

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК АКАДЕМИЯСЫ
МААЛЫМАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖАНА АВТОМАТИКА ИНСТИТУТУ**

Б. Н. Ельцина атындагы

КЫРГЫЗ РОССИЯЛЫК СЛАВЯН УНИВЕРСИТЕТИ

ДИССЕРТАЦИЯЛЫК СОВЕТ Д 05.18.579

Кол жазма укугунда

УДК 519.621.396.677: (575.2)(043.3)

АБДЫРАЕВА НУРИПА РАХМАТИЛЛАЕВНА

**ММАНAGAL ПАКЕТ ПРОГРАММАСЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН
КОХТУН ИЙРИСИННИН НЕГИЗИНДЕ ФРАКТАЛДЫК
АНТЕННАЛАРДЫН РЕЖИМИН МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ**

05.13.18- Математикалык моделдөө, сандык ыкмалар жана программалар
комплекси

АВТОРЕФЕРАТ

Техника илимдеринин кандидаты илимий
даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертация

Бишкек - 2019

Диссертациялык иш академик М.М.Адышов атындагы Ош технологиялык университетинин “Байланыш тармактары жана телекоммуникация системалары” кафедрасында аткарылды.

Илимий жетекчи: физико-математикалык илимдин доктору,
профессор **Ташполотов Ысламидин**
(ОшГУ, профессор)

Расмий оппоненттер: техника илиминин доктору, у.и.к. **Пресняков Константин Александрович** (КР УИА жана МТИ, б.и.к.)

техника илиминин кандидаты **Абыкеев Капарбек Джолдошбекович** (Н.Исанов ат. КМКТАУ, доцент м.а.)

Жетектөөчү мекеме: И. Раззаков атындагы КМТУ, Информатика жана эсептөө техникасы кафедрасы, Бишкек 720044, Мир пр. 66.

Диссертация 2019-ж. 1 апрелинде саат 13.00 Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Автоматика жана маалыматтык технологиялар институтунун жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Орус Славян университети алдындагы Д. 05.18.579 диссертациялык кеңешинин отурумунда жакталат. Дареги: 720071, Бишкек ш., Чүй проспекти, 265, ауд. 346, сайт: www.iait.kg.

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын китепканасында 720071, Бишкек ш., Чүй проспектиси, 265, «а» дареги боюнча жана КР УИА АЖМТИ сайтында дареги: www.iait.kg таанышса болот. E-mail: gulsaat@mail.ru.

Автореферат 2019-жылдын 27 февралында жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы, к.ф-м.н.

Керимкулова Г.К.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациялык теманын актуалдуулугу

Азыркы учурда маалымат берүү системасынын зымсыз технологиясы үчүн кичине көлөмдөгү кабыл алуучу жана маалымат берүүчү антенналар керек.

Фракталдык антенналардагы электромагниттик толкундардын бири-бирине болгон таасири ургалдуу иштелүүдө, себеби фракталдык антенна бир конструкцияда евклиддик геометрия туура келбеген көп диапазондуу, кеңири тилкелүү, кичине көлөмдөгү жана жогорку эффективдүү касиеттерди камтыйт.

Фракталдык түзүлүштөгү антенналар электромагниттик толкунду кеңири интервалдагы жыштыкта кабыл алат жана нурдантат. Бул итерациялык кубулуштун түзүлүшүнө жараша, себеби ар бир итерацияда өткөргүчтүн физикалык узундугу чоңоет, ошондой эле антеннанын электрдик узундугу да өсөт.

Үчүнчү муундун (3G) жана төртүнчү муундагы (4 G) өнүгүүсү базалык станциянын жана уюлдук телефондордун антенна бөлүгүн өзгөртүүнү талап кылат.

Фракталдык антенналар жана фракталдык решеткалар жөнүндө чет элдик Й. Ким, Д. Л. Джаггард [Jaggard] окумуштуулары биринчилерден болуп изилдешкен, ал эми Россияда В.А. Котельников атындагы РИА радиоэлектроника институту фрактал теориясын кеңири колдонуусун радиофизикада, радиотехникада жана электроникада карашкан (А.А. Потапов, Д.А. Бабичев ж.б).

Изилдөөнүн иштеп чыгуу деңгээлин жүргүзгөн анализ уюлдук байланыш системасынын сапатын жакшыртуу үчүн фракталдык антенналарды моделдөөдө MMANAGAL пакетин колдонуу менен Кохтун ийрисиинин негизинде фракталдык антенналардын режимин математикалык моделдөө актуалдыгын көрсөттү.

Изилдөөнүн максаты жана тапшырмасы. Изилдөөнүн максаты болуп MmanaGal программа пакетин колдонуу менен фракталдык антеннанын электродинамикалык жана геометриялык параметрлерин жакшыртуу болуп эсептелет.

Максатка жетүү үчүн:

- ГИС-технологияны колдонуу менен Ош шаарында жайгашкан базалык станциялардын фракталдык өлчөмдүүлүгүн аныктоо;

- эсептөө ыкмасынын негизинде n-итерациядагы фракталдык антеннанын моделин иштеп чыгуу;

- MmanaGal программа пакетин колдонуу менен Кохтун ийри сызыгынын негизинде фракталдык антенналардын (багытталуу диаграммасы (БД), тик толкун коэффициенти (ТТК), толкун каршылыгы (Z), күчөтүү коэффициенти (КК)) режимдик параметрлерин аныктоо жана изилдөө жүргүзүү.

Изилдөөнүн объектиси: Кохтун ийрисиинин негизиндеги фракталдык антенна.

Изилдөөнүн предмети: ArcGIS жана MmanaGal пакеттерин колдонуу менен сандык ыкма жана моделдөө.

Диссертациялык иштин илимий жаңылыктуулугу. Ош шаарынын Курманжан-Датка микрорайонунда жайгашкан базалык станциялардын фракталдык өлчөмдүүлүгүн аныктоо, фракталдык антеннанын негизги режимдерин: (багытталуу диаграммасынын (ДН), тик толкун коэффициенти (ТТК), күчөтүү коэффициенти (КК) жана толкун каршылыгы (Z),) изилдөө жана аныктоо, MmanaGal пакетин колдонуу менен GSM стандартынын 900, 1800 МГц жыштыгы, LTE түйүнүн 800, 2600 МГц жыштыгындагы үчүнчү итерациядагы ФАнын геометриялык параметрлерин жакшыртуу менен түшүндүрүлөт.

Иштин жыйынтыгынын практикалык маанилүүлүгү. Кохтун ийри сызыгынын негизинде түрдүү жыштыктагы (800 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 2600 МГц) моделденген фракталдык антенна уюлдук байланыш системасындагы мыкты режимдин көрсөткүчтөрүн аныктоо үчүн колдонууга болот.

Актылар менен ырасталган изилдөөнүн жыйынтыгы Ош технологиялык Университетинин 690300 “Инфокоммуникациялык технологиялар жана байланыш системасы” багыты үчүн окуу процессине киргизүүгө жана ошондой эле ЖАК “Альфа телеком”го жаңы технологияны өнүгүүсүн прогноздоштуруу үчүн ишке ашкан. Түштүк радиорелейдик станциялар башкармалыгынын техникалык совети моделденген фракталдык антеннаны радиотелевизиондук түзүлүштө кабыл алуучу антенна катары киргизүү сунушун берген.

Коргоого киргизилген диссертациянын негизги жоболору:

1. Ош шаарынын Курманжан-Датка микрорайонунда жайгашкан базалык станциялардын (1,22) фракталдык өлчөмдүүлүгүнүн сандык мүнөздөмөсү жердин топографиясын эске алуу менен базалык станциялардын жайгашуусунун оптималдуу жолун табууну көрсөтөт;
2. Максвеллдин теңдемесин чектүү шарттарын колдонуу менен үчүнчү итерациядагы Кохтун ийрисинин негизиндеги ФАны математикалык моделдөөнүн андан ары өнүктүрүлүүсү алынды;
3. GSM стандартынын 900 жана 1800 МГц жыштыктары үчүн MManaGal программа пакетин колдонуу менен Кохтун ийрисинин негизинде ФАнын моделин түзүлдү;
4. LTE түйүнүнүн 800 жана 2600 МГц жыштыктары үчүн MManaGal программа пакетин колдонуу менен Кохтун ийрисинин негизинде ФАнын модели иштелип чыкты

Издөнүүчүнүн жеке салымы. Диссертациялык иште алынган жыйынтыктар жана илимий жаңылыктуулук жеке автор тарабынан алынган.

ГМС-технологияны колдонуу менен алынган уюлдук байланыш системасындагы базалык станциянын фракталдык өлчөмдүүлүгү жана түрдүү итерациядагы тургузулган фракталдык антеннанын моделдери автор тарабынан

жүргүзүлдү. Илимий жетекчиге жалпы максат жана алынган жыйынтыктарды талкулоо таандык.

Изилдөөнүн натыйжаларынын тастыкталышы. Диссертациялык иштин негизги жыйынтыктары томөнкү конференцияларды: М.М.Адышев атындагы ОшТУнун 50 жылдык юбилейине арналган “Заманбап, багытта, технология жана инженердик техниканын өнүгүүсү” аттуу эл аралык илимий техникалык конференцияда (2014 ж. Ош); ОшМУну 75-жылдыгына арналган “Билим берүүнүн актуалдуулугу, илим, маданият жана Ош Мамлекеттик университетинин билим берүү мейкининдеги туруктуу өнүгүүсү жана эл аралык интеграциянын жайылтуудагы ролу” аттуу эл аралык илимий конференцияда (Ош, 23-24 октябрь 2014ж); "Заманбап телевидение: улуттук жана глобалдык аралыгында-2018" Казан (Приволжский) федералдык университетинин III эл аралык илимий практикалык конференциясында баяндалган жана талкууланган.

