттардан эхосигналдар салыстырмалы пеленгке сәйкес бағытта ИКҰ орталығынан олардың өз кемесінен қашықтығына сәйкес келетін қашықтықта қабылданады және бейнеленеді. Ерте RLS модельдері мақсаттарды, сонымен қатар кейбір графикалық деректерді, мысалы, курстық сызық пен диапазон сақиналарын көрсетті. Экрандағы кескінді көру үшін жарық кедергісінен қорғау үшін арнайы Визор қажет болды.

Кейінгі РЛС модельдерінің барлығы дерлік СКД немесе катодты сәулелік түтік (CRT) мониторларын пайдаланады. Осы типтегі дисплейлер модельге байланысты монохромды немесе түрлі-түсті экранда радиолокациялық

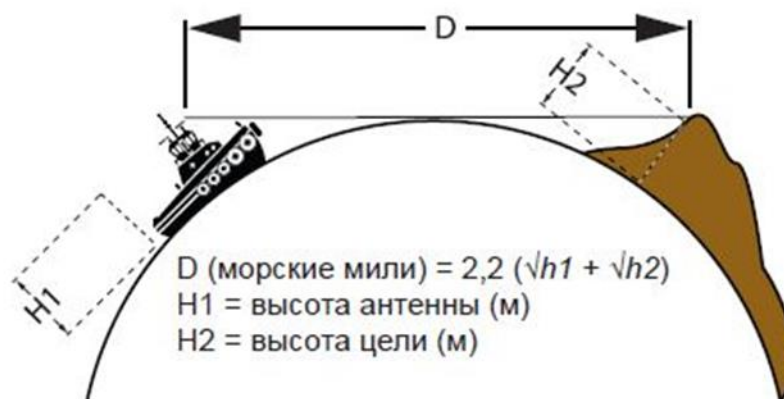
жаңғырықтардың тұрақты, жарқын, күңгірт емес көрінісін қамтамасыз етеді. Сурет ашық күн сәулесінде де айқын көрінеді. Экранда әр түрлі ақпарат сандық форматта көрсетіледі, сондықтан пайдаланушы әрқашан қоршаған навигациялық орта туралы толық түсінікке ие болады.

2.3 Радиорелейлік станция әрекет ету қашықтығы

Атмосфералық жағдайлар мен нысананың пішіні, материал мен бұрыш РЛС әрекет ету ауқымына аз дәрежеде әсер етеді. Дегенмен, жалпы жағдайда РЛС әрекет ету қашықтығы келесі формула бойынша есептеледі:

РЛСd әрекет ету қашықтығы- антеннадан нысананың көкжиегіне дейінгі қашықтық. Атмосфералық өзгерістерге байланысты радио толқындарының сынуына байланысты қашықтық оптикалық горизонтқа қарағанда 6% ға үлкен болады.

Антенна немесе нысана теңіз бетінен жоғары болған сайын, нысанды анықтау ауқымы соғұрлым үлкен болады. Мысалы, егер антенна теңіз деңгейінен 9 м биіктікте орналасса және нысананың биіктігі 16 м болса, аспаптың экранында эхосигналды осы нысанадан 15 миль қашықтықта көруге болады.

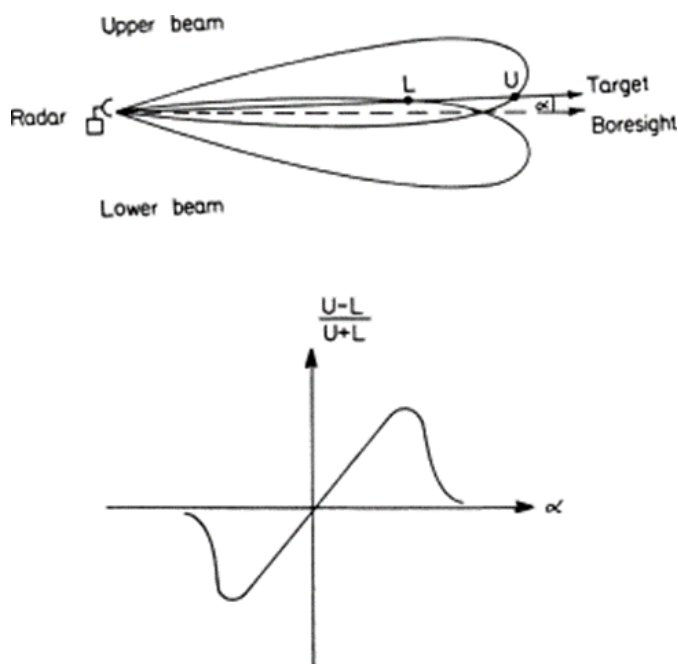


2.5 Сурет- Радио импульстердің таралуының қалыпты емес шарттары

Егер радиоимпульсы қабылданбаса, олар өтуге көп қашықтық талап етсе, РЛС диапазонына әсер ететін ауа арналары пайда болуы мүмкін. Бұл құбылыс жоғары рефракция деп аталады. Қарама-қарсы құбылыс, радио толқындары жоғары қарай ауытқып, нысандарды анықтау ауқымы төмендеген кезде субрефракция деп аталады.

