

УДК 520.2

Первые наблюдения звезд с помощью адаптивного телескопа «Граф-1»

Э. А. Витриченко, В. В. Войцехович, П. А. Зныкин, А. В. Ламанов,
А. А. Пимонов, Ю. А. Розз, А. Н. Цаголов

Получены первые результаты наблюдений звезд с помощью адаптивного телескопа «Граф-1». Удалось устранить ошибки ведения телескопа и улучшить в 1.3 раза разрешение. При этом изменяется характер изображения звезды.

THE FIRST OBSERVATIONS OF STARS BY «GRAF-1» ADAPTIVE TELESCOPE, by Vitrichenko E. A., Vojtsekhovich V. V., Znykin P. A., Lamanov A. V., Pimonov A. A., Rozze Yu. A., Tsagolov A. N.— The first observations of stars by «Graf-1» adaptive telescope were performed. It was possible to exclude the tracking errors and to increase the resolution by factor of 1.3. Besides, the star image character changes.

Введение. В настоящее время нам известно только два сообщения о наблюдениях звезд с помощью адаптивного телескопа: в [3] получено одномерное улучшение изображения; в [2] исследована возможность двумерной коррекции. В данной работе приводим первые предварительные результаты исследования возможностей адаптивного телескопа «Граф-1», который установлен на Южной станции ГАИШ.

Устройство телескопа. Телескоп «Граф-1» предназначен для компенсации дрожания изображения и по сути является фотогидом. Схема устройства телескопа представлена на рис. 1. Здесь 1 и 2 — главное

