

Методика SLODAR. Часть 1: развитие методики для определения положений оптических элементов

С.О. Галецкий, Т.Ю. Черезова*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
119992, г. Москва, ГСП-2, Ленинские горы

Поступила в редакцию 17.02.2009 г.

Демонстрируется принципиальная возможность использования методики SLODAR (SLOpes Detection And Ranging) для определения положений оптических элементов. Приводятся результаты численного моделирования, позволяющие использовать корреляционную функцию локальных наклонов волновых фронтов двух опорных источников светового излучения для определения положения одного или нескольких фазовых экранов. Показано качественное и количественное соответствие результатов моделирования и экспериментальных результатов. Обсуждается модификация методики, позволяющая определять положения толстых оптических элементов (например, линз).

Ключевые слова: SLODAR, корреляционная функция, метод Шака–Гартмана.

Введение

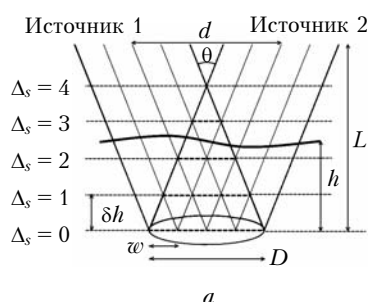
Метод SLODAR (SLOpes Detection And Ranging) известен в атмосферной адаптивной оптике как метод, позволяющий определить зависимость структурной постоянной C_n^2 атмосферной турбулентности от высоты [1–5]. В рамках данного метода с помощью датчика Шака–Гартмана [6] одновременно измеряются локальные наклоны волновых фронтов, приходящих от двух источников, разнесенных в пространстве на угол θ (рис. 1, а). В качестве источников предлагается использовать, например, двойные звезды.

Идея метода достаточно проста: при прохождении световых пучков одного и того же турбулентного слоя на высоте H на земле появляются копии

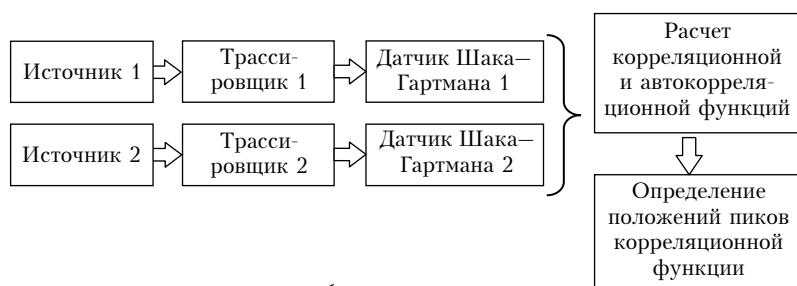
аббераций турбулентного слоя, сдвинутые на расстояние $S = H\theta$ (угол θ между пучками предполагается малым). Таким образом, усредненная по времени пространственная корреляционная функция локальных наклонов волнового фронта для первого и второго пучка

$$C(\delta i, \delta j) = \left\langle \sum_{i,j} s_{ij}(t) s'_{i+\delta i, j+\delta j}(t) \right\rangle_T$$

будет содержать пик. Здесь $s_{ij}(t)$ и $s'_{ij}(t)$ – локальные наклоны волнового фронта на субапертуре (i, j) для первого и второго источника соответственно. Положение пика однозначно связано с высотой турбулентного слоя следующим образом [2]:



а



б

Рис. 1. Схема измерения волновых фронтов двух источников в методе SLODAR: D – диаметр пучка; w – размер субапертуры микролинзового раstra; Δ_s – смещение корреляционного пика, соответствующего данному слою; δh – разрешение по высоте; θ – угол между опорными пучками; d – расстояние между источниками; L – расстояние от камеры до источников; h – расстояние до измеряемого слоя, показанного волнистой линией; пунктирными линиями обозначены турбулентные слои (а); схема численного эксперимента (б)

Сергей Олегович Галецкий (galetskiy1986@mail.ru);
Татьяна Юрьевна Черезова (cherezova@mail.ru).

$$\Delta_s = H/dh, \quad (1)$$

где Δ_s – положение пика корреляции;