

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

МУЛИК ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ

УДК.621.3.095

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОФСЕТНОЇ АНТЕНИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ
РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РЕФЛЕКТОРА**

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: к.т.н., старший науковий співробітник, доцент кафедри радіотехнічних систем
Умзар Юрій Августович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнічних систем, заступник декана
Дозорський Василь Григорович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №25 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 612

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Системи супутникового зв'язку відіграють значну роль у багатьох телекомунікаційних мережах різних країн, корпорацій, підприємств. Актуальність цього напрямку зв'язку визначилась на початку 60-х років ХХ ст. і на теперішній час є актуальною компонентою для наземного зв'язку. Антенна система є однією із основних елементів систем супутникового наземного зв'язку, де в якості антен використовують конструктивні варіанти дзеркальних параболічних антен - офсетного типу. Це зв'язано із тим, що даний тип антен має достатньо високий коефіцієнт підсилення, вузьку симетричну діаграму спрямованості, досить низькі бокові пелюстки, які суттєво зменшують вплив на сусідні системи зв'язку штучних супутників Землі, можливість електричного або програмного керування. У даній роботі виконаний аналіз різного роду антенних систем з використанням дзеркальних рефлекторів офсетного типу.

Мета та задачі дослідження Метою є дослідження технічних та конструктивних характеристик дзеркальних антен офсетного типу в частині діаграми спрямованості (з можливістю її видозміни в залежності від значення рівня обвідної у відповідності з міжнародними рекомендаціями та стандартами супутникових систем), розрахунок оптимальних значень коефіцієнту підсилення та похідних від нього, діаметру робочої поверхні рефлектора у залежності від частоти та енергетичної ефективності системи.

Об'єктом дослідження є офсетна антенна, аналіз конструктивних та технічних характеристик, розрахунок, дослідження радіотехнічних характеристик дзеркальної офсетної несиметричної антени (коефіцієнт стоячої хвилі, коефіцієнт підсилення, діаграма спрямованості при незмінному частотному діапазоні).

Предметом дослідження є дзеркальні офсетні антени несиметричного конструктивного виконання за одно дзеркальним варіантом опромінення робочої поверхні рефлектора, які розташовуються на опорно-поворотних пристроях з можливістю механічного або електричного налаштування.

Методи дослідження. Проведений аналіз, систематизування типових конструкцій та технічних характеристик дзеркальних несиметричних прямо фокусних антен.

За стандартними методиками вимірювань проводились дослідження розрахованих радіотехнічних характеристик дзеркальних офсетних антен на лабораторному стенді.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні результати, що становлять наукову новизну та отримані у ході вирішення завдань, поставлених у дослідженні, полягають в наступному:

запропоновано новий конструктивний варіант опромінення офсетного несиметричного рефлектора з допомогою опромінюючого пристрою композитної, діелектричної структури на основі біжної хвилі;

використано у відповідності до рекомендацій Регламенту радіозв'язку робочі частотні діапазони діючих супутникових систем зв'язку.

Практичне значення одержаних результатів. Спроектовано оптимальну конструкцію для заданого частотного діапазону дзеркальної офсетної антени;

Розраховано теоретично енергетичні характеристики антенного пристрою даного типу;

за стандартними методиками синтезовано діаграму спрямованості офсетної дзеркальної антени;

Апробація результатів роботи. Апробація та оприлюднення результатів досліджень відбулось на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ" 27-28 листопада 2019 року у м.Тернопіль, Україна.

Публікації. У тезах VIII Міжнародної науково-технічної конференції опубліковані тези доповідей.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 105 арк. формату А4 та додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі було проведено дослідження дзеркальних параболічних антен. Конструкція та характеристики параболічних антен, профіль дзеркала, спрямовуючі властивості параболоїда обертання, оптимальні параметри параболічної антени, засоби зменшення випромінювання кромки дзеркала, керування напрямком випромінювання дзеркальної антени шляхом винесення опромінювача з фокуса, опромінювачі дзеркальних антен.

У другому розділі проаналізовано методи аналізу та оптимізація діаграм спрямованості дзеркальних антен. Визначення струмів на антені або полів на поверхні, що обмежує антену. Знаходження поля в внутрішньому просторі. Оптимізація великих дзеркальних антен.

