

Сафонов Б.С., Горбунов И.А., Корнилов М.В., Купряков Ю.А., Семенихин Т.А., Страхов И.А., Черясов Д.В.

В 2021 году в рамках развития методики регистрации мерцаний с круглыми апертурами мы рассмотрели свойства соответствующих весовых функций. С помощью введенного нами безразмерного фильтра Френеля мы показали что полихроматическая весовая функция может быть аппроксимирована монохроматической с типичной точностью в несколько процентов. Безразмерная весовая функция может быть масштабирована на апертуру любых размеров. Для круглых апертур и монохроматического излучения было найдено аналитическое выражения для весовой функции. Весовая функция для квадратной апертуры аппроксимируется весовой функцией для круглой апертуры в 1.15 раза больших размеров с точностью 1%.

Также нами были рассмотрены особенности регистрации мерцаний с панорамными детекторами (приемниками изображения), например, ПЗС или КМОП. В течение последних нескольких лет быстродействие и уровень шума панорамных детекторов достигли того уровня на котором их можно применять для измерения мерцаний также эффективно как ФЭУ. Очевидное преимущество панорамных детекторов в большем количестве каналов регистрации. Рядом групп, работающих в области астроклимата, разработаны приборы для оценки профиля атмосферной оптической турбулентности на базе таких детекторов: FASS-SHIMM (Guesalaga, 2020), RINGSS (Tokovinin, 2021), SH-MASS (Ogane et al 2021). Прибор для измерения подкупольной турбулентности отнесемат (DC), разрабатываемый нами, также по существу представляет собой панорамный датчик мерцаний.

Регистрируемая панорамным детектором серия изображений зрачка может быть использована для оценки пространственного спектра мощности мерцаний. Нами показано что цифровая фильтрация этого спектра дает оценку интегральной мощности турбулентности с некоторой точностью. Точность ограничивается эффектами, связанными с конечностью размеров пикселя приемника в проекции на зрачок и конечностью размеров самого зрачка.

Результаты касающиеся весовых функций круглых апертур и цифровой фильтрации мерцаний опубликованы нами в JOSA A. Данная работа будет продолжена в контексте уже восстановленного распределения мощности ОТ по высотам (профиля турбулентности) с помощью DC.

Для прибора DC был внедрен режим одновременных наблюдений со спекл-поляриметром (СПП). Для этого был разработан и реализован узел подвижного дихроичного зеркала с моторизацией. При штатных наблюдениях на СПП дихроичное зеркало выводится из луча. При наблюдениях на DC зеркало вводится в пучок и отражает излучение с длиной волны больше 600 нм в DC, более коротковолновое излучение же проходит в СПП.

Дихроичное зеркало обеспечивает центровку звезды в диафрагме DC с помощью камеры подсмотра СПП, что значительно повышает удобство измерений, поскольку DC не имеет собственного подсмотра. Регистрация изображения на СПП во время измерений с DC позволит получить независимую оценку полного атмосферного качества изображения. С точки зрения отработки методики DC это позволит протестировать гипотезу о том что спектр фазовых флуктуаций в подкупольном пространстве подчиняется закону Колмогорова. Действительно, DC чувствителен к турбулентности на пространственных масштабах 0.03-0.07 м и пока не ясно можно ли экстраполировать эту мощность в область пространственных масштабов 0.1-10 м. Наблюдения на DC, как ожидается, помогут снять эту неопределенность.

Для обеспечения управления фокусировкой камеры на выходной зрачок и движением дихроичного зеркала электроника DC была значительно модернизирована. Также для сбора данных теперь применяется специальный управляющий компьютер, детектор DC подключен напрямую к отдельному сетевому интерфейсу. Последнее обеспечивает стабильную регистрацию изображений выходного зрачка с частотой 100 Гц.

На базе DC двумя студентами факультета космических исследований выполнялась задача на летней студенческой практике КГО.

Развитие панорамных детекторов открыло также интересные возможности для развития методов измерения ОТ с телескопами небольших апертур (30-40 см), аналогичным используемым в качестве питающей оптики для прибора MASS-DIMM. Один из подходов здесь - это применение датчика Шака-Гартмана (ДШГ). Мы рассмотрели вариант в котором ДШГ регистрирует как наклоны фазы волнового фронта, так и вариации интенсивности. Численное моделирование показало что такие измерения могут быть применены для оценки профиля атмосферной турбулентности с высотным разрешением, превосходящим таковое у прибора MASS-DIMM.

В 2021 года в обычном режиме выполнялись наблюдения на астроклиматическом poste (АСМ) КГО ГАИШ МГУ. Проводились мероприятия по поддержке бесперебойной автоматической работы аппаратуры АСМ: юстировка прибора MASS-DIMM, чистка оптики, замена компонентов ИТ инфраструктуры. Полный объем полученных данных составил 1090 часов, что соответствует многолетнему среднему количеству ясного ночного времени. Медианное качество изображения оказалось 1.12 угловой секунды. Данные АСМ, такие как качество изображения, прозрачность, фон неба были доступны наблюдателям на 2.5-м и 60-см телескопах КГО в реальном времени.

Публикации

Useful relations for the analysis of stellar scintillation at the entrance pupil of a telescope, Kornilov Victor, Safonov Boris, Kornilov Matvey, *Journal of the Optical Society of America A*, том 38, № 9, с. 1284-1292