

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2024)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных
систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ZSHT7059>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.,

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә. Б. *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцен;</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

FTAMP 47.45.29

<https://doi.org/10.48081/DDLW7317>

**Б. Тұрдыбек³, Т. Г. Сериков¹, *Р. Т. Касым^{1,3},
Қ. Ә. Өжікенов², А. А. Тленшиева¹**

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

²К. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу
университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

³Логистика және көлік академиясы, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*e-mail: kasym.ruslan@gmail.com

ПОРТАТИВТІ ЭКГ-НІҢ ИНТЕРФЕЙСТЕРІ АРАСЫНДА ОҢТАЙЛАНДЫРЫЛҒАН ГИБРИДТІ ФРАКТАЛДЫҚ АНТЕННАМЕН СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС ОРНАТУ

Қазіргі сценарийде денсаулық сақтаудың озық мақсаттары үшін тиімді медициналық мақсаттағы бұйымдарды жобалау саласында қарқынды даму жүріп жатыр. Бұл зерттеу жұмысында жасанды нейрондық желіні (ANN) және бірнеше үйінділермен оңтайландыруды қолдана отырып, ағаш тәрізді антеннаны жобалауға арналған гибриді факталдық тәсіл қарастырылған. ANN модельдеу, әсіресе ғылым мен техникада жиі кездесетін әртүрлі мәселелерді шешу үшін перспективалы шешім ұсынады. Ата-аналық гибриді пішінді салу үшін Джузеппе Пеано тәрізді құрылымға Кох тәрізді құрылым қосылады. FR4 негізіндегі жобаланған прототиптің жалпы көлемі 24 x 20 x 1,6 мм³ құрайды. Ағаш тәрізді геометрия таңдалған субстраттың орталық осіне орналастырылған микрожолқты сызықты беру арқылы қозғалады. «Lg» жер жазықтығының өлшемі бірнеше үйінділермен оңтайландыру әдісімен арнайы оңтайландырылған. Гибриді факталдық тәсілдің тиімділігін жүзеге асыру үшін жобаланған антенна эксперименталды түрде талданады. Жобаланған құрылым

ықшам, геометриялық тартымды және жеткілікті өткізу қабілеттілігін қамтамасыз етеді. Жобаланған антенна 2,41-ден 2,44 ГГц-ке дейін жұмыс істейді, негізгі жиілігі 2,42 ГГц. Жұмыс жиілігінде зерттелген $s_{11} \leq -10$ дБ өткізу қабілеттілігі 1,44 % (35,1 МГц) құрайды. Сонымен қатар, жобаланған антенна мәлімделген жиілікте перспективалы күшейту және тұрақты сәулелену үлгілерін ұсынады. Таңдалған шығыс параметрлерін бағалау үшін жеңілдетілген ANN стратегиясы да қолданылады. Толықтығы үшін ұсынылған гибриді факталдық тәсілдің сенімділігін зерттеу үшін имитацияланған, бағаланған, оңтайландырылған және эксперименттік жауаптар туралы баяндалады. Сонымен қатар, өнімділік әр түрлі қоздыру әдістерімен жобаланған антеннаның әрекетін талдау арқылы тиімді сипатталады.

Кілтті сөздер: гибриді факталдық антенна, қоздыру әдістері, резонанстық жиілік, Биомедициналық қолдану, өткізу қабілеттілігі, жасанды нейрондық желі.

Кіріспе

Денсаулық сақтау саласы сенімді және тиімді антенналарды дамыту бағытында қарқынды дамып келеді [1]. Биомедициналық қосымшалар негізінен терапевтік және денсаулық сақтауды дұрыс бақылау үшін миниатюралық құрылғыларды қажет етеді [2; 3]. Антенналар биомедициналық сектормен байланысты екі маңызды салада қызмет етеді, мысалы, биотелеметрия және биомедициналық терапия [4]. Биотелеметрия амбулаториялық науқастардың физиологиялық параметрлерін/ жағдайларын қашықтықтан өлшеуді қамтиды, ал биомедициналық терапия бірнеше психикалық және/немесе физиологиялық бұзылуларды емдеу үшін арнайы медициналық процедураларды қолдануға бағытталған [5]. Қазіргі уақытта глюкозаны бақылау, нейростимуляторлар, эндоскопия, дефибрилляторлар және торлы қабық протездері және т.б. қашықтан бақылау құралын пайдаланатын медициналық қолданбалардың бірнеше мысалдары болып табылады [6]. Бұл салаларда денсаулық сақтау мекемелерін жақсарту үшін инновациялық антенналарды жобалау үшін инженерия, медицина және ғылым сияқты үш маңызды сала біріктірілген [7]. Факталдық электромагнетика - электромагниттік теория факталдық