Публикациядагы диссертациянын жыйынтыктарынын толук чагылдырылышы. Диссертациянын жыйынтыктары 10 жумушта чагылдырылган. Анын ичинен 4 РИНЦге кирген Россиялык журналдарда каралган. Кыргызпатенттен автордук жумушка 2 күбөлүк алынган.

Иштин көлөмү жана структурасы. Диссертация киришүү, беш глава, жыйынтык, адабияттар тизмеси 97 ысым жана 7 тиркемеден турат. Иш 148 бет терилген тексттен турат, 6 таблицаны камтыйт.

ИШТИН МАЗМУНУ

Киришүүдө диссертациялык иштин темасынын актуалдуулугу, максаты, иштин жаңылыгы, изилдөөнүн жыйынтыгынын практикалык маанилүүлүгү түзүлгөн жана ошондой эле коргоого киргизилген жоболор негизделген.

I главада фракталдык антенналар, фракталдык антенналардын өнүгүүсү жана азыркы абалы, жана ошондой эле ГМС-технологиясынын телекоммуникацияда колдонуу маселери кыскача берилген. Фракталдык антенналар жөнүндөгү илимий техникалык адабият булактарына анализ жүргүзүлдү.

II главада Кохтун ийрисинин негизиндеги фракталдык антеннанын математикалык моделин жана моделдөө методикасы иштелди, жана ошондой эле антеннаны эсептөө үчүн MmanaGal программасынын негизи болгон Максвеллдин теңдемелери каралды.

$f(\theta, \varphi)$ функциясы аркылуу антеннанын багытталуу диаграммасы каралган. $F(\xi, \eta)$ функциясы аркылуу антеннанын таралуусун аныктоо милдеттендирилет.

Антеннанын таралуусу болуп нурдануу булагынан турган фракталдык антенна божомолдонот. Эркин чекиттеги талаа чоңдугу төмөнкү формула менен аныкталат:

$$E_m(M) = \frac{i}{2\pi\lambda} \frac{e^{-\kappa R}}{R} \cos \theta \int_{\sigma} E_m(\xi, \eta) e^{i(k_1 \xi + k_2 \eta)} d\xi d\eta \quad (1)$$

$E_m(M)$ – тик бурчтуу координата системасындагы электр жана магнит талаасынын чыңалуу компонентинин бири;

$E_m(\xi, \eta)$ -функциясы, антеннанын таралуусуна тиешелүү компонент, R , θ , φ - тоголок координата системасындагы M чекит координаты;

$$k_1 = k \sin \theta \cos \varphi, k_2 = k \sin \theta \sin \varphi$$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ox жана oy огуна салыштырмалуу k_1, k_2 - векторду түзүүчү:

σ -антеннанын таралуусунун жогорку жагы, λ - толкун узундугу.

Башка антенналар сыяктуу эле фракталдык антенналар да төмөнкү негизги параметрлер менен мүнөздөлөт:

1. Антеннанын багытталуу диаграммасы (ДН) төмөнкү формула менен кийирилет:

$$f(\theta, \varphi) = AE_m(P)e^{ikR}R, \quad (2)$$

A -коэффициенти $f(\theta, \varphi)=1$ максималдуу маанисине карап тандалат.

БД төмөнкү формула менен аныкталат:

$$f(\theta, \varphi) = \int_{\sigma} F(\xi, \eta)e^{i(k_1\xi + k_2\eta)} d\xi d\eta \quad (3)$$

$F(\xi, \eta)$ - антеннанын таралуусундагы нурлануу талаасынын бөлүштүрүлүүсү.

2. Нурлануу кубаттуулугу антеннанын негизги мүнөздөмөсү болуп эсептелет, төмөнкү формула менен аныкталат:

$$P_m = \int_{\sigma} |F(\xi, \eta)|^2 d\xi d\eta \quad (4)$$

3. Антеннанын сапаты тик толкун коэффициенти (ТТК) менен аныкталат:

$$КСВ = \frac{W_1 + W_2}{W_1 - W_2} \quad (5)$$

W_1 – түшкөн толкун кубаттуулугу, W_2 -чагылган толкун кубаттуулугу.

(1) теңдемелердин чыгышын туруктуу-бөлүк функциясы түрүндө издейбиз.

Иштин жүрүшүндө мыкты мүнөздөмөгө ээ болгон жана ошондой эле техникалык жана конструкциялык талапка жооп бере турган антеннанын модели тандалды. Тандоо антенналар үчүн каралган талапка салыштыруу жана ар түрдүү антенналардын мүнөздөмөлөрүн үйрөнүүнүн негизинде болду.

Коюлган талапты максималдуу канаттандыруу үчүн антеннанын тандалган түрүнүн геометриялык параметрлери өзгөртөт. Ал параметрлер: сызыктуу өлчөм, фракталдык геометриялык антеннанын ирети жана татаал үч бурчтуу антеннанын итерациясынын саны.

Мисалы: антеннанын геометриялык өлчөмүнүн өзгөрүшү аны керектүү жыштыкка багыттайт, ал эми фракталдын иретинин өзгөрүүсү же итерациянын санынын өзгөрүүсү жумушчу тилкесинин санынын көбөйүүсүнө, жана ошондой эле антеннанын багытталуу касиетин жакшыртат.

Жыйынтыгында сызыктуу алгебралык теңдемелер (6) системасы алынат. (6) теңдемелер чечүү ар түрдүү диффузорлор системасы үчүн каалагандай кубаттуулуктун бөлүштүрүү функциясын аныктоо Максвеллдин электродинамикалык теңдемелерин колдонуу менен белгисиз коэффициентти табууга болот.

Татаал конфигурациядагы фракталдык антеннаны эсептөөдө, автоматташтырылган геометрияны түзүү үчүн кошумча алгоритм колдонулат. Бул алгоритмди колдонуу менен ар түрдүү итерациядагы Кохтун ийрисинин негизиндеги фракталдык антеннанын геометриялык конструкциясын жана ар кандай итерациядагы (МФБ) медиандын фракталдык бөлүштүрүү диполун септөөгө болот.

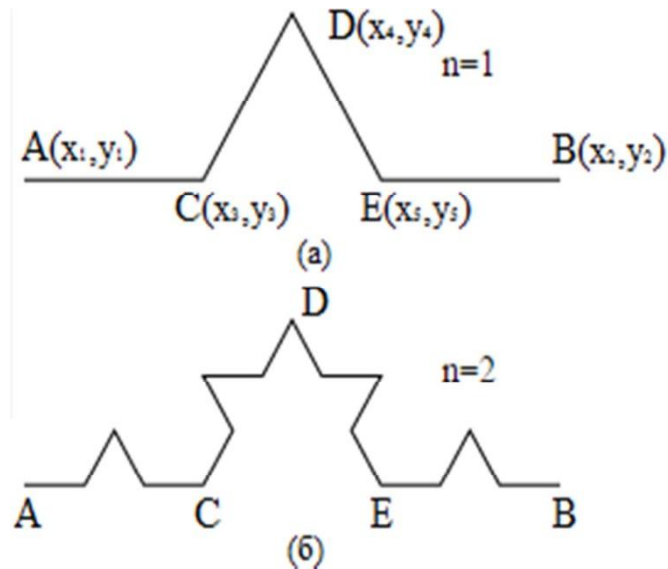
1-сүрөттө Кохтун ийрисинин негизиндеги фракталды тургузуу үчүн алгоритм көрсөтүлдү, ал эми 2-сүрөттө сунушталган алгоритмди түшүндүрүү үчүн фракталдын Кох ийрисинин биринчи итерациясы көрсөтүлгөн.



1-сүрөт. Кохтун ийрисин тургузуу алгоритми.

n -чи итерациядагы Кохтун ийрисин тургузуу алгоритмин иликтеп карап чыгабыз. Берилген ийрини тургузуу маалымат булагынан баштап, тагыраак айтканда $A(x_1, y_1)$ башталгыч координатасын жана $B(x_2, y_2)$ аяктоочу координатасын, жана ошондой эле фракталдын итерациясын аныктоо болот.

Андан кийин бирдей (AB) кесиндисин негизи болгон нөлүнчү итерациядагы алдыңкы фракталды тургузуу амалдары аткарылат. Алдыңкы фракталды алмаштыруу негиздөөчү элемент $ACDEB$ (2-(а) сүрөт) төрт түз сызыктуу бөлүктөн турган ийри, ар бири $1/3$ барабар болгон узундукка ээ болот жана n итерациясындагы Кохтун ийрисин алууга болот.



2-сүрөт. а) биринчи б) экинчи итерациядагы Кохтун фракталдык ийриси.

