

Міністерство освіти і науки України
Північно-Східний науковий центр НАН України та МОН України
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

Тези

70-ої наукової конференції професорів,
викладачів, наукових працівників, аспірантів
та студентів університету

Том 2

23 квітня – 18 травня 2018 р.

Полтава 2018

УДК 043.2
ББК 448лО

*Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу
Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка заборонено*

Редакційна колегія:

- Онищенко В.О. д.е.н., проф., ректор Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка
- Сівіцька С.П. к.е.н., доц., проректор з наукової та міжнародної роботи
- Гришко В.В. д.е.н., проф., директор навчально-наукового інституту фінансів, економіки та менеджменту
- Іваницька І.О. к.х.н., доц., декан гуманітарного факультету
- Нестеренко М.П. д.т.н., проф., декан будівельного факультету
- Матвієнко А.М. к.т.н., доц., заступник директора навчально-наукового інституту нафти і газу
- Муравльов В.В. к.т.н., доц., в.о. декана архітектурного факультету
- Шульга О.В. д.т.н., доц., директор навчально-наукового інституту інформаційних технологій та механотроніки

Тези 70-ої ювілейної наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. Том 2. (Полтава, 23 квітня – 18 травня 2018 р.) – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 380 с.

У збірнику тез висвітлені результати наукових досліджень професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету.

©Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка,
2018

СЕКЦІЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ

УДК 004.35

*В.І. Слюсар, доктор технічних наук, професор, професор кафедри,
І.І. Слюсарь, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри,
В.В. Колодій, студент гр. 501-ТТ,
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

СИСТЕМА БЕЗПЕКИ В КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Сучасний житловий будинок важко уявити без електрики і електронних цифрових пристроїв (від звичайної лампи освітлення, до складних комп'ютерних та телекомунікаційних систем). Тому, розумний дім можливо описати як сукупність елементів, що об'єднують усі електроприлади в будинку в єдину систему, яка дозволяє керувати пристроями, як одним цілим. Дана система має можливість взаємодії між різними модулями без втручання користувача по заданому раніше сценарію або алгоритму поведінки.

В переважній більшості, пристрої системи «розумний дім» поділяються на кілька функціональних модулів, наприклад: безпеки в будинку, керування освітленням, клімат-контролю, управління аудіо-відео пристроями, управління системою та ін.

Важливу роль в таких системах відіграє підсистема безпеки, яка те ж складається з кількох модулів. До них слід віднести модулі охорони, відеоспостереження, протипожежної безпеки та запобігання затоплення приміщення.

В свою чергу, до складу системи входять різноманітні детектори руху. В концепції «розумного дому» можливе підключення до охоронного контролера, як проводове так і безпроводове за допомогою різноманітних протоколів передачі, які мають різний ступінь захищеності. Вони дозволяють контролювати переміщення осіб в кімнатах. Крім того детектори руху використовуються в підсистемі управління освітленням. Наступним елементом є датчики відкриття-закриття, що призначені для захисту від злому дверей або вікон. Сучасні розробки дозволяють працювати на одному заряді більше року. Також використовуються різноманітні датчики розбиття скла та шумові детектори, що дозволяють виявити незаконне проникнення до приміщення.

Ще одними важливим елементом є протипожежна система. До її складу зазвичай входять датчик витoku газу, датчик диму та підвищеної температури в приміщенні. Вони, як правило, використовуються автономно. Тобто, в кожен датчик вбудована світлошумова сирена, яка сигналізує про перевищення визначеного рівня газу. Але, якщо мова йде

про «розумну» оселю, то всі датчики відправляють дані на контролер для виконання визначеного сценарію.

З метою підвищення ефективності екосистеми «розумний дім», в роботі пропонується вбудувати в мережу подачі газу електроклапан і релейний модуль для автоматичного вмикання вентиляції приміщення. Перший дає змогу припинити подачу природного газу при перевищенні безпечної концентрації в приміщенні, а другий – дозволить мінімізувати ймовірність вибуху або отруєння чадним газом. Ще одним елементом системи є детектори температури. Їх можна використовувати спільно з підсистемою кліматичного контролю в приміщенні. Також важко обійтися без системи запобігання протікань або витоку води. Вона складається з самого детектора, який використовує пару електродів. У разі контакту з водою, замикається електричне коло та сигналізує про це контролеру, який, в свою чергу, дає команду на закриття електромагнітних клапанів. Таким чином, припиняється подача води. Також на мобільний пристрій власника приходять повідомлення про аварійне закриття води. Ще одним ключовим елементом є система відеоспостереження. Відповідно налаштувавши контролер, можна використовувати відеокамери в якості детектори руху. Про зміну зображення контролер сповіщатиме власника та надсилатиме MMS повідомлення або знімки з камери через Інтернет з використанням додатків для мобільного телефону.

З метою зменшення витрат на впровадження системи та зменшення часу на встановлення пропонується використовувати безпроводові датчики. Сучасні розробки для систем «розумного дому» дозволяють розгорнути захищену, енергоефективну мережу в досить короткий термін.

Керування системою здійснюється з використанням безпроводових технологій, наприклад: зняття або постановка приміщення на охорону здійснюється з використанням NFC, Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi. Можлива також авторизація за допомогою відбитка пальця.