Радар антенналары екі режимде жұмыс істейді: сканерлеу және бақылау. Сканерлеу режимінде бөлімдегі барлық мақсаттар мезгілмен ерекшеленеді. Бақылау режимінде антенна бір мақсатқа бағытталған және оның өзгеретін бағытын автоматты түрде орындайды. Автоматты бақылау антеннаның бағытын түзету үшін осы қате туралы ақпаратты пайдаланатын бұрыштық қате мен кері

байланыс тізбегін өлшеу мүмкіндігін қажет етеді. Бұрыштық қате-бұл антенна сәулесінің шыңы мен нысанаға бағытталған бұрыш. Жоғары SNR кезінде оны сәуле енінің өте аз бөлігіне дейін анықтауға болады. Бұл мақсатқа жетудің бірнеше әдісі бар. Олардың барлығы антеннаның бағыттау диаграммасында туынды операцияны тиімді орындауға негізделген. Максимумға жақын туынды максимумнан қашықтықты білдіреді (белгіні қоса) және қате сигналы бола алады. Функцияның туындысы функцияның екі сәл жылжытылған көшірмесін алып тастау арқылы алынады. Бақылаудың әртүрлі әдістері осы алуды қалай жүзеге асыратындығымен ерекшеленеді. Неғұрлым маңызды болып табылады моноимпульстік техникасы. Көру нүктесінен қарама-қарсы ығысулардағы екі сәуле екі осьтен тыс берілістің көмегімен жасалады. Екі сәуледен қабылданған сигналдар алынып, "айырмашылық" сигналы жасалады. "Жалпы" сигналға қатысты нормаланған айырмашылық сигналы бұрыштық қателікке пропорционалды. Екі сәуле жақсы теңдестірілген болуы керек, сондықтан мақсат антеннаның көру сызығында болған кезде айырмашылық сигналы жоғалады. Monopulse атауы екі офсеттік сәуленің бір уақытта қол жетімді екендігіне байланысты, екі арнаны және екі қабылдау арнасын пайдалану арқылы. Осылайша, бұрышты өлшеу бір шағылысқан импульсті қолдану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Басқа тәсілде екі ығысқан сәулелер әр бірнеше импульстің сәуленің бағытын кезектестіру арқылы жасалады. Бұл әдіс сериялық бөліну деп аталады. Екі әдіс екі осьтің әрқайсысы үшін екі офсеттік сәулені қажет етеді (азимут және биіктік бұрышы). Конустық сканерлеу деп аталатын үшінші әдіспен бір ығысқан сәуле екі осьте де бұрыштық қате туралы ақпарат бере отырып, көру бағытын айналдырады.



2.6 Сурет - Конустық сканерлеу әдісі

2.4 Антеннаны жобалаудағы негізгі міндеттер:

Антенналық құрылғының түрі мен жалпы сұлбасын таңдау, ең аз экономикалық шығынмен талаптарды толық қанағаттандыру тұрғысынан оңтайлы таңдауды негіздеу; антеннаның негізгі габариттік өлшемдерін есептеу, коректендіру көзінің және ең маңызды құрамдас бөліктерінің конструкциясын таңдау; антеннаның сипаттамалары мен параметрлерінің электрлік есебі, талаптарға сәйкестігін тексеру және жобалық есептің нақтылануы; антенна дизайнының барлық элементтерін егжей-тегжейлі зерттеу, ақырында макет немесе модельде эксперименттік сынақтардың көмегімен нақтыланған.

Антенналық құрылғыны белгіленген талаптарға сәйкес жобалау, әдетте, келесі қадамдарды қамтиды:

- 1) антеннаның түрі мен конструкциясын таңдау;
- 2) амплитудалық-фазалық үлестіруді (АПД), негізгі габариттік өлшемдерді және электрмен жабдықтауды таңдау және есептеу;
- 3) антеннаның жеке түйіндері мен элементтерін алдын ала жобалық есептеу;
- 4) антеннаның негізгі сипаттамалары мен параметрлерінің электрлік есебін тексеру, есеп нәтижелерін тапсырмамен салыстыру, антеннаны түзету және түпкілікті жобалық есептеу;
- 5) антеннаның макетін немесе моделін эксперименттік сынау және конструкцияны жетілдіру.

Антеннаның радиациялық бөліктерінің пішіні мен мөлшерін, сондай-ақ амплитудалық-фазалық үлестіруді есептеу талдау және синтез әдістерімен жүзеге асырылады.

Антеннаны конструктивті есептеу кезінде талдау нәтижелерін қолдану әдісі жиі қолданылады. Сонымен қатар, дизайнер антеннаның түрін ғана емес, сонымен қатар бірнеше параметрлер бойынша (негізгі жапырақшаның ені, бүйір жапырақшаларының деңгейі, КНҚ және т.б.), белгілі бір, техникалық тұрғыдан ең қолайлы АФР түрлері үшін алдын-ала есептелген бағыттау диаграммаларын қолдана отырып, АФР түрін таңдайды. Антеннаның негізгі жалпы өлшемдері және ФТТ-ның белгілі бір түрін сипаттайтын кейбір параметрлер талдау әдісімен алынған қарапайым коэффициенттердің көмегімен анықталады. Осылайша, антеннаны талдау әдісімен конструктивті есептеу үшін антенна мен АФР-дің берілген геометриясына сәйкес есептелген бағыттық диаграммалардың жеткілікті кең жиынтығы қажет.

Синтез әдісі антеннаны конструктивті есептеу мәселелерін шешуде көбірек қолданылады. Қазіргі уақытта ол кеңінен қолданылады, бұл электронды компьютерлердің қарқынды дамуына ықпал етеді.

2.5 Антенналарды әзірлеу процесі

Қазіргі уақытта ЭЕМ пайдалана отырып Антенналарды әзірлеу процесінің үш бағыты қалыптасты: автоматтандырылған жобалау (АП), автоматты жобалау (АП), автоматтандырылған немесе автоматты жобалау жүйесі (АЖЖ).

АП кезінде пайдаланушы объектінің бұрын жасалған математикалық моделіне сүйене отырып, оның шығыс параметрлерін белгілі кіріс параметрлері бойынша анықтауға мүмкіндік береді, компьютерді қолдана отырып, көптеген нұсқаларды есептеп, олардың ішінен ең жақсысын таңдай алады. Бұл жағдайда антеннаның параметрлері берілген параметрлерге мүмкіндігінше жақын, бірақ оңтайлы емес. Демек, АП объектіні дамыту процесін едәуір жеңілдетіп, мәселенің оңтайлы шешімін қамтамасыз етпейді.