Анда ийринин берилген координаттык чекиттери төмөнкү билдирүүлөргө дал келүү менен эсептелинет:

$$\begin{aligned} C(x_3, y_3) &= A(x_1, y_1) + \frac{1}{3}(B(x_2, y_2) - A(x_1, y_1)), \\ E(x_5, y_5) &= A(x_1, y_1) + \frac{2}{3}(B(x_2, y_2) - A(x_1, y_1)), \\ D(x_4) &= C(x_3) + (E(x_5) - C(x_3)) \cos \frac{\pi}{3} - (E(y_5) - C(y_3)) \sin \frac{\pi}{3}, \\ D(y_4) &= C(y_3) + (E(x_5) - C(x_3)) \sin \frac{\pi}{3} + (E(y_5) - C(y_3)) \cos \frac{\pi}{3}. \end{aligned} \quad (6)$$

Андан кийин фракталдын ийрисинин узундугу эсептелинет. Каралган Кохтун фракталынын ийрисинин 1-итерациясынын узундугу $4/3$ барабар. n -итерациядагы Кох ийрисинин фракталынын узундугу төмөндөгүдөй аныкталат:

$$L = z \left(\frac{4}{3} \right)^n, \quad (7)$$

n - итерациянын саны, z - баштапкы сызыктын узундугу.

Эгерде ийринин эсептелген узундугу 1-формуладагы аныкталган узундук менен дал келсе анда алгоритм аяктайт. Эгер андай болбосо ар бир алынган бөлүктүн кичирейтилген элементке алмаштырууга туура келет. Жыйынтыгында ар бири $(1/3)/3=1/9$ узундугун түзгөн (2-б сүрөт) 16 бөлүктөн турган ийрини алууга болот. Негизинен жалпы узундугу $16/9$ барабар болот.

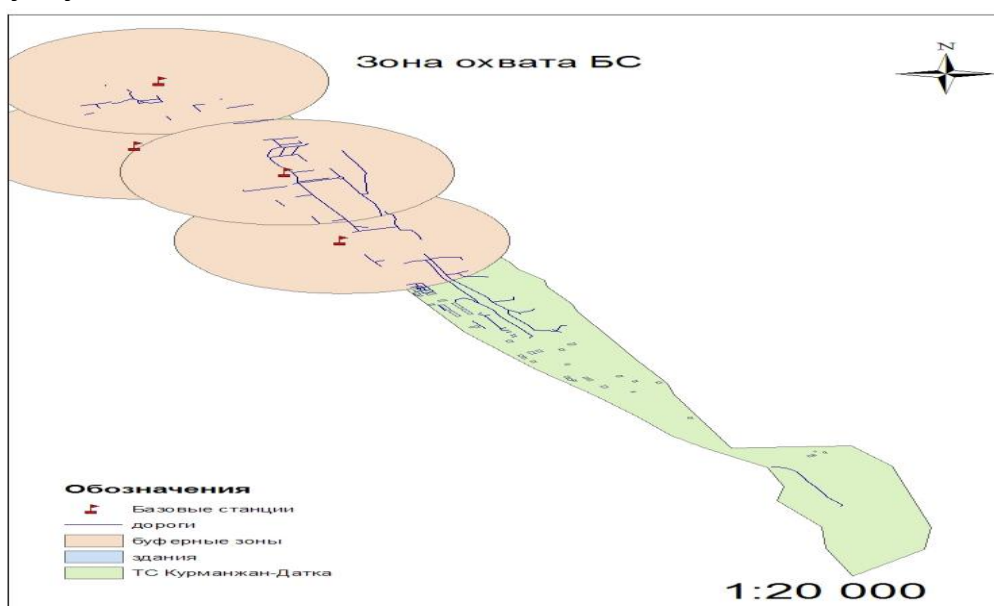
Ошентип, ар бир звенонун группасын негиздөөчү элементке алмаштыруу менен n -итерациядагы Кохтун ийрисин алууга болот.

Жыйынтыктоочу этапта алынган эсепке ылайык техникалык талапты толугу менен канааттандыруучу татаал конфигурациядагы антенна геометриялык өлчөмү, фракталдын ирети жана итерациянын саны аныкталат. Андан тышкары антеннанын электрдик мүнөздөмөсүн жакшыртуу үчүн кошумча элемент шунтту колдонуу менен антеннанын конструкциясын бир аз өзгөртүүгө болот.

Иштелип чыккан усулдар антенналарга берилген талапка туура келген жана татаал конфигурацияга ээ болгон Кохтун ийрисинин негизинде фракталдык антеннаны моделдөө мүмкүнчүлүгүн түзөт.

III главада Ош шаарынын Курманжан-Датка микрорайонундагы базалык станциянын фракталдык өлчөмдүүлүгү аныкталды. Коюлган суроо ГМС-технологиясын колдонуу менен чечилди. Уюлдук байланыш системасын моделдөө татаал болгондугуна байланыштуу фракталдык өлчөмдүүлүктү аныктоо үчүн геомаалыматтык система колдонулган.

ГМС санариптик, тематикалык катмарлуу картографиянын негиздери жана маалымат базасына мүмкүндүк алуу жана системанын иштөөсүнө жакшы шарт түзөт. Телекоммуникациянын түрүнө жараша аянттарды бөлүштүрүү маалыматы антеннанын жайгашуусун тандоодогу тийгизген таасири талданат жана чогултулат.



3-сүрөт. Ош шаарындагы Курманжан-Датка кичи районундагы базалык станциялардын камтуусу

Байланыш системасынын өнүгүүсүнө байланыштуу абоненттердин маалымат алмашуусунун саны жогорулайт жана ошондуктан бул системанын татаал структурасын аныктоо үчүн жаңы байланыш каналдарын уюштуруу маселеси коюлат.

Бул жагынан алып караганда маалымат берүү учурунда байланыш каналдарын ашыра жүктөөдө маалымат кармалат жана ошого жараша маалымат жоголот.

Каналдарды кийинки узартуу жана жазылуучулардын санынын динамикалык өсүүсү моделдөө жана оптимизациялоо методдорунун мүмкүнчүлүгүн чектөөгө алып келет. Ошондуктан уюлдук байланыш системасын анализдөө маселеси, алардын жаңы касиеттерин изилдөө негизинен чоң жана татаал геометрияга жана топологияга байланыштуу актуалдуу болуп эсептелет.

Бирден бир уюлдук байланыш түйүндөрүнүн артыкчылыгы фракталдык түзүлүшкө ээ болгон маалымат трафигинин топологиялык өлчөөдөн көз карандылыгы.



4-сүрөт. Ош шаарындагы Курманжан-Датка микрорайонундагы жайгашкан базалык станциялардын фракталдык өлчөмдүүлүгү.

ArcGIS программасынын негизинде Ош шаарынын Курманжан-Датка микрорайонундагы уюлдук байланыштын базалык станцияларынын жайгашуусунун фракталдык өлчөмдүүлүгүн аныктоо жүргүзүлдү.

1-таблицада изилденген микрорайондун базалык станцияларынын жайгашуусунун фракталдык өлчөмдүүлүгүнүн $D=1,22$ барабар болушу Кохтун ийри сызыгынын фракталдык өлчөмдүүлүгүнө туура келгендиги көрсөтүлдү.

1-таблица. Ош шаарындагы Курманжан-Датка микрорайонундагы базалык станциялардын жайгашуусунун фракталдык өлчөмдүүлүгү.

</

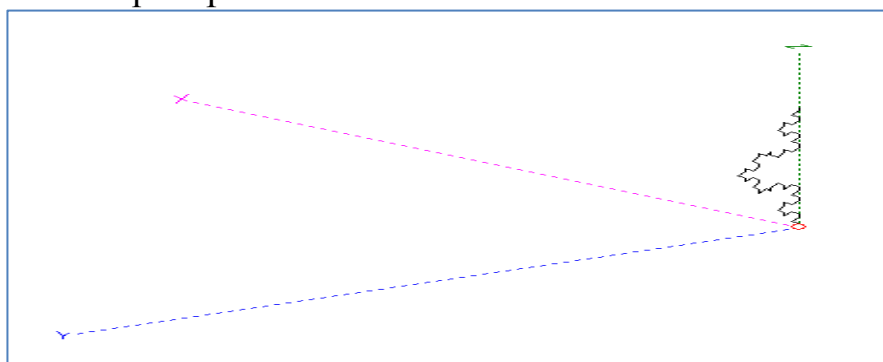
Фракталдык геометрия методун колдонуу менен уюлдук байланыш түйүндөрүн моделдөөдө системалык деңгээлде жаңы методдорду анализдөөгө жана түйүндүн өсүүсүн үйрөнүүгө болот.

Мисалы байланыш түйүндөрү, ушундай эле байланыш түйүндөрүнүн транспорттук түйүндөрү, шаардын күчүү өнүгүүсүнө жана өсүшүнө жардам берет. Ошондуктан, райондун жана көчөлөрдүн географиялык геометриясына байланышы бар базалык станциялардын байланыштары жөнүндө маалымат билүү зарыл. Шаардагы имараттардын геометриясы уюлдук байланыш системасынын түйүнүн топологиясы менен аныкталат.

Ошол эле учурда геометриялык объектин (шаар, регион ж.б.) фракталдык өлчөмдүүлүгү D_0 барабар, ал үчүн төмөнкү тастыктоолор: байланыш түйүнүнүн топологиясынын оптималдуу камтуусу үчүн объекттин топологиясы менен дал келүүсү керек, төмөнкү $D_c \geq D_0$ аткарылышы керек. D_c бул байланыш түйүнүн көлөмү.

