

СОВРЕМЕННЫЙ АДАПТИВНЫЙ ТЕЛЕСКОП. ПРОЕКТ № 19

Координатор: д-р физ.-мат. наук Лукин В. П.
Исполнители: ИОА, ИСЗФ СО РАН

Разработан макет адаптивной оптической системы коррекции изображения, формируемого Большим солнечным вакуумным телескопом, обеспечивающий измерения и коррекцию общего наклона волнового фронта по измерению смещения изображения фрагмента солнечной поверхности в условиях предельно низкого контраста изображения (2—4 %). Макет измерителя смещения фрагмента изображения, обеспечивающий работоспособность в условиях малых вариаций интенсивности, работает по модифицированной корреляционной методике. В качестве первичного датчика этого измерителя использована скоростная видеокамера, система ввода изображения в память персонального компьютера с частотой 500 кадров в секунду при размерности кадра 256×256 элементов анализа. На рис. 1 показана стабилизация изображения грануляционной картины в солнечном телескопе. Визуально видно существенное улучшение качества изо-

бражения грануляционной картины. Этот датчик ляжет в основу будущего полномасштабного макета адаптивной системы коррекции АНГАРА, которую предполагается разрабатывать в 2006—2007 гг.

Проведены теоретические и численные расчеты эффективности применения адаптивной коррекции для работающих астрономических телескопов России. Численная модель телескопа строится на основе модели плоской волны, распространяющейся в турбулентной атмосфере. Данная расчетная схема используется при анализе формирования изображения в наземном адаптивном телескопе, качество которого характеризуется параметром Штреля.

Развита теория турбулентности для анизотропного пограничного слоя в условиях горной местности. Теоретически и экспериментально установлено, что в произвольном анизотропном слое теория подобия Мони́на—Обухова выполняется локально, в окрестности каждой

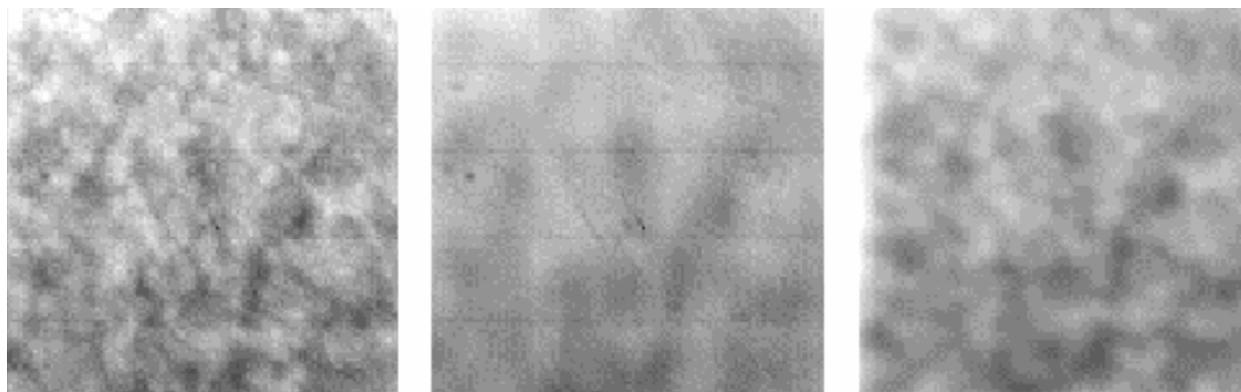


Рис. 1. Кадры грануляционной картины (слева направо), полученные в режиме «короткой экспозиции» (2 мс), в режиме «длинной экспозиции» (2 с) без управления, в режиме «длинной экспозиции» (2 с) с модифицированным корреляционным датчиком.

Fig. 1. The frames of granularity pictures (from left to right): got in mode «short exposure» (2 ms), in mode «long exposure» (2 s) without controlling, and in mode «long exposure» (2 s) with modified correlation sensor.

