

Сравнение оценок качества атмосферного изображения, полученных на Майданакской обсерватории в период с 1970 по 2003 г.

С.П. Ильясов*

*Астрономический институт им. Улугбека Академии наук Республики Узбекистан
100052, г. Ташкент, ул. Астрономическая, 33, Узбекистан*

Поступила в редакцию 10.04.2009 г.

Приведены результаты сравнительного анализа оценок качества ночного атмосферного изображения, полученных на Майданакской высокогорной обсерватории (Узбекистан) разными группами исследователей в период с 1970 по 2003 г. с использованием различных методик измерений и приборов. Обсуждаются причины расхождений полученных оценок качества изображения.

Ключевые слова: качество атмосферного изображения, Майданакская обсерватория.

Введение

Измерения основного параметра астроклимата — качества атмосферного изображения на Майданакской обсерватории начались еще в начале 70-х гг. XX в. Эти измерения в основном проводились тремя группами исследователей. Первая группа под руководством В.С. Шевченко осуществляла визуальную регистрацию качества изображения с помощью телескопа АЗТ-7 [1–3]. Регистрация качества изображения с помощью двухлучевого прибора (ДЛП), выполненная группой С.Б. Новикова [4–8], также была визуальной. Кроме того, эта группа выполняла эпизодические наблюдения фотоэлектрическим методом [9] с помощью фотоэлектрического регистратора атмосферных дрожаний (ФРАД). Группа П.В. Щеглова для наблюдения качества изображения использовала два инструмента: фотоэлектрический прибор (ФЭП) и интерферометр когерентности [10–14]. Казалось бы, до начала 1990-х гг. на Майданаке получена исчерпывающая информация о качестве атмосферы. Однако необходимо отметить, что качество изображения, измеренное визуальными методами, вызывает определенные сомнения в его объективности и тем более не отвечает требованиям сегодняшнего дня. Измерения же качества изображения с помощью ФЭП и интерферометра когерентности (ИК) проводились эпизодически, а полученные результаты не всегда согласуются между собой. Кроме того, значения качества изображения в большинстве работ были представлены в единицах смещения звезды, что вызывает определенные неудобства при сравнении качества атмосферы горы Майданак с качеством атмосферы других обсерваторий мира.

С 1996 г. на горе Майданак нами была начата регистрация качества изображения с помощью измерителя дифференциальных дрожаний изображений звезд — DIMM (Differential Image Motion Monitor), разработанного специалистами Европейской Южной обсерватории и использовавшегося при выборе места для таких международных астрономических обсерваторий, как Ла Силла и Параналь в Чили [15]. Результаты измерений качества атмосферного изображения на Майданакской обсерватории с помощью DIMM представлены в [16–18].

Сравнительный анализ данных

Для сопоставления результатов наших наблюдений, полученных на Майданакской обсерватории, с результатами других авторов нами были проанализированы измерения качества ночного изображения на Майданаке, выполненные в период 1970–1990 гг. Для этого результаты измерений качества изображения были приведены в зенит и выражены в единицах качества изображения — ϵ_{FWHM} — диаметр изображения звезды в фокальной плоскости крупного телескопа по половине максимальной интенсивности в режиме длительной экспозиции на длине волны $\lambda = 500$ нм [19]. В таблице мы суммировали результаты измерений качества изображения, проведенных на Майданакской обсерватории в период 1970–1990 гг. и результаты наших измерений в период с 1996 по 2003 г.

На рис. 1 показаны кумулятивные распределения качества атмосферного изображения, измеренного за вышеуказанный период с помощью ДЛП, АЗТ-7, ФЭП, ИК и DIMM-инструмента. Данные, полученные с помощью ФРАД, не использовались из-за недостаточности статистики.

Как видно из рис. 1, приборы АЗТ-7 и ДЛП дают заниженное значение ϵ_{FWHM} по сравнению с DIMM,

* Сабит Пулатович Ильясов (sabit@astrin.uzsci.net).

Прибор	Медианное значение ϵ_{FWHM}	Срок наблюдений	Число часов, сеансов или ночей	Ссылка
АЗТ-7	0,50"	04.1970 г. — 04.1971 г.	1900 ч	[3]
ДЛП	0,62"	05.1970 г. — 05.1971 г.	2050 ч	[5]
ФРАД	0,44"	27–29.08. 1971 г.	26 с.	[7]
ДЛП	0,65"	Лето 1975 г.	160 с.	[8]
ИК	0,87"	29.07–8.08 1987 г.	6 н.	[14]
ФЭП	1,00"	25.07–2.09 1990 г.	36 н.	[13]
ИК	0,80"	25.07–2.09 1990 г.	24 н.	[14]
DIMM	0,70"	08.1996 г. — 12.2003 г.	1134 н.	[17, 18]

