

УДК 535.42:621.382.029.62

КЕРУВАННЯ ДИФРАКЦІЙНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ У СИСТЕМІ З ПОДВІЙНОЮ РЕШІТКОЮ

Болтаєва К. У.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.,
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ
м. Харків, Україна

тел. +38(096)4761479, e-mail: kamila.boltaieva@nure.ua

A 2D computer model of diffraction radiation system was developed. The design consists of a dielectric waveguide, which is used to represent the electron beam, a metal comb and an additional dielectric grating. Angular diagrams of the power flow of diffracted radiation were obtained. The research results showed that changing the period of the additional grating leads to significant changes in the angular distribution of the electromagnetic power flow, which can be used to control the spatial distribution of terahertz diffraction radiation.

Терагерцове (ТГц) випромінювання зазвичай розуміється як електромагнітне випромінювання в діапазоні частот приблизно від 0,1 ТГц до 10 ТГц, що відповідає довжинам хвиль від 3 мм до 30 мкм [1]. Ці частоти вищі, ніж у радіохвиль і мікрохвиль, але нижчі, ніж у оптичного випромінювання. ТГц випромінювання має застосування в таких сферах, як спектроскопія, радіобачення та зв'язок. Воно може дати інформацію про властивості матеріалів, наприклад, електронні та вібраційні.

Дифракційні елементи мають великий вплив на ТГц системи, оскільки їх виготовлення дуже просте в порівнянні з оптичним діапазоном випромінювання (інфрачервоним, видимим, ультрафіолетовим тощо) [2]. Терагерцеві дифракційні оптичні елементи можна розуміти як структури, дизайн яких регулюється хвильовим підходом, що дозволяє їм бути меншими та легшими за відповідні заломлювальні структури. Найбільш популярними і відомими дифракційними елементами є решітки та дифракційні лінзи. Дифракційні решітки відіграють важливу роль у дифракційній оптиці, оскільки їх можна використовувати в спектрометрах, монохроматорах та багатьох інших оптичних пристроях. Ефект Сміта-Парселла (дифракційне випромінювання) широко відомий як джерело електромагнітного випромінювання в різних діапазонах частот [3–5]. Дифракційне випромінювання є одним з джерел ТГц діапазону. Характерною особливістю дифракційного випромінювання з огляду на його спектрально-кутовий розподіл є сильний зв'язок між довжиною хвилі, кутом випромінювання, періодом решітки і швидкістю електронів.

В даній роботі досліджується двовимірний модель дифракційного випромінювання, де електронний потік подається як діелектричний хвилевід. Для побудови моделі було використано пакет COMSOL Multiphysics. На вхід системи подається електромагнітна хвиля, яка

проходить через хвилевід. Хвиля за межами хвилеводу розсіюється на відбивній металевій гребінці. Застосування додаткової верхньої діелектричної решітки дозволяє регулювати напрям дифракційного випромінювання.

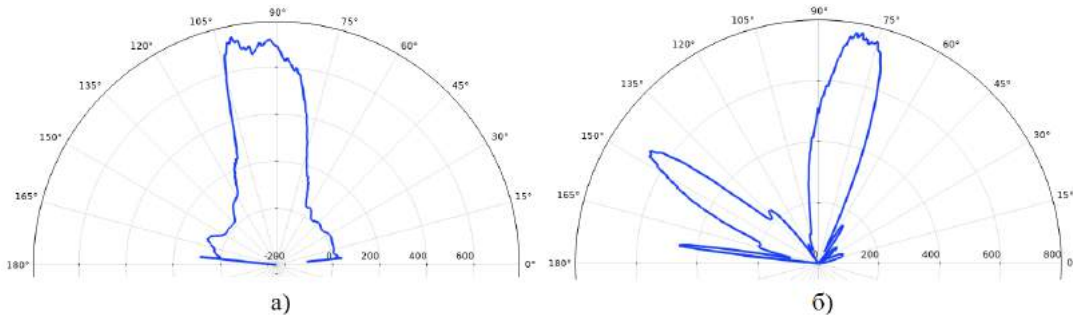


Рисунок 1 – Кутові діаграми потоку потужності дифракційного випромінювання.

На рис. 1 представлені кутові діаграми потоку потужності дифракційного випромінювання для різних значень періоду додаткової діелектричної дифракційної решітки. Коли періоди додаткової решітки та металевій гребінки співпадають, то дифракційне випромінювання спрямоване практично перпендикулярно до площини гребінки. Зміна періоду додаткової решітки призводить до суттєвих змін в кутовому розподілі потоку електромагнітної потужності. Отже, схема, що розглядається в роботі, може бути використана для керування просторовим розподілом дифракційного випромінювання в терагерцовому та субтерагерцовому діапазонах.

Список використаних джерел:

1. Dr. Rüdiger Paschotta. Terahertz Radiation, (2006). RP Photonics Encyclopedia.
2. Siemion, A. (2019). Terahertz Diffractive Optics-Smart Control over Radiation. *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*, 40, 477–499. <https://doi.org/10.1007/s10762-019-00581-5>
4. Odarenko, E. N., Shmat'ko A. A., & Udintcev P. V. (2008). Physical nature of the Smith-Purcell effect and its simulation. 18th Int. Conf. "Microwave & Telecommunication Technology", Sevastopol, Ukraine, 08-12 Sept 2008. <https://doi.org/10.1109/CRMICO.2008.4676349>
5. Odarenko, E. N., Shmat'ko A. A., & Yudintcev P. V. (2010). Self-consistent theory of Smith-Purcell effect at harmonics of BWO frequency in the double-mode parametric oscillator. 20th Int. Conf. "Microwave & Telecommunication Technology", Sevastopol, Ukraine, 13-17 Sept 2010. <https://doi.org/10.1109/CRMICO.2010.5632599>