АП кезінде мәселенің оңтайлы шешімі жүзеге асырылады. Ол үшін жобалау алгоритміне объектінің Шығыс және кіріс параметрлері арасында кері байланыс енгізіледі; соңғысын басқару белгілі бір алгоритм бойынша жүреді.

АЖЖ, АҚ (АҚ) өзінен басқа, кез-келген объектіні әзірлеу процесін аяқтайтын жобалық және технологиялық құжаттаманың шығарылуын қамтамасыз етуі керек.

АП, АП және АЖЖ процесі ыдырау, көп деңгейлі модель, параметрлік синтез, формализацияланған кіру және формализацияланбаған шығу қағидаттарына негізделеді.

Декомпозиция принципі. Микротолқынды күрделі құрылғыны жобалау кезінде оны ресми түрде бөлу қажеттілігі туындайды, яғни негізгі элементтер (be) деп аталатын қарапайым нысандарға ыдырау. Олар, мысалы, антенна-фидер жолының бөлігі болып табылатын толқын өткізгіштердің сегменттері, қосқыштар мен циркуляторлар, фазалық таратқыштар және сүзгілер болуы мүмкін. Дегенмен, құрылғыны қарапайым be-ге бөлу барлық жағдайларда мүмкін емес. Мысалы, белсенді ФАРАЛАРДА қабылдау және беру трактілеріне бір уақытта кіретін көптеген түйіндер бар. Сондықтан, Мұнда негізгі элемент өте күрделі объект-тордың трансивер модулі. Көп деңгейлі модель принципі. Күрделі құрылғыны жобалау оның физикалық моделін құрудан басталады. Антеннаның кез-келген тарату және сәулелену жүйелерінің әмбебап физикалық моделі (немесе олардың БЭ) математикалық формализация үшін күрделі болып табылатын электромагниттік өрістің таралу процесінің электродинамикалық деңгейіндегі сипаттама болып табылады. Әдетте, дизайнерлер физикалық модельге қанағаттанарлық жақындауды табуға тырысады, бұл құрылғыда процестің көптеген бөлшектерін сақтай отырып, компьютерде іске асырылатын талдау (дизайн) алгоритмін құруға мүмкіндік береді. Бұл, мысалы, БЭ-де толқындардың жоғары түрлерінің соңғы санын ескеретін фаралар модельдері; екі айналы антенналардағы дифракциялық құбылыстарды ескермейтін модельдер және т. б.

Параметрлік синтез принципі. АП кезінде жобаланған объектінің параметрлері параметрлік синтез процесінде таңдалады, оның барысында алгоритм әзірленуі керек, ол формальды жобалау тапсырмасының барлық практикалық талаптарының орындалуын да, Берілген өлшемдерге сәйкес құрылғы параметрлерін оңтайландыруды да қамтамасыз етеді.

Параметрлік синтезді жүзеге асыру үшін антеннада келесі негізгі элементтер бөлінеді: кіріс құрылғысы (VU), сәйкес құрылғы (su), тарату жүйесі (MS) және радиациялық жүйе (IP).

Кіріс құрылғысы қуатты генератордан антеннаға беруге арналған. Онда антеннаның әртүрлі жиіліктерде бір уақытта жұмыс істеуіне немесе әртүрлі бағыттық диаграммалардың тәуелсіз қалыптасуына мүмкіндік беретін көптеген (кейде жүздеген және мыңдаған) арналар болуы мүмкін. Келісуші құрылғы қоректендіру жолында барлық жұмыс жиілік жолағында электромагниттік өрістің көрсетілген шағылысу коэффициентін қамтамасыз етеді. Антенналардың нақты конструкцияларында сәйкес құрылғы олармен біріктірілуі мүмкін. Тарату жүйесі берілген параметрлермен күн түзілуін қамтамасыз ететін радиациялық жүйеде өрістің таралуын жасайды.

Нақты радиациялық жүйе-бұл Электромагниттік толқындарды қоздыратын электр тогы өтетін бет. АЖ ретінде модельдеу кезінде бұл ғана емес, сонымен бірге оны жабатын кез-келген жабық бет қолданылады, ол арқылы жалған электр және магниттік токтар "ағып", нақты электр токтарымен бірдей күн жасайды.

Мысалы, пирамидалық рупорда оған эквивалентті электр және магниттік токтары бар тікбұрышты диафрагманы IP ретінде қарастыруға болады. Тарату жүйесі тек толқынның негізгі түрінің таралуын қамтамасыз ететін тікбұрышты толқынның кесіндісінен және өрісті толқынның Шығыс бөлімінен диафрагмаға айналдыруды жүзеге асыратын рупордың пирамидалық мойнынан қалыптасады. Бұл жағдайда su тарату жүйесімен біріктірілген; кіріс құрылғысы тікбұрышты толқынның сегменті болып табылады.

Кез-келген антеннаның негізгі негізгі элементтері IP және MS екенін көрсетуге болады. Сондықтан антенна жүйесінің параметрлік синтезінің міндеті осы екі жүйені есептеу болып табылады. Бұл жағдайда сәйкесінше екі мәселе шешіледі – сыртқы (антеннаның РТХ-ға белгілі талаптарына сәйкес, IP ашылуының геометриясын және ондағы өрістің оңтайлы амплитудалық-фазалық таралуын анықтаңыз) және ішкі (радиациялық жүйенің ашылуында табылған өрістің АФР-ға сәйкес, оны жүзеге асыратын тарату жүйесін жобалау).