антенналар деп аталатын антенналардың ерекше түрін жасауға мүмкіндік беретін, фракталдық дизайн тұжырымдамасымен біріктірілген белгілі бір сала [8]. Фракталдық конструкция өзіне ұқсас өрнектері бар геометриялық орналасу ретінде көрсетілген. Фракталдық құрылымдар өзіндік ұқсастық және кеңістікті толтыру сияқты бірегей мүмкіндіктерді ұстанады, нәтижесінде көп жолақты/кең жолақты функционалдығы бар ықшам, шағын өлшемді антенналар пайда болады [9]. Нарықтың шағын өлшемді антенналарды шығаруға деген сұранысы жақсартылған сипаттамалары бар әртүрлі фракталдық конфигурацияларды біріктіруге мәжбүр етеді [10]. Сонымен қатар, бұл революциялық инновациялық гибриді фракталдық процедура фракталдардың ерекше түрлерін нақты анықталған ерекшеліктерімен біріктіру арқылы сымсыз технологиясы бойынша жұмыс жасайтын құрылғылар жасауға мүмкіндік береді [11].

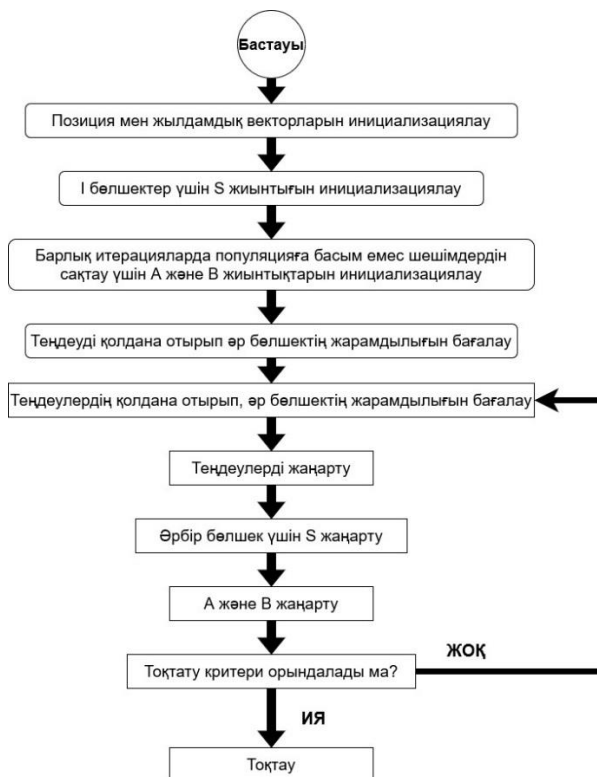
Кох фракталына негізделген дөңгелек поляризацияланған антеннаның дизайны эксперименталды түрде зерттелді. Шарма және басқалар. Кох пен Гильберт пішіндерінің қоспасы арқылы жасалған фракталдық антеннаны суреттеді. Нәтижелер екі түрлі беру орнында есептелді, содан кейін өнімділік күтілді. Сақина тәрізді өрнекті қолданатын бірнеше кірістірілген алтыбұрышты фракталдық антенналар әртүрлі айналу бұрыштарымен жобаланған. Жасанды прототиптер талданып, олардың сымсыз қосымшалар үшін пайдалы екендігі анықталды. Қазіргі уақытта зерттеушілер биомедициналық мақсаттарға арналған антенналарды зерттеуге және физикалық іске асыруға үлкен қызығушылық танытуда. Бұрын антенналарға қатысты миниатюризацияның әртүрлі стратегиялары ұсынылған. Каур әдебиетінде антенналардың биомедициналық сектордағы рөлін нақты сипаттады. Бұл антенналар бірнеше зиянды ауруларды тезірек және ыңғайлы түрде емдеуге мүмкіндік береді. Дөңгелек поляризацияланған антеннаның әрекетін эксперименталды түрде көрсетті және оның өнеркәсіптік, ғылыми және медициналық салаларды биотелеметрия қолданбалары үшін жоғары тиімді. Жаңа үшбұрышты ұяшық антеннасы 2,45 ГГц жиілікте бағаланды. Өлшемі $18 \times 24 \times 0,65 \text{ мм}^3$ алюминий керамикалық материалынан жасалған антенна салынды. L-тәрізді ойықтар патчтан ойылып, копландық толқын өткізгіштің қоректену құрылымымен қоректенді. ISM диапазонын қолдану үшін FR4 негізіндегі қос V-тәрізді антеннаның әрекеті бар. Соңғы жылдары жасанды нейрондық

желі (ANN) тәсілі бірнеше инженерлік және оңтайландыру мәселелерінде сәтті қолданылды.