IV главада Кохтун ийри сызыгынын негизинде фракталдык антеннанын 2 үлгүсү моделденген жана керектелген маалыматтар алынган. Моделдөө учурунда MmanaGal программасы колдонулду. 900 жана 1800 МГц жыштыгына барабар болгон XZ мейкиндигинде антенна каралган. Жыйынтыгында антеннанын төрт параметрлери анализденген: тик толкун коэффициентин (ТТК), активдүү жана реактивдүү каршылык, күчөтүү коэффициенти (КК) жана багытталуу диаграммасы (БД). Моделдөөнүн жыйынтыгында Кохтун ийрисиинин негизинде тузулгон фракталдык антенна мобилдик байланыш тиркемелерине туура келет.

Азыркы учурда көптөгөн эксперименттердин жыйынтыгында фракталдык антенналар кичине көлөмдүү болсо да демейдеги антенналардай эле күчөтүү коэффициентиине ээ. 1-суретте 900 МГц жыштыгындагы үчүнчү итерациядагы Кохтун фракталы көрсөтүлгөн.



5-сурет. Кохтун ийрисиинин негизиндеги фракталдык антеннанын модели.

Фракталдык антеннанын негизги касиетти бул итерациянын санынын өсүүсү менен диполдун бийиктигинин кыскартуусу.

Иштин жүрүшүндө $n=3$ итерациялуу $0,002$ м бирдей узундуктагы, $n=64$ сегменттен турган $L=0,128$ периметрге ээ болгон фракталдык антенна берилген.

Фракталдык антеннанын жыштыгын төмөнкү шарт менен аныктоого болот:

$$L = 0,49 \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{\text{эф}}}} \quad (8)$$

λ – толкундун резонанстык узундугу;

$\epsilon_{\text{эф}}$ – ФА жана тегиздик аралыгындагы чөйрөнүн эффективдүү диэлектрикалык өткөрүмдүүлүгү.

L жана $\epsilon_{\text{эф}}=2,2$ параметрлеринде 3-формуланын жардамы менен изилденген антенна үчүн $\lambda =0,94$ жумушчу толкун узундугун алууга болот.

Моделденген фракталдык антеннаны салыштыруу үчүн эталон катары симметриялык жарым толкундуу диполду геометриялык өлчөмү жана параметрлери белгилүү болгондугуна байланыштуу колдонууга болот.

Кыргыз Республикасынын уюлдук компаниялары 900 МГц жыштыгында иштегендигине байланыштуу бул жыштык моделдөөгө колдонулган.

Адабияттардан белгилүү болгондой вибратордун резонанстык узундугу $\lambda/2$ кичине. Жөнөтүү линиясынан айырмаланып, толкундун таралуусунда вибратордогу турган толкундардын өзгөрүүсү нурдануудагы жоготуу болбогондугуна байланыштуу. Вибратордун резонанстык узундугунун азаюсу менен индуктивдуу каршылык пайда болот, ал мисалы антеннанын узундугунун 5 % кыскартуусунан азаят.

(9) формуласы менен жарым толкундуу вибратордун резонанстык узундугун эсептөөгө болот.

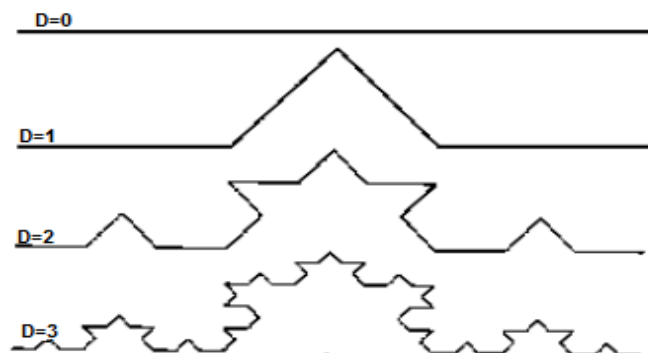
$$L \approx 0,95 \frac{\lambda}{2} = \frac{143}{f}, \quad (9)$$

L – узундук (м), f – жыштык (МГц).

Биздин моделдөө (f) жыштыгы 900 МГц барабар жана эсептөөдө $L \approx 143/900 \approx 0,1589$ м алынды. Резонанстык жыштыкты аныктоо үчүн биздин тажрыйбада $\lambda/4$ жарым толкундуу диполь эки бутактуу бирдей узундуктан турат.

Ийиндин узундугун $\lambda = c/f_T$ менен эсептөөгө болот. c – жарыктын ылдамдыгы.

Белгилүү болгон фракталдын өзүнө-өзү окшош касиети антеннанын көлөмүнүн кичирейишине алып келет. Бул иште 900 МГц жыштыктагы изелденген фракталдык антенна жана $\lambda/4$ -ийиндүү сызыктуу диполь салыштырылган.



6-сүрөт. $n=3$ итерациясындагы Кохтун ийри сызыгы

6-сүрөттө фракталдык антеннаны эсептөө үчүн Кохтун ийриси ар түрдүү итерация менен көрсөтүлдү. Төмөндөгү формула менен Кохтун фракталынын өлчөмүн (D) эсептөөгө болот:

$$D = \frac{\lg 4}{\lg [2(1 + \cos \Theta)]}, \quad (10)$$

Эгерде Кохтун ийрисинин стандарттык ийилүү бурчу $\Theta = 60^\circ$ болсо, анда (10) формула менен эсептөөдө $D = 1,26$ келип чыгат.

f_K Кохтун диполунун резонанстык жыштыктыгынын төмөнкү параметрлерден көз карандылыгын (11) формула менен эсептейбиз.

- Фракталдын өлчөмү D ;
- Итерация номери n ;
- Түз сызыктуу диполдун резонанстык жыштыгы f_D .

$$f_k = f_D \left[1 - \frac{\ln D}{D} \cdot \exp \left(\frac{n-1}{n} \right) \right], \quad (11)$$

2-сүрөт үчүн $D = 1,26$ жана $n = 1$ болгондо (11) формуладан төмөнкүнү алабыз:
 $f_k = f_D \cdot 0,816, \quad f_k = 900 \text{ МГц} \cdot 0,816 = 734 \text{ МГц}, \quad (12)$

6-сүрөт үчүн $D = 1,26$ жана $n = 2$ болгондо (11) формуладан төмөнкүнү алабыз:
 $f_k = f_D \cdot 0,696, \quad f_k = 900 \text{ МГц} \cdot 0,696 = 621 \text{ МГц}, \quad (13)$

6-сүрөт үчүн $D = 1,26$ жана $n=3$ болгондо (6) формуладан төмөнкүнү алабыз:
 $f_k = f_D \cdot 0,610, \quad f_k = 900 \text{ МГц} \cdot 0,610 = 549 \text{ МГц}, \quad (14)$

(12), (13), (14) формулаларын пайдаланып тескери маселени да чыгарууга болот. Көрсөтүлгөн жыштыктагы түз сызыктуу диполдорду алуу үчүн фракталдык антенналарда $f_k = 900 \text{ МГц}$ жыштыгын пайдалануубуз керек:

$$n = 1 \text{ үчүн } f_D = f_k / 0,816 = 900 \text{ МГц} / 0,816 = 1102 \text{ МГц}, \quad \dots (15)$$

$$n = 2 \text{ үчүн } f_D = f_k / 0,696 = 900 \text{ МГц} / 0,696 = 1293 \text{ МГц}, \quad \dots (16)$$

$$n = 3 \text{ үчүн } f_D = f_k / 0,610 = 900 \text{ МГц} / 0,610 = 1476 \text{ МГц}, \quad \dots (17)$$

1-таблицада биз алган эсептик жана анализденүүчү маалыматтар келтирилди, анда теориялык жактан эсептелген (f_T) жыштыгы (f_a) анализденүүчү жыштыктан 4–9 % га айырмаланып турат.

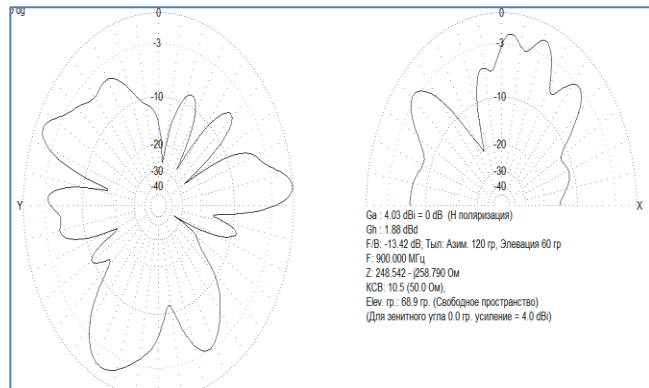
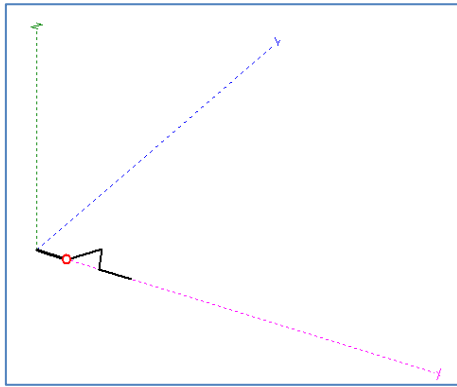
Таблица 1. Кохтун ийрисин түзүүнүн негизинде алынган фракталдык антенналардын резонанстык жыштыктарынын маалыматтарын салыштыруу

Антеннанын түрү	Итерация n	$\lambda/4$ -ийиндин узундугу, мм	f_T , МГц	f_a , МГц
	1	78	734	767
	1	63,5	900	945
	2	78	621	658
	2	55	900	980
	3	78	549	580
	3	51	900	1020