Параметрлік синтездің сыртқы есептерінің келесі төрт класы ең маңызды:

1) антеннаның ашылуындағы өрістің кешенді ДН және АФР-ға қойылатын белгілі талаптар бойынша еркін геометрияның қисық сызықты сәулелендіру жүйелерін жобалау;

2) антеннаның ашылуындағы өрістің АФР-дағы амплитудалық күн мен шектеулерге берілген талаптар бойынша АЖ жобалау;

3) амплитудалық немесе фазалық ДН және ашылымдағы өрістің амплитудалық немесе фазалық таралуына қойылатын берілген талаптар бойынша сәулелендіру жүйесін жобалау;

4) оңтайлы интегралдық параметрлері бар АЖ жобалау – КХД, шашырау коэффициенті және т. б.

Жоғарыда аталған сыныптардың кез – келгенінің сыртқы мәселесін шешу нәтижесінде бір параметр анықталады-антеннаның ашылуындағы өрістің

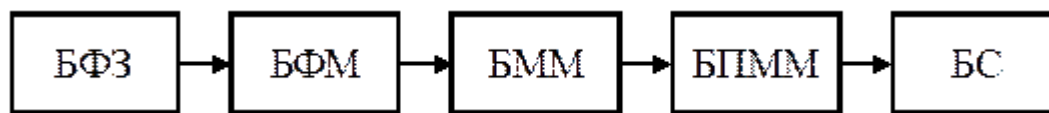
амплитудалық-фазалық таралуы, бұл МС жобалау үшін негізгі болып табылады. Сондықтан ішкі есептердің ерекшелігі нақты ІР-нің электродинамикалық қасиеттерін ескере отырып, тарату жүйесіндегі белгілі бір физикалық процестерді жүзеге асырумен ғана байланысты.

Ресми кіру және бейресми шығу принципі. Жобалау процесінің ең жоғары сатысы-бұл құрылғының автоматты (автоматтандырылған) дизайнын ғана емес, сонымен қатар тиісті дизайн және технологиялық құжаттаманы шығаруды қамтамасыз ететін АЖЖ. Бұл алгоритмдер кешені сандық түрде көрсетілген мәселенің оңтайлы шешімін автоматты түрде жобалау нәтижесінде алынған, жобаланған құрылғының кеңістіктік бейнелеріне – сызбаларға, фоторигиналдарға және т. б. түрлендіруді жүзеге асырған жағдайда ғана мүмкін болады.

Осылайша, тек САД – де формальды кіру және бейресми шығу принципі жүзеге асырылады, яғни.жобалық цикл, оның басталуы ресми тапсырма, ал соңы-нақты дизайн және технологиялық құжаттама түрінде бейресми ақпарат. ЭЕМ-ді математикалық қамтамасыз етудің (оның ішінде жүйелік) жеке бөлімін білдіретін осы қағидатты іске асыру өте күрделі және еңбекті қажет ететін міндет болып табылады.

Алайда, ғылыми-техникалық революция және практиканың салыстырмалы түрде тез өзгертін талаптары жағдайында болашақ сөзсіз деректер мен мұрағаттарды басқаруға арналған бағдарламалық кешендері бар АЖЖ-ға тиесілі. Қолданыстағы ақпараттық қамтамасыз ету сыртқы сақтау құрылғысында жазылған мұрағатта сұратылған нұсқаны іздеуді қамтамасыз ететін мұрағаттық бағдарламалар негізінде құрылады. Мұрағаттық бағдарлама сыртқы құрылғылардың ерекшелігіне, деректердің құрылымына және олардың сақтау құрылғысында орналасуына, сыртқы тасымалдауыштарға жаңа әзірлемелер туралы ақпаратты жазу функцияларына, сондай-ақ мұрағат каталогын басып шығаруға, оны бір тасымалдаушыдан екінші тасымалдағышқа көшіруге және т. б. байланысты функцияларды орындайды.

Жоғарыда аталған дизайн принциптеріне сәйкес келетін АР процесінің жалпы құрылымдық схемасы төмендегі суретте көрсетілген.



2.7 Сурет - АР процесінің жалпы құрылымдық схемасы

Мұндағы, БФЗ-ресми тапсырма блогы;
БФМ-физикалық модель блогы;
БММ-математикалық модель блогы;
БПММ-қолданбалы математикалық модель блогы;
БС-синтез блогы.

Әлбетте, бұл схема жобалау кезеңдерінің реттілігін сипаттайды, егер біз: БФЗ-да бастапқы деректерді талдау және ФЗ әзірлеу жүзеге асырылады; бұл БФМ жүреді таңдау деңгейдегі дене моделін БЭ; қр БММ жүргізіледі математикалық моделін құру БЭ, барабар деңгейі физикалық моделі;

БПММ-де ФЗ-дан практикалық талаптарды ескеретін БЭ қолданбалы математикалық моделі құрылады;

қр БС іске асырылуда параметрлік синтез БЭ.

Евклид геометриясын фрактал геометриясына пайдалану антенналардың дамуына алып келеді. Бұл белгілі бір жиілік диапазоны мен көп диапазонға арналған өлшемдердің пайда болуын қамтамасыз етеді. Фракталдық антеннаның дизайны үшін мына факторлармен шектеуге болады:

Қолдау көрсетілетін жиілік екі ,үш көп жолақты ;
антенналардың кейбір түрлеріне арналған субстрат түрлері;
электрмен жабдықтау түрі;
математикалық есептеулер;
пайдаланылған формалар (алтыбұрышты, сегіз бұрышты және т. б.) немесе бастапқы топология;

әзірлеу үшін қажетті қосымша;

итерациялардың саны немесе фракталдың өсу кезеңдері.

Дизайн процесінде әр жаңа қадамда антеннаның негізгі формасынан жоғары ретті құрылымдар жасалады. Негізгі құрылымның өлшемдері резонанстық жиілікті анықтайды, содан кейін қолдау көрсетілетін жиілік диапазондарының санына байланысты фракталдың өсу итерациясының қажетті саны анықталады. Әр итерацияда алынған жиіліктердің ең аз саны Итерация тәртібінен үлкен. Радиацияға төзімділігі жоғары типтік фракталдық формалар антеннаның жақсы тиімділігін анықтайды.

