

- [10] Поляк Т.Б., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 273 с.
- [11] Dorato P., Rama K. Yedavalli. Recent Advances in Robust Control. – New York: IEEE Press 3, 1990.
- [12] Myroslav Sparavalo. The Lyapunov Concept of Stability from the Standpoint of Poincare Approach: General Procedure of Utilization of Lyapunov Functions for Non-Linear Non-Autonomous Parametric Differential Inclusions // arXiv:1403.5761 [cs]. — 2014-03-23.
- [13] Математические основы теории автоматического регулирования: Учебное пособие/ Под ред. Б.К. Чемоданова, - М.: Высшая школа, 1977, т.1. 366 с.
- [14] Сю Д., Мейер А. Современная теория управления и ее приложения. – М.: Машиностроение, 1976. 544 с.
- [15] Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А.М.Ляпунова. – Астана, 2015. – 204 с.
- [16] Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций А.М.Ляпунова в теории устойчивости. - М.: Наука, 1987. – 252 с.
- [17] Beisenbi M., Uskenbayeva G., Satibaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. 16th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2016). – PP.743-748. 2016.
- [18] Beisenbi M.A., Uskenbayeva G. The New Approach of Design Robust Stability for Linear Control System. Proceeding of International Conference on Advances in Electronics and Electrical Technology. AEET 2014, PP. 11-18. 2014.

Beisenbi M.A., Satpayeva A.K., Mussabayeva Sh.S., Zhalmuhamedova Zh.M.

The Research of robust stability of nonlinear automatic control systems (ACS) by velocity gradient method of vector A.M. Lyapunov functions

Summary: A gradient-velocity method of A.M. Lyapunov vector-functions is proposed for research the robust stability of nonlinear control systems. In this paper, the A.M. Lyapunov function is constructed on the basis of the gradient of the control system and the equivalence of the A.M. Lyapunov functions and the potential functions of the gradient systems. The A.M. Lyapunov vector-function is constructed from the antipode of the potential function.

Key words: nonlinear systems, control systems, stability, robust stability, Lyapunov's direct method, Lyapunov's vector-function

Бейсенбі М.А., Сатпаева А.К., Мусабаева Ш.С., Жалмухамедова Ж.М.

А.М. Ляпуновтың вектор-функциясы градиентті-жылдамдық әдісімен бейсызықты автоматты басқару (АБЖ) жүйелерін робастты орнықтылыққа зерттеу

Аннотация: Бейсызықты автоматты басқару жүйелерін робастты орнықтылыққа зерттеу үшін А.М. Ляпуновтың вектор-функциясы градиентті-жылдамдық әдісі ұсынылған. А.М. Ляпунов функциясы басқару жүйесінің градиенттілігі мен А.М. Ляпунов функциясының тиімділігі және градиентті жүйелердің әлеуетті функциялары негізінде салынған. А.М. Ляпунов векторлық функциясы әлеуетті функциясының антиградиенті арқылы құрылады.

Түйін сөздер: бейсызықты жүйелер, басқару жүйелері, орнықтылық, робастты орнықтылық, Ляпуновтың тура әдісі, Ляпунов вектор-функциясы

УДК 537/86

В.А. Karibayev, I.T. Sarsenbek, A.B. Samarkhanov

FREQUENCY-DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF FRACTAL ANTENNA

Abstract. This article presents the dependence of the frequency characteristics of the dipole antenna based on one-direction (anisotropic) fractals on antenna dimensions (conductor length, diameter and distance of poles) was studied. The modeling was carried out in the HFSS (High Frequency Structural Simulator) software environment. The results were compared with the characteristics of the half-wave dipole.

Key words: fractal antenna, half-wave dipole, resonance frequency, reflection coefficient.