точки слоя. Горная турбулентность является локально слабо анизотропным слоем. Показано, что основной параметр термодинамической устойчивости в таком слое — число Монина—Обухова. Над горным рельефом возникают устойчивые вихревые образования. Возмущения воздушных течений от таких роторных образований наблюдаются до больших высот.

На основе этих данных сделана попытка учета влияния рельефа подстилающей поверхности в месте расположения астрономических приборов на дисперсию дрожания изображений внеатмосферных объектов.

Как один из итогов работы по проекту предложен вариант адаптивной системы, которая может быть поставлена в постоянную эксплуатацию. В результате анализа разработана адаптивная оптическая система АНГАРА для коррекции изображения в солнечном телескопе БСВТ. Для этого предполагается использование 37-элементного гибкого биморфного зеркала. Отражающая поверхность зеркала выполнена из тонкой (1—3 мм) пластины кремния, оптическая апертура зеркала 120 мм, первый механический резонанс колебания пластины 1,75 кГц, максимальные локальные деформации поверхности зеркала $\pm 2,5$ —4,5 мкм. Дополнительно будет использовано отдельное зеркало для коррекции наклонов волнового

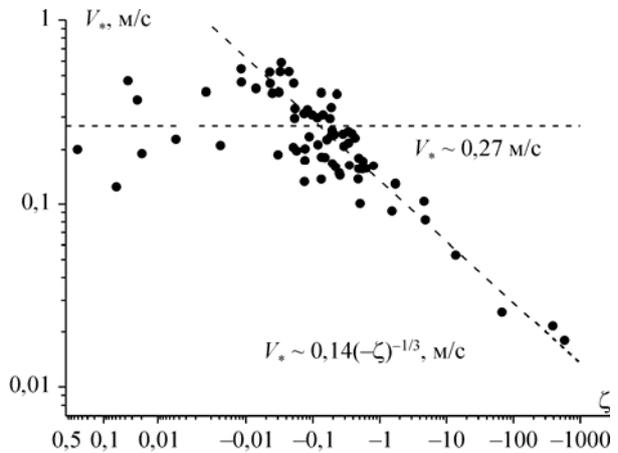


Рис. 2. Турбулентный масштаб поля скорости V_* в горном пограничном слое для всех сеансов измерений, в зависимости от величины числа Монина—Обухова ζ .

Fig. 2. The turbulent scale of the velocities field V_* in ground-boundary layer for all session of the measurements, depending on values of the Monin—Obuhov's number.

фронта, оно будет управляться сигналом от «корреляционного отслеживателя» смещения всего фрагмента изображения. Предполагается, что применение данной адаптивной оптической системы позволит обеспечить высокое качество изображения при атмосферном «видении» не хуже 1,5 угл. с.

Основные публикации

1. Носов В., Носов Е., Лукин В. Влияние подстилающей поверхности на дрожание астрономических изображений// Изв. РАН. Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17, № 4. С. 361—368.
2. Канев Ф. Ю., Лукин В. П. Адаптивная оптика. Численные и экспериментальные исследования/ СО РАН. Томск, 2005.
3. Носов В. В., Емалеев О. Н., Лукин В. П., Носов Е. В. Полуклассическая теория анизотропной турбулентности// Изв. РАН. Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18, № 10. С. 845—862.
4. Антошкин Л. В., Ботыгина Н. Н., Емалеев О. Н., Ковадло П. Г., Коняев П. А., Лукин В. П., Лавринов В. В. Адаптивная система коррекции дрожания изображения с модифицированным корреляционным датчиком// Там же. 2005. Т. 18, № 12. С. 1077—1082.
5. Макенова Н. А., Канев Ф. Ю., Лукин В. П. Численная модель наземного адаптивного телескопа. Анализ искажений изображения// Там же. 2005. Т. 18, № 12. С. 1107—1113.
6. Lukin V. P. Experimental-theoretical studies of phase fluctuations and associated characteristics of optical waves// Asian J. of Physics. 2005. N 12. P. 112—119.