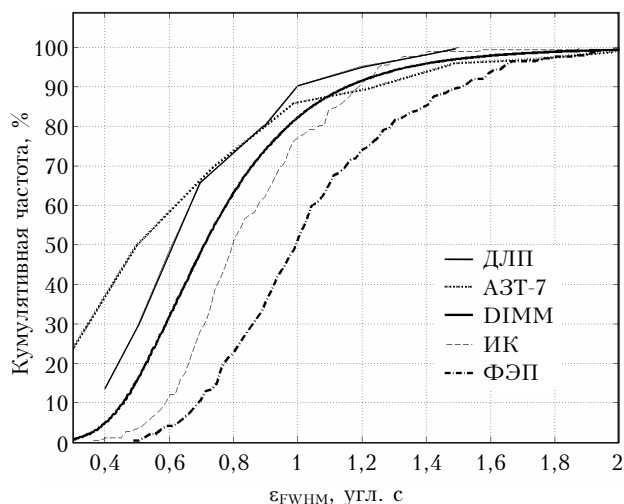


Рис. 1. Гистограммы распределения качества атмосферного изображения по данным, полученным на Майданакской обсерватории с помощью разных инструментов

а ФЭП и ИК, наоборот, — завышенное (худшее значение ϵ_{FWHM}). Занижение значений ϵ_{FWHM} , полученным с помощью приборов АЗТ-7 и ДЛП, по-видимому, связано с субъективной избирательностью и тем, что визуальные наблюдения нечувствительны к низкочастотным изменениям дрожания [20]. Этот вывод подтвердил и Б.П. Артамонов, который долгое время проводил наблюдения на ДЛП (Артамонов, частное сообщение).

Для проверки достоверности измерений визуальным методом летом 2006 г. на плато Суффа совместно с сотрудниками Радиоастрономической обсерватории RT-70 АН Республики Узбекистан нами были проведены взаимокалибровочные наблюдения на телескопе АЗТ-7 и приборе DIMM, работающем в автоматическом режиме. Калибровочные наблюдения на телескопе АЗТ-7 производились сериями по 20 мин и с интервалом 20 мин. За весь период наблюдений одновременно с DIMM-инструментом было получено около 1000 синхронных отчетов.

На рис. 2 показано кумулятивное распределение качества изображения, полученное с помощью DIMM-инструмента и АЗТ-7 в 2006 г. Видно, что медианное значение качества в визуальных наблюдениях, полученное с помощью АЗТ-7, выше, чем DIMM-инструментом, примерно на 0,20".

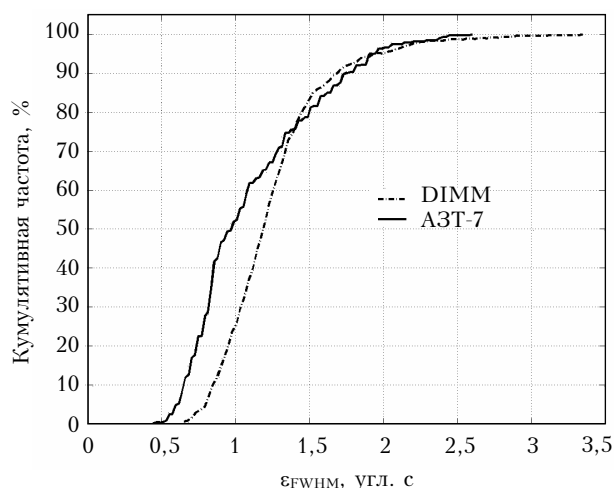


Рис. 2. Кумулятивное распределение качества изображений, полученных с помощью DIMM-инструмента и телескопа АЗТ-7 на плато Суффа в 2006 г.

Завышенные значения качества изображения ϵ_{FWHM} , полученные приборами ФЭП и ИК, обусловлены следующими обстоятельствами. Регистрируемая с помощью ФЭП величина дрожания может увеличиваться благодаря вкладу мерцаний в сигнал из-за хроматизма линзового объектива ФЭП в коротковолновой области (Токовинин, частное сообщение). Измеренное прибором ФЭП качество изображения на 20–30% превышает оценки DIMM. ИК так же, как и ФЭП, регистрирует атмосферное дрожание звезды по Полярной звезде, а следовательно, он свободен от дрожаний, обусловленных неточностями системы слежения. Однако вследствие быстрого движения Полярная звезда может перемещаться под углом к зеркалу Ллойда, что приводит к ухудшению измеренных значений ϵ_{FWHM} [16].

Заключение

Из проведенного анализа следует, что результаты оценок качества атмосферного изображения на горе Майданак, полученные ранее другими авторами, различаются в 1,5–2 раза. Это различие в оценках качества изображения вряд ли можно объяснить глобальными временными изменениями астроклимата, так как за рассматриваемый промежуток времени существенных гидрологических, промышленных или иных изменений, способных повлиять на

астроклимат в окрестности горы Майданак, не произошло. Эти расхождения связаны с ошибками использованных методов. Следует отметить, что результаты данной работы могут быть использованы для сопоставления качества изображений, полученных в более чем десяти пунктах СНГ с помощью ФЭП и ДЛП, с атмосферными условиями международных обсерваторий, исследованных DIMM-инструментом.