Материалдар мен әдістер

Жобаланған прототиптің сенімділігі мен тиімділігінің бірнеше дәлелдерін ұсыну үшін осы бөлімде сандық модельдеу мен эксперименттік өлшеулерден алынған нәтижелер сипатталған.

Жобаланған ағаш тәрізді гибриді факталдық антенна жүйелі және дәл үлгіленген. Дизайн критерийі қажетті өнімділікке назар аудара отырып, дұрыс таңдалады. Антеннаның S_{11} мәні төмен болуы керек (≤ -10 дБ) және қызығушылық жиілігінде жоғары пайда болуы керек. Жобаланған құрылымның бастапқы дизайн өлшемдері таңдалады, содан кейін тиімді және өнімділігі жоғары 3d симуляторына негізделген ақырғы элементтер әдісі арқылы тексеріледі, яғни жоғары жиілікті құрылым симуляторы (HFSS) бағдарламалық жасақтамасы. Гибриді факталдық тұжырымдаманың тиімділігі үшін 2-ші итерацияға дейін модельдеу жүргізіледі. Ағымдағы ағын жолдарының электрлік ұзындығының ұлғаюы туралы хабарланды, бұл негізгі жұмыс жиілігін төмендетуге мүмкіндік береді.



Сурет 1 – SO алгоритмінің сұлбасы

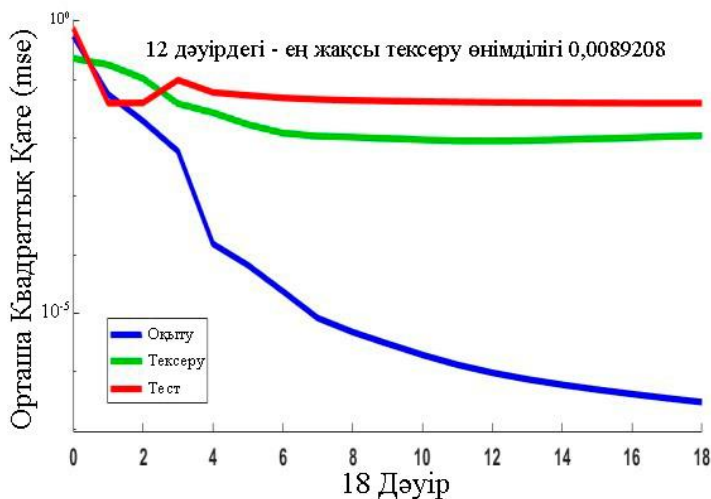
Кесте – 1 Модельдеу және эксперименттік өлшеулерден Кейін Алынған Нәтижелер

Параметр	Имитациялан ған	Өлшенге н
Жұмыс жиілігінің диапазоны (Гц)	2.43-2.46	2.41-2.44
Негізгі жиілік (Гц)	2.45	2.42
Өткізу Қабілеті (МГц)	35.9 (1.46)	35.1 (1.44 %)
S11 (дБ)	-21.01	-15.09