В.А. Карибаяев, И.Т. Сәрсенбек, А.Б. Самарханов
(эль-Фараби атындағы ҚазҰУ, beibitkaribayev7@gmail.com)

ФРАКТАЛДЫ АНТЕННАНЫҢ ЖИЛІК-ӨЛШЕМДІК СИПАТТАМАЛАРЫ

Андатпа. Бұл жұмыста бірбағытты (анизотроп) фрактал негізіндегі диполь антеннаның жиіліктік сипаттамаларының антенна өлшемдерінен (өткізгіш ұзындығы, диаметрі және вибраторлардың арақашықтығы) тәуелділігі зерттелді. Моделдеу HFSS (High Frequency Structural Simulator) программалық ортасында жүзеге асырылды. Алынған нәтижелер жартытолқынды вибратордың сипаттамаларымен салыстырылды.

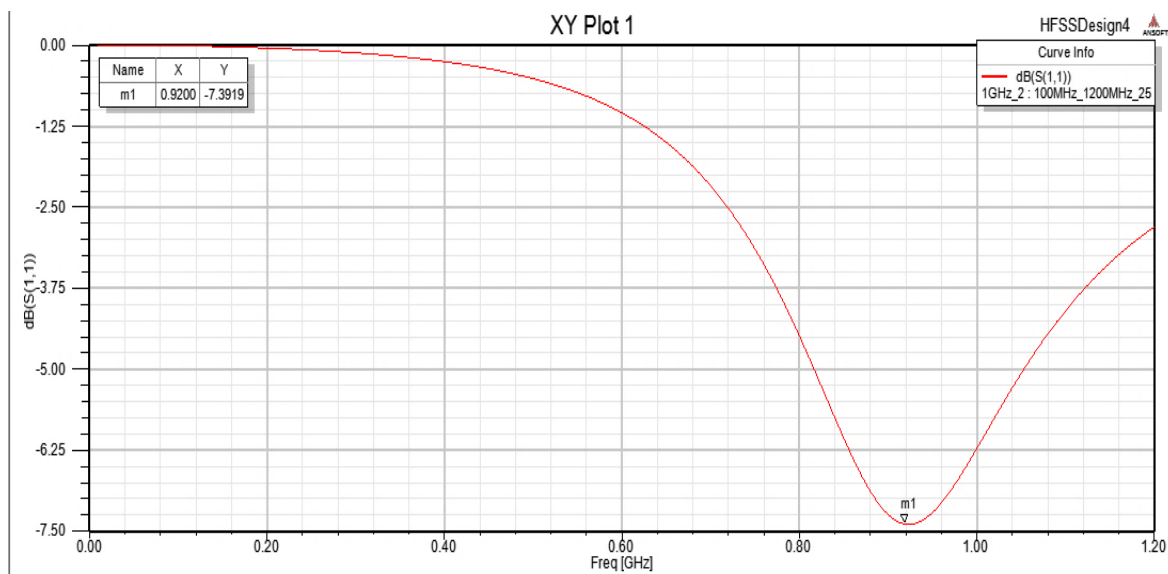
Кілттік сөздер: бірбағытты фрактал, фракталдық антенна, жартытолқынды вибратор, резонансты жиілік, шағылу коэффициенті.

Кіріспе. Кез-келген радиоқабылдағыш немесе таратқыштың негізгі ажырамас бөлігі және ақпарат сапасына әсер ететін құрылғы антенна болып табылады. Заманауи байланыс жүйелерін жасауда жиіліктің жұмыс жасау жолағында қажет сипаттамаларды қамтамасыз ете алатын эффективті антеннаны таңдау және оны жүзеге асыру өткір мәселе екені анық. Қажеттілікке байланысты ақпарат қабылдап-тарататын жоғары жылдамдықты жүйелерді жасау барысында оларды бірнеше жиілік диапазонында жүзеге асыру мәселесі де туындайды. Сол себепті, қазіргі таңда радиотехника және телекоммуникация облысында көпдиапазонды, кеңдиапазонды антенналар ерекше қызығушылық тудыруда. Сонымен қатар, бұндай қажеттілік сымсыз қабылдап таратқыштардың қолданысқа кеңінен енгізілуімен және оларды минияуралау үрдісімен тығыз байланыстыруға болады. Заманауи құрылғылардың антенна-фидерлік бөлігіндегі негізгі зерттеулер осы құрылғылардың минияурленуіне және жиіліктік, энергетикалық сипаттамаларын қамтамасыз етуге бағытталған.