Автор выражает благодарность Ш.А. Эгамбердиеву, Ю.А. Тиллаеву, Б.П. Артамонову и В.Е. Слуцкому за обсуждение результатов работы.

Данная работа выполнена в рамках прикладной темы А-13-163 ГНТП Республики Узбекистан.

1. *Слуцкий В.Е., Хецелиус В.Г.* Предварительные результаты исследования астроклимата на горе Майданак // Астрон. циркуляр. 1970. № 573. С. 5–7.
2. *Кардаполов В.И., Слуцкий В.Е., Хецелиус В.Г., Шевченко В.С.* Результаты годичных наблюдений астроклимата на горе Майданак // Астрон. циркуляр. 1971. № 643. С. 2–4.
3. *Шевченко В.С.* Результаты астроклиматических наблюдений на горе Майданак // Астрон. ж. 1973. Т. 50. Вып. 3. С. 632–644.
4. *Новиков С.В.* Двухлучевой прибор для исследования астроклимата // Астрон. циркуляр. 1968. № 482. С. 3–5.
5. *Яценко С.П.* Астроклиматические исследования на горе Майданак // Астрон. циркуляр. 1971. № 643. С. 4–6.
6. *Новиков С.Б.* Предварительные результаты исследования астроклимата фотоэлектрическим методом на горе Майданак // Астрон. циркуляр. 1972. № 672. С. 1–4.
7. *Новиков С.Б.* Результаты исследования астроклимата с помощью двухлучевого прибора // Методы повышения эффективности оптических телескопов. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 33–38.
8. *Артамонов Б.П., Новиков С.Б., Овчинников А.А.* Результаты астроклиматических исследований 1975 г. с целью выбора места для строительства обсерватории ГАИШ // Методы повышения эффективности оптических телескопов. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 16–27.
9. *Новиков С.Б.* Результаты исследования астроклимата фотоэлектрическим методом на г. Майданак // Методы повышения эффективности оптических телескопов. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 28–32.
10. *Щеглов П.В.* Астроклиматические исследования в среднеазиатской части СССР с 1970 по 1980 г. // Астроклимат и эффективность телескопов. Л.: Наука, 1984. С. 126–129.
11. *Токовинин А.А.* Интерферометр когерентности с зеркалом Ллойда для измерения качества изображения // Астрон. циркуляр. 1985. № 1366. С. 4–7.
12. *Щеглов П.В., Гурьянов А.Э.* Об атмосферном качестве астрономического изображения в некоторых пунктах СССР // Астрон. ж. 1991. Т. 68. Вып. 3. С. 632–638.
13. *Gur'yanov A.E., Kallistratova M.A., Kutuyev A.S., Petenko I.V., Shcheglov P.V., Tokovinin A.A.* The contribution of the lower atmospheric layers to the seeing at some mountain observatories // Astron. Astrophys. 1992. V. 262. N 2. P. 373–381.
14. *Ильясов С.П., Кутырев А.С., Токовинин А.А., Щеглов П.В.* Измерения параметров качества изображения на горе Майданак с помощью интерферометра когерентности и фотоэлектрического прибора. Препр. / ГАИШ. (М.). 1992. № 21. С. 3–22.
15. *Sarazin M., Roddier F.* The ESO differential image motion monitor // Astron. Astrophys. 1990. V. 227. N 2. P. 294–300.
16. *Ильясов С.П., Байжуманов А.К., Сарацин М., Султанов Х.Б., Эгамбердиев Ш.А.* Измерения качества ночного изображения на горе Майданак с помощью монитора дифференциальных дрожаний Европейской Южной обсерватории // Письма в астрон. ж. 1999. Т. 25. № 2. С. 156–160.
17. *Ehgamberdiev S.A., Baijumanov A.K., Ilyasov S.P., Sarazin M., Tillayev Y.A., Tokovinin A., Ziad A.* The astroclimate of Maidanak observatory in Uzbekistan // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 2000. V. 145. N 2. P. 293–304.
18. *Ильясов С.П.* Исследование качества ночного изображения на Майданакской обсерватории в период 1996–2003 гг. // Оптика атмосф. и океана. 2005. Т. 18. № 12. С. 1073–1076.
19. *Сарацин М.С.* Использование крупномасштабной пространственной когерентности турбулентных структур для прогнозирования условий астрономических наблюдений в астрономических обсерваториях // Оптика атмосф. и океана. 1992. Т. 5. № 12. С. 1287–1293.
20. *Щеглов П.В.* Проблемы оптической астрономии. М.: Наука, 1980. 272 с.

S.P. Ilyasov. Comparison of estimates of the quality of images obtained at the Maidanak observatory for period 1970–2003.

The results of comparison of night-time images estimations obtained at the Maidanak observatory (Uzbekistan) by several research groups using different methods and instruments for period 1970–2003 are presented. The reasons of divergence of different estimations of night-time images are discussed.