У третьому розділі йдеться про математику оптимізацію апертурного методу розрахунку поля випромінювання.

У четвертому розділі оптимізація офсетної антени типу "діамонд". Характеристика та опис антенної системи. Методика вимірювань параметрів антени. Оцінка енергетичних характеристик антени.

У п'ятому розділі спеціальна частина виконано загальну характеристику програмного забезпечення Mathcad, основні команди Mathcad, процес розрахунку діаграм спрямованості дзеркальних антен з використанням Mathcad, висновки до розділу 5.

У шостому розділі обґрунтування економічної ефективності розраховано, що тема наукових досліджень має наукову, технічну, а також

економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому.

У сьомому розділі екологія проаналізовано екологічну статистику математичної моделі офсетної антени.

У восьмому розділі проаналізовано забезпечення електричної безпеки користувачів ПК. Охорона праці розглянуті такі питання як, соціальне партнерство (соціальний діалог) в охороні праці. Соціальне партнерство як принцип законодавчого та нормативно-правового забезпечення охорони праці. Соціальний діалог в Європейському Союзі. Розслідування та облік аварій. Розслідування інцидентів та невідповідностей. Проведення державного нагляду за охороною праці. Види та основні параметри проведення наглядових заходів.

ВИСНОВКИ

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили провести розрахунок, вимірювання та дослідження радіотехнічних характеристик офсетної параболічної симетричної антени (коефіцієнт стоячої хвилі, коефіцієнт підсилення, діаграма направленості при незмінному частотному діапазоні).

Відповідно виконувався аналіз, систематизування типових конструкцій та технічних характеристик офсетних антен.

За стандартними методиками вимірювань проводились дослідження розрахованих радіотехнічних характеристик офсетних антен на лабораторному стенді.

Розрахунки економічної ефективності підтвердили правильність прийнятих проектних рішень і показали, що завдяки впровадженню нового технологічного процесу знизилася собівартість деталі, покращилося завантаження деталі, зменшився обсяг капіталовкладень, а також покращився цілий ряд інших техніко-економічних показників.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

Апробація та оприлюднення результатів досліджень відбулось на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ" 27-28 листопада 2019 року у м.Тернопіль, Україна.

АНОТАЦІЯ

Мулик О.М. Математична модель офсетної антени для оптимізації робочої поверхні рефлектора. Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У магістерській роботі дослідження технічних характеристик дзеркальних офсетних антен в частині діаграми спрямованості (з можливістю її видозміни в залежності від значення рівня обвідної у відповідності з міжнародними

рекомендаціями та стандартами для систем супутникового зв'язку) розрахунок оптимальних значень коефіцієнту підсилення та похідних від нього, діаметру робочої поверхні рефлектора у залежності від частоти. Здійснювався аналіз, розрахунок, вимірювання та дослідження радіотехнічних характеристик дзеркальної офсетної несиметричної антени (коефіцієнт стоячої хвилі, коефіцієнт підсилення, діаграма спрямованості при незмінному частотному діапазоні). Паралельно виконувався аналіз, систематизування типових конструкцій та технічних характеристик офсетних несиметричних антен.

Ключові слова: надвисокі частоти, коефіцієнт стоячої хвилі, частотний діапазон, амплітудно-частотна характеристика, коефіцієнт підсилення, діаграма направленості.

ANNOTATION

Mulik O.M. Mathematical model of offset antenna for optimization of reflector working surface. Master's qualification work, Ternopil National Technical University Ivan Puliuy University, Ternopil, 2019.

In the master's study of the technical characteristics of mirror offset antennas in the part of the radiation pattern (with the possibility of its modification depending on the value of the envelope in accordance with international guidelines and standards for satellite communication systems), the calculation of the optimal values of the gain and the derivative of it reflector surfaces depending on frequency. The analysis, calculation, measurement and research of the radio-technical characteristics of the mirror offset asymmetric antenna (standing wave factor, gain, gain pattern at constant frequency range) were carried out. In parallel, the analysis, systematization of typical designs and technical characteristics of offset asymmetrical antennas was performed.

Keywords: ultra high frequencies, standing wave factor, frequency range, amplitude-frequency response, gain, directional pattern.