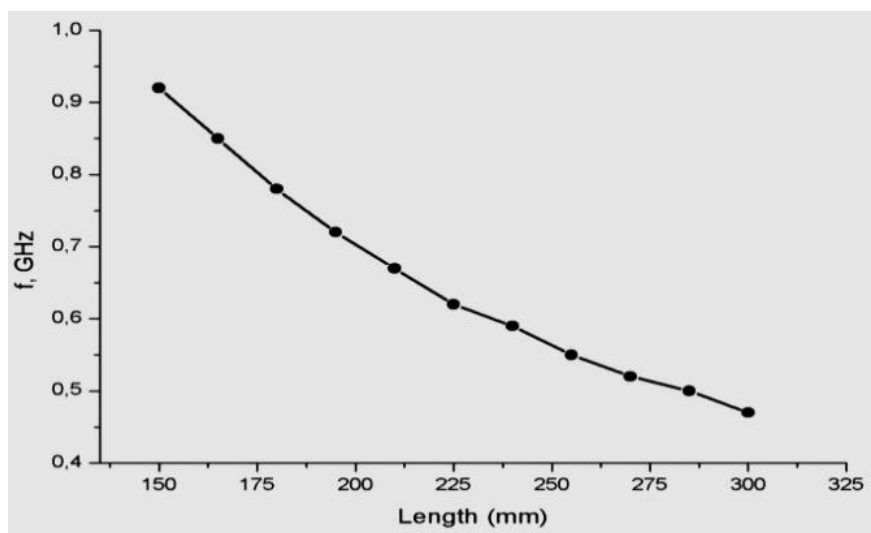
Фрактал ұғымы ғылымның көптеген саласында қолданысқа ие. Олардың негізгі ерекшелігі жүйенің өзқасиетінде. Яғни, үлкен бөлік кішіге ұқсайды немесе керісінше. Сонымен қатар фракталдық қисықтар топологиялық өлшемділік емес, фракталдық немес Хаусдорфтық өлшемділікке ие [1,2]. Геометриялық фракталдар негізіндегі антенналар евклид геометриясы формасындағы сызықты антенналарға қарағанда көпдиапазондылығымен айрықшаланады. Тікбұрышты, үшбұрышты және шеңберлі фрактал қисықтары негізіндегі монополь, жолақ сәуле шығырғыштар [3-9] жұмыстарда зерттелді.

Жұмыстың мақсаты. Анизотропты фрактал негізіндегі сымды диполь антенна өлшемдерінің жиіліктен тәуелділігін зерттеу.

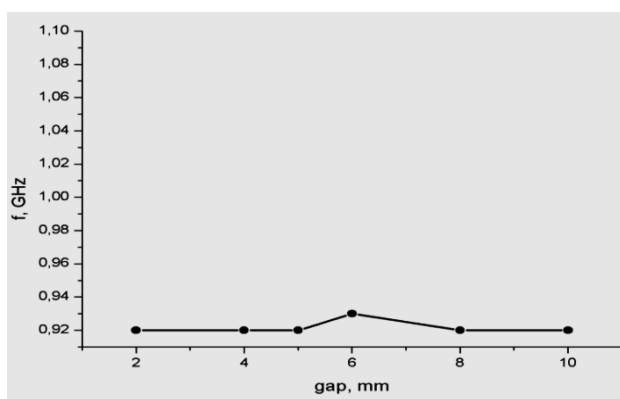
Антенна сипаттамалары HFSS ортасында алынды [10]. Алдымен төменде келтірілген өлшем параметрлері бойынша жарты толқын вибратордың сипаттамалары анықталды: вибратордың арасындағы қашықтығы (gap) – 2 мм, диаметрі (D) – 1 мм және жалпы вибратордың ұзындығы (L) – 150 мм, 0.01 ГГц қадаммен 0.1-1.2 ГГц жиілік диапазоны. Жобаның нәтижелерін (Results) программада алу үшін Create Modal Solution Data Report режиміндегі Rectangular Plot типті графиктерде тұрғызылды. 1-суретте антенна ұзындығы 150 мм кезіндегі шағылу коэффициентінің (S_{11} parameter, dB) жиіліктен тәуелділігі, 2-суретте ұзындықтың 15 мм қадаммен өзгерісінің (ұзаруы) жиіліктен тәуелділік графигі келтірілген. Екі шаманың арасындағы байланыстың сызықты екеніне көз жеткізуге болады.



