

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.

Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.

УДК 621.326

А.В. Редчук, П.А. Василюшин, В.А. Дідик, М.І. Яворська, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОДИКА ТЕСТУВАННЯ ПОВЕРХНІ ПАРАБОЛІЧНИХ АНТЕН

A.V. Redchuk, P.A. Vasylyshyn, Didyk V.A., M.I. Yavorska, Ph D, Assoc. Prof.
METHOD OF TESTING THE SURFACE OF PARABOLIC ANTENNAS

Параболічні дзеркальні антени, з огляду на їх експлуатаційні характеристики за відносно простої конструкції, є найбільш розповсюдженим типом антен, що використовуються в дециметровому та сантиметровому діапазонах хвиль. Однак що коротшою є довжина хвилі, тим відчутнішим стає вплив погрішностей виготовлення антени на якість прийому сигналу. Прийнятним є варіант, коли середнє квадратичне відхилення (с.к.в.) в контрольних позиціях робочої поверхні дзеркала від ідеального параболоїда із заданою фокусною відстанню не перевищує половини довжини хвилі. Оцінку с.к.в можна здійснювати через віртуальне накладання на поверхню рефлектора теоретично розрахованої поверхні із заданою фокусною відстанню. Оскільки в умовах експлуатації вимірювання координат контрольних позицій на поверхні рефлектора відбувається в дистанційному режимі і в системі координат не прив'язаній до даної поверхні, умовою такого віртуального накладання є приведення порівнюваних даних до однієї системи координат. Запропонована методика оцінки якості поверхні параболічного дзеркала антени як при виготовленні, так і підчас профілактичних оглядів в процесі експлуатації, передбачає наступні етапи:

1. Вимірювання в автоматичному режимі просторових координат контрольних позицій на поверхні рефлектора у його робочому положенні.
2. Знаходження, як показано на рис.1, на основі вимірних даних оптимально наближеної апроксимаційної поверхні другого порядку, тобто обчислення за методом найменших квадратів коефіцієнтів $a_{20}, a_{02}, a_{11}, a_{10}, a_{01}, a_{00}$, оскільки в загальному випадку рівняння такої поверхні в декартовій системі координат

$$z = a_{20}x^2 + a_{02}y^2 + a_{11}xy + a_{10}x + a_{01}y + a_{00}. \quad (1)$$

$$-0.0248 x^2 - 0.0256 y^2 - 0.0001 xy - 0.1320 x + \dots + 43.5397$$

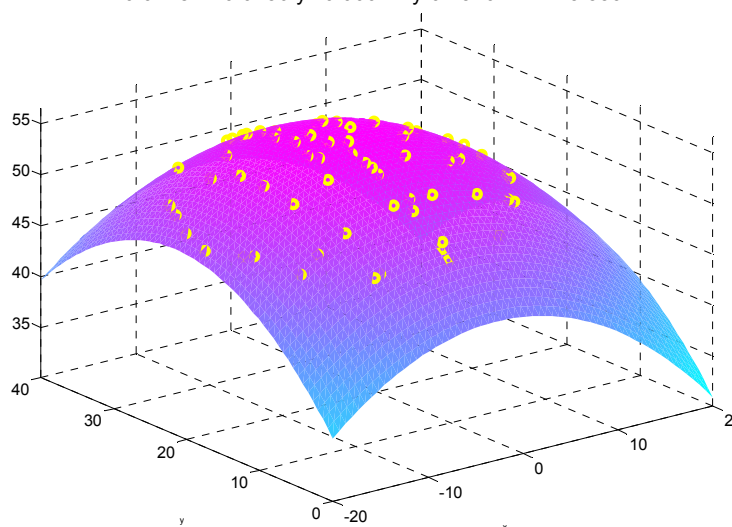


Рисунок 1. Контрольні позиції і апроксимована за ними поверхня параболоїда в системі координат вимірювального пристрою

3. Представлення (1) у канонічній формі: $Z = aX^2 + bY^2 + q_0$, (рис.2) через перетворення координат

$$x' = x - x_0, y' = y - y_0, \text{ де } x_0 = \frac{2a_{02}a_{10} - a_{11}a_{01}}{4a_{20}a_{02} - a_{11}^2}, y_0 = \frac{2a_{20}a_{01} - a_{11}a_{10}}{4a_{20}a_{02} - a_{11}^2},$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}, \text{ де } \varphi = 0.5 \tan^{-1} \frac{a_{11}}{a_{02} - a_{20}}.$$

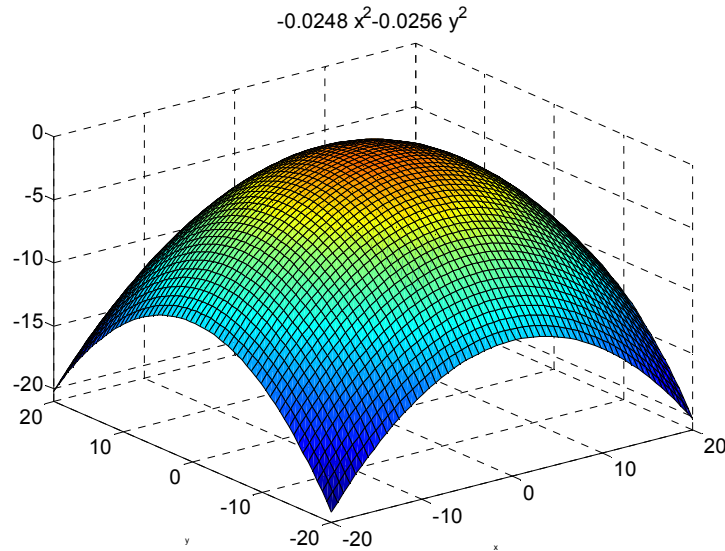


Рисунок 2. Апроксимована поверхня (1), після приведення до канонічної форми

4. Знаходження відхилень між апроксимованою і еталонною поверхнями у контрольних позиціях.

5. Обчислення с.к.в. і прийняття висновку про відповідність тестованої поверхні експлуатаційним вимогам.

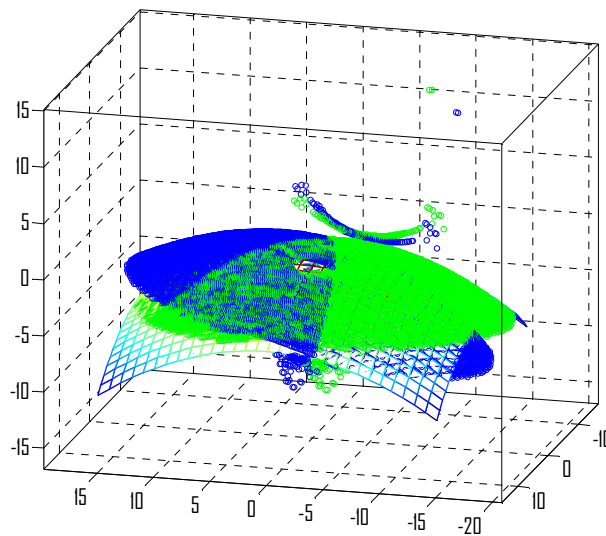


Рисунок 3. Поверхня рефлектора в робочому положенні (синім), переведена до канонічної форми (зеленим) і накладена теоретична поверхня параболоїда із фокусною відстанню $F=0.35D$ (сітка).