3 ФРАКТАЛДЫ ГЕОМЕТРИЯҒА НЕГІЗДЕЛГЕН АНТЕННАЛАРДЫҢ ҚАМТУ АЙМАҒЫ

3.1 Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қайтарудағы жоғалтуын есептеу

Қорек көзі , $U=220В+10\%$;

Шығыс қуаты , $P=1 ВТ$;

Жүктеме кедергісі $Z_n = 50 \text{ Ом}$;

Аралық жиілік $-36\text{MHz}+0.02\text{Hz per.}30\ldots40\text{Гц}$;

Генератор жиілігі $2,5\text{-}5 \text{ ГГц}$, $-5\ldots+10\text{dBm}$.

$$a_n = -20\lg|r| ; \quad (3.1)$$

Кішігірім антенналар үшін антеннадан таралатын толқындық фронттар электрлік үлкен антенналармен салыстырғанда әлдеқайда жақын қашықтықта параллель болады. Кішкентай антенналар үшін жақсы жуықтау алыс өріс жағдайларына сәйкес келетін формула ;

$$r = 2 \cdot \lambda \quad (3.2)$$

Тұрақты жылдамдықпен қозғалатын синусоидалы толқын пішінінің толқын ұзындығы;

$$\lambda = \frac{c}{f_0} ; \quad (3.3)$$

$$v=c\approx 300\,000 \text{ км/сек}$$

$$\text{Есептің шешілуі : } \lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \times 10^8}{36 \times 10^6} = 8.3 \text{ м}$$

$$r = 2 \cdot 8.3 = 16.6 \text{ м}$$

$$a_n = -20\lg|r| = -24.40 \text{ м}$$

Нәтиже: Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қайтарудағы жоғалтуын есептеу бойынша шыққан мән стандарттарға сай келеді, және де осындай жоғалтулары бар антенна сапалы жұмыс жасауға қабылиетті шуға төзімділігі орташа.

3.2 Фракталды геометрияға негізделген антенналардың бағыттылық коэффициентін табу

Шығыс қуаты, $P=1$ Вт;

$F_{max} = 2$ дБ;

$r = 0.166$ м;

$h_1=1$ м;

$h_2=1,5$ м.

БК сәйкес, G_i күшейту – негізгі сәулелік бағытта қабылданған F_{max} сәулелену қарқындылығының P_{i0} бірдей кіріс қуаты бар шығынсыз изотропты радиатор тудыратын F_{i0} сәулелену қарқындылығына қатынасын береді.

$$F_{i0} = P / 4\pi; \quad (3.4)$$

$$G_i = F_{max} / F_{i0}; \quad (3.5)$$

Есептеу жұмыстары:

$$F_{i0} = P / 4\pi = 1/4 \times 3.14 = 0.0796 \text{ дБ}$$

$$G_i = F_{max} / F_{i0} = 2/0,0796 = 25.12 \text{ дБ}$$

Нәтиже: Өлшеулер кезінде оңай анықталатын күшейту ең жиі қолданылатын параметр болып табылады. Пайданың анықтамасы антенна мен қосылған кабель, сондай-ақ қабылдағыш немесе таратқыш арасындағы тамаша сәйкестікті болжаса да, іс жүзінде бұл сирек кездеседі. Идеал сәйкес келмейтін қондырғыда өлшенетін нәрсе практикалық антеннаның күшейту коэффициенті деп аталады. Пайданы келесі формула арқылы практикалық фактор арқылы анықтауға болады:

$$G = G_i \times \frac{1}{1-r^2}; \quad (3.6)$$

Есептеу жұмыстары:

$$G = 25.12 \times \frac{1}{1-0.166^2} = 25,83 \text{ дБ}$$

Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қуатын есептеу

Көру сызығында орналасқан шеңбер пішіні бар берілген аумақта электромагниттік өріс кернеулігінің қажетті мәнін қамтамасыз ететін теледидар таратқышының қуатын есептеу үшін мына формуланы қолданамыз: Есептеу жұмыстарының қиындығына байланысты есептеу нәтижесін дәлділеу үшін ны Rayton бағдарламасына салдым ол ҚОСЫМША А-да көрсетілген.

$$P = \frac{1}{D} \left(\frac{E_{min} \times r_0^2 \times \lambda}{2.18 \times h_1 \times h_2} \right)^2; \quad (3.7)$$

Мұндағы D – таратқыш теледидар антеннасының күшейтуі;

r_0 – атмосфераның сыну әсерін ескере отырып, көру аймағының радиусы;

λ -электромагниттік сәулеленудің толқын ұзындығы;

E_{min} - белгіленген сигнал сапасын қамтамасыз ету үшін қажетті радиосигналдың рұқсат етілетін ең аз күшінің мәні.

$$f_{0из} = 470 + (N_k - 21) \times 8 + 1.75 = 303.25 + 8 \times N_k ;$$

мұндағы: $f_{0из} = 5 \text{ ГГц}$

Күшейткіш: $D = 25,83 \text{ дБ}$.

Электромагниттік сәулеленудің толқын ұзындығын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\lambda = \frac{c}{f_0};$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^9} = 0.06 \text{ м}$$

Фракталдық геометрияға негізделген антенналардың көру сызығының қашықтығын мына формула бойынша анықтайық:

$$r_0 = 3.57 \times (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}); \quad (3.8)$$

мұндағы h_1 және h_2 бірінші және екінші антенналардың метрдегі биіктіктері, ал r_0 мәні километрмен көрсетіледі.

$$r_0 = 3.57 \times (\sqrt{1} + \sqrt{1.5}) = 7.94 \text{ км}$$

Кескіннің берілген жиілік диапазоны үшін біз минималды рұқсат етілген кернеудің мәнін анықтаймыз және бұл жағдайда $E_{min} = 2985,38 \text{ мкВ / м}$ аламыз.