Зазвичай, інформування про проникнення в приміщення або спрацювання детектору води або газу організовується по мережах GSM.

Крім традиційних засобів інформування, з метою підвищення ймовірності доставки повідомлення до власника, пропонується використовувати push-повідомлення та інформування з використанням мережі Інтернет. Крім того, взаємодіючи з іншими підсистемами, можна імітувати присутність в приміщенні.

Таким чином, розглянувши складові системи безпеки «розумного дому», визначено основні принципи побудови як системи в цілому, так і її ключових елементів. Це дозволить обрати необхідні компоненти та побудувати недорогу, якісну систему з використання сучасних технологій та протоколів передачі даних.

*І.І. Слюсарь, канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри,
В.Г. Смоляр, канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри,
Ю.С. Баликова, студентка гр. 501-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ПРОТОКОЛИ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Як відомо, централізоване управління, взаємозв'язок між підсистемами та моніторинг стану системи «розумний дім» здійснюється за допомогою безпроводового та проводового способів передачі даних. В умовах зростаючого інтересу до енергозберігаючих технологій, ринок насичений мікроконтролерними пристроями, що підтримують різноманітні технології взаємодії підсистем «розумного дому». До найвідоміших з них слід віднести: ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave та ін.

При цьому, масове поширення Wi-Fi призвело до здешевлення чипів, але так як Wi-Fi створювався для передачі великих обсягів даних, то він дуже енерговитратний, а для більшості пристроїв системи «розумний дім», таких як датчик руху та датчик температури, немає необхідності передавати великий обсяг даних. Як наслідок, доступ через Wi-Fi дешевий, однак має незначний радіус дії, підтримує небагату номенклатуру відповідних елементів «розумного дому». Теж саме стосується і Bluetooth, за винятком енергоспоживання. Слід звернути увагу на такий аспект, як використання пропрієтарного обладнання, що значно дорожче за аналоги через необхідність ліцензування. В цілому, всі зазначені рішення передбачають реалізацію топології «зірка».

З іншого боку, ZigBee споживає мало енергії; працює з широким спектром пристроїв; а завдяки утворенню mesh-мережі, має впевнений прийом сигналу на великому радіусі дії; є шифрування. Плюсами стандарту ZigBee є також відсутність ліцензій для використання, що робить ціну кінцевого пристрою нижче.

На основі порівняльного аналізу в роботі досліджені протоколи взаємодії вказаних технологій. Отримані результати дозволяють зробити їх обґрунтований вибір для взаємодії підсистем «розумного дому» в залежності від системних вимог. Саме на протоколах Z-Wave і ZigBee можна побудувати недорогу, надійну, гнучку і ефективну систему «розумного дому». Хоча Z-Wave і ZigBee між собою не сумісні, але існують контролери, що працюють з цими технологіями одночасно.

*І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент, доцент кафедри,
В.І. Слюсарь, д.т.н., професор, професор кафедри,
В.В. Самофал, студент гр. 401-ТТ,
О.В. Колісник, студент гр. 401-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ВЛАСТИВОСТІ ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВСФЕРИЧНИХ І ЦИЛІНДРИЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА

З метою реалізації малорозмірних і високоефективних с точки зору багатодіапазонності і ширококутовості антенних систем, в роботі розглянуті моделі діелектричних резонаторних антен (ДРА). Їх особливістю є використання багатоелементних квазіфрактальних геометричних форм, що спираються на використання у якості базових елементів у вигляді напівсфери та циліндра (рис. 1). Проектування антен виконувалось за допомогою чисельного моделювання в пакеті програм Ansoft HFSS.

Для визначення властивостей ДРА проаналізовані такі характеристики: діаграма спрямованості (ДС), амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) і коефіцієнт стоячої хвилі (КСХ). Приклади оцінок наведено на рис. 2 і 3. В якості допущень розглядалися положення щодо однакових геометричних розмірів складових елементів загальною кількістю до 5-ти елементів, які виготовлені з однакового діелектрика. При цьому, живлення антени здійснюється лише через центральний елемент.

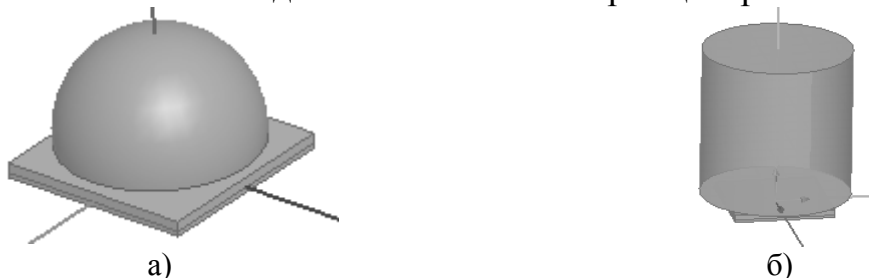


Рис. 1. Базові елементи ДРА на основі: а) –напівсфери (висота – 45 мм і діаметр – 20 мм); б) – циліндра (висота – 30 мм і діаметр – 15 мм)