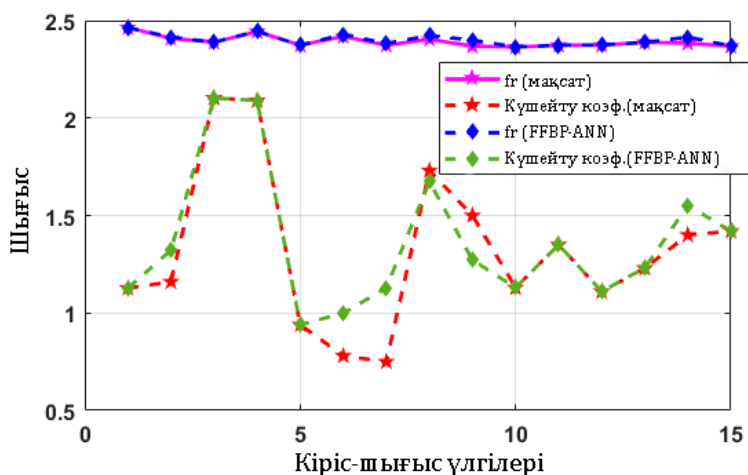
Жақсырақ түсінуге көмектесу үшін модельдеу және эксперименттік сынақтар арқылы алынған болжамды гибриді факталдық антеннаның соңғы нәтижелері 2-Кестеде келтірілген. Модельдеу кезінде байқалатын резонанстық жиілік 2,45 Гц құрайды, ал өлшеу кезінде зерттелген іргелі жиіліктің мәні 2,42 Гц құрайды [12]. VSWR бақыланатын мәні жұмыс жиілігінде рұқсат етілген шектерде ($vswr \leq 2$) болады. Өлшенген өткізу қабілеттілігі 35,9 Мгц имитацияланған өткізу қабілеттілігімен салыстырғанда 35,1 Мгц-ке дейін қысылады. Сонымен қатар, қызығушылық жиілігінде зерттелген антеннаның күшеюі 3,69 дБ құрайды. Бағаланатын нәтижелердегі шамалы ауытқулар негізінен дайындықтың сәйкессіздігіне байланысты. Жобаланған антенна солға қарай 50-ге қисайған кезде 1,23 дБ және S11 мәнін 2,42 Гц жиілікте -10 дБ-ден төмен арттыруды қамтамасыз етеді. Сол сияқты, сол антенна 50-ге оңға қисайған кезде, ол резонансты көрсетеді

Нәтижелер және талқылау

Антеннаның қажетті параметрлерін бағалау үшін Левенберг-Марквардт алгоритмімен оқытылған FFBP-ANN-ге артықшылық беріледі. Болжалды имплантацияланатын антеннаның мінез-құлқын талдау үшін 25 антеннадан тұратын деректер қоры пайдаланылады. Нейрондық желінің нәтижелері MATLAB бағдарламалық жасақтамасында талданады. FFBP-ANN екі кіріспен қоректенеді, яғни «ls» және «ws» және желінің шығысында болжанған параметрлер «fr» және «g» болып табылады. Резонанстық жиіліктің «fr» және «g» күшейту мәндері төмен қарай белгіленеді. «Ls» мәні 23,5-тен 27,5 мм-ге дейін, ал «ws» мәні 20-дан 26 мм-ге дейін. FFBP-ANN дәл нәтижелерге қол жеткізу үшін бірнеше рет оқытылады. TANSIG және PURELIN - сәйкесінше жасырын және шығыс қабатымен байланысты тандалған белсендіру функциялары. 2 сурет Левенберг-Марквардт алгоритмі негізінде FFBP-ANN өнімділік сызбасын көрсетеді. Бұл сюжет валидация, тестілеу және оқыту үшін ең жақсы нәтижелерді ұсынады. Айта кету керек, спектакль сюжеті бойынша зерттелген ең жақсы валидация өнімділігі жалпы 18 дәуірдің 12-ші дәуірінде 0,0089208 құрайды. 3-суретте мақсатты және FFBP-ANN нәтижелерін салыстыру көрсетілген.



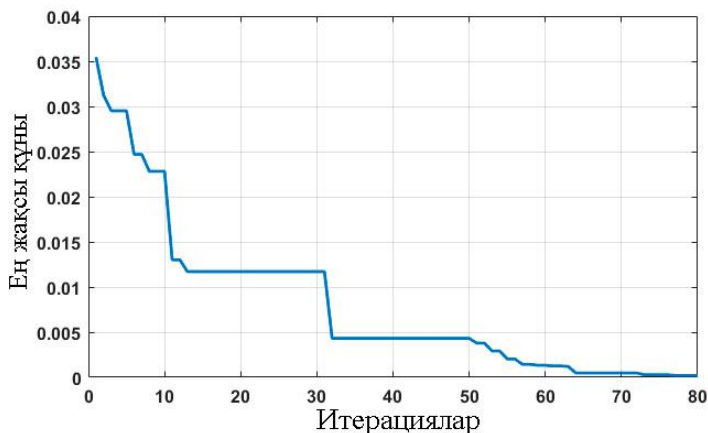
Сурет – 2 FFBP-ANN моделінің Өнімділік сюжеті