Енді таратқыштардың қуатын формула бойынша анықтайық:

$$P = \frac{1}{25,83} \left(\frac{2985.38 \times 7.94^2 \times 0.06}{2.18 \times 1 \times 1.5} \right)^2 = 0.5 \times 10^6 \text{ Вт}$$

Voltage Standing Wave Ratio-VSWR Фракталдық геометрияға негізделген антеннада есептеу

Фракталдық геометрияға негізделген антеннада $S_{11} = -10 \text{ дБ}$

$$S_{11} = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0} = -10 \text{ дБ}$$

$$\text{VSWR} = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|} \quad (3.9)$$

Есептеу жұмысы :

$$VSWR = \frac{1+|-10|}{1-|-10|} = 1.1$$

Нәтиже: Ең дұрысы, $VSWR = 1$, яғни шағылысқан толқын жоқ. Шағылысқан толқын пайда болған кезде SWR жол мен жүк арасындағы сәйкессіздік дәрежесіне тура пропорционалды түрде артады. Өртүрлі құрылғылар үшін жұмыс жиілігіндегі немесе жиілік диапазонындағы рұқсат етілген VSWR мәндері техникалық сипаттамаларда және ГОСТ-те реттеледі. Жалпы қолайлы қатынас мәндері 1,1 мен 2,0 арасында. VSWR өлшенеді, мысалы, қарама-қарсы бағытта жолға енгізілген екі бағытталған қосқыштар арқылы. Ғарыштық технологияда VSWR толқындық жолдарға салынған SWR сенсорлары арқылы өлшенеді. Заманауи желілік анализаторларда сонымен қатар кірістірілген VSWR сенсорлары бар.

Фракталдық геометрияға негізделген антеннаның коэффициентін есептейміз:

$$K = \frac{E}{Z_n} \quad (3.10)$$

Ол сигнал кернеуінің деңгейінен гөрі антеннаның айналасындағы өріс күшін көрсету үшін қабылдағыштарда қолданылады. Көбінесе антенна коэффициентін логарифмдік түрде қолдану ыңғайлырақ: $k = 20 \lg^* K$. Антеннаның әдеттегі коэффициент мәндері әдетте кестелік немесе графикалық форматта антенна құжаттамасында көрсетілген. Егер антенна калибрленген болса, антенна коэффициентінің нақты мәндері антеннаны калибрлеу құжатында көрсетілген. Антенна коэффициентінің логарифмдік түрінің өлшем бірлігі дБ/м. Өріс күшін өлшеу үшін антеннаның сипаттамалық мәні әдетте антенна факторы болғанымен, антеннаның жалпы дизайнында GA және OPV басым терминдер қолданылады. Сондықтан осы формуланы білу әрқашанда тиімді ол формула :

$$K = 9.73/\lambda\sqrt{G} \quad (3.11)$$

$$\text{Есептеу : } K = 9.73/8,3\sqrt{25,83} = 5,59$$

3.3 Біз цикл антеннасын жасаймыз.

100 МГц - 10 ГГц жиілік диапазоны үшін. Біз контурлық антеннаның бүйірлеріне бұрышы 90° болатын Кох үшбұрышының фракталын қолданамыз, оны есептеу оңай, оның дәл 2 өлшемі бар. Әдетте, контурлық антенна төртбұрышты күйде жасалған. Дегенмен, мұндай антеннаның бүйірлеріне фракталды қолдану арқылы қосылу нүктесі құрылымның ортасына тереңдей түсетінін ескеріңіз. Бұл өте ыңғайсыз, сонымен қатар, мұндай контурлық антенналарды тізбектей қосу мүмкін емес, бұл кейде кіріс кедергісін арттыру үшін қажет. Сондықтан біз жақтауды ромб позициясына кеңейтеміз. Жұмыс принципі өзгермейді, бірақ итерациялар санына қарамастан, қосылу нүктесі фракталдық құрылымның шетінде болады. Сонымен, біз есептеуді жоғарғы жиіліктен бастаймыз. Есептеуді жеңілдету үшін біз сызықтық тордың қысқару коэффициентін ескермейміз, әдетте ол 0,95 құрайды, біз оны толық масштабты модельді шығарғаннан кейін нақтылаймыз. Ромбтың периметрі толқын ұзындығына тең. Демек, ромбтың қабырғасы толқын ұзындығының төрттен біріне тең. Жоғарғы жиілік $f_v \approx 10$ ГГц тең, оның толқын ұзындығы 30 мм. Демек, фракталдық құрылымдағы ең кіші ромбтың қабырғасы $\lambda_w/4 = 30/4 = 7,5$ мм-ге тең. Біз өзімізді құттықтай аламыз, енді антеннадағы ең кішкентай элементтің өлшемдерін білеміз. Әрі қарай, f_v-1 жиілігіне жауап беретін келесі ретті элементтің өлшемін есептейміз. Бұл құрылымда өлшемі бойынша келесі элементтің әрқайсысы кішігіріммен салыстырғанда ауданы бойынша 4 есе үлкен және бүйірлік ұзындығы 2 есе үлкен екенін байқау қиын емес.