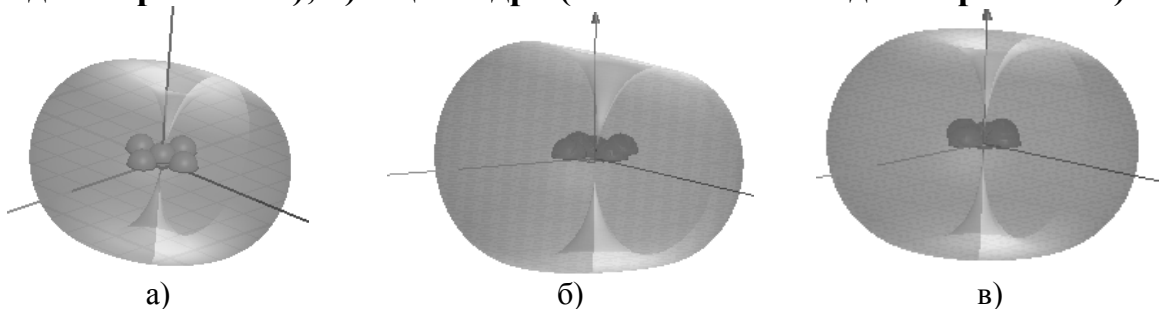


Рис. 2. Вплив глибини перекриття елементів ДРА на основі напівсфери: а) – без перекриття; б) – з перекриттям 10 мм; в) – з перекриттям 20 мм

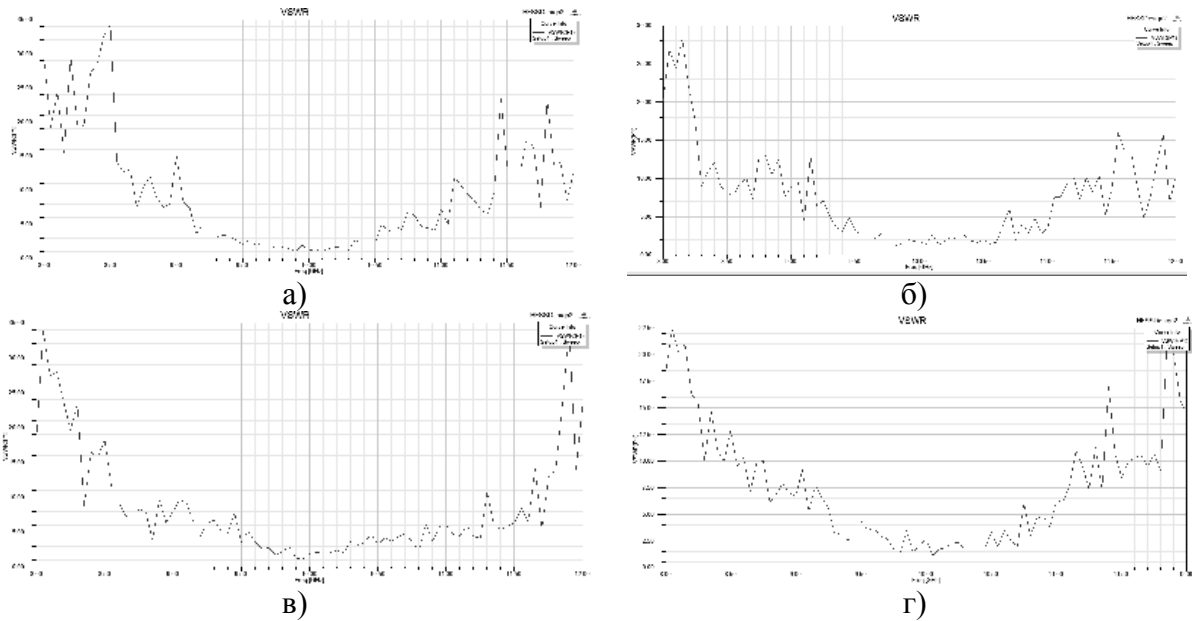


Рис. 3. Вплив глибини перекриття елементів циліндричної ДРА на КСХ: а) – без перекриття; б) – 20%; в) – 40 %; г) – 60 % (% – від діаметра окремо взятого циліндра)

Під час досліджень встановлено, що коефіцієнт підсилення антени на базі циліндру складає 17,6 дБ, а антени на базі напівсфери – 20 дБ. Подальше заглиблення периферійних елементів у центральний елемент (більше 50 %) з досліджених варіантів квазіфрактальних антен призводить до небажаних ефектів. Отримані результати дозволяють зафіксувати суттєві зміни ДС (рис. 4), яка тепер має два чітко виражені основні напрями випромінювання.

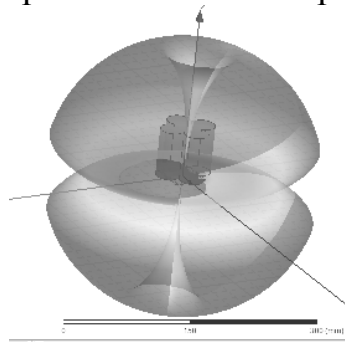


Рис. 4. Вплив елементів ДС циліндричної ДРА при глибини перекриття 60 % від діаметра окремо взятого циліндра

Крім того, частотна залежність коефіцієнта розсіювання має три відокремлених домінуючих резонанси, які свідчать про перетворення антенної конструкції на багаточастотну антену. Такий же ефект відслідковується при аналізі КСХ. Так, досягнення графічною залежністю рівня 2,5 відбувається лише у 3-ох локалізованих зонах: від 9,7 до 9,82 ГГц, з 9,87 до 10 ГГц і від 10,0 до 10,3 ГГц. При цьому, умови випромінювання сигналів у зазначених частотних сегментах є більш сприятливими у порівнянні з іншими варіантами моделі ДРА, оскільки в межах зазначених інтервалів КСХ стає менше 2.

