

# ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ УСЕРЕДНЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В НЕЛІНІЙНІЙ ТЕОРІЇ ДВОПОТОКОВОЇ НЕСТІЙКОСТІ В РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Савченко В.І.

В даній роботі продемонстровано техніку застосування методу усереднених характеристик до задачі двопотокової нестійкості в прольотній секції супергетеродинного двопотокового лазера на вільних електронах клістронного типу. Побудовано нелінійну мультигармонічну теорію прольотної секції супергетеродинного двопотокового лазера на вільних електронах. Проведено аналіз нелінійної динаміки хвиль, з'ясована важлива роль вищих гармонік в цих процесах.

Двопотокова нестійкість, як і її часткова реалізація плазмпучкова нестійкість, можуть бути віднесені до найбільш складних для вивчення об'єктів електродинаміки плазмподібних систем. Загальна самоузгоджена задача має два формальних незалежних етапи. Перший є задача руху двошвидкісного релятивістського електронного пучка в заданих електромагнітних полях (задача руху). Другий етап є задача генерації (збудження) цих полів при заданому руху пучка (польова задача). Узгодження обох цих задач дає повний самоузгоджений розв'язок початкової задачі. Для цього в якості вихідних беруться квазігідродинамічне рівняння, рівняння неперервності, рівняння Макевела [1-2].

В результаті використання метода усереднених характеристик отримано систему нелінійних рівнянь для визначення комплексних амплітуд хвиль просторового заряду (ХПЗ), яка аналізувалась за допомогою стандартних числових методів. Всі розрахунки проводились з урахуванням 100 гармонік.

Результати обчислень продемонстровано на рисунку 1. Тут показано залежність нормованих амплітуд ХПЗ від номерів гармонік. Як бачимо, у результаті розвитку двопотокової нестійкості можуть виникати ситуації, коли вищі гармоніки

можуть мати однаковий порядок малості, або навіть вищі гармоніки можуть бути значно більшими ніж нижчі гармоніки. Цей результат збігається з результатами відповідних експериментальних досліджень.

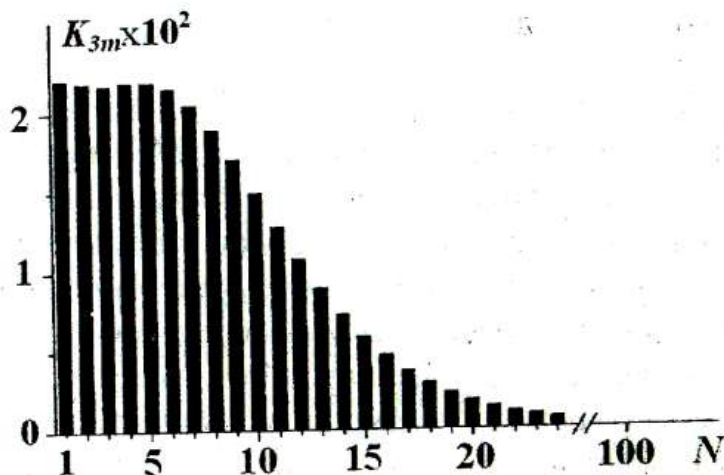


Рисунок 1 - Залежність нормованих амплітуд ХПЗ від номера гармонік

Зауважимо, що подібний результат є досить нетрадиційним, і в принципі, не може бути отриманим у разі застосування, наприклад, такого методу, як метод повільно змінних амплітуд.

Таким чином, в даній роботі продемонстровано техніку застосування метод усереднених характеристик, а також побудовано нелінійну мультигармонічну теорію прольотної секції клістронного двопотокового лазеру на вільних електронах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. Kulish V.V. Hierarchical methods. Vol. II. Undulative electrodynamic systems, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.