Бұл f_v-1 ромбының жағы $(\lambda_v / 4) * 2 = 7,5 * 2 = 15$ мм екенін білдіреді. Тамаша, енді біз f_v-1 жиілігіне жауапты элементтің өлшемдерін білеміз. Бірақ өлшемін білу жеткіліксіз. Бұл жиілікті өзі есептеу керек. Ол үшін келесі есептеулерді орындаймыз. Алдымен фракталдың өлшемін есептейік, ол екіге тең, өйткені бұрышы бар Кох үшбұрышының өлшемінде $= 90^\circ$ оның екі ұзындығына сәйкес келеді. Әрі қарай, біз бұл элементтің фракталдық қанша итерациясын қамтитынын қарастырамыз. Тек қана бір. Итерациялар санын және фракталдық өлшемін біле отырып, жиілік коэффициентін есептейміз: Жиілік коэффициентін біле отырып, біз бірдей өлшемдегі сызықтық элементтің жиілігіне негізделген бұл фракталдық элементтің жиілігін есептей аламыз. Өйткені периметрдің төрттен бірі 15 мм, содан кейін бүкіл периметрі $15 * 4 \approx 60$ мм. Бұл толқын ұзындығына сәйкес келетін жиілік 5 ГГц, бұл өте қисынды. Бірақ, өйткені Бізде сызықтық құрылым жоқ, бірақ фракталдық, біз жиілік коэффициентін қолданамыз және бірдей өлшемдегі фракталдық антеннаның жиілігі болатынын анықтаймыз.

$$f = 5 * 0,65 \approx 3,26 \text{ ГГц},$$

Бірдей өлшемдегі сызықтық антеннаға қарағанда төмен, бұл да қисынды, өйткені фракталдық антеннада қосымша бөлімдер есебінен ұзағырақ кенеп бар. Тағы да құттықтаймыз, біз осы фракталдық элементтің резонанстық жиілігін есептедік. Енді біз жоғарғы жиілік пен жоғарғы минус 1 арасындағы қатынасты есептейміз.

$$f_v / f_{v-1} = 10 \text{ ГГц} / 3,26 \text{ ГГц} \approx 3,07$$

Көршілес резонанстық жиіліктер шамамен үш есеге ерекшеленетінін көреміз. Бұл қатынасты f_{v-2} элементі үшін келесі төмен жиілікті есептеу арқылы тексерейік. Бұл элементтің жағы қазірдің өзінде 30 мм болады. Периметрі - 120 мм. Толқын ұзындығы 120 мм сызықтық антеннаның жиілігі 2,5 ГГц. Өлшемі 2 фракталдың екінші итерациясының жиілік коэффициенті. Демек, осы өлшемдері бар фракталдық антеннаның жиілігі

$$f_{v-2} = 2,5 * 0,43 = 1,07 \text{ ГГц}$$

Көршілес жиіліктер арасындағы қатынасты есептейік:

$$f_{v-1} / f_{v-2} = 3,26 \text{ ГГц} / 1,07 \text{ ГГц} = 3,05$$

Жиіліктердің арақатынасы әртүрлі екенін көреміз. Бұл өкінішті, өйткені тұрақты қатынассız әрбір резонанстық жиілікті бөлек есептеуге тура келеді.

f_{v-3} есептейік. Элемент өлшемі 60 мм, периметрі 240 мм, осы өлшемдегі сызықтық антеннаның жиілігі 1,25 ГГц, қайталану саны 3.

Бұл өлшемдегі фракталдық антеннаның жиілігі

$$f_{v-3} = 1,25 \text{ ГГц} * 0,325 = 0,406 \text{ ГГц} = 406 \text{ МГц}.$$

Көршілес жиіліктер арасындағы байланыс:

$$f_{v-2} / f_{v-3} = 1,07 / 0,406 = 2,64$$

Көріп отырғанымыздай, іргелес резонанстар арасындағы қатынас тек тұрақты емес, қайталанулардың жоғарылауымен азаяды. Келесі жиілікті f_{v-4} төменге есептеңіз. Элемент өлшемі 120 мм, периметрі 480 мм, осы өлшемдегі сызықтық антеннаның жиілігі 630 МГц, қайталану саны 4.

Бұл өлшемдегі фракталдық антеннаның жиілігі

$$f_{v-4} = 630 * 0,266 = 168 \text{ МГц}.$$

Көршілес жиіліктер арасындағы байланыс:

$$f_{v-3} / f_{v-4} = 406 / 168 = 2,42$$

Сонымен, біз 168 МГц жиілікке жеттік. Бұл берілген диапазонның төменгі жиілігінен сәл жоғары, 100 МГц. Бұл жағдайда біз есептеуді осы пішінде қалдыра аламыз немесе антеннаның өлшемін және бұрышын реттей аламыз ба? төменгі жиілікті сәйкестендіру үшін қосымша фракталдық элементті дәйекті түрде қосыңыз немесе тағы бір итерация жасаңыз және көрсетілген ауқымнан сәл көбірек түсіріңіз. f_{v-5} жиілігін есептейік.

Элемент өлшемі 240 мм, периметрі 960 мм, осы өлшемдегі сызықтық антеннаның жиілігі 310 МГц, қайталану саны 5.

Бұл өлшемдегі фракталдық антеннаның жиілігі

$$f_{v-5} = 310 * 0,229 = 70,9 \text{ МГц.}$$

Көршілес жиіліктер арасындағы байланыс:

$$f_{v-4} / f_{v-5} = 168 / 71 = 2,37$$

Нәтиже : Біз 71 МГц төменгі жиілікке жеттік. Бұл жағдайда антеннаның өлшемі 240 мм болды. Бұл тоқтауға тұрарлық. Біз жиілік диапазонының жоспарын асыра орындадық, енді өлшемдерді одан әрі ұлғайту ұсынылмайды. Жүргізілген есептеу индикативті болып табылады. Ол идеалды фракталдық антеннаның резонанстарының қай жерде болуы керектігін көрсетеді. Бірақ, әрине, біз идеалды геометрияны ала алмаймыз. Егер біз антеннаны тақтаға жасасақ, онда жолдардың ені де, биіктігі де болады, бұл өз кезегінде жолдар арасындағы сыйымдылық қосылысына да, резонанс ығысуларына да әсер етеді

ҚОРЫТЫНДЫ

Жалпы бұл жұмыста 2,5-5ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны туралы жалпы шолу жасадым. Фрактал туралы деректермен және де антенна туралы деректермен таныстым. Зерттеу барысында көптеген ғалымдардың еңбегіне сүйене отырып қорытынды шығардым. Сондай-ақ антенна жасаудағы негізгі міндеттерді қарастырып өттім. Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қайтарудағы жоғалтуын, фракталды антеннаға негізделген бағыттылық коэффициентін, фракталды геометрияға негізделген антеннаның қуатын есептедім.

