

РОЗРАХУНОК НЕСТАЦІОНАРНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В РЕЗОНАТОРІ ШЛЯХОМ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ МАКСВЕЛА

Ібадулліна А.М.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Грицунов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: annaibadullina@gmail.com, факс (057) 702-11-13

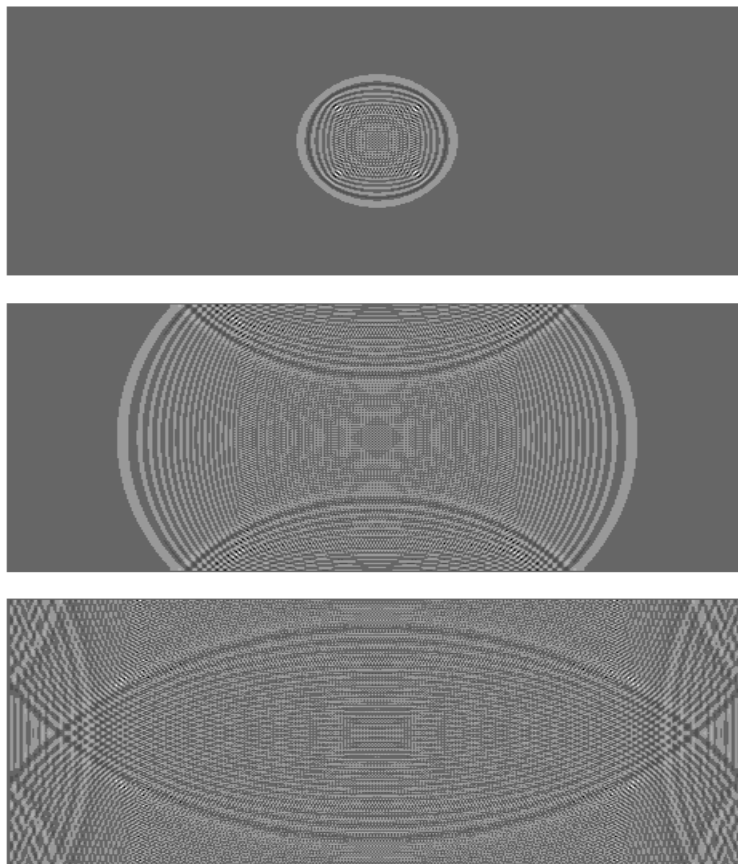
The results of investigations of the excitation of an electromagnetic field in a cavity resonator using the developed electromagnetic program are described. The resonator has the form of a rectangle with dimensions of 10 mm and 23 mm. The exciting element has the form of an elementary electric dipole located in the center of the resonator and oriented vertically.

У доповіді розглянуто попередні результати моделювання збудження надширококутових електромагнітних полів за допомогою спеціально розробленої числової програми. Завдання розрахунку соленоїдального електромагнітного поля вільних коливань (хвиль) полягає у вирішенні однорідних рівнянь Максвелла в деякому об'ємі, обмеженому металевими поверхнями, з заданими геометричними та електрофізичними параметрами – діелектричній та магнітній проникностях заповнення, конфігурації та розмірах моделюємої області і т.ін.

Програму CAVITY для моделювання електромагнітних полів у прямокутному резонаторі розроблено на базі алгоритмів розв'язання гіперболічних рівнянь математичної фізики, описаних у доповіді. Вона інтегрує нестационарні рівняння Максвелла кінцево-різницею методом у двовимірній прямокутній області. Заключним етапом моделювання є спектральний аналіз часової вибірки напруженості електричного поля. За допомогою його можливо ідентифікувати окремі моди (види коливань), що збуджуються у резонаторі, та визначити їхні амплітуди.

Відомо, що хвильове рівняння описує поширення сферичної хвилі в необмеженому просторі. У двовимірному наближенні така хвиля має вигляд кола. Це підтверджує рисунок, на якому зображено вертикальну складову електричного поля в моменти $8 \cdot 10^{-12}$ с, $27 \cdot 10^{-12}$ с та $48 \cdot 10^{-12}$ с після початку моделювання. Однак після досягнення фронтом хвилі стінок резонатора відбувається повне її відображення зі зміною напрямку фазової і групової швидкості на 180 градусів. З плином часу картина все більш ускладнюється за рахунок інтерференції відбитих хвиль. Через досить великий проміжок часу

формується стійкий розподіл електромагнітного поля. У ньому присутні структури стоячих хвиль усіх видів коливань, для яких виконуються умови збудження вертикальним електричним диполем в центрі резонатора.



В результаті розрахунків зроблено однозначний висновок про те, що запропонована методика розрахунку ВЧ-полів в НВЧ-приладах є досить точною, стійкою і надійною, отже її можна використовувати без будь-якої додаткової перевірки в областях складної конфігурації. Вона, зокрема, дозволяє отримувати розташування силових ліній електромагнітного поля, а також розраховувати значення спектральних складових сигналів, збуджуваних в уповільнюючих системах. Розроблену методику можна застосовувати на практиці як складову частину алгоритмів аналізу та синтезу надширококустових активних та пасивних приладів сучасної НВЧ електроніки.

Література:

1. Моделирование электромагнитных полей в электротехнических приборах / А. С. Степанов, Ю. Г. Бладзевич, З. Х. Борукаев і ін. – К.: Техніка, 1990. – 188 с.