

В.М. СТАРКОВІнститут фізики НАН України, Київ, Україна,
e-mail: vjachnikstar@gmail.com.

КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ ОПТИЧНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ

Анотація. Роботу виконано у контексті конкурентної ідеології створення елементної бази цифрових оптичних комп'ютерів (трансфазорів, оптичних ключів, осередків пам'яті) на відмінній від інтерферометра Фабрі–Перо основі. Докладно розглянуто математичні моделі стаціонарної (варіант I) та нестаціонарної (варіант II) чотирипучкової лазерної взаємодії в оптично-нелінійних середовищах у вигляді системи звичайних диференціальних рівнянь із заданими граничними умовами (I) та системи інтегро-диференціальних рівнянь із граничними умовами (II). Введено оригінальні шукані функції $z(x)$ (I) та $u(z, t)$, $v(z, t)$ (II). Завдяки цьому розв'язання задачі (I) зведено до розв'язання простого трансцендентного рівняння (канонічного рівняння оптичного гістерезису), а розв'язання задачі (II) – до розв'язання системи двох нелінійних інтегральних рівнянь відносно амплітуд інтерференційних картин (канонічної системи рівнянь нестаціонарного оптичного гістерезису).

Ключові слова: бістабільність, гістерезис, оптичний комп'ютер, математична модель, лазерна взаємодія, інтегральне рівняння.

ВСТУП

У статті наведено докладний опис математичних методів і алгоритмів дослідження теоретичних моделей оптичного гістерезису (оптичної бістабільності). За основу взято теоретичні моделі стаціонарної та нестаціонарної чотирипучкової лазерної взаємодії в оптичних середовищах з дифузійним механізмом нелінійності. Вихідне математичне формулювання задачі стаціонарного варіанта моделі є крайовою задачею для системи звичайних диференціальних рівнянь щодо інтенсивностей лазерних пучків і різниці фаз. Теоретичну модель нестаціонарної чотирипучкової лазерної взаємодії визначають системою інтегро-диференціальних рівнянь із відповідними граничними умовами [1]. Стосовно актуальності роботи слід зазначити, що результати всебічного дослідження явища оптичної бістабільності у випадку обернення хвильового фронту лазерних пучків в електрооптичних кристалах з дифузійним механізмом нелінійності (сегнетоелектриках) мають велике значення для розроблення елементів цифрового оптичного комп'ютера. Ще у 1981 р. компанія «Bell» розробила аналог електронного транзистора — трансфазор [2]. Основою функціонування цього елемента є явище оптичної бістабільності [3], а сам трансфазор є одним з варіантів інтерферометра Фабрі-Перо у вигляді досить складного оптично-бістабільного пристрою [4]. Основною особливістю цього трансфазора є те, що теоретико-математичне обґрунтування принципу його функціонування є досить простим, а конструкторська та технологічна реалізація — дуже складними. Під час удосконалення та апробації основних компонентів цифрового оптичного комп'ютера (оптичних процесорів, осередків пам'яті) на основі інтерферометра Фабрі–Перо науковці з'ясували низку причин принципового характеру. Як виявилось, для того, щоб оптична ідеологія була конкурентоспроможною, потрібно здійснити прорив у забезпеченні функціонування всіх розроблених компонентів як єдиної системи та компактності оптичних елементів у створенні технологій масового виробництва [5]. Саме через це досі немає діючого цифрового оптичного комп'ютера.

© В.М. Старков, 2022