*І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент, доцент кафедри,
В.І. Слюсарь, д.т.н., професор, професор кафедри,
В.М. Вегеш, студент гр. 501-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ІНТЕГРАЛЬНІ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНИХ АНТЕН

На даний час, для розвитку мереж 5G в Європі на початковому етапі планується використовувати частотні діапазони 694÷790 МГц, 3,4÷3,8 і 24,25÷27,5 ГГц. З іншого боку, впровадження 802.11ax дозволить підвищити ефективність мереж Wi-Fi.

Все це свідчить про доцільність інтеграції в одному пристрої функціональних можливостей для одночасної роботи в мережах Wi-Fi, 5G, IoT, Wireless Sensor Networks (WSN) та ін. Однак, питання забезпечення одночасної роботи антенної системи в діапазонах 3,4÷3,8 і 2,4 (Wi-Fi) ГГц в теоретичному плані поки що потребує додаткових досліджень. Як наслідок, в роботі наведено результати синтезу антенних елементів (АЕ) на основі фрактальних структур, що працюють в 3,4÷3,8 і 2,4÷2,5 ГГц. Для цього запропоновано використання програми MMANA-GAL.

В ході досліджень реалізовувалась така послідовність моделювання: вибір фрактальної структури; проектування базової антени в MMANA-GAL на основі введених геометричних параметрів; визначення характеристик антени з подальшою їх оптимізацією під конкретну безпроводову телекомунікаційну технологію (наприклад, Wi-Fi); масштабування антени на розрахункову частоту; дослідження характеристик масштабованої антени; пошук оптимальної схеми живлення антени; визначення за необхідністю параметрів пристрою узгодження.

Отриманий ефект мініатюризації дозволяє побудувати комбіновану багатодіапазонну антену, що складається з петлі Мінковського та внутрішнього антенного елементу (АЕ), який розрахований на вищий частотний діапазон. Для цього в роботі запропоновано реалізувати внутрішній АЕ у вигляді 2D рекурсивного дерева з кутом розбивки 60° .

Враховуючи можливість реалізації технологій MU-MIMO або Digital Beamforming (DBF), під час досліджень оцінені взаємний вплив АЕ і залежність просторово-частотних характеристик від схеми живлення.

Визначена послідовність етапів моделювання дозволяє забезпечити багатодіапазонність і широкосмуговість.

На основі проведених досліджень запропоновані рекомендації щодо практичного застосування фрактальних структур в інтересах систем і мереж 802.11x і 5G.

*В.І. Слюсарь, д.т.н., професор, професор кафедри,
І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент, доцент кафедри,
Р.Є. Гребеля, студент гр. 401-ТТ,
Є.І. Стась, студент гр. 401-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЛИБИНИ ПЕРЕКРИТТЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНІЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА НА ДІАГРАМУ СПРЯМОВАНOSTІ

Стрімке розширення функціоналу телекомунікаційної апаратури супроводжується одночасним посиленням вимоги щодо її розмірів. Даний аспект технологічного розвитку спонукає виробників до пошуку нових підходів щодо побудови антенних систем і забезпечення їх широкосмуговості та багатодіапазонності.

При цьому, досить привабливими є діелектричні резонаторні антени (ДРА), що характеризуються компактними розмірами, можливістю формування заданої діаграми спрямованості (ДС) і роботою в широкому робочому частотному діапазоні. Як відомо, в зазначеному типі антен використовується діелектрик, з якого легко формуються їх складові елементи на основі таких геометричних структур як паралелепіпеди, циліндри, конуси, напівсфери та ін.

З іншого боку, при моделюванні ДРА доцільно використовувати фрактальний підхід, який дозволяє досягти заданих рівнів широкосмуговості та багатодіапазонності. До того ж, чисельні публікації результатів моделювання таких антен підтверджують, що вони мають не гірший коефіцієнт підсилення ніж звичайні антени з одночасним вирахом по її розмірах.

Враховуючі те, що просторово-частотні характеристики антени напряму залежать від параметрів геометричних форм та розмірів складових елементів ДРА та від розташування їх один відносно одного, цей аспект значно ускладнює аналітичний опис цих антен. Виходом з цього є використання методів чисельного моделювання, наприклад, за допомогою пакету Ansoft HFSS, що дозволяє будувати наглядні 3D-моделі, а також з необхідною точністю вираховувати характеристики антен.

