

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ МАНЕВРІВ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ ПРЯМОЇ СОНЯЧНОЇ ЗАСВІТКИ

© І. І. Опачко

Ужгородський національний університет

Запропонована можливість застосування системи: лазер—освітлювач—квантовий підсилювач яскравості на базі лазера на парах міді для спостереження за космічними об'єктами. Система дає можливість візуалізувати об'єкти та їхні елементи на відстанях до 100 м в умовах прямої сонячної засвітки і працювати в режимі лазерного далекоміра.

Для проведення космічних маневрів найвідповідальнішими є процедури, які проводяться на відстанях до 100 м. При роботі екіпажів у ручному режимі із застосуванням оптичних пристроїв та електронно-оптичних перетворювачів спостереження за космічними об'єктами (КО) може заважати пряма сонячна засвітка з інтенсивністю 1.4 кВт/м^2 .

Для розв'язання цієї проблеми нами запропоновано застосування підсилення відбитого від КО оптичного променя квантовим підсилювачем яскравості (КПЯ) на базі активного елемента лазера на парах міді (ЛПМ) ($\lambda\lambda 510.6$ та 578.2 нм), або лазера на самообмежених переходах іншого типу.

Вузька смуга контура підсилення КПЯ ($\sim 10 \text{ ГГц}$) [2] дає можливість працювати навіть в умовах попадання в апертуру підсилювача випромінювання з неперервним спектром потужністю 1 кВт . При цьому величина потужності, яка попадає в спектральний інтервал контура підсилення КПЯ, становить 1 мкВт , враховуючи шпаруватість його роботи.

На даний час КПЯ успішно використовується в лазерних проекційних мікроскопах [1], в яких для освітлення об'єкта і підсилення відбитого від нього випромінювання застосовується один і той же активний елемент лазера. Якщо відмінний характер підсилення відбитого від об'єкта лазерного випромінювання спостерігається при його підсвітці незалежним імпульсно-періодичним лазером, синхронізованим з КПЯ. ЛПМ працює з частотою чергування імпульсів 10^4 Гц при їхній тривалості 10 нс . При цьому коефіцієнт однопрохідного підсилення КПЯ може досягати $(1-2) \cdot 10^4$, а мінімальна середня вхідна потужність складає 10 мкВт [3].

Запропонована система (рисунок) працює так. Лазер-освітлювач 1 з середньою потужністю 100 Вт

генерує з частотою 10 кГц наносекундні лазерні імпульси, які направляються на КО. Дифузно відбиті промені потрапляють в приймальний пристрій — телеоб'єктив 2 і направляються в КПЯ 3, який також працює в імпульсно-періодичному режимі. Стробуючи з допомогою блока запуску 4 затримку τ_3 між імпульсами лазера і КПЯ, фіксуємо появу на проекційному пристрої з екраном 6 зображення. Одночасно визначається відстань до об'єкта

$$L = \frac{C\tau_3}{2} \quad (1)$$

з похибкою $\Delta L = C\tau_{\text{л}}/2 \approx 1.5 \text{ м}$, де C — швидкість світла, $C\tau_{\text{л}} \approx 10 \text{ нс}$ — тривалість лазерного імпульса.

Збільшення K_3 (відношення розмірів зображення на екрані до розмірів об'єкта) повністю визначається оптичними елементами 2 і 6, і може змінюватись в межах $0.01-0.1$.

При опроміненні КО лазерним випромінюванням потужністю P в апертуру телеоб'єктива діаметром D попадає потужність

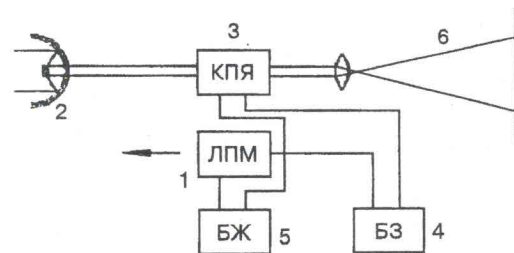


Схема системи для спостереження КО: 1 — лазер-освітлювач, 2 — телеоб'єктив, 3 — квантовий підсилювач яскравості, 4 — стробуючий блок запуску, 5 — блок живлення лазера та КПЯ, 6 — проекційна система

$$P_{\text{вх}} = \frac{PD^2}{2\pi L^2}. \quad (2)$$

Якщо прийняти $P_{\text{вх}} = 10$ мкВт [3], $D = 10$ см, то при потужності лазера-освітлювача $P = 100$ Вт максимальна відстань спостережень КО становить

$$L = D\sqrt{P/2\pi P_{\text{вх}}} = 125 \text{ м}. \quad (3)$$

Потужність $P_{\text{вих}}$ пучка на виході КПЯ, що несе зображення, складає $P_{\text{вих}} = 0.1$ Вт, а значення прямої фонової засвітки апертури телеоб'єктива неперервним сонячним випромінюванням після проходження вхідного інтерференційного фільтра та КПЯ, який практично не підсилює неперервне випромінювання, перевищує 0.05 Вт.

Кількість елементів, які розділяються в полі зору екрана (в одному вимірі), не враховуючи флуктуаційних явищ в КПЯ, становить

$$N = \frac{Dd_{\Pi}}{\lambda l} = 8000, \quad (4)$$

де $d_{\Pi} = 2$ см — діаметр апертури КПЯ, $l = 0.5$ м — довжина активного середовища КПЯ.

Повне число розділених елементів в двовимірній картині на екрані складає $N^2 = 6.4 \cdot 10^7$.

Були проведені модельні експерименти з застосуванням лазера-освітлювача потужністю 1 Вт, які показали працездатність запропонованої системи, правомірність оцінок згідно з (3).

Як моделі КО використовувались джерела з інтенсивним неперервним спектром: галогенні лампи, вольтова дуга.

Слід відмітити, що при застосуванні інших типів імпульсно-періодичних лазерів на самообмежених переходах можлива робота системи в ІЧ- та УФ-діапазонах спектру.

1. Земсков К. И., Исаев А. А., Казарян М. А., Петраш Г. Г. Лазерный проекционный микроскоп // Квантовая электроника.—1974.—1, № 1.—С. 14—15.
2. Кельман В. А., Климовский И. И., Коноплев А. И. и др. Релаксация метастабильного $4S^2D_{5/2}$ уровня меди в послесвечении импульсного разряда в лазере на парах меди // Квантовая электроника.—1984.—11.—С. 2191—2196.
3. Опачко И. И., Шевера В. С., Воронюк Л. В., Селищев П. А. Исследование усилительных характеристик лазера на парах меди при низких входных сигналах // УФЖ.—1986.—31, № 1.—С. 40—43.

ON THE POSSIBILITY OF SPACE APPARATUS MANEVRES UNDER DIRECT SOLAR LIGHT CONDITIONS

I. I. Opachko

We propose to applicate the system consisting of the laser illuminator and quantum amplifier of brightness on the basis of a copper vapor laser for observations of cosmic objects. The system makes possible visualizing objects and their details at a distance up to 100 m under direct solar light conditions as well as operating in the range-finder device mode.