МОДЕЛЮВАННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЧЕРЕНКОВА В ПАКЕТІ MEEP

Нєвров В.Ю.
Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

Model of the Cherenkov radiation is considered in this work. Package MEEP is used for numerical calculations of the radiation field spatial distribution. Two-dimensional model is used for modeling of Cherenkov radiation. Different values of the charged particle velocity are considered for visualization of the radiation fields.

При проходженні частинки через матеріальне середовище зі швидкістю, що перевищує швидкість розповсюдження світла в цьому середовищі, спостерігається характерне випромінювання, яке називається випромінювання Черенкова [1]. Це явище знайшло широке застосування при розробці різних електронних приладів, в тому числі квантових, а також детекторів [2, 3]. У даній роботі створена комп'ютерна модель випромінювання Черенкова на основі використання пакету MEEP [4]. Цей пакет використовує при розрахунках метод скінченних різниць у часовій області (FDTD). Схема розрахункової області зображена на рис. 1. Область оточена поглинаючим шаром (PML) для мінімізації відбиття хвилі. Заряджена частинка моделюється лінією струму, що спрямована перпендикулярно до площини рисунка. Для ілюстрації випромінювання Черенкова необхідно задати параметри матеріального середовища, в якій рухається заряджена частинка. У даній роботі чисельні розрахунки проводилися за умови заповнення розрахункової області середовищем з показником заломлення 1.5. Обрана TE поляризація випромінювання, при якій вектор напруженості магнітного поля спрямований перпендикулярно площині рисунка. Для візуалізації результатів розрахунків вибиралася єдина компонента напруженості магнітного поля.

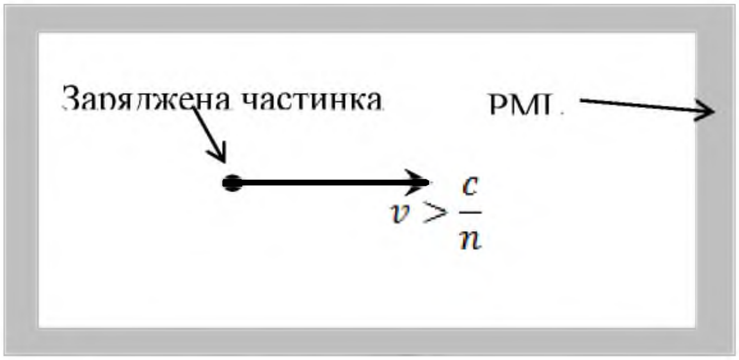

Рисунок 1. – Схема розрахункової області.

Результати чисельних розрахунків представлені на рис. 2. Розподіл поля на рис. 2а відповідає випадку руху зарядженої частинки зі швидкістю, меншою, ніж фазова швидкість хвилі в використовуваному матеріальному середовищі (тобто менше, ніж 2/3 швидкості світла у вакуумі). Рис. 2б відповідає реалізації ефекту Черенкова, що видно по формуванню характерного конуса випромінювання. В даному випадку швидкість руху зарядженої частинки перевищує фазову швидкість хвилі в середовищі. Слід

а) б)

Рисунок 2. – Просторовий розподіл поля випромінювання для різних значень швидкості частинки.

зазначити, що засоби пакета MEEP дозволяють створювати анімації на основі розв'язання електродинамічних задач. Це дає можливість застосування даного розрахункового проекту для створення наочних засобів для вивчення особливостей електромагнітного випромінювання.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Джелли Дж. Черенковское излучение и его применения. М.: Иностранная литература, 1960. 334 с.
2. Черенковские детекторы и их применение в науке и технике. М.: Наука, 1990. 432 с.
3. Батура М.П., Кураев А.А., Лущицкая И.В., Синицын А.К. Оптимизация релятивистских черенковских генераторов на нерегулярных гофрированных волноводах с учетом закритических мод // Доклады БГУИР. — 2004. — № 4 (8). — С. 26–36.
4. 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.