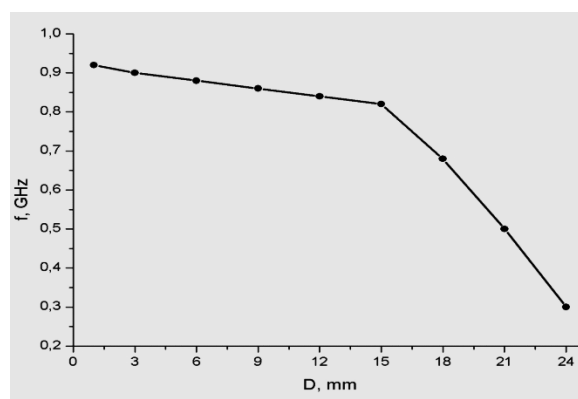
1-сурет. Жарты толқынды вибратор (L=150 мм) шағылу коэффициентінің жиілік бойынша өзгерісі.



2-сурет. Жарты толқынды вибратор ұзындығы өзгерісінің жиілікке тәуелділігі.



а)



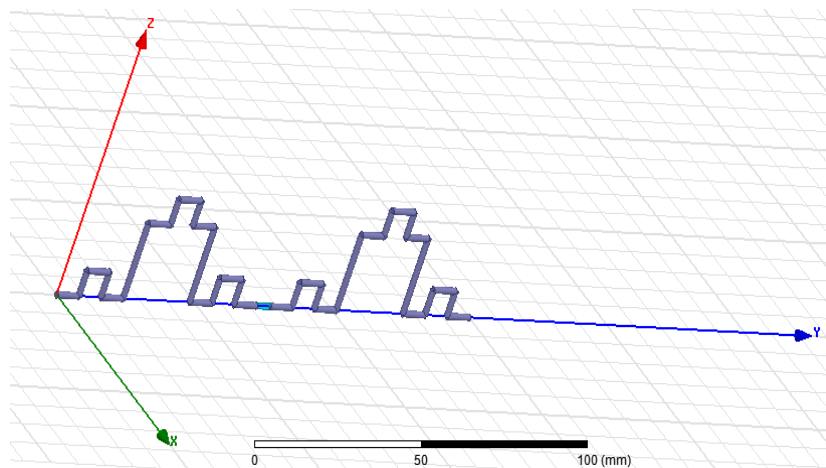
б)

3-сурет. Резонансты жиіліктің өзгерісі. (а) вибраторлар ара қашықтығы бойынша, (б) өткізгіш диаметрінің өзгеруі бойынша.

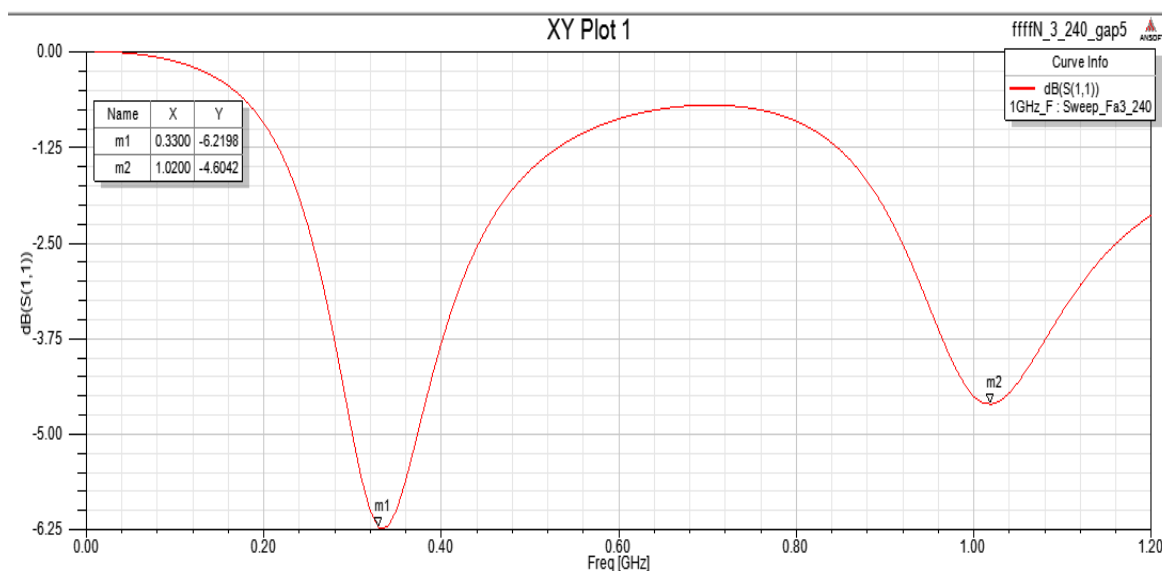
3.а суретте резонанстық жиілік пен вибраторлар ара қашықтығы (gap) арасындағы байланыс көрсетілген. Ширек толқынды $\lambda/4$ вибратор қашықтығының 2 мм-ден 10 мм-ге дейінгі өзгерісі резонанстық жиілікке әсер етпейтінін байқауға болады. 3.б суретте өткізгіш (мыс) диаметрінің D 2 мм-ден 24 мм-ге дейінгі өзгерісі антеннаның жұмыс істеу жиілігіне қалай әсер ететінін көрсетеді. 2 мм-ден 15 мм-ге дейін тәуелділік сызықты өрбіп, кенет күрт төмендеу байқалады, яғни түзу сызықты тенденция бұзылады.

Бұл зерттелген сипаттамалар жарты толқын $\lambda/4$ вибраторлар үшін болатын. Ал, енді осы іспетті тәуелділіктер фракталдық антенна жағдайында орындала ма?

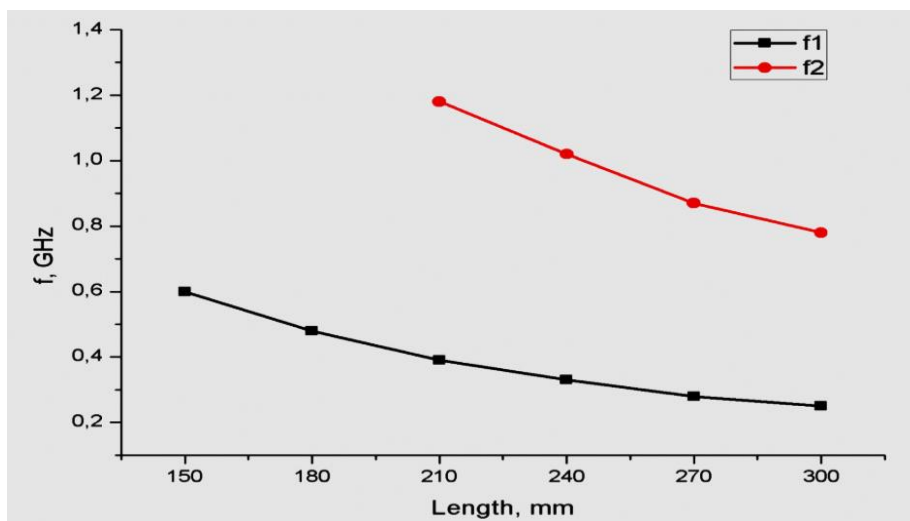
4 суретте қарастырғалы отырған бірбағытты фракталды антенна кескінделген [11-15]. Антеннаның бастапқы фракталдық емес (регулярлы) ұзындығы $L=150$ мм-ді құрайды. Бұл антеннаның жарты толқынды вибратордан ерекшелігі оның қарастырып отырған жиілік диапазонында екі резонанстық жиілігінің бар болуында, яғни салыстырмалы түрде көпдиапазондылығында (5-сурет). Сонымен қатар оны 6 суретте келтірілген жиілік пен антенна ұзындығы өзгерісі арасындағы тәуелділік графигінен көруге болады. Бұл жағдайда екінші резонанс $L=210$ мм ұзындықтан басталады (қызыл сызық).