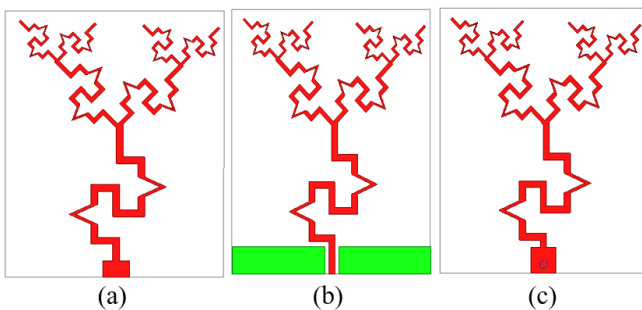
Сурет – 3 Мақсатты және FFBP-ANN нәтижелері

Ұсынылған FFBP-ANN жұмысының мінез-құлқы абсолютті қателік пен орташа квадраттық қателік негізінде бағаланады. Абсолютті қателік оқытудың сапасы туралы білімді қамтамасыз етеді, ал орташа квадраттық қателік мақсаттар мен нақты нәтижелер арасындағы квадраттық

айырмашылықтың орташа мәнін өлшейді. Орташа квадраттық қатенің мәні желінің тиімділігін көрсетеді. 4-суретте ұсынылған FFBP-ANN моделімен анықталған өнімділік келтірілген. Тар мағынада FFBP-ANN моделі антеннаның таңдалған жұмыс параметрлерін болжаудың тиімді құралы болып табылады деген болжам бар.



Сурет. 4. Итерациялармен ең жақсы шығындардың вариациялары

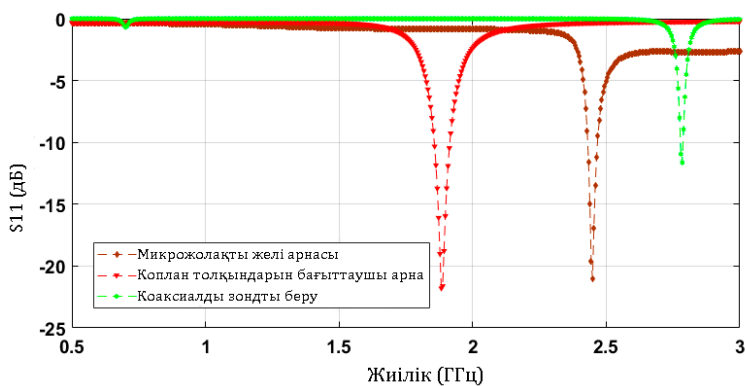


Сурет – 5 (a) Микрожолакты желілік берілісі бар жобаланған антенна;
(b) Копландық толқын өткізгішті беру; (c) Коаксиалды беру

SO нәтижелерінде жобаланған ағаш тәрізді антеннаны жобалау кезінде бірнеше үйінділермен оңтайландыру әдісі қолданылады. Бұл әдіс жердегі жазықтық ұзындығының «Lg» оңтайландырылған мәніне қол жеткізуге көмектеседі. Бұл алгоритмде таңдалған популяция саны 40-қа

тең, ал максималды итерациялар 80-ге тең болады. Есептеу кезінде тиісті жоғарғы және төменгі шектер қарастырылған. Тұжырымдалған шығын функциясы "Lg" оңтайландырылған мәні ретінде 17,70 мм құрайды. Алынған шығындардың ең жақсы мәні - 2.0784 e-04. Жер ұзындығының бұл мәні жобалау мәселесі мен талаптарына сәйкес ұсынылған алгоритмнің қолданылуын сәтті дәлелдейді.

Антеннаны жобалау процесінде қоректендіру механизмі маңызды рөл атқарады, себебі ол кедергінің дұрыс сәйкестігін қамтамасыз ету арқылы шағылысуларды азайтуға көмектеседі. Оның негізгі функциясы кіріс сигналын қарастырылып отырған құрылғыға тиімді қосу болып табылады. Тиісті қоздыру әдісін таңдау өте маңызды міндет болып табылады, өйткені ол осы зерттеуде қарастырылған қозудың барлық әдістеріне қатысты жобалау критерийлері туралы терең білімді қажет етеді. Қозу критерийлері кіріс кедергісіне және құрылғымен байланысты басқа да маңызды сипаттамаларға әсер етеді. Бұл жұмыста қоздыру әдістерінің үш түрі таңдалады: микрожолық, копландық толқын өткізгіш және коаксиалды зонд.



