

СПЕКТРАЛЬНО-ПРОСТОРОВЕ УЗГОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИЙМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛІДАРУ

Харченко С.О.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Зарудний О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС

м. Харків, Україна

email: serhii.kharchenko@nure.ua

The paper is presents the analysis of the reception system resonant lidar. Basic formulas for a passband of the frequency filter in view of parameters of the reception telescope are considered. Recommendations concerning the sizes of the reception mirror for various operating conditions lidar are presented.

Широке застосування лідарних систем, призначених для локації атмосферних домішок, призводить до необхідності оптимізації основних параметрів приймально-передавальної апаратури лідара. Параметри приймальної антени значною мірою визначають розміри, вагу та характеристики лідара загалом.

Одним із критеріїв ефективності роботи лідарної системи є величина співвідношення сигнал/шум, що визначається виразом [1]:

$$B = N_c \cdot (f\tau\gamma)^{0,5} / [N_c + 2 \cdot (N_{ш} + N_m \cdot \gamma_2 / \gamma_1)]^{0,5}, \quad (1)$$

де N_c – кількість сигнальних фотоелектронів; f – частота повторення зондувальних імпульсів; γ_1, γ_2 – ефективність лічення фотоелектронів відповідно шумових та темнових імпульсів; $N_{ш}$ – кількість шумових (фонових) фотоелектронів; N_m – кількість фотоелектронів, обумовлених темновим струмом фото-електронного помножувача (ФЕП).

Кількість сигнальних фотоелектронів у відповідність до рівнянням лазерної локації [1] знаходиться у прямій залежності від енергії передавача та апертури приймального телескопа. Гранично допустима енергія випромінювання для резонансного методу зондування обмежена нелінійними ефектами взаємодії електромагнітного випромінювання з атомами атмосферної домішки [2] і зазвичай не перевищує величини декількох Джоулів в імпульсі.

У зв'язку з цим корисно проаналізувати можливість збільшення співвідношення сигнал/шум шляхом збільшення площі приймальної антени лідара з одночасним звуженням смуги пропускання фільтру частотної селекції.

Збільшення діаметра приймальної антени призводить до пропорційного зростання числа сигнальних та фонових фотоелектронів. При цьому збільшення площі головного дзеркала приймального телескопа суттєво ускладнюють технологію його виготовлення та збільшують його вартість.

Спектральна селекція випромінювання забезпечується застосуванням на вході ФЕП вузькосмугових інтерференційних фільтрів, особливістю яких є залежність смуги пропускання від апертурного кута проходження променів через фільтр [3]:

$$\Delta \lambda = k \lambda_0 \alpha^2, \quad (2)$$

де $\Delta \lambda$ – розширення смуги пропускання для променів, що падають під кутом α ; λ_0 – довжина хвилі максимуму смуги пропускання фільтру для променів, що падають перпендикулярно; k – безрозмірний коефіцієнт, що залежить від структури фільтру (зазвичай $k = 1$).

Апертурний кут α пов'язаний з параметрами приймальної системи співвідношенням:

$$\alpha = \arctg (D_3 \omega / D_\phi), \quad (3)$$

де 2ω – кут зору приймальної оптики; D_3 – діаметр головного дзеркала телескопа; D_ϕ – діаметр фільтру.

З виразів (2) та (3) випливає:

$$\Delta \lambda = k \lambda_0 \cdot \left[\arctg (D_3 \omega / D_\phi) \right]^2 \quad (4)$$

За допомогою рівняння (4) можна визначити мінімальну ширину смуги пропускання фільтру в залежності від діаметра головного дзеркала телескопа при заданому куті зору приймальної системи.

Розрахунки, проведені з використанням представлених співвідношень показали, що для типового діаметру вхідного інтерференційного фільтру 20мм при денних лідарних дослідженнях атмосфери доцільно використовувати приймальні телескопи з діаметром головного дзеркала не більше 1 м, а при нічних – не більше 3м.

Список використаних джерел: 1. Лазерный контроль атмосферы / Под ред. В.Е. Зуева. М.: Мир, 1979. 416 с. 2. В.А. Басецкий, А.А. Зарудный. Модель генерационных характеристик излучателя резонансного лидара // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2010. Вып 160. С.124-129. 3. Фурман Ш.А. Тонкослойные оптические покрытия. Л.: Машиностроение, 1977. 264с.