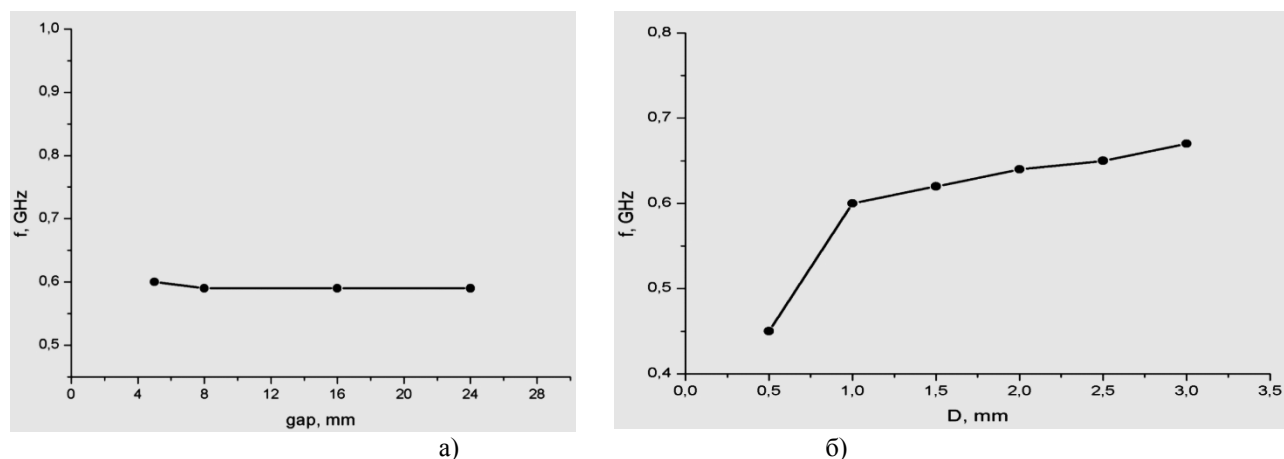
4-сурет. Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антенна.



5-сурет. Фракталды антеннаның S_{11} параметрі. m1 және m2 – бірінші және екінші резонанстық жиіліктер.



6-сурет. Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антенна ұзындығы өзгерісінің жиілікке тәуелділігі. Қызыл сызық-екінші резонанс үшін, қара сызық-бірінші резонанстық жиілік үшін.



7-сурет. Бірбағытты фрактал негізіндегі диполь антеннаның резонансты жиіліктерінің өзгерісі. (а) фракталды вибраторлар ара қашықтығы бойынша, (б) өткізгіш диаметрінің өзгеруі бойынша.

Вибраторлардың ара қашықтығының өзгерісі (5 мм-ден 24 мм-ге дейін) антенна жұмыс істеу жиілігін өзгерте қоймағаны көрініп тұр (7.а сурет), жиіліктің мәні 0,6 ГГц айналасында сақталып тұр. 7.б суретте өткізгіш диаметрінің (D) 0,5 мм-ден 3 мм-ге дейінгі өзгерісінде қатаң сызықты емес тәуелділік байқалады. Жиіліктің сызықты тәуелділігі 1 мм-ден 3 мм-ге дейінгі өткізгіштің қалыңдығында байқалады.

Компьютерлік моделдеу нәтижесінде жарты толқынды вибратордың өлшемдері (мыс өткізгіштің ұзындығы, диаметрі және вибраторлардың ара қашықтығы) өзгерісі мен резонанстық жиілік арасында сызықты тәуелділік байқалды. Күрделі құрылымы бар бірбағытты фракталды антенна жағдайында да қатаң сызықты емес байланыс байқалмайды. Тек, жарты толқын вибратор диаметрінің өсуі резонансты жиіліктің кемуіне әкеліп соқса, ал фрактал антенна үшін диаметрдің өсуі керісінше резонансты жиіліктің кеміткенін анықтадық. Оған себеп, префракталдар диаметрінің одан әрі артуы олардың жанасуына әкеліп, өткізгіштің біртұтасталуын туғызады, ал ол тұтас объектінің жиіліктік сипаттамаларының өзгеше болатыны белгілі.

Қорытынды. Бірбағытты фрактал негізіндегі антенна өлшемдері өзгерісінің жиілікке тәуелділігі зерттелді. Дәстүрлі жарты толқынды вибратормен салыстырғанда тек өткізгіш диаметрлері өсуінде қарама-қайшылық байқалды: біріншісінде жиілік сызықты кемісе, екінші жағдайда жиілік артты. Ал, қалаған өлшем параметрлерінің өзгерісі резонанстық жиілікке екі антенна жағдайында да бірдей заңдылықпен әсер етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Benoit B. Mandelbrot, The Fractal Geometry of Nature Henry Holt and Company, Juvenile Nonfiction, 1982. - 468 p.
- [2] Feder, J. (1988). Fractals. New York: Plenum Press.
- [3] P. Beigi and P. Mohammadi, A novel small triple-band monopole antenna with crinkle fractal-structure // AEU - International Journal of Electronics and Communications. – 2016. – Vol. 70, Iss. 10. – P.1382–1387.
- [4] R.L. Yadava, M. Ram and S. Das, Multiband Triangular Fractal Antenna for Mobile Communications // International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(11), 2010, 6335-6348.
- [5] Иманбаева А.К., Темирбаев А.А., Карибаев Б.А. и др.. Исследование планарных фрактальных антенн // Вестник КазНУ, серия Физическая 2016 58- том, №3, 80 - 92 стр.
- [6] Rajni Bala, Jaswinder Singh Effect on Multiband Behavior of Square Fractal Dipole Antenna with the Variation of Angle between Square Fractals// International Journal of Recent Technology and Engineering. 2013; 2(2)72-75.
- [7] Debashish Pal Design of a Novel Triangular Shaped Fractal Antenna for Wireless Communication // SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE) – volume1 issue8 Oct 2014.
- [8] Munish Kumar design and analysis of minkowski fractal antenna using microstrip feed // International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM). Volume 3, Issue 1, January 2014.
- [9] Yanzhong Yu, Jizhen Ni, Jingyi Wang A Minkowski Fractal Circularly Polarized Antenna for RFID Reader // Sensors & Transducers, Vol. 182, Issue 11, November 2014, pp. 99-104.
- [10] Темирбаев А.А., Намазбаев Т.А., Карибаев Б.А., Толегенова А.А. Программные продукты для высокочастотного моделирования фрактальных антенн // "Вестник КазНУ" (серия физическая) 2017 №2, 7 - стр.

[11] Z. Zhanabaev Fractal model of turbulence in the jet // Proceedings of the SB Acad.of Sci.USSR, Technical science series. – 1988. – Vol.4. – P.57-60.

[12] Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А. Физические характеристики дипольных антенн фрактальной формы // Вестник КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. – 2016. – №4(116). – С.301-305.