Як наслідок, в даній роботі наведено результати використання зазначеного підходу до розробки ДРА. При цьому, основна увага приділялась оцінці ДС антен, в яких базовими елементами виступають усічені конус і піраміда з квадратною основою. Обидва варіанти спираються на використання однакового діелектрику та геометрію з 5-ти базових елементів, які розміщені в одній площині. При цьому, живлення підводиться тільки до центрального елемента, а діаметр основи усіченого

конуса дорівнює стороні основи усіченої піраміди. На рис. 1 представлено зовнішній вигляд антен, в яких реалізовано перекриття складових геометричної структури глибиною 15 мм. Приклад результуючої ДС зображено на рис. 2. Проведений аналіз свідчить, що ДС ДРА на базі усічених пірамід більш спрямована вперед і має менше зворотне випромінювання ніж друга антена. Це може бути корисним при використанні ДРА такого виду в радіорелейному зв'язку, де зворотне випромінювання перешкоджає роботі сусідньої антени. В свою чергу, в антені на базі усіченого конуса спостерігається наближення ДС до однопроменевої, що є пріоритетним для використання в абонентських мобільних пристроях.

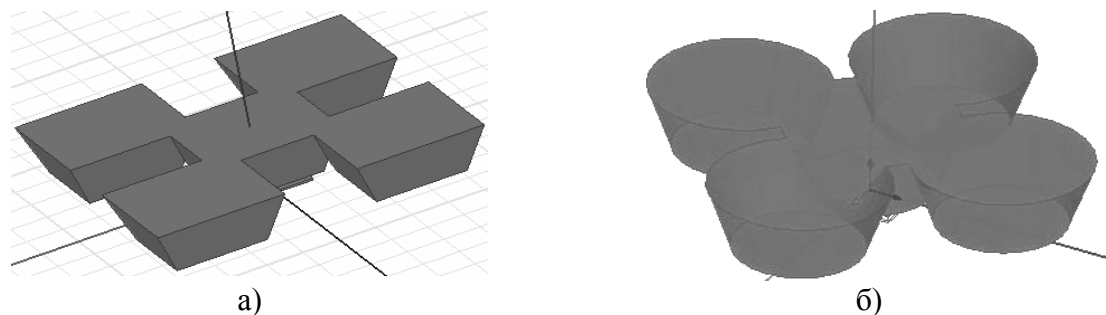


Рис. 1. ДРА з перекриттям 15 мм центрального елемента периферійними: а) – на основі усіченої піраміди з квадратною основою; б) – з базовим елементом усічений конус

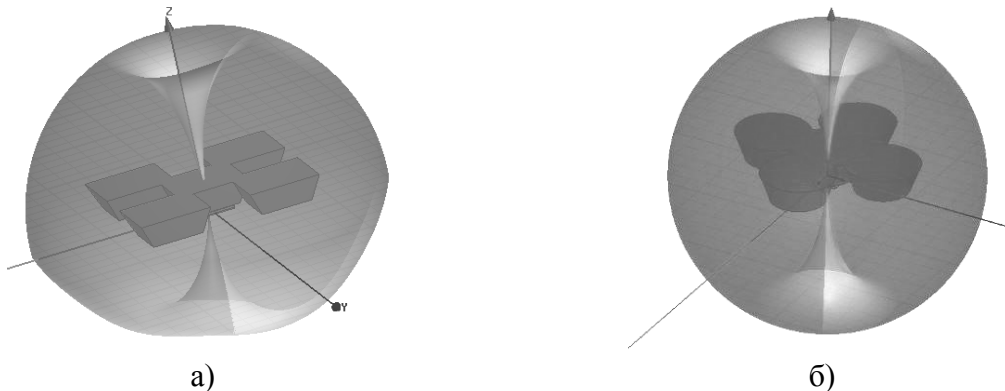


Рис. 2. ДС ДРА з перекриттям 15 мм центрального елемента периферійними: а) – на основі усіченої піраміди з квадратною основою; б) – з базовим елементом усічений конус

В ході моделювання оцінено вплив на ДС глибини перекриття (обмежувалось інтервалом 12÷63 %) складових геометричної структури ДРА. На їх основі розроблені рекомендації щодо проектування антен на базі фрактальних і квазіфрактальних структур.

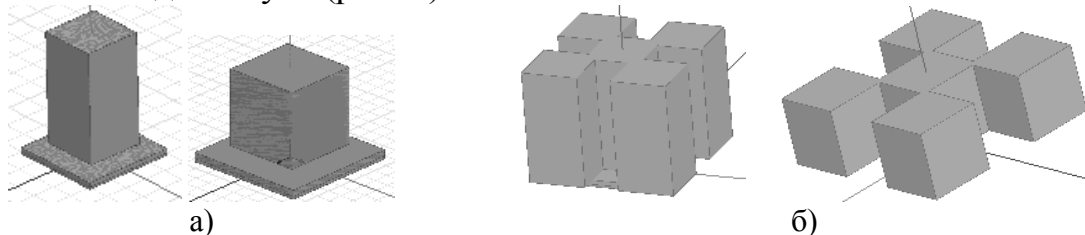
Подальші дослідження спрямовані на оцінку залежності ДС від значення діелектричної проникності матеріалу та/або рівня фракталізації геометрії антени.

*І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент, доцент кафедри,
В.І. Слюсарь, д.т.н., професор, професор кафедри,
В.М. Семенов, студент гр. 401-ТТ,
Ю.В. Поліщук, студент гр. 401-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ОЦІНКА ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАЛЕЛЕПЕДНИХ І КУБІЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА

На тлі сучасних тенденцій мініатюризації необхідно зменшувати розміри антен і, одночасно, не погіршувати їх характеристики. У такому випадку, досить перспективними є малорозмірні діелектричні резонаторні антени (ДРА), які також задовольняють вимогам, що висуваються до мобільних пристроїв. Для забезпечення багатодіапазонності при проектуванні антен можливо застосовувати фрактальний підхід. Як відомо, основна відмінність фрактальних геометричних форм – це подрібнена розмірність, що проявляється в рекурсивному повторенні (в зростаючому або зменшуваному масштабах) вихідних детермінованих або випадкових шаблонів антен. До переваг зазначеного підходу слід віднести простий алгоритм формування геометрії антен.

Як наслідок, в роботі виконаний розрахунок ДРА методами чисельного моделювання у пакеті програм Ansoft HFSS. При цьому, основний акцент зроблено на моделювання антен з базовими елементами у формі паралелепіпеда та куба (рис. 1).



**Рис. 1. Моделі ДРА: а) – базові елементи (паралелепіпед і куб);
б) – квазіфрактальні 5-елементі структури**

В свою чергу, з рис. 2 видно, що різниця між вибором геометричної форми базового елемента суттєво впливає на просторово-частотні характеристики ДРА. Наприклад, для смуги пропускання (в роботі характеризується амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ)) кількість провалів та їх глибина залежить від зміни висоти елемента. Так, смуга пропускання антени на базі куба майже вдвічі менша ніж у паралелепіпеда.. З графіків видно що максимальна глибина провалу антени на базі куба складає 20 дБ, а антени на базі паралелепіпеда дорівнює 18,8 дБ.

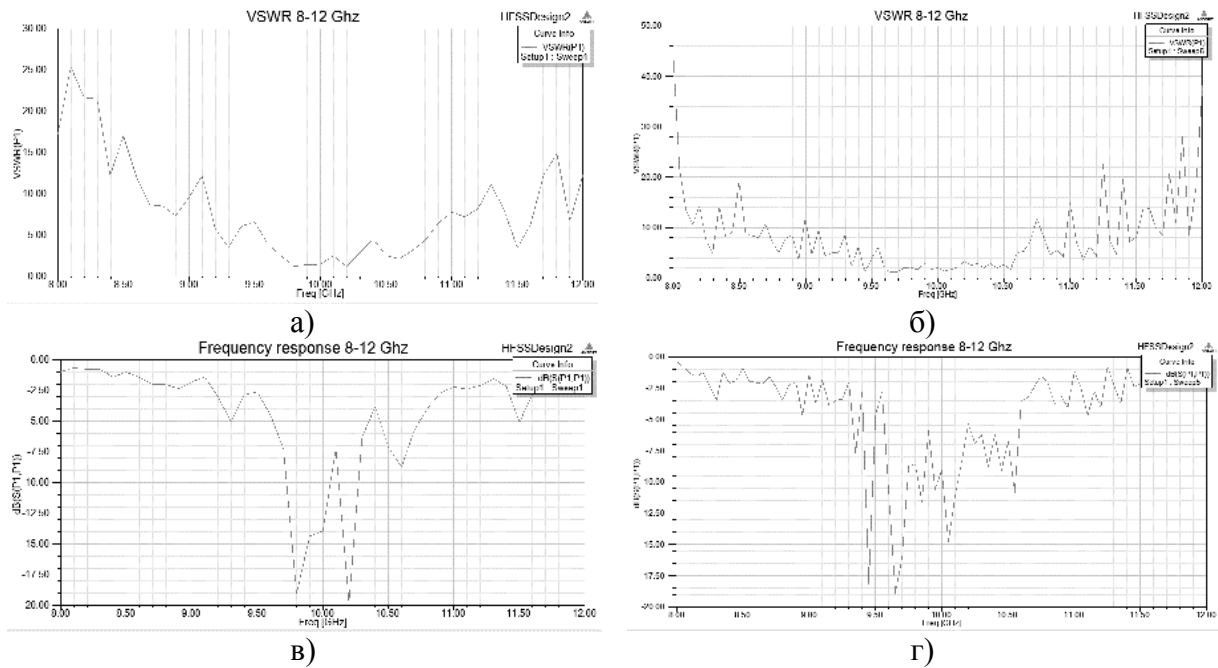


Рис. 2. Характеристики ДРА для діапазону 8÷12 ГГц: а) – КСХ куба; б) – КСХ паралелепіпеда; в) – АЧХ куба; г) – АЧХ паралелепіпеда

При цьому, дані провали характеризуються значеннями коефіцієнту стоячої хвилі (КСХ) видно менше 2, що є достатньою умовою для передачі сигналів. Слід зазначити, що в процесі моделювання не використовувались пристрої узгодження. Крім того, з рис. 3 видно, що обидва варіанти ДРА мають діаграми спрямованості (ДС), які близькі до однопроменевої ДС звичайного диполя, але не мають симетрії відносно осі антени. Проведений аналіз свідчить, що максимальне значення коефіцієнта підсилення антени на базі куба більше ніж у паралелепіпеда, що підтверджує результати дослідження АЧХ.

