РОЗСІЮВАННЯ ПОЛЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ХВИЛЕВОДУ НА ПРИЗМІ

Нєвров В.Ю.
Наукові керівники – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.,
д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Вертій О. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки, тел. 702-10-57)
e-mail: vladyslav.nievrov@nure.ua

The field scattering of a dielectric waveguide by a prism is considered. The computer model is based on the use of the MEEP package. Formation of a wave beam in free space is shown for various material parameters of the system elements.

Діелектричні хвилеводи – це основні лінії передачі в короткохвильовій частині НВЧ діапазону та інфрачервоному діапазоні. Однією з основних властивостей діелектричних хвилеводів є наявність поля електромагнітної хвилі як всередині хвилеводу, так і за його межами. Це використовується для реалізації електромагнітного зв'язку між різноманітними елементами: хвилеводами, резонаторами тощо. При цьому відбувається передача частини енергії від одного елемента тракту до іншого. Цей процес певним чином залежить від параметрів елементів тракту [1].

Одним із найбільш розповсюджених елементів оптичних та квазіоптичних систем є призми. Вони використовуються, наприклад, в спектральних приладах, для формування резонаторів та керування напрямком розповсюдження випромінювання. Задача керування просторовим розподілом випромінювання зараз є дуже важливою, насамперед через впровадження телекомунікаційних систем, що використовують хвилі міліметрового діапазону.

В даній роботі розглянуто схему передачі енергії від діелектричного хвилеводу до призми з метою формування хвильового пучка з визначеним напрямком розповсюдження. Ця схема представлена на рис. 1. Вона складається з діелектричного хвилеводу 1 та призми 2.

Відстань між хвилеводом і призмою повинна бути достатньо невеликою для того, щоб забезпечити необхідний рівень електромагнітного зв'язку між цими елементами.

Для теоретичного дослідження процесу розсіювання поля хвилеводу на призмі, була створена комп'ютерна модель на основі методу скінченних різниць в часовій області (FDTD). Для цього використовувався пакет MEEP, що вільно розповсюджується на основі публічної ліцензії [2].

Рисунок 1 – Схема передачі енергії від хвилеводу до призми:
1 – хвилевід; 2 – призма

Побудована модель є двовимірною. Це значно спрощує її програмну реалізацію та знижує вимоги до обчислювальних ресурсів. Загальна розрахункова схема є стандартною для обраного методу. Область розрахунку має спеціальні граничні умови, які забезпечують відсутність відбиття хвиль. Зазвичай ця процедура називається формуванням PML (perfectly matched layer) шару.

На вхід діелектричного хвилеводу подається монохроматичний сигнал. Товщина хвилеводу обирається з умови існування основного типу хвилі. Слід зазначити, що зв'язок між хвилеводами та призмою може бути модифікований через введення невеликого перекосу сусідніми площинами призми та хвилеводу.

Результати чисельних розрахунків показали, що в даній схемі реалізується формування хвильового пучка, що розповсюджується у вільному просторі під певним кутом до площини діелектричного хвилеводу. Аналіз впливу матеріальних параметрів хвилеводу та призми показав, що умови формування такого пучка аналогічні умовам реалізації Черенковського випромінювання [3]. Таким чином дана схема може бути використана також для ілюстрації цього важливого фізичного явища.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Yariv A. Universal relations for coupling of optical power between microresonators and dielectric waveguides // Electronic Letters. – 2000. – Vol. 36, no. 4. – pp. 321-322.

2. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.

3. Джелли Дж. Черенковское излучение и его применения. М.: Иностранная литература, 1960. 334 с.