[13] Karibayev, B.A.; Zhanabaev, Z.Z.; Temirbayev, A.A.; Imanbayeva, A.K.; and Namazbayev, T.A. (2017). Pattern lobes and beam widths of a novel fractal antenna. Eurasian Physical Technical Journal, 14(28), 57-60.

[14] Zhanabaev, Z.Z.; Karibayev, B.K.; Namazbayev, T.A.; Imanbayeva, A.A.; Temirbayev, A.A.; and Ahtanov, S.N. (2017). Fractal Antenna with Maximum Capture Power. ACM International Conference Proceeding Series. 6th International Conference on Telecommunications and Remote Sensing Delft, Netherlands, 17-20.

[15] Патент РК №2082 на полезную модель «Многодиапазонная антенна на основе анизотропного фрактала». Авторы: Мутанов Г.М., Жанабаев З.Ж., Темирбаев А.А. 15.03.2017, бюл. №5.

Карибаев Б.А., Сәрсенбек И.Т., Самарханов А.Б.

Частотно-размерные характеристики фрактальной антенны

Резюме. В статье приведены результаты компьютерного моделирования проволочной, диполь, фрактальной антенны на базе однонаправленного (анизотропного) фрактала. Исследованы зависимости резонансных частот фрактальной антенны от размеров (длина и диаметр проволоки, расстояние между вибраторами). Симуляция антенн проведена в среде HFSS (High Frequency Structural Simulator). Результаты были сопоставлены с характеристиками полуволнового вибратора.

Ключевые слова: фрактальная антенна, полуволновой вибратор, резонансная частота, коэффициент отражения.

Karibayev B.A., Sarsenbek I.T., Samarkhanov A.B.

Frequency-dimensional characteristics of fractal antenna

Summary. This article presents the dependence of the frequency characteristics of the dipole antenna based on one-direction (anisotropic) fractals on antenna dimensions (conductor length, diameter and distance of poles) was studied. The modeling was carried out in the HFSS (High Frequency Structural Simulator) software environment. The results were compared with the characteristics of the half-wave dipole.

Key words: fractal antenna, half-wave dipole, resonance frequency, reflection coefficient.

ЭОЖ. 372.853.(075.8)

С.Н. Нұрқасымова, А.Б. Жаныс

(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Қазақстан Республикасы, Астана, SauleNurkasim@mail.ru)

ПЛАНЕТАЛАР ҚОЗҒАЛЫСЫН АСТРОНОМИЯ ПӘНІН ОҚЫТУДА МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Андатпа: Мақалада компьютерлік модельдеуді жоғарғы оқу орындарында астрономия есептерін шығаруда қолданылатыны қарастырылған. MATLAB программасының алгоритмі және қысқаша түсініктеме берілген. MATLAB программасын физикалық процесстерде қолдану, екі, үш өлшемді графиктер тұрғызу және анықталған интеграл арқылы физика есептерін шығару.

Кілтті сөздер: Астрономия есептерін компьютерде модельдеу, MATLAB программасы, астрономия есептерін MATLAB бағдарламасында модельдеу.

Қазақстан Республикасындағы білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасында орта білім сапасына қойылатын негізгі міндеттердің бірі қазіргі заманғы білім берудің үлгісін қалыптастыру мен оны әлемдік білім беру кеңістігіне кіргізуі қажет екендігін атап көрсетілген [1]

MATLAB бағдарламасы математикалық есептеулер саласындағы барлық әдістерді қамтиды және есептеулер жүйесіне айналып отыр. Математикалық функциялар матрицалар, комплекс сандар, вектор және полиномдармен бірге электротехникалық, радиотехникалық және т. б. көптеген қолданбалы функциялар бар. Оның тағы бір тамаша қасиеті оның ашықтылығында, яғни MATLAB құрамына енетін функцияларды (мәтін түрінде жазылған m-файлдар және C тіліндегі бағдарламалар) өзгертуге, қосымшалар ендіруге болады.