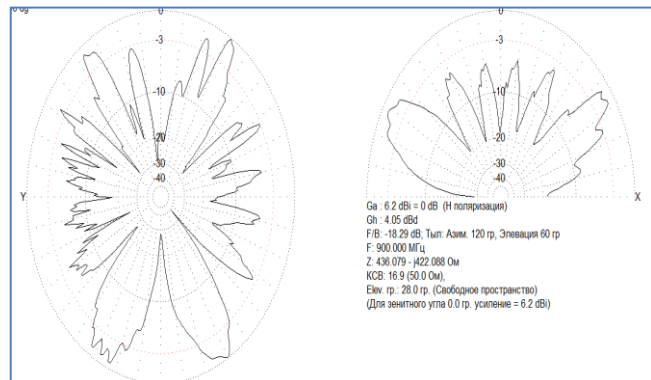
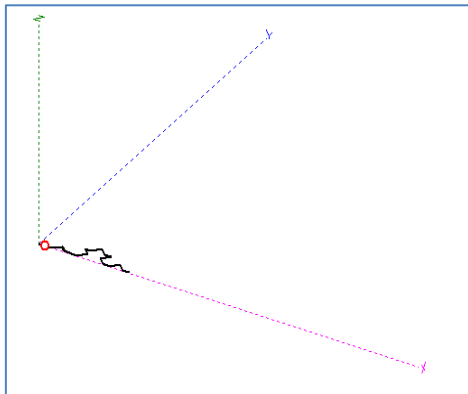
Алынган жыйынтыктардан көрүнүп тургандай Кохтун ийрисине негизделген фракталдык антенналардын размеринин кичирейиши жана итерациянын санынын көбөйүшү менен антеннанын резонанстык жыштыгы 767 МГц тен 1020 МГц ке чейин, ал эми сызыктуу диполдуку 734 тен 900 МГц ке чейин өзгөрөт.

Фракталдык антеннанын багытталган диаграммасы MmanaGal программалык пакетинин жардамында табылды.

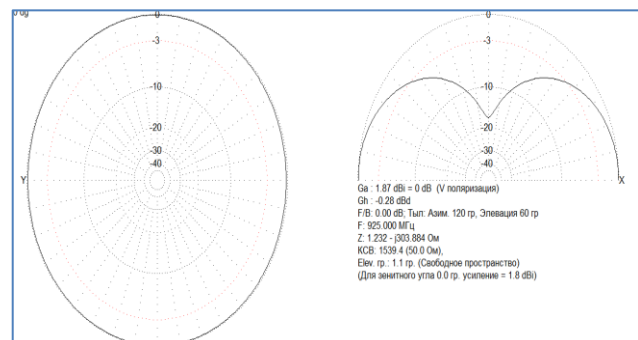
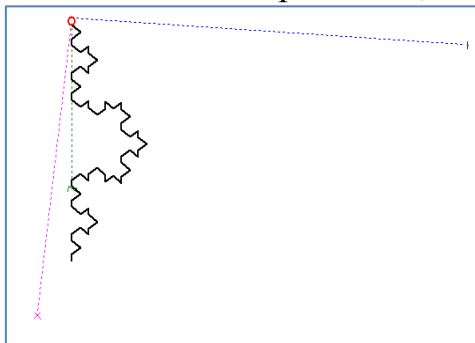
7-9 сүрөттөрдөн көрүнүп тургандай антеннанын 1, 2, 3-итерацияда каралган багытталган диаграммасынын теориялык жана анализденген маалыматтары айырмаланып турат.



7-сүрөт. Кохтун ийрисинин формасындагы вибратордун 1-итерациядагы багытталган диаграммасы, $f = 900$ МГц



8-сүрөт. Кохтун ийрисинин формасындагы вибратордун 2-итерациядагы багытталган диаграммасы, $f = 900$ МГц



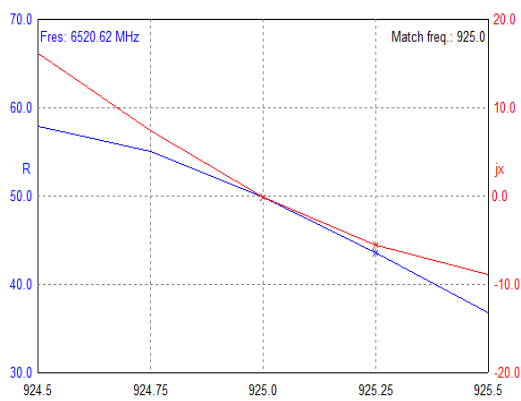
9-сүрөт. Кохтун ийрисинин формасындагы вибратордун 3-итерациядагы багытталган диаграммасы, $f = 900$ МГц

Фракталдык антенналардын 900 МГц жана 1800 МГц жыштыктарда иштөөчү режимдик параметрлери каралды.

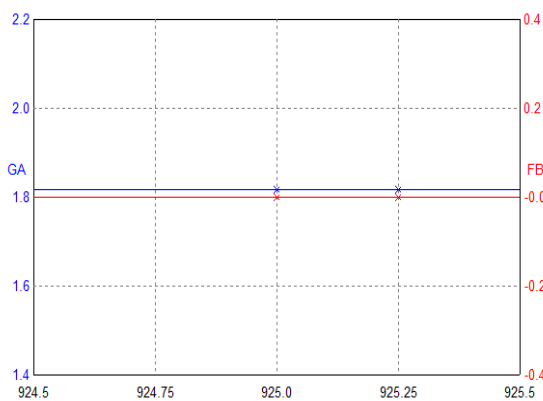
Моделдөө учурунда 0,1 мм, 1мм, 2мм, 3мм, 4мм, 5мм, 6мм, 6,5мм жана 6,8мм радиустагы зым алынды. Электр импедансы үчүн 50 Ом алынды, өткөргүчтүн узундугу 2 смди түзөт.

GSM-900 жогорулоочу байланыш линияларында (телефондон базалык станцияларга чейин) 890-915 МГц жыштыктар диапазонунда иштейт жана төмөндөөчү байланыш линияларында (базалык станциядан телефонго чейин) 935-960 МГц жыштыктар диапазонунда иштейт.

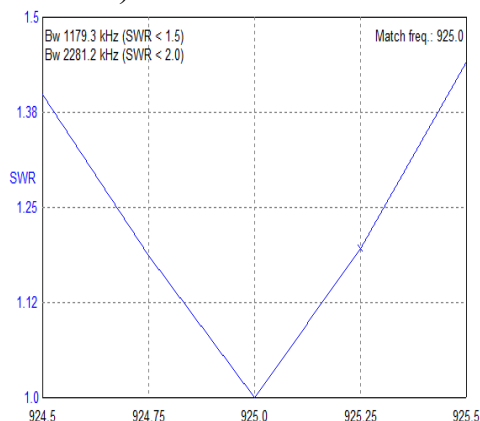
10а-10г сүрөттөрүндө 900 МГц жыштыктагы Кохтун ийрисинин фракталдык антенналарын моделдөөдө алынган маалыматтар көрсөтүлдү.



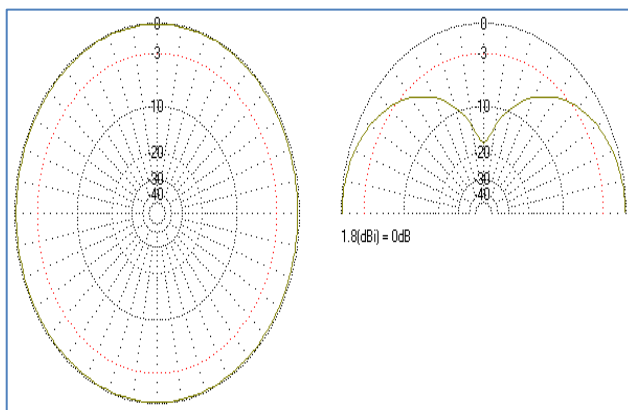
а)



б)



в)



г)

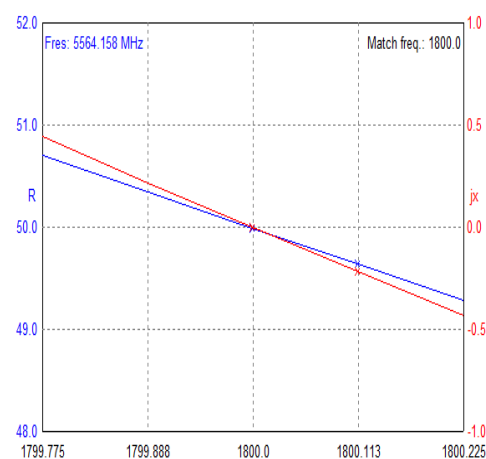
10-сүрөт. а) 1мм радиустагы активдүү жана реактивдүү каршылыктын түзүүчүлөрүнүн графиги; б) 1 мм радиустагы күчөткүч коэффициентине салыштырмалуу жыштыктын графиги; в) 1 мм радиус үчүн ТТКнын жыштыктан көз карандылык графиги; г) горизонталдык жана вертикалдык тегиздиктердеги багыттардын диаграммасы.

Таблица 2. GSM-900 МГц жыштыгы үчүн моделдөөнүн жыйынтыгы.

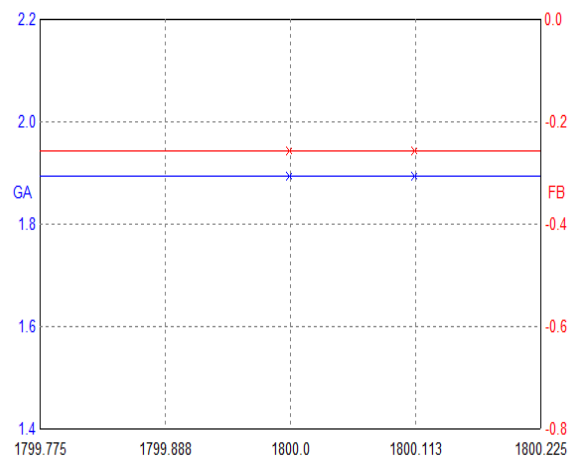
Радиус (мм)	Күчөткүч коэффициент (db)	ТТК
0,1	1,5	1,5
1	1,8	1,4
2	1,9	1,1
3	1,9	1,2
4	1,9	1,2
5	1,9	1,0
6	1,9	1,0
6,8	1,9	1,1

GSM-1800 жогорулоочу байланыш линияларында 1710-1785 МГц жыштыктар диапозонунда иштейт жана төмөндөөчү байланыш линияларында 1805-1880 МГц жыштыктар диапозонунда иштейт.

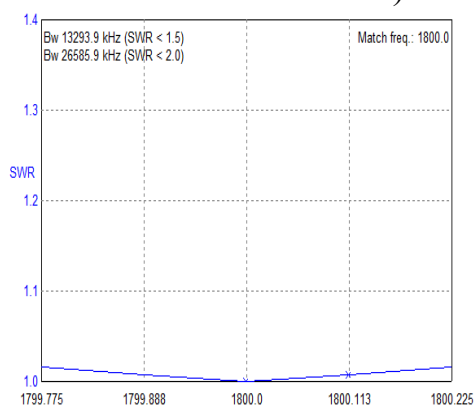
11а-11г сүрөттөрүндө 1800 МГц жыштыктагы Кохтун ийрисинин фракталдык антенналарын моделдөөдө алынган маалыматтар көрсөтүлдү.



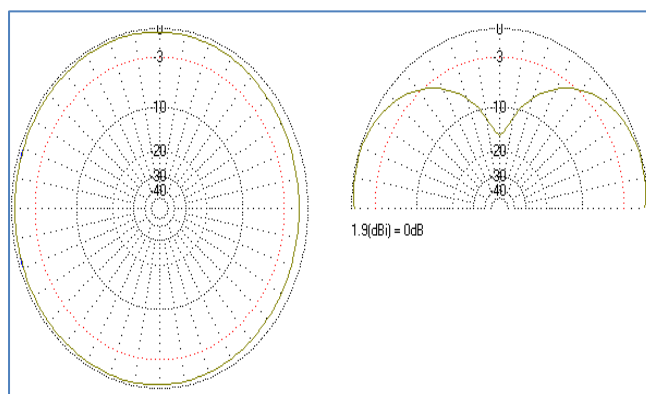
а)



б)



в)



г)

11-сүрөт. а) 1мм радиустагы активдүү жана реактивдүү каршылыктын түзүүчүлөрүнүн графиги; б) 1 мм радиустагы күчөткүч коэффициентине салыштырмалуу жыштыктын графиги; в) 1 мм радиус үчүн ТТКнын жыштыктан көз карандылык графиги; г) горизонталдык жана вертикалдык тегиздиктердеги багыттардын диаграммасы.

Изилдөөдө өткөргүчтүн радиусу 0,1 мм ди түзөт, мында өткөргүчтүн радиусун жогорулатуу менен антеннанын өткөрүү жөндөмдүүлүгүн жогорулатууга болот. Үчүнчү итерациядагы 2 см узундуктагы Кохтун ийрисин моделдөөдө MMANAGAL программалык пакетинин жардамында антенна тургузулду.

Кохтун диполу 1800 МГц жыштыкта мыкты өндүрүмдүүлүктү көрсөтөт жана ушул эле жыштыктагы сызыктуу волонкондуу салттуу монополиянын касиеттерине дал келген таратуучу касиетке ээ. Багытталган диаграммалар бардык багыттар боюнча бирдей багытталган.

Таблица 3. GSM-1800 үчүн моделдөөнүн жыйынтыгы

Радиус (мм)	Күчөткүч коэффициент (db)	ТТК
0,1	1,1	1,4
1	1,9	1
2	2,1	1
3	2,2	1

4	2,3	1
5	2,4	1
6	2,5	1
6,5	2,6	1
6,8	2,6	1

Электр импедансы үчүн (ТТК) 50 Ом алынды. Өткөргүчтүн радиусу 0,1 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм, 4мм, 5мм, 6мм, 6,5 жана 6,8 мм түзөт.

900 МГц жыштыкта антеннанын радиусунун жогорулашы менен күчөтүү коэффициенти 2 мм ге чейин жогорулашы аныкталган, ал эми 1800 МГц үчүн күчөтүү коэффициенти 6 мм радиуска чейин жогорулаган. 6,5 жана 6,8 радиустарында стабилдүү күчөткүч коэффициентин алууга болот. Антеннанын багытталган диаграммасы күчөткүч коэффициентинин өзгөрүшү менен өзгөрөт.

Таблицадагы маалыматтарды анализдөө менен күчөтүү коэффициенти өткөргүчтүн радиусуна параллель жогорулашы аныкталат жана GSM-900 стандартында 1,9 дБ ге жетет, ал эми GSM-1800 стандартында күчөтүү коэффициенти 2,6 дБ ге чейин жетет.

Моделдештирилген фракталдык антенналар 1800 МГц жыштыкта көрсөтүлгөн радиустарда $ТТК > 1,1$ көрсөтөт. Анын мааниси канчалык аз болсо, ошончолук жакшы. Идеалдык мааниси катары – 1 каралат, бирок практикада ар кандай жоготуулардын айынан жумушчу маани катары 1,1 - 1,5 каралат.

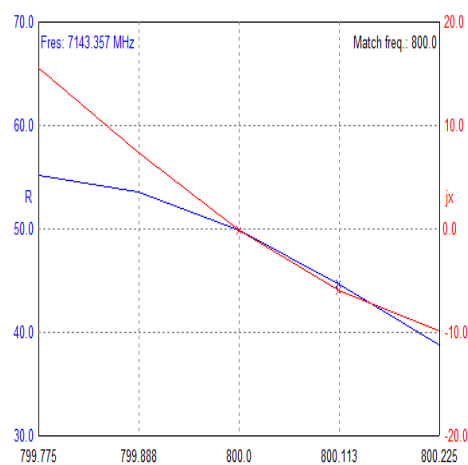
V бөлүмдө Кохтун ийрисинин негизинде 800 МГц жана 2600 МГц жыштыктардагы LTE түйүнү үчүн фракталдык антеннанын модели иштелип чыкты, анткени Кыргыз Республикасындагы мобилдик түйүндөр ушул жыштыктарда иштешет.

4-муундагы мобилдик байланыштар LTE жана LTE-Advanced стандарттарына негизделген.

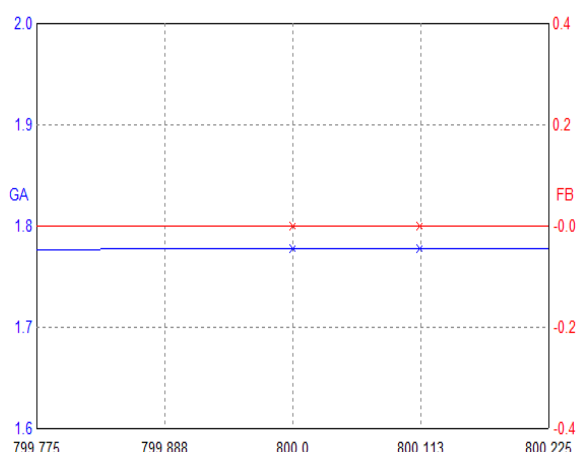
4 жана 3-сүрөттөрдө фракталдык антенналардын компьютердик модели келтирилди. Антенналардын модели MMANAGAL чөйрөсүндө тургузулду жана төмөнкү кийирилүүчү маалыматтар анализденди:

- итерациялардын саны 3 барабар;
- жумушчу диапазон 800 жана 2600 МГц;
- радиустар 1мм, 2мм, 3мм, 4мм, 5мм, 6мм, 6,5мм, 6,8мм.

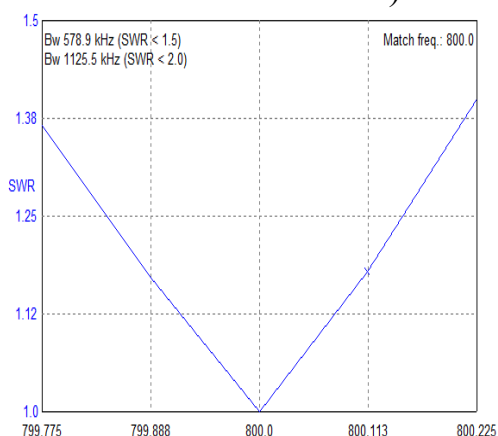
Моделдөөнүн жыйынтыгында багытталган диаграмманын формасы, анын күчөтүүсү жөнүндө маалыматтарды, ошондой эле тик толкун коэффициентинин (ТТК) жана горизонталдык жана вертикалдык тегиздиктердеги багытталган диаграмманын маанилери эсептелди. 1-сүрөттүн негизинде моделдөөнүн жыйынтыктары көрсөтүлдү: активдүү жана реактивдүү каршылыктын маанилери, күчөтүү коэффициенти, антеннанын багытталган диаграммасы, ошондой эле ушул жыштыктар диапазонундагы тик толкун коэффициенти. 13a-13г сүрөттөрүндө 800 МГц жыштыктагы LTE-түйүндөрү үчүн фракталдык антенналардын графиктери көрсөтүлдү.



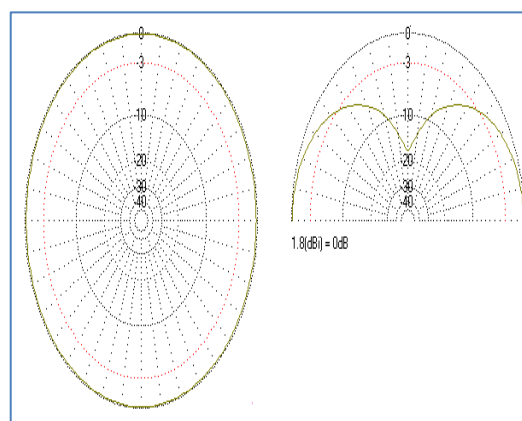
а)



б)



в)



г)

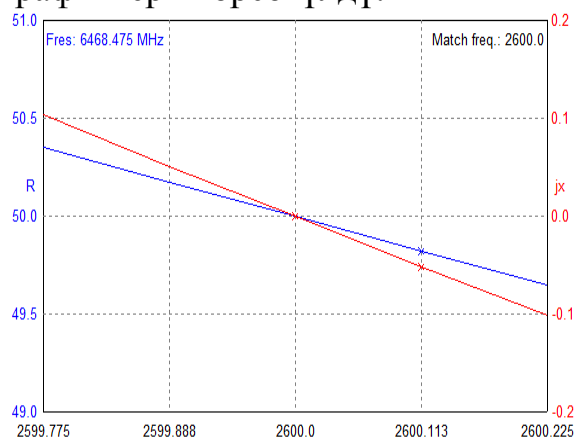
13-Сүрөт. а) 1мм радиустагы активдүү жана реактивдүү каршылыктын түзүүчүлөрүнүн графиги; б) 1 мм радиустагы күчөткүч коэффициентине салыштырмалуу жыштыктын графиги; в) 1 мм радиус үчүн ТТКнын жыштыктан көз карандылык графиги; г) горизонталдык жана вертикалдык тегиздиктердеги багыттардын диаграммасы.

Моделдөөнүн жыйынтыгында фракталдык антенналардын эң жакшы көрсөткүчтөрү алынды.

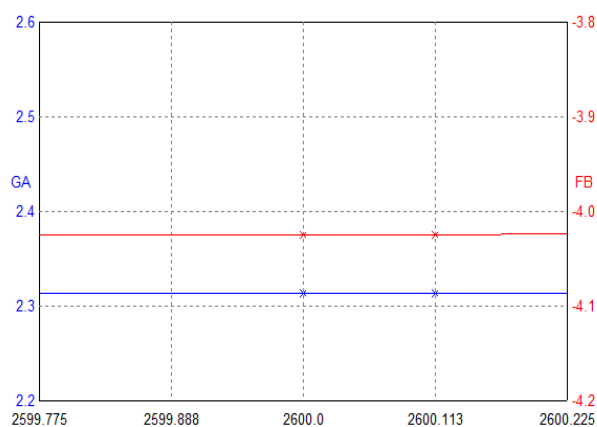
Таблица 4. 800 МГц жыштыктагы LTE –түйүндөрүнүн фракталдык антенналарынын көрсөткүчтөрү

Радиус (мм)	Күчөткүч коэффициент (db)	ТТК
1	1,8	1,2
2	1,8	1,2
3	1,8	1,2
4	1,8	1,1
5	1,8	1,1
6	1,8	1,1
6,5	1,9	1,1
6,8	1,9	1,1

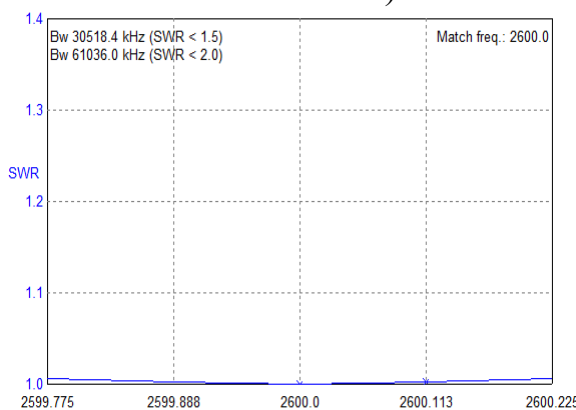
14а-14г сүрөттөрүндө 2600 МГц жыштыктагы Кохтун ийрисиинин негизиндеги фракталдык антенналардын LTE-түйүндөрү үчүн моделдөөнүн графиктери көрсөтүлдү.



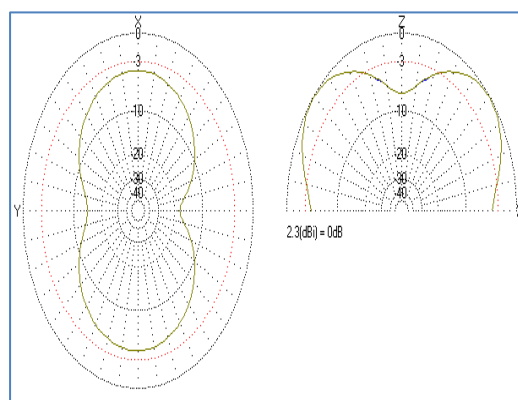
а)



б)



в)



г)

13-Сүрөт. а) 1мм радиустагы активдүү жана реактивдүү каршылыктын түзүүчүлөрүнүн графиги; б) 1 мм радиустагы күчөткүч коэффициентине салыштырмалуу жыштыктын графиги; в) 1 мм радиус үчүн ТТКнын жыштыктан көз карандылык графиги; г) горизонталдык жана вертикалдык тегиздиктердеги багыттардын диаграммасы.

Таблица 5. 2600 МГц жыштыктагы LTE –түйүндөрүнүн фракталдык антенналарынын көрсөткүчтөрү

Радиус (мм)	Күчөткүч коэффициент (db)	ТТК
1	2,3	1
2	2,6	1
3	2,8	1
4	3,0	1
5	3,2	1
6	3,3	1
6,5	3,3	1
6,8	3,4	1

Жыйынтыктар көрсөткөндөй 2600 МГц жыштыктагы күчөтүү коэффициенти 800 МГц жыштыгына караганда бир кыйла чоң, бирок багытталуу диаграммасы ичке.

Жалпы жыйынтыктар

1. Уюлдук байланыш түйүнүндө колдонулуучу фракталдык антенналарды моделдөө жана математикалык модели иштелди. Уюлдук байланыштагы Кохтун фракталдык структурасындагы антеннанын приоритеттүүлүгү көрсөтүлдү. Белгилүү электродинамикалык анализдөө методдорун колдонуу менен кеңири тилкелүү жана көп жыштыктуу фракталдык антеннанын математикалык моделдөө жана моделдөө методдорун жана фракталдык геометрияны тургузуунун автоматикалык алгоритми иштелди;

2. ГИС технологияларын пайдаланып Ош шаарынын Курманжан-Датка кичирайонунда жайгашкан базалык станциялардын фракталдык өлчөмү 1,22 түзөөрү көрсөтүлдү. Бул Кохтун ийрисинин үчүнчү итерациядагы фракталдык өлчөмү менен дал келет. Итерациялардын саны антеннанын багытталган диаграммасынын өзгөрүшүн аныктоого жардам берди б.а. ТТКнин көрсөткүчтөрүн жакшыртты. Фракталдык өлчөмдөрдү аныктоодо алынган жыйынтыктар изилденип жаткан жердин топографиялык өзгөчөлүктөрүн эске алып, мобилдик байланыш түйүндөрүнүн мүмкүнчүлүктөрүнө ылайык, базалык станцияларды орнотуу планын ишке ашырат.

3. Төмөнкү параметрлер: багытталган диаграммалар (БД), тик толкун коэффициенти (ТТК), толкундук каршылык (Z), күчөтүү коэффициентинин (КК) фракталдык антеннанын режимине таасирин тийгизет. MManaGal программалар пакетин колдонуп түзүлгөн Кохтун ийрисинин үчүнчү итерациядагы сандык моделинин тургузулушу фракталдык антеннанын оптималдык өлчөмүн аныктоого түрткү болду: 900 жана 1800 МГц жыштыктары GSM стандарты үчүн жана 800, 2600 МГц жыштыктары LTE-түйүндөрү үчүн антеннанын диаметрлери 0,1мм, 1мм, 2мм, 3мм, 4 мм, 5мм, 6 мм, 6,5мм и 6,8 мм. өлчөмүндө алынды. Фракталдык антеннанын өлчөмү 900 жана 1800 МГц үчүн 0,1 ден 6,8мм чейин өзгөргөндө, күчөтүү коэффициенти 1,9 дан 26 дБ чейин өзгөргөн, ал эми 800 жана 2600 МГц жыштыктарында күчөтүү коэффициенти 1,8 ден 3,4 дБ чейин жогорулаган. Бул көрсөткүч мобилдик түйүндөрдө эң жакшы көрсөткүчкө ээ болгон кичине өлчөмдөгү антенналарды колдонууга шарт түзөт.