Фракталды геометрияға негізделген антенналардың қайтарудағы жоғалтуын есептеу бойынша шыққан мән стандарттарға сай келеді, осындай жоғалтулары бар антенналар жұмыс жасауға қабілетті, шуға төзімділігі орташа болатын білдім.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. https://www.tutorialspoint.com/radar_systems/radar_systems_radar_antennas.htm
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/radar-antenna>
3. <https://www.booksite.ru/https://flypods.ru/kk/fraktalnye-antenny-svoimi-rukami-provolochnye-fraktalnye/>
4. <https://kerchtt.ru/kk/fraktalnaya-grafika-prezentaciya-na-temu-fraktaly/>
5. <https://elementy.ru/posters/fractals/Sierpinski>
6. <https://helpiks.org/6-65218.html>
7. <https://polarize.ru/kk/components/delaem-fraktalnuyu-antennu-provolochnye-fraktalnye-antenny-fraktal/>
8. Antenna theory бағдарламасы
9. http://www.fondazionerosSELLi.it/DocumentFolder/REFERENCES_DTG_System%20and%20MHEG%20Extensions%20for%20euroMHEG%201_8%20marzo%201999.pdf;
10. Ю.Б.Зубарев, М.И.Кривошеев, И.Н.Красносельский «Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы.» - Радио и Связь.- 2007 г.;
11. Артюхин В.В. Мобильное цифровое телевидение: Учебное пособие. - Алматы: КУПС, 2012. – 120с.
12. <https://optiwave.com/applications/100-gbps-dp-qpsk-system-with-digital-signal-processing/>
13. Minervino D.R., D'Assuncao A.G., Peixeiro C. Mandelbrot fractal microstrip antennas // Microwave and Optical Technology Letters. – 2016. – Vol.
14. Ghobadi C., Nourinia J., Pourahmadazar J., Shirzad H. Multiband ring fractal monopole antenna for mobile devices // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters..
15. Gupta M., Mathur V. A new printed fractal right angled isosceles triangular monopole antenna for ultra-wideband applications // Egyptian Informatics
16. Li D., Mao J. Sierpinski-like Koch-like sided multifractal dipole antenna // Progress In Electromagnetics Research
17. <https://wireless-e.ru/antenny/geometriya-fraktalov/>
- 18.

ҚОСЫМША А

```
main.py +
1
2 D=25,83
3 c=3*10**8
4 f0=5*10**9
5 lamb=c/f0
6 print(lamb)
7 h1=1
8 h2=1.5
9 r0=3.57*((h1**0.5)+(h2**0.5))
10 print(r0)
11 Emin=2985.38
12 P=1/6*((Emin*(r0**2)*lamb)/(2.18*h1*h2))**2
13 print(P)
14
```

Ln: 14, Col: 1

 Run  Share Command Line Arguments

```
0.06
7.942339190867973
1989979.9681944037

>_
** Process exited - Return Code: 0 **
Press Enter to exit terminal
```

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Абдікадыр Ақнұр Амантайқызы

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

Тақырыбы: «2.5-5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 9 парақ;
- б) түсініктеме 50 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында 2.5-5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны қарастырылды. Берілген параметрлер бойынша есептеулер жүргізілді. Осы тақырып аясында барлық теориялық мәліметтер жасалынды.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

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

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (90%) деген баға, ал студент Абдікадыр Ақнұр Амантайқызына 5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

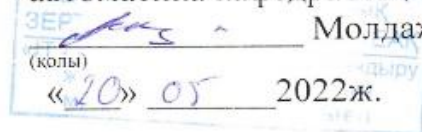
Сын – пікір беруші

ҚазҰАЗУ, доктор PhD,

Энергия үнемдеу және

автоматика кафедрa меңгерушісі

Молдажанов А. К.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Абдіқадыр Ақнұр Амантайқызы

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

Тақырыбы: «__2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны»

Берілген бітіру жұмысында Берілген бітіру жұмысында 2.5-5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны қарастырылды. Берілген параметрлер бойынша есептеулер жүргізілді. Осы тақырып аясында барлық теориялық мәліметтер жасалынды.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жаңа технологияны қолдану нұсқалары, ұялы байланыс желісін көрсету өте орынды.

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

Ғылыми жетекші

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

 С.Е.Ибекеев
(қолы)

«20» мамыр 2022 ж.

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

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

Автор: Абдіқадыр Ақнұр Амантайқызы

Тақырыбы: 2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны

Жетекшісі: Серикбек Ибекеев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 0.8

Әріптерді ауыстыру: 15

Аралықтар: 1

Шағын кеңістіктер: 1

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:

2022-05-25

Күні

Кафедра меңгерушісі



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

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

Автор: Абдіқадыр Ақнұр Амантайқызы

Тақырыбы: 2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны

Жетекшісі: Серикбек Ибекеев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 0.8

Әріптерді ауыстыру: 15

Аралықтар: 1

Шағын кеңістіктер: 1

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:

2022-05-25

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Абдікадыр Ақиұр Амантайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 2,5 - 5 ГГц жиіліктер үшін фракталдық геометрияға негізделген антеннаның дизайны

Научный руководитель: Серикбек Ибекеев

Коэффициент Подобия 1: 2.7

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 15

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:

2022-05-25

Дата

Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт