

---

## *Електродинаміка. Пристрої НВЧ діапазону та антенна техніка*

---

### **ДОСЛІДЖЕННЯ АНТЕН РАДІОПРИЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

*Мартинчук П. П., ст. викладач; Манойлов В. П., професор кафедри, д.т.н.; Чухов В. В., к.т.н.; Хоменко М. Ф., ст. викладач  
Житомирський державний технологічний університет,  
м. Житомир, Україна*

Сучасні радіоприймально-передавальні пристрої, як правило, побудовані на цифрових (дискретних) сигналах. Конструктивні особливості високочастотних пристроїв та різні теоретичні положення, що закладені в розрахунки, накладають значний відбиток на методіку їх проектування і визначають в першу чергу коефіцієнт корисної дії (к. к. д) таких систем [1].

У роботах [3-4] пропонуються різні методіки розрахунків антенних пристроїв, однак результати цих розрахунків не дають значного підвищення к.к.д. внаслідок традиційних підходів до вирішення основного завдання.

Тому дослідження таких пристроїв цифрових систем є актуальною науковою та практичною задачею.

Метою проведених досліджень, виконаних на кафедрі біомедичної інженерії та телекомунікацій ЖДТУ, є застосування нового підходу для проектування антенних приймально-передавальних пристроїв цифрових (дискретних) систем з використанням перетворення Фур'є на елементарних антенах типу директорних вібраторних, логоперіодичних, спіральних, фрактальних та інших, які є системою дискретних джерел сигналу радіозв'язку.

Звичайно, характер вимог, що пред'являються до антени, залежить від призначення системи, умов її роботи. При цьому, окрім к.к.д., повинна бути забезпечена найбільша задана дальність між об'єктами, у випадку РЛС – точність вимірювання кутових координат та роздільна здатність об'єкту спостереження.

Електричні параметри антени тісно пов'язані з конструктивними показниками, і в багатьох випадках визначаються взаємним розташуванням елементів антени.

Між частотно-часовими залежностями в імпульсній техніці і частотно-просторовими функціями в антенній техніці існує певна аналогія, суть якої в тому, що амплітудно-фазовий розподіл поля за апертурою антени і її діаграмою направленості пов'язані перетворенням Фур'є таким же чином, як пов'язана форма імпульсу з його спектром.

Фізичний зміст полягає в тому, що якщо часовий імпульс може бути представлений у вигляді суми часових гармонік, то і розподілення поля за апертурою, яке розглядається як просторовий імпульс, може бути представлене сумою просторових імпульсів. Тому один із способів розв'язання задачі синтезу базується на використанні інтегралу Фур'є [1].

При цьому дійсна функція  $F(t)$ , яка визначає діаграму направленості, повинна відповідати умовам Діріхле: сама функція та її похідна повинні бути неперервними в будь-якому інтервалі частот, мати скінченне число розривів першого роду та скінченне число максимумів та мінімумів, бути інтегрованою, мати скінченне значення [2]. Для багатьох фізичних сигналів це є справедливим.

Конструктивними особливостями досліджуваних антен приймально-передавальних пристроїв є те, що запропоновані антени мають в своєму складі, окрім вібратора основної частоти, додаткові вібратори, кратні основній частоті. Вони вибрані як перші елементи (2 - 4) гармонічних складових цифрового (дискретного) періодичного сигналу основної частоти.

Діапазон частот таких антен від метрових діапазонів радіохвиль до мікрохвиль, в т. ч і антенних решіток, фрактальних антен.

Для прямокутного сигналу, що є найбільш поширеним у цифрових (дискретних) системах, це 3-я, 5-а, 7-а або 2-а, 4-а, 8-а гармоніки основної частоти.

При цих чотирьох складових, к. к. д. антени приймально-передавального пристрою, згідно теореми Парсеваля, може бути збільшений за амплітудою до 93 % [2].

На рисунках 1 і 2 наведені комплексні опори антени простого вібратора та вібратора з елементами 3-х гармонік. Антена з елементами гармонік має більш щільний спектр, що свідчить про кращу роздільну здатність та більшу потужність сигналу в тому ж діапазоні частот.

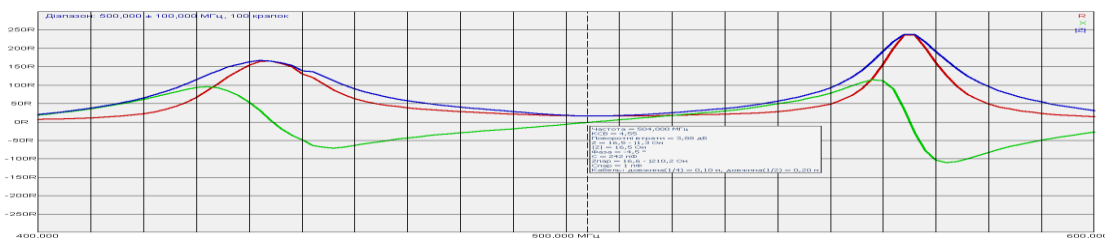


Рисунок 1 Комплексний опір простого вібратора

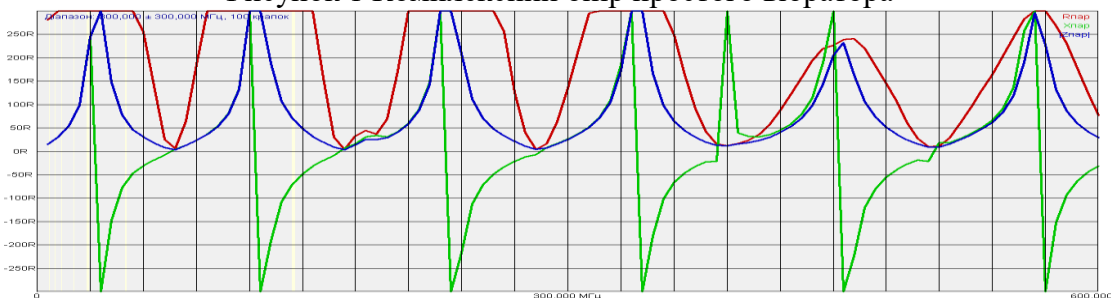


Рисунок 2 Комплексний опір вібратора з 3-ма елементами гармонік

Це дасть змогу зменшити енергетичні затрати передавально-приймального пристрою, залишивши рівень сигналу на межі встановленого, покращити дальність прийому-передачі, збільшити радіопрозорість, спростити в

певних межах конструкцію антенного пристрою за рахунок оптимізації елементів антени, зменшити матеріаломісткість антенних пристроїв, кращою стане роздільна здатність та точність визначення координат у випадку використання таких антен для РЛС та космічного зондування поверхні Землі.

Можуть знайти застосування у сучасних системах стільникового та цифрового радіозв'язку і телебачення, Wi-Fi, радіолокації як наземного, так і космічного базування.

### **Перелік посилань**

1. Власов В.И. Проектирование высокочастотных устройств радиолокационных станций/ Власов В.И., Берман Я.И. — Л.: Судостроение, 1972. — 368 с.
2. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, т.1, — Харків: «Компанія СМІТ», 2003. — 580 с.
3. Справочник по антенной технике:Справ. В 5 т.Т.1/Л.Д. Бахрах, Л.С. Бенинсон, Е.Г. Зелкин и др; Под ред. Я.Н. Фельда, Е.Г. Зелкина. — М.: ИПРЖР, 1997. — 256 с.: ил.
4. Григоров И.Н. Практические конструкции антенн. — М.:ДМК Пресс, 2005. — 352 с.:ил.(В помощь радиолюбителю).

### **Анотація**

Представлені результати дослідження нового підходу до конструювання антен приймально-передавальних пристроїв цифрових систем радіозв'язку. Розглянуті електричні та конструктивні параметри вібраторних та логоперіодичних антен із застосуванням додаткових вібраторів, кратних основній частоті, вибраних за першими гармоніками із перетворення Фур'є.

**Ключові слова:** Антени, цифрові системи, радіозв'язок, телебачення.

### **Аннотация**

Представлено результаты исследования нового подхода к конструированию антенн приемно-передаточных устройств цифровых систем радиосвязи. Рассмотрены электрические и конструктивные параметры вибраторных и логопериодических антенн с применением дополнительных вибраторов, кратных основной частоте, выбранных за первыми гармониками из преобразования Фурье.

**Ключевые слова:** Антенны, цифровые системы, радиосвязь, телевидение.

### **Abstract**

The results of a study of a new approach to designing antennas for receiving and transmitting devices of digital radio communication systems are presented. The electrical and structural parameters of vibrator and logoperiodic antennas are considered with the use of additional vibrators multiples of the fundamental frequency chosen after the first harmonics from the Fourier transform.

**Keywords:** Antennas, digital systems, radio communication, television.