4. LTE түйүнү үчүн 800 жана 2600 МГц, GSM стандарты үчүн 900 жана 1800 МГц диапазондорунда MManaGal программасын колдонуу менен Кохтун ийри сызыгынын негизиндеги модель жогорку ылдамдыкты камсыздайт, уюлдук системада туруктуу маалымат берүү жана кабыл алуу туруктуу тейлөө аймагынын негизинде камсыздалганы көрсөтүлгөн. Каралган 800, 900 жана 1800 МГц жыштык диапазонунда багытталган диаграмма жакшы көрсөткүч көрсөтөт.

5. Диссертациялык жумуштун жыйынтыгында MmanaGal программалар пакетин колдонуу менен Ош шаарынын жашоочуларын сапаттуу байланыш менен камсыздоо үчүн фракталдык геометрия ыкмасынын негизинде (антеннанын көлөмү 2см, ТТК >1,4, КК 3,4 дБ чейин жана толкун каршылыгы ≈ 50 Ом) жакшыртылган параметрдеги ФА моделдештирүү көрсөтүлдү.

Диссертациянын негизги мазмуну төмөнкү жумуштарда жарыяланган:

1. **Абдыраева Н.Р.** Анализ системы передачи данных на базе беспроводных технологий. [Текст] / Раимбек уулу Э, Б. Кочконбаева, Н.Р. Абдыраева // Известия Ошского технологического университета, №2.- Ош, 2011.-С. 13-17.
2. **Абдыраева Н.Р.** Особенности конструирования фрактальных антенн [Текст] / Ы.Т. Ташполотов, Н.Р. Абдыраева // Вестник Ошского государственного университета, №2.-Ош, 2013.-С. 166-169.
3. **Абдыраева Н.Р.** Проектирование и анализ фрактальных антенн основанных на кривой Коха и решетке Серпинского [Текст] / Н.Р. Абдыраева // Известия Ошского технологического университета, № 2.-Ош 2014.-С. 29-31.
4. **Абдыраева Н.Р.** Применение ГИС в телекоммуникациях [Текст] / Н.Р. Абдыраева // Вестник Ошского государственного университета, № 1.-Ош, 2015.-С. 137-140.
5. **Абдыраева Н.Р.** Особенности применения ГИС-технологий в современных информационно-телекоммуникационных системах. [Текст] / Н.Р.Абдыраева // Известия Ошского технологического университета №1.-Ош 2015.-С. 35-38.
6. **Абдыраева Н.Р.** Анализ существующих базовых станций города Ош с применением ГИС-технологий [Текст] / Н.Р.Абдыраева // Наука образование техника, № 2.-Ош 2016.-С. 10-16.
7. **Абдыраева Н.Р.** Особенности беспроводной широкополосной связи LTE с использованием фрактальной антенны на основе Кривой Коха [Текст] / Н.Р. Абдыраева // Бюллетень науки и практики, №3.- Нижневартовск, 2018. С.164-169.
8. **Абдыраева Н.Р.** Исследования диаграмм направленности фрактальной антенны Кривой Коха на основе модели MmanaGal [Текст] / Н.Р. Абдыраева // Бюллетень науки и практики, №4.-Нижневартовск, 2018.-С. 275-281.
9. **Абдыраева Н.Р.** Разработка фрактальной антенны Кривой Коха для сотовых систем связи работающих на частоте 2100 и 2600 МГц [Текст] / Ы. Т. Ташполотов // Бюллетень науки и практики, №6.-Нижневартовск, 2018.-С.197-204.
10. **Абдыраева Н.Р.** Фрактальная размерность и информационный обмен в сотовых сетях связи [Текст] / Ы. Т. Ташполотов // Бюллетень науки и практики, №7.-Нижневартовск, 2018.-С.198-202.
11. **Абдыраева Н.Р.** Особенности беспроводной широкополосной связи LTE с использованием фрактальной антенны на основе кривой Коха // Свидетельство КР, №3290.- Кыргызпатент, 05.04.2018.

12. **Абдыраева Н.Р.** «Фрактальная размерность и информационный обмен в сотовых сетях связи» [Текст] / Ы. Т. Ташполотов // Свидетельство КР, №3422-Кыргызпатент, 21.09.2018.

Абдыраева Нурипа Рахматиллаевнанын 05.13.18 - Математикалык моделдөө, эсептөө ыкмалары жана программалар комплекси адистиги боюнча «MmanaGal программалар пакетин колдонуу менен Кохтун ийрисиинин негизинде фракталдык антенналардын режимдеринин математикалык моделдөө» аттуу темада техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Ачкыч сөздөр: фракталдык антенна, фракталдык өлчөмдүүлүк, моделдөө, ГМС технологиясы, ТТК, күчөтүү коэффициенти, багытталуу диаграммасы, базалык станция, уюлдук түйүн.

Изилдөө объектиси: Кохтун ийрисиинин негизинде фракталдык антенна.

Иштин максаты: MmanaGal программалык пакетин колдонуу менен фракталдык антеннанын электродинамикалык жана геометрикалык параметрлерин жакшыртуу.

Изилдөөнүн методдору: коюлган көйгөйдүн аймагында теоретикалык жана эмпирикалык (адабияттан алынган) берилиштерди салыштырма талдоо. ArcGIS жана MmanaGal колдонмо пакеттерин колдонуу менен математикалык жана компьютердик моделдөө жана эсептөө ыкмалары.

Алынган натыйжа жана анын жаңылыкттуулугу: Ош шаарынын Курманжан-Датка кичи районунда жайгашкан базалык станциялардын фракталдык өлчөмү аныкталды. Фракталдык антеннанын негизги режимдик параметрлери: багытталган диаграмма (БД), тик толкун коэффициенти (ТТК), толкундук каршылык (Z), күчөтүү коэффициенти (КК) аныкталды жана изилденди. MManaGal пакет программасын колдонуу менен GSM стандарта үчүн 900 жана 1800 МГц, LTE-сети үчүн 800МГц жана 2600 МГц жыштыктарында фракталдык антенна моделденди жана уюлдук байланыш үчүн ФАнын жакшыртылган параметрлери алынды.

РЕЗЮМЕ

диссертации Абдыраевой Нурипы Рахматиллаевны на тему: «Математическое моделирование режимов фрактальных антенн на основе Кривой Коха с использованием пакета программ MmanaGal» на соискание ученой степени кандидата технических наук специальности 05.13.18-Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Ключевые слова: Фрактальная антенна, фрактальная размерность, моделирование, геоинформационные системы, коэффициент стоячей волны,

коэффициент усиления, диаграмма направленности, базовая станция, сотовая сеть.

Объект исследования: Фрактальная антенна на основе Кривой Коха.

Цель исследования: улучшение геометрических и электродинамических параметров фрактальных антенн по средствам применения пакета программ MmanaGal.

Методы исследования: сравнительный анализ теоретических и эмпирических (литературных) данных в области поставленной проблемы. Применение численных методов, математического и компьютерного моделирования с использованием прикладных пакетов ArcGIS и MManaGal.

Полученные результаты и их новизна. Определена фрактальная размерность базовых станций расположенных в микрорайоне Курманжан-Датка г. Ош, исследована и определена режимные параметры: диаграмма направленности (ДН), коэффициент стоячей волны (КСВ), коэффициент усиления (КУ) и волновое сопротивление (Z) фрактальных антенн, улучшена геометрические параметры ФА третьей итерации на частотах: 900 и 1800 МГц для стандарта GSM и 800, 2600 МГц для LTE-сетей с использованием пакета программ MmanaGal.

THE RESUME

The theses of Abdyraeva Nuripa Rakhmatillaevna on the theme: "Mathematical modeling of the models of fractal antennas based on Koch Curve using the software package MmanaGal" for the academic degree of candidate of technical sciences, specialty 13.05.18 - Mathematical modeling, numerical methods and program complexes.

Keywords: Fractal dimension, fractal antenna, GIS technology, SWR, gain factor, directional pattern, base station, cellular network.

Object of research: Computer modeling of a fractal antenna.

The purpose of the study: Improving the operating parameters of fractal antennas with multi-bandwidth and wideband properties at a given frequency.

Research methods: comparative analysis of theoretical and empirical (literature) data in the field of the problem posed. Application of numerical methods, mathematical and computer modeling using application packages ArcGIS and MManaGal.

The results and their novelty. The fractal dimension of the base stations located in the Kurmanzhan-Datka micro district of city Osh was determined, the operating parameters were studied and determined: directivity pattern (DN), standing wave ratio (SWR), gain (KU) and wave resistance (Z) of fractal antennas, improved geometric the third iteration FA parameters at frequencies: 900 and 1800 MHz for the GSM standard and 800, 2600 MHz for LTE networks using the MmanaGal software package.

АБДЫРАЕВА НУРИПА РАХМАТИЛЛАЕВНА

**MMANAGAL ПАКЕТ ПРОГРАММАСЫН КОЛДОНУУ МЕНЕН
КОХТУН ИЙРИСИНИН НЕГИЗИНДЕ ФРАКТАЛДЫК
АНТЕННАЛАРДЫН РЕЖИМИН МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ**

Диссертациясынын авторефераты

Басылмага кол коюлган: 20.02.2019 ж.

Формат 60x84/16. Көлөмү 1,5 б.т.

Офсеттик кагаз. Нускамасы 40 даана. Буйрутма 693.

Н. Исанов ат. Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура
университети «Авангард» окуу-басма борбору
720020, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34, б