Сурет 6— s_{11} әр түрлі қоздыру техникасы нәтижелері

Ұсынылған геометрияны әртүрлі қоздыру әдістерімен жобалау кезінде бірдей диэлектрлік материал мен модельдеу құралы қолданылатынын айта кеткен жөн. Әр түрлі қоздыру әдістерімен жобаланған прототипті ашады. Копландық толқын өткізгіште (CPW) қоректенетін құрылымда бірдей жердегі жазықтықтар CPW сызығының екі жағына симметриялы түрде

орналастырылған. Симметриялы жер құрылымының ұзындығы мен ені сәйкесінше 2,5 және 9,3 мм құрайды. Коаксиалды зондты беру жобаланған антеннаның түбіне жақын орналасқан. Әр түрлі қоздыру әдістерімен ұсынылған гибридіті фракталдық антеннаның әрекеті талданады, содан кейін алынған нәтижелер салыстырылады. Осылайша, қозудың ең жақсы әдісі дизайн талаптарына сәйкес бағаланады. Әр түрлі берілістері бар жобаланған ағаш тәрізді гибридіті фракталдық антенна жеке жобаланған және имитацияланған. Үш түрлі қоздыру техникасы бар жобаланған прототиптің s11 мінез-құлқының сипаттамасы 6 суретте көрсетілген.

Осы нәтижелерді салыстырғаннан кейін, микрожолақты беру дизайн талаптарына сәйкес қолайлы өнімділік беретіні айтылады. Салыстыру үшін қарастырылатын параметрлер субстрат түрі, көлемі, жұмыс жиілігінің диапазоны және жобаланған антеннаның түрі болып табылады. Әрбір жобаланған прототиптің пішіні мен өлшемі әртүрлі. Кейбір антенналар Медициналық Имплантация Байланысы Қызметі (MICS) және Өндірістік, Ғылыми және Медициналық (ISM) сияқты екі биомедициналық жолақты қамтиды. Осы салыстыру негізінде жобаланған гибридіті фракталдық антенна s11 сипаттамалары, күшейту және сәулелену үлгісі тұрғысынан медициналық жүйелердің қажетті талаптарын қанағаттандыратыны анық. Бұл жерде айта кететін жайт, жобаланған гибридіті фракталдық биомедициналық құрылғы денсаулық сақтау саласына күшті үміткер болып табылады.

Қорытынды

Бұл мақалада ann және MSO негізіндегі ағаш тәрізді гибридіті фракталдық құрылым, көрнекі түрде тартымды, денсаулық сақтау қолданбалары үшін іс жүзінде талданады. MSO әдісі жер ұзындығының оңтайлы мәнін алу үшін қолданылады. Радиациялық сипаттамалары, күшейту және өткізу қабілеттілігі биомедициналық сектордың талаптарына сәйкес қолайлы. Антенна қажетті жұмыс диапазонында $v_{swr} \leq 2$ сәйкес келеді. -10 дБ өлшенген өткізу қабілеттілігі операциялық диапазон үшін 1,44% (2,41-2,44 ГГц) құрайтыны зерттелді. Бұдан басқа, антенна екі бағытты сәулелену үлгілерін қолайлы күшейту мәнімен қамтамасыз етеді. әзірленген ANN моделі жұмыс резонанстық жиілігі мен күшейту сияқты антеннаның шығыс параметрлерін болжауға жарамдылығын тиімді көрсетеді. Эксперименттік түрде жүзеге

асырылатын жобаланған прототип медициналық жүйелерді тиімді қолдай алады.

REFERENCES

1 **Ashok Kumar, S., Shanmuganantham, T.** Analysis and design of implantable Z- monopole antennas at 2.45 Ghz ISM band for biomedical applications/ Ashok Kumar S., Shanmuganantham T. // *Microwave and Optical Technology Letters*. – 2015. – Vol. 57. – № 2. – P. 468–473.

2 **Kim, J., Rahmat-Samii, Y.** Implanted antennas inside a human body: Simulations, designs, and characterizations / Kim J., Rahmat-Samii Y. // *IEEE Transactions on microwave theory and techniques*. – 2004. – Vol. 52. – № 8. – P. 1934–1943.

3 **Sukhija, S., Sarin, R. K.** A U-shaped meandered slot antenna for biomedical applications / Sukhija S., Sarin R. K. // *Progress In Electromagnetics Research M*. – 2017. – Vol. 62. – P. 65-77.

