

Моделювання множинних параметричних взаємодій хвиль з лінійними дисперсійними залежностями

Лисенко О.В., доцент; Кравченко В.М., студент
Сумський державний університет, м. Суми

Двопотокові та плазмово-пучкові супергетеродинні лазери на вільних електронах (СЛВЕ) характеризуються виключно високими інкрементами підсилення електромагнітних хвиль за рахунок використання двопотокової та плазмово-пучкової нестійкості. Такі нестійкості забезпечують інтенсивне підсилення хвиль просторового заряду (ХПЗ), енергія яких потім перетворюється в енергію потужної електромагнітної хвилі. Хвилі ХПЗ, які підсилюються за рахунок нестійкостей, характеризуються лінійними дисперсійними залежностями. Це призводить до того, що між гармоніками хвилі ХПЗ виникає велика кількість трихвильових параметричних резонансних взаємодій, тобто виникають множинні параметричні взаємодії. Такі взаємодії суттєво впливають на динаміку основної (першої) гармоніки ХПЗ. Разом з цим виникає можливість реалізації особливих режимів роботи СЛВЕ, коли головним завданням є створення потужного мультигармонічного вихідного сигналу. Тобто стає можливим створення мультигармонічних СЛВЕ. Тому задача моделювання множинних параметричних взаємодій хвиль з лінійними дисперсійними залежностями є важливою та актуальною.

Як модель розглядаємо формування вихідного мультигармонічного сигналу як реакцію на спільну дію двох мультигармонічних хвиль через механізм квадратичної нелінійності. Формування вихідного мультигармонічного сигналу через механізм кубічної нелінійності для хвиль з лінійною дисперсійною залежністю розглядаємо як послідовну дію двох механізмів, що описуються квадратичними нелінійностями. В роботі побудовано алгоритм, який моделює генерацію вищих гармонік хвиль з лінійними дисперсійними залежностями за рахунок множинних параметричних взаємодій з урахуванням як квадратичних, так і кубічних нелінійностей. Цей алгоритм реалізовано у вигляді комп'ютерної програми у середовищі Matlab. Роботу алгоритму продемонстровано на задачі генерації вищих гармонік хвиль ХПЗ в прольотній секції двопотокового супергетеродинного лазера на вільних електронах в рамках наближення слабкого сигналу.