

Д.А. Єлагін (Національний авіаційний університет)
Б.М.Дубчак (Національний авіаційний університет)

Проблематика та покращення лазерних дальнометрів

При проектуванні лазерних далекомірів істотні дві проблеми. Перший з них - це вибір лазера, що забезпечує необхідні характеристики (швидкість повторення імпульсів, потужність імпульсу, споживану потужність і т.д.). Друга проблема - розробка пристрою прийому відбитих сигналів з подальшою їх обробкою.

Класичні імпульсні далекоміри, як правило, містять в своєму складі твердотільний лазер, реалізований на кристалі Nd:YAG, з прокачуванням твердотільного активного елемента шляхом випромінювання імпульсних ламп. Як правило, такі далекоміри мають

частота повторення імпульсів не більше 10 Гц з розбіжністю лазерного випромінювання на виході далекоміра не менше $6 \cdot 10^{-4}$ рад, енергією імпульсу не більше 100 мДж і тривалістю імпульсу близько 10 нс. Отже, середня потужність таких вимірювачів дальності не перевищує 1 Вт. Діаметр лазерної плями від далекоміра в

Площина цілі, розташована на відстані 3 км, дорівнює 1, 8 м, що накладає обмеження на просторове дозвіл дальнього числа. Ці лазери характеризуються низьким значенням ефективності, що не перевищує декількох відсотків.

У сучасних високоточних системах прицілювання для вирішення ряду завдань (забезпечення вимірювання відстані до малогабаритної цілі, вимірювання дальності до цілі при русі носія; вимірювання дальності струму при роботі на швидкісній цілі і т.д.) до лазерних далекомірів пред'являється ряд додаткових вимог. Вони повинні мати:

- близька до дифракційної кутової розбіжності;
- частота вимірювання діапазону більше 10 Гц;
- можливість стабілізації лазерного променя в просторі за сигналами машини супроводу цілей;
- висока ефективність.

Один з перспективних напрямків побудови далекомірів з накопиченням сигналів, що задовольняють вищесказаному

Вимоги полягають у використанні імпульсних твердотільних лазерів з безперервною діодним накачуванням активного елемента і з модуляцією Q-фактора резонатора акуст-оптичним затвором. Наприклад, такий лазер з діодним насосом потужністю близько 9 Вт і частотою повторення імпульсів близько 30 кГц має середню потужність близько 3 Вт. З частотою рецидивів 5. . 6 кГц лазерні імпульси мають енергію не менше 300. . 400 мкДж і тривалістю близько 10 нс. Кутова розбіжність такого лазера дорівнює дифракції і при світловому отворі 18 мм становить 10^{-4} рада. На дальності 3 км діаметр лазерної плями становить 0,3 м. При цифровому синхронному підсумовуванні 100 відбитих імпульсів частота оновлення діапазону складе 60 Гц.

За останні 10 років був досягнутий великий прогрес в області напівпровідникових лазерів. Замість імпульсних насосних ламп успішно використовуються імпульсні напівпровідникові лінійки або масиви лазерних діодів, що дозволило підвищити ефективність таких твердо тільних лазерів до 5. . 8%.

В даний час далекоміри з напівпровідниковими лазерами як джерелом зондування імпульсів вже працювали один раз. Завдяки своїй невисокій вартості і невеликим розмірам вони затребувані в навігаційних системах маломірних суден і літаків з відносно невеликою максимальною вимірюваною дальністю. Крім того, вони витіснили далекоміри з твердо тільних лазерів з безперервною діодним прокачуванням і в ряді спеціальних зон. Далекімири з імпульсними напівпровідниками також працюють методом накопичення слабких

відображень Сигнали при багаторазовому зондуванні цілі в імпульсному режимі лазерного випромінювання. Далекоміри на основі напівпровідниковими лазерами відрізняються від далекомірів, виконаних на основі моно-імпульсного твердотілого лазера, конструкцією і конструкцією оптичної системи, що утворює зондуючий промінь. Оскільки якість вихідного пучка безперервних діодних накачуючих твердо тільних лазерів досить висока, вихідного формувача пучка немає (або використовується афокальна система зі збільшенням:

$$\Gamma = \frac{\varphi_0}{\varphi}$$

де φ_0 та φ — кути дивергенції випромінювання на виході і вході афокальної системи відповідно).

Якість променя, утвореного напівпровідниковим лазером, характеризується сильною асиметрією в ортогональних напрямках. Фокусна відстань об'єкта для формування напівпровідникового лазерного променя визначається як:

$$f = a / \varphi,$$

де a - ширина лазерної випромінювальної накладки;

де φ - необхідний кут розбіжності промацує променя.

Труднощі створення невеликої дивергенції в такому лазері зі збільшенням вихідної потужності обмежують дальність стрільби далекомірів з АПЛ до значення 1. . 2 км.

Сучасні лазерні імпульсні далекоміри виробляються такими великими закордонними комерційними компаніями, як Bosch, Leica, Zeiss, а також вітчизняними підприємствами: НДІ «Полюс», ВАТ «Красногорський завод ім. С.А. Зверева » та ін.

Всі вони мають відмінні ергономічні і малогабаритні характеристики, володіють широкою функціональністю (цифрова індикація дальності, режими роботи, наявність заряду батареї, інтерфейсу зв'язку з персональним комп'ютером, вимірювання швидкості об'єкта) і в основному розрізняються по дальності дії і точності вимірювання в залежності від передбачуваного використання.

Як приклад сучасних лазерних фазових далекомірів можна привести лазерні фазові далекоміри фірм Leica і Bosch, але як правило, в побутових фазових далекомірах використовується НПЛ видимого діапазону (Найчастіше 0,6.. .0,68 мкм) для полегшення процесу наведення.

Підводячи підсумок кожен з лазерів використовується та проектується за певним технічним завданням.

Список літератури

1. Лазерная дальнометрия / Л.А. Аснис, В.П. Васильев, В.Б. Волконский и др. М.: Радио и связь, 1995. 256 с.
2. Барышников Н.В., Бокшанский В.Б., Карасик В.Е. Приемо- передающие устройства лазерных локационных изображающих систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 84 с.