

УДК 621.373.826:539.122

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПУЧКІВ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Стрілець І. О.

Зав.каф.ФОЕТ, кандидат фізико-математичних наук, доцент Гнатенко О. С.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна  
тел. +380990287292, e-mail: ivan.strilets@nure.ua

Laser technology includes devices (devices, installations) that use laser radiation to implement their functions. In the work, the questions regarding the use of physical optical propagation in Opticstudio, the computer package for modeling rays - ZEMAX Opticstudio were considered. Work was carried out on setting up the Gaussian source in OpticStudio, using: sequential beams, non-sequential beams, paraxial Gaussian beams, propagation of physical optics. Research methods are analytical, numerical and experimental using the Physical Optics Propagation (POP) tool in OpticStudio (Zemax).

Технічні характеристики лазерних приладів у значній степені визначаються властивостями лазера як джерела випромінювання. Тому при виборі конкретного лазера з їх різноманіття першорядне значення набуває знання параметрів і характеристик, що описують властивості лазера. Питання про моделювання параметрів та характеристик лазера як джерела випромінювання є важливим розділом курсу, засвоєння якого необхідне для ефективного застосування лазера в приладі. Потрібно розуміти під параметрами ті величини, які можна виразити числом, а під характеристиками – залежність параметрів одного від іншого, і навіть поняття, які характеризують роботу лазера [1].

Метою даної роботи є дослідження моделювання параметрів пучків лазерного випромінювання у Zemax/Opticstudio. Представлений інструмент Physical Optics Propagation (POP) у OpticStudio (Zemax), який розповсюджує електричні поля у вільному просторі, представляє собою засіб перегляду файлів променя, який використовується для перевірки фази та інтенсивності променя на кожній поверхні [1]. Представлено дволінзову систему. Перша лінза колімує промінь, а друга лінза фокусує промінь. Обидві лінзи є асферичні синглети, які несуть асферичний член  $r^4$  для корекції сферичної аберації. У колімованій частині променя є невелике центральне затемнення. Довжина хвилі для системи встановлена на 1 мкм [2]. Під час роботи необхідно дотримуватися певного плану. Виміряли різницю оптичних шляхів для двох променів поблизу краю променя, що розділені невеликою відстанню у зіниці, де відбувається зміна фази. Крім того, важливо обчислити кількість пікселів, що буде потрібна для вибірки зміни фази між двома променями. Для розрахунку загальної кількості пікселів, помножимо на повний діаметр.

Розрахунок передбачає, що нам потрібні 4 пікселі на 1 хвилю оптичної різниці ходу. Розрахунок по повній зіниці показує, що потрібна сітка розміром 38 000 пікс× 38 000 пікс.. Для 2 пікс на 1 хвилю оптичної різниці ходу, що менше, ніж дійсно необхідно, знадобиться розмір сітки 16 000 пікс × 16 000 пікс. Для зберігання одного масиву такого розміру потрібно 4,3 ГБ оперативної пам'яті. Щоб отримати додаткову інформацію, виконаємо пошук «Вимоги до пам'яті» у довідкових файлах OpticStudio [3]. Розрахунки такого розміру можуть бути неможливі, залежно від апаратного забезпечення комп'ютера, або можуть зайняти занадто багато часу. Однак для багатьох швидких систем підходить алгоритм Fibre Coupling на основі променів і POP не потрібний. Для більшості систем оптоволоконного сполучення дифракційні ефекти від країв лінз не є суттєвими. У цьому випадку використаємо розрахунки зчеплення на основі променів [4]. Physical Optics Propagation – це всеосяжна модель усіх системних аберацій що дозволяє дуже детально вивчати довільні оптичні промені. Промені є швидким і ефективним способом моделювання лазерних променів. Параксіальний аналіз гауссового пучка також дуже швидкий у обчислювальному відношенні. Цей інструмент забезпечує легкий доступ до ідеальних характеристик гауссового променя, таких як дивергенція, діапазон Релея, розмір звуження, розмір променя тощо. Промені є швидким і ефективним способом моделювання лазерних променів. Параксіальний аналіз гауссового пучка також дуже швидкий у обчислювальному відношенні. Цей інструмент забезпечує легкий доступ до ідеальних характеристик гауссового променя, таких як дивергенція, діапазон Релея, розмір звуження  $1/e^2$ , розмір променя тощо.

В роботі було виконано: Моделювання та оптимізація параметрів та якості пучка випромінювання, що проходить через лінзову систему. Моделювання лазера параметрів лазерного пучка з лінзовою збіркою. Виконані в роботі завдання сприяють якісному дослідженню параметрів лазерного випромінювання для проектування лазерних пристроїв метрологічного призначення.

Список використаних джерел:

1. Гнатенко А. С., Мачехин Ю. П. Устойчивость режима генерации волоконного кольцевого лазера. Радиотехника. 2014. № 178. С. 48–51.

2. Гнатенко О. С., Жданова Ю. В. Моделювання лазерних прецизійних інформаційно-вимірювальних пристроїв. 10-та Всеукраїнська науково-практичної конференції молодих учених і студентів, 16-17 травня 2019 р. м. Одеса, 2019. Одеса. С. 213–214.

3. Ricklin J.C. Atmospheric turbulence effects on a partially coherent Gaussian beam: implications for free-space laser communication // Journal of the Optical Society of America A. 2002. Vol. 19, № 9. P. 1794–1802.

4. Majumdar A.K. Free-space laser communications: principles and // New York: Springer Science & Business Media, 2008. Vol. 2. 418 p.