4 **Lee, C.-M & Yo, T.-C & Huang, F.-J & Luo, C.-H.** Dual-resonant π -shape with double L-strips PIFA for implantable biotelemetry / Lee, C.-M & Yo, T.-C & Huang, F.-J & Luo, C.-H. // *Electronics Letters*. – 2008. – Vol. 44. – № 14. – P. 837-839.

5 **Sánchez-Fernández, C. J. & Quevedo-Teruel, Oscar & Requena Carrión, Jesús & Inclan-Sanchez, L. & Rajo-Iglesias, Eva.** Dual-band microstrip patch antenna based on short-circuited ring and spiral resonators for implantable medical devices / Sánchez-Fernández, C. J. & Quevedo-Teruel, Oscar & Requena Carrión, Jesús & Inclan-Sanchez, L. & Rajo-Iglesias, Eva. // *IET microwaves, antennas & propagation*. – 2010. – Vol. 4. – № 8. – P. 1048-1055.

6 **Kumar, S. A., Shanmuganantham, T.** Implantable CPW-fed rectangular patch antenna for ISM band biomedical applications / Kumar S. A., Shanmuganantham T. // *International Journal of Microwave and Wireless Technologies*. – 2014. – Vol. 6. – № 1. – P. 101–107.

7 **Karacolak, T., Hood, A. Z., Topsakal, E.** Design of a dual-band implantable antenna and development of skin mimicking gels for continuous glucose monitoring / Karacolak T., Hood A. Z., Topsakal E. // *IEEE transactions on microwave theory and techniques*. – 2008. – Vol. 56. – № 4. – P. 1001–1008.

8 **Bhattacharjee S., Maity S.** Miniaturization of MEMS-based smart patch antennas for biomedical applications / Bhattacharjee S., Maity S. // Proceedings of the International Conference on Recent Cognizance in Wireless Communication & Image Processing: ICRCWIP-2014. – Springer India, 2016. – P. 279–285.

9 **Choukiker, Y. K., Sharma, S. K., Behera, S. K.** Hybrid fractal shape planar monopole antenna covering multiband wireless communications with MIMO implementation for handheld mobile devices / Choukiker Y. K., Sharma S. K., Behera S. K. // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2013. – T. 62. – №. 3. – P. 1483-1488.

10 **Kasym, R. T., Tolegenova, A. S., Soboleva, L. A., Bolatbekov, A., Serikov, T. G.** «Model of ultra-wideband multi-antenna wireless transfer of information between interfaces» / R. T. Kasym, A. S. Tolegenova, L. A. Soboleva, A. Bolatbekov, T. G. Serikov // Bulletin of Toraygyrov University, ISSN 2710-3420. – No. 2 (2023).

11 **R. T. Kasym, B. Turdybek, A. T. Zhetpisbaeva, A. J. Erdenov, T. G. Serikov,** «Creating a mathematical model for improving the parameters of a wideband wireless chip communication channel» / R. T. Kasym, B. Turdybek, A. T. Zhetpisbaeva, A. J. Erdenov, T. G. Serikov // Bulletin of Toraygyrov University, ISSN 2710-3420, No. 1 (2023).

12 **Kasym, R. T., Umirbekova, Z. M., Serikov, T. G., Tolegenova, A. S., ATlenshieva, A.** «Optimization model of ultra-wideband multi-antenna wireless transfer of information between interfaces» / R.T. Kasym, Z.M. Umirbekova, T.G. Serikov, A.S. Tolegenova, A.A. Tlenshieva // Bulletin of Toraygyrov University, ISSN 2710-3420, No. 3 (2023).

22.04.24 ж. баспаға түсті.

01.05.24 ж. түзетулерімен түсті.

03.06.24 ж. басып шығаруға қабылд

Б. Турдыбек³, Т. Г.Сериков¹, * Р. Т. Касым^{1,3}, Қ. А. Ожикенов²,
А. А. Тленишева¹

¹Казахский Агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана

²Казахский Национальный Исследовательский Технический университет
имени К. Сатпаева, Республика Казахстан, г. Алматы

³Академия логистики и транспорта, Республика Казахстан, г. Алматы

Поступило в редакцию 22.04.24.

Поступило с исправлениями 01.05.24.

Принято в печать 03.06.24.

БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ С ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ГИБРИДНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ АНТЕННОЙ МЕЖДУ ИНТЕРФЕЙСАМИ ПОРТАТИВНОЙ ЭКГ

В современном сценарии идет интенсивное развитие в области проектирования эффективных медицинских изделий для передовых целей здравоохранения. В этой исследовательской работе рассматривается гибридный фрактальный подход к проектированию древовидной антенны с использованием искусственной нейронной сети (ANN) и оптимизации с несколькими кучами. ANN предлагает многообещающее решение для решения различных проблем, которые часто встречаются в моделировании, особенно в науке и технике. Кохоподобная структура добавляется к структуре, похожей на Джузеппе Пеано, чтобы создать родительскую гибридную форму. Общий размер проектируемого прототипа на основе FR4 составляет 24 x 20 x 1,6 мм³. Древовидная геометрия движется, давая микротрещину, расположенную на центральной оси выбранной подложки. Размер плоскости Земли «Lg» специально оптимизирован методом оптимизации с несколькими насаями. Чтобы реализовать эффективность гибридного фрактального подхода, проектируемая антенна анализируется экспериментально. Спроектированная конструкция компактна, геометрически привлекательна и обеспечивает достаточную пропускную способность. Спроектированная

антенна работает от 2,41 до 2,44 Гц с базовой частотой 2,42 Гц. При рабочей частоте исследуемая полоса пропускания $s_{11} \leq -10$ дБ составляет 1,44% (35,1 МГц). Кроме того, проектируемая антенна обеспечивает многообещающее усиление и стабильные модели излучения на заявленной частоте. Упрощенная стратегия ANN также используется для оценки выбранных параметров вывода. Для полноты картины будут представлены смоделированные, оцененные, оптимизированные и экспериментальные ответы для изучения надежности предложенного гибридного фрактального подхода. Кроме того, производительность эффективно описывается путем анализа поведения антенны, спроектированной различными методами возбуждения.

Ключевые слова: гибридная фрактальная антенна, методы возбуждения, резонансная частота, биомедицинское применение, пропускная способность, искусственная нейронная сеть.

*B. Turdybek*³, *T. G. Serikov*¹, * *R. T. Kassym*^{1,3}, *K. A. Ozhikenov*²,
*A. A. Tlenshieva*¹

¹S. seifullin Kazakh Agrotechnical research university,
Republic of Kazakhstan, Astana

²K. Satpayev Kazakh National Research Technical University,
Republic of Kazakhstan, Almaty;

³Academy of Logistics and Transport, Republic of Kazakhstan, Almaty
Received 22.04.24.

Received in revised form 01.05.24.

Accepted for publication 03.06.24.

WIRELESS COMMUNICATION WITH AN OPTIMIZED HYBRID FRACTAL ANTENNA BETWEEN THE INTERFACES OF A PORTABLE ECG

In the current scenario, there is a rapid development in the field of designing effective medical devices for advanced health purposes. This research paper considers a hybrid fractal approach to designing a tree-

like antenna using an artificial neural network (ANN) and optimization with multiple heaps. ANN modeling offers a promising solution to solve various problems that are often encountered, especially in science and technology. A Koch-like structure is added to the Giuseppe Peano-like structure to build the parent hybrid shape. The total size of the designed prototype based on the FR4 is 24 x 20 x 1.6 mm³. The tree-like geometry is driven by giving a microband line placed on the central axis of the selected substrate. The size of the Earth plane «Lg» is specially optimized by the optimization method with several heaps. To realize the effectiveness of the hybrid fractal approach, the designed antenna is analyzed experimentally. The designed structure is compact, geometrically attractive and provides sufficient bandwidth. The designed antenna operates from 2.41 to 2.44 GHz with a base frequency of 2.42 GHz. The bandwidth of $S_{11} \leq -10$ DB studied at the operating frequency is 1.44 % (35.1 MHz). In addition, the designed antenna provides promising amplification and stable radiation patterns at the declared frequency. A simplified ANN strategy is also used to estimate the selected output parameters. For completeness, simulated, evaluated, optimized and experimental responses are reported to study the reliability of the proposed hybrid fractal approach. In addition, the performance is effectively described by analyzing the behavior of the designed antenna with different excitation methods.

Keywords: hybrid fractal antenna, excitation methods, resonant frequency, biomedical application, bandwidth, artificial neural network.

Теруге 03.06.2024 ж. жіберілді. Басуға 28.06.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Тапсырыс №4248

Сдано в набор 03.06.2024 г. Подписано в печать 28.06.2024 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Заказ № 4248

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz