

БІФУРКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ НАПІВКЛАСИЧНОЇ МОДЕЛІ ОДНОМОДОВОГО ЛАЗЕРА

Коломієць С.В.

Важливою проблемою при дослідженні лазерних моделей є теоретичне обґрунтування впливу змінювання параметрів твердотільного лазера, що характеризують його структуру або є параметрами керування модулятором добротності, на динаміку лазера. Дослідження динаміки одномодових лазерів на твердому тілі пов'язано з певними проблемами, до яких належить відсутність загальних методів інтегрування відповідних систем нелінійних диференціальних рівнянь, наявність в лазерних моделях кількох параметрів, які в процесі роботи лазера можуть повільно змінюватись, що істотно впливає на його динаміку, помітне ускладнення напівкласичної моделі в порівнянні з класичною внаслідок врахування нелінійності взаємодії поля з речовиною резонатора та введення нелінійного елемента в резонатор, як ефективного засобу впливу на динаміку лазера.

Відсутність загальних методів інтегрування систем нелінійних диференціальних рівнянь примушує скористатися локальними методами, кожен з яких суттєво використовує асимптотичні оцінки як фазових координат, так і параметрів моделі. Одним з локальних методів, що дозволяє виявити та дослідити фізичні процеси, які породжують нестійкість та приводять до формування регулярних пульсацій в динаміці лазера, є алгоритм біфуркації народження циклу [1].

Розглядається модель лазера з безінерційним фільтром [2]:

$$\begin{cases} \dot{x} = Gx(y - 1 - b(1 + \rho x)^{-1} - rx), \\ \dot{y} = A - y(x + 1) \end{cases}, \quad (1)$$

де x - щільність поля фотонів, y - інверсія в активному середовищі, ρ - відношення щільності насичення активного середовища до щільності насичення фільтру, r - зведений коефіцієнт нелінійної взаємодії резонатора і квадратично-нелінійного елемента розміщеного в резонаторі, G - великий параметр в теорії лазерів класу В, A - параметр накачки, $b = Q_0 l_2 / k_{\text{н}} l_1$, де l_1, l_2 - віддалі від фільтру до кінців резонатора, Q_0 - непросвітлене значення коефіцієнта поглинання фільтру, $k_{\text{н}} = \eta - \ln(r_1 r_2 / 2l)$, де l - довжина резонатора, η визначає пасивні витрати, r_1, r_2 - коефіцієнти відбиття дзеркал. Всі параметри, фазові координати і час - безрозмірні.

В роботі [2] вивчаються стаціонарні розв'язки системи (1), її фазовий портрет і деякі особливості динаміки якісними методами теорії диференціальних рівнянь. В даній роботі з'ясовано умови виникнення біфуркації Хопфа в системі (1), знайдено критерій стійкості періодичних коливань та інтервали стійкості для деяких параметрів, а також побудовано періодичний розв'язок системи (1) в квадратичному наближенні та одержано аналітичний вигляд граничного циклу в першому наближенні.

Література

1. Хэссард В., Казаринов Н, Вэн И. Теория и приложения бифуркации рождения цикла. - М.: Мир, 1985. - 280 с.
2. Самсон А.М., Котомцева Л.А., Лойко Н.А. Автоколебания в лазерах.- Мн.: Навука і техніка, 1990. - 280 с.