

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ МЕТОДАМИ АДАПТИВНОЙ ОПТИКИ

П. Ц. Люй, А. Н. Никитин*

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

**E-mail: nikitin@activeoptics.ru*

Улучшение качества изображения для оптических систем наблюдения и идентификации возможно произвести путем как постобработки оптического сигнала для визуализации с потерей полезной информации, так и непосредственно воздействием на излучение, падающего на приемник. Для компенсации флуктуаций волнового фронта оптического излучения, которые могут возникать в результате турбулентных потоков и статистических погрешностей, используют разные способы коррекции, в частности, адаптивные оптико-электронные системы, которые представляют собой контур обратной связи.

В результате проведенного анализа научных источников было обнаружено, что на данный момент нет функционирующих адаптивных оптико-электронных систем изображающего типа, позволяющих выполнять коррекцию непосредственно по информации с распределения интенсивности изображения наблюдаемого объекта. В результате анализа принципов работы апертурного зондирования как метода, предполагающего возможность решения данного вопроса напрямую, была разработана экспериментальная установка для проведения исследований в лабораторных условиях.

Одним из важнейших параметров для правильного функционирования адаптивной оптической системы, работающей методом апертурного зондирования, является критерий оценки качества оптического изображения, от которого зависит корректность воздействия на излучение. В качестве критериев для анализа принципов работы выбраны следующие: критерии максимальной резкости, среднего межпиксельного контраста изображения, максимального межпиксельного контраста, критерий приведенной максимальной резкости. Они были внедрены в программу Close-Loop, обеспечивающую функционирование экспериментальной установки по пошаговому алгоритму.

В ходе проведенного эксперимента по выбранным критериям качества были зафиксированы их величины до коррекции без вносимых искажений, с внесенными искажениями и в ходе коррекции с течением времени. В качестве независимого оценочного параметра был выбран контраст изображения, определяемый у каждого штрихового элемента. Анализ полученных экспериментальных данных демонстрирует положительную тенденцию оптимизации, но также и неоднозначный результат применения предложенных критериев. Для дальнейших исследований рекомендуется выбор более подходящего источника излучения и объекта наблюдения для уменьшения влияния вторичных искажающих факторов и лучшей калибровки адаптивной оптико-электронной системы.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012400749-3).

OBJECT IMAGE QUALITY IMPROVEMENT IN ATMOSPHERIC TURBULENCE CONDITIONS USING ADAPTIVE OPTICS METHODS

P. Ts. Liui, A. N. Nikitin*

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E-mail: nikitin@activeoptics.ru*

Image quality improvement for optical surveillance and identification systems can be achieved by optical signal post-processing for visualization with useful information loss or by directly influencing the radiation falling to receiver. Various correction methods are used to compensate optical wavefront fluctuations as a result of turbulent flows and statistical errors, adaptive optical systems in particular

Analysis of scientific researches results in fact there are no functioning adaptive optical imaging systems that allow correction directly based on information from the intensity distribution of the observed object image at the present time. The experimental setup was developed for conducting research in laboratory conditions as a result of the analysis of the operating principles of hill-climbing method that suggests the possibility of solving this issue directly.

Optical image quality criterion is one of the most important parameters for the adaptive optical system correct functioning using the hill-climbing method. Correct action on radiation depends on it. The following criteria were selected for the operating principles analysis: the maximum sharpness criterion, the average interpixel contrast criterion of the image, the maximum interpixel contrast criterion, and the normalized maximum sharpness criterion. Each of them was implemented into the Close-Loop software for the experimental setup functioning according to step-by-step algorithm.

The values of the selected quality criteria were recorded at moments before correction without applied distortions, with distortions and during correction over time during the experiment. The image contrast determined for each line element was chosen as independent evaluation parameter. Analysis of the obtained experimental data demonstrates a positive trend of optimization but also an ambiguous result of proposed criteria applying. It is recommended to select more suitable light source and observation object to reduce the influence of secondary distorting factors and better calibrate the adaptive optical system for future research.