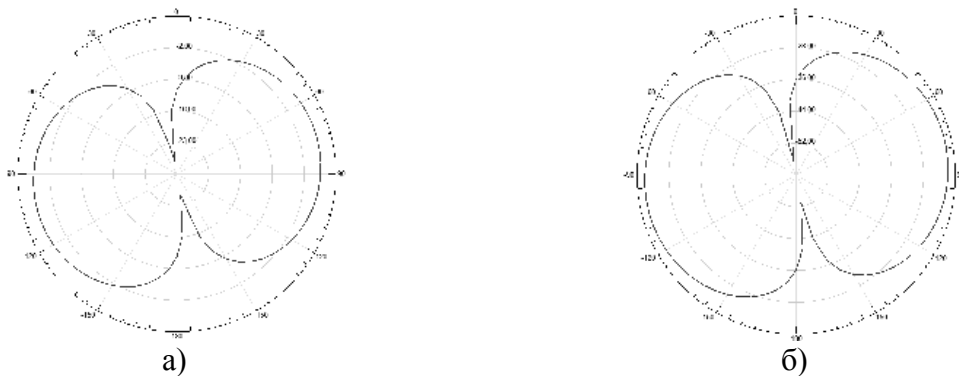


Рис. 3. ДС базових антен: а) – паралелепіпед; б) – куб

В ході досліджень оцінено просторово-частотні характеристики паралелепіпедних і кубічних квазіфрактальних ДРА на основі кількох варіантів моделей, що відрізняються глибиною перекриття елементів, та/або їх багат шарових компоновок, а також введених повздовжніх кутів обертання периферійних складових відносно центрального базового елемента.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ 3D DRA НА ОСНОВІ СИМЕТРИЧНИХ ШЕСТИГРАННИКІВ

На даний час, спостерігається тенденція щодо поліпшення характеристик антенних систем, не збільшуючи їх масо-габаритні показники. Для реалізацій такого підходу використовують малорозмірні діелектричні резонаторні антени (DRA). Як наслідок, в роботі досліджено властивості квазіфрактальних DRA на основі симетричних шестигранників (рис. 1). На відміну від стандартних фрактальних структур, в них відсутня масштабована рекурсія, а всі складові елементи мають однакові геометричні розміри. При цьому, аналізувався вплив кількості периферійних елементів і їх взаємного розташування відносно центрального елементу на ДС, КСХ і АЧХ антени. Для випадку, коли периферійні елементи торкались гранями центрального АЧХ має виражений діапазон робочих частот 9,5÷11 ГГц. Інші варіанти моделі антени мають накладання периферійних елементів на 5, 7 і 10 мм.

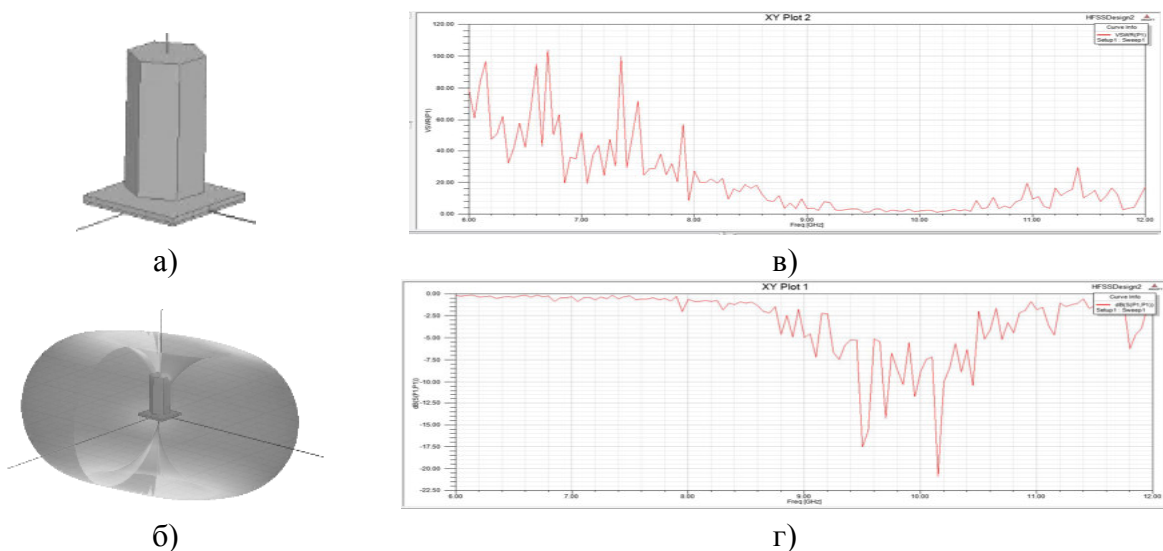


Рис. 1. Базовий елемент DRA на основі шестигранника: а) – схема живлення; б) – діаграма спрямованості (ДС); в) – КСХ; г) – АЧХ

Таким чином, проаналізувавши властивості синтезованих моделей DRA, слід відзначити, що глибина перекриття елементів антени суттєво впливає на її просторово-частотні характеристики. Ретельно підбираючи інтервал взаємного накладання елементів DRA можливо знайти компромісне рішення, яке задовольнить вимогам до максимально можливої смуги робочих частот.

*В.І. Слюсар, доктор. техн. наук., професор,
І.І. Слюсарь, канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри,
В.І. Кондратенко, студент гр. 501-ТТ,
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ 5G В ПАКЕТІ ATOLL

Як відомо, з розвитком мобільних мереж і їх адаптацією до нових типів пристроїв і послуг (від інтелектуальних електролічильників, автомобілів і підключених побутових приладів до промислових об'єктів) – до них висуваються нові та найрізноманітніші вимоги.

Найважливішим фактором проектування мережі є площа, на яку планується поширення 5G, кількість потенційних абонентів, що будуть отримувати послуги, а також частотний діапазон, який виділено оператору.

На відміну від мереж попередніх поколінь процес планування мережі 5G складається з двох етапів: формування максимальної площі покриття і забезпечення необхідної ємності.

Для того, щоб спрогнозувати мережу 5G необхідно розрахувати основні характеристики мережі, наприклад, кількість базових станцій, кількість каналів трафіку, кількість стільників мережі, середню пропускну здатність, ширину каналу, кількість абонентів, кількість секторів базових станцій, радіус стільників.

На основі проведених досліджень, в роботі запропоновано використання програми Atoll (к. Forsk) для проектування мереж 5G. Він підтримує всі сучасні основні безпроводові технології (GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA, LTE/LTE-Advanced, CDMA2000 1xRTT/EV-DO, TD-SCDMA, WiMAX, Wi-Fi, Microwave links). До особливостей програми слід віднести: відкритий інтерфейс API; використання геоінформаційної системи (імпорт векторних або растрових карт з сервісів MapInfo, Arcgis, Google Earth, Yandex, Google, OpenStreetMaps, 2Gis, Bing); можливості розрахунку карт покриття в межах цілого міста, регіону або країни в межах одного проекту; підтримка роботи з картами різних форматів.

При цьому, для плануванні мережі 5G в програмі Atoll потрібно враховувати: карти місцевості; зони покриття та перекриття між базовими станціями; розміщення базових станцій поблизу житлових масивів; висоту розміщення радіомодулів; параметри моделей пристроїв до відповідного стандарту зв'язку.

Д.С. Цюман, Н.О. Грінченко

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕКЛАДАЦЬКИХ ЛЕКСИЧНИХ ТА ГРАМАТИЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ПРИ ПЕРЕКЛАДІ АНГЛОМОВНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ СТАТЕЙ ІЗ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ	117
---	-----

СЕКЦІЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ

В.І. Слюсар, І.І. Слюсарь, В.В. Колодій СИСТЕМА БЕЗПЕКИ В КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ ДІМ»	119
--	-----

<i>І.І. Слюсарь, В.Г. Смоляр, Ю.С. Баликова</i> ПРОТОКОЛИ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ ДІМ».....	121
---	-----

<i>І.І. Слюсарь, В.І. Слюсарь, В.В. Самофал, О.В. Колісник</i> ВЛАСТИВОСТІ ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВСФЕРИЧНИХ І ЦИЛІНДРИЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА.....	122
--	-----

<i>І.І. Слюсарь, В.І. Слюсарь, В.М. Вегеш</i> ІНТЕГРАЛЬНІ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНИХ АНТЕН....	124
--	-----

<i>В.І. Слюсарь, І.І. Слюсарь, Р.Є. Гребеля, Є.І. Стась</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ ГЛИБИНИ ПЕРЕКРИТТЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНІЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА НА ДІАГРАМУ СПРЯМОВАНОСТІ.....	125
--	-----

<i>І.І. Слюсарь, В.І. Слюсарь, В.М. Семенов, Ю.В. Поліщук</i> ОЦІНКА ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАЛЕЛЕПЕДНИХ І КУБІЧНИХ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ ДРА..	127
--	-----

<i>І.І. Слюсарь, В.І. Слюсарь, О.О. Таган</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КВАЗІФРАКТАЛЬНИХ 3D DRA НА ОСНОВІ СИМЕТРИЧНИХ ШЕСТИГРАННИКІВ	129
---	-----

<i>В.І. Слюсар, І.І. Слюсарь, В.І. Кондратенко</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ 5G В ПАКЕТІ ATOLL .	130
---	-----

<i>Т.В. Кімачук, П.М. Гроза</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ КОДУВАННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ.....	131
---	-----

<i>О.І. Тиртишніков, М.І. Абв-Нада</i> ОЦІНЮВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНОСТІ КОНФІГУРАЦІЇ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА	133
---	-----

<i>О.І. Тиртишніков, Є.С. Дубницький</i> СТЕНД ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НАКОПИЧУВАЧІВ НА ЖОРСТКОМУ ДИСКУ.....	134
--	-----

<i>О.І. Тиртишніков, К.С. Міроненко</i> ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГІПЕРКУБІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	136
--	-----

<i>О.І. Тиртишніков, Т.О. Мільченко</i> НАВЧАЛЬНА ПАРАЛЕЛЬНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА: МОЖЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТА ВАРІАНТИ КОНФІГУРАЦІЇ.....	137
---	-----