

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

д.м.н. Ткаченко В.А., к.т.н. Курський Ю.С.

Науковий керівник – к.т.н., Курський Ю.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Фізичних основ електронної техніки)

Lasers used in optical information technologies, science and medicine have high requirements regarding the stability of radiation parameters: power, frequency, duration and pulse repetition frequency, polarization. Factors affecting their stability are design imperfection as well as external and internal processes. Research of nature and control of these processes is considered as a condition for ensuring the stability of radiation, controlling the parameters of nano-pico- and femtosecond lasers pn pulses, stabilization of the radiation parameters of nanolasers [1].

С точки зору теорії, направленої на дослідження складних систем, лазер являє собою відкриту нелінійну динамічну систему з функціональною самоорганізацією (НДС). Для дослідження НДС використовуються підходи і методи міждисциплінарних теорій відкритих систем, динамічного хаосу, топології і фрактального аналізу. Успішна реалізація задач експертних досліджень, прогнозування та управління НДС залежить від коректності змін.

Застосування методів та інструментів нелінійної метрології до оцінювання результатів вимірювання параметрів лазерного випромінювання дозволяють виконувати завдання дослідження та управління динамічними процесами та параметрами лазерного вилучення. Таким чином, це робота є створенням моделі дослідження динамічних процесів і параметрів вилучення лазера, як нелінійної динамічної системи. У роботі [2] було проведено дослідження об'ємного лазера вільних електронів з фотонним кристалом. Виявилося, що такий лазер є хаотичною НДС, яка проявляється в сильному чутливості ДП від початкових умов і флуктуацій параметрів.

Таким чином, пошук керуючих параметрів, вимірювання ДП лазерного вилучення в стаціонарному і хаотичному режимі необхідні, як для забезпечення високої стабільності параметрів вилучення лазера. Для забезпечення коректних вимірів в таких дослідженнях необхідно створити спеціальну модель дослідження динамічних процесів і параметрів випромінювання лазера. Модель складається з схем вимірювального експерименту та процедур обробки даних.

Схема експерименту наведена на рисунку (Рис.1) де 1 - керована система інжекції, 2 - досліджуваний лазер, 3, 4, 7 – світлодіодні пластини, 5 -

вимірювач енергії імпульсу, 6 - спектр-аналізатор, 8 - блок вимірювання тривалості імпульсів, 9 - блок вимірювання частоти проходження імпульсів 10 - система управління експериментом, синхронізації вимірювань і запису показань приладів.

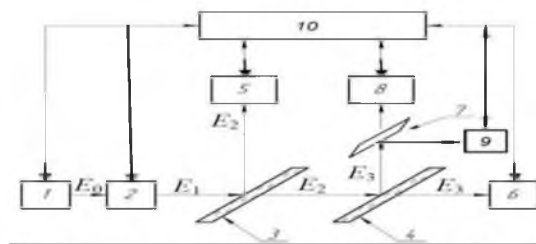


Рисунок 1 – Схема експерименту

Експеримент виконується в такий спосіб. Лазерне випромінювання джерела 2, пройшовши світлоділянкові пластинки 3, 4, 7 направляється на вхід вимірювальних приладів 5, 6, 8, 9. Вважаємо, що пластинки ділять енергію імпульсу в співвідношенні 50/50. Система 10 управляє системою накачування лазера 1, а також синхронно, в задані моменти часу, записувати результати вимірювань: енергії інжекції; енергії імпульсу; тривалість імпульсу; частоту проходження імпульсів; частоту випромінювання; ширину спектральної лінії випромінювання; час проведення і-го вимірювання.. З числа ДП виключена енергія накачування, як керуючий параметр.

Аналіз отриманих даних дозволяє визначити ступінь монохроматичності випромінювання і стабільність і-й ДП:

$$\Delta X_i = \pm \frac{2s_i}{\bar{X}_i}$$

де, $s_i, \bar{X}_i$ - середнє квадратичне відхилення і середнє значення результатів вимірювання і-й ДП відповідно.

Метою експерименту є дослідження режимів роботи лазера, можливості його переходу в хаотичний режим, а також умов переходу. При цьому необхідно визначити інтервали значень ДП в стаціонарному і хаотичному режимах, класифікувати динаміку ПДВ і визначити час прогнозу значень ДП.[3].

Список джерел: 1. Ю. П. Мачехин, А. С. Гнатенко, Ю. Ю. С. Курской Фотонно-кристалічні наноламери як оптичні стандарти частоти // Телекомунікації та радіотехніки. 2018. 2018. Vol. 77, Is. 13. P. 1169-1177.
2. Weiss T.O., Klische W., Ering P.S. and Cooper M. 1985, Opt. Commun. 52, 405
3. Мачехін Ю.П., Курської Ю.С. Основи нелінійної метрології. LAP Lambert Academic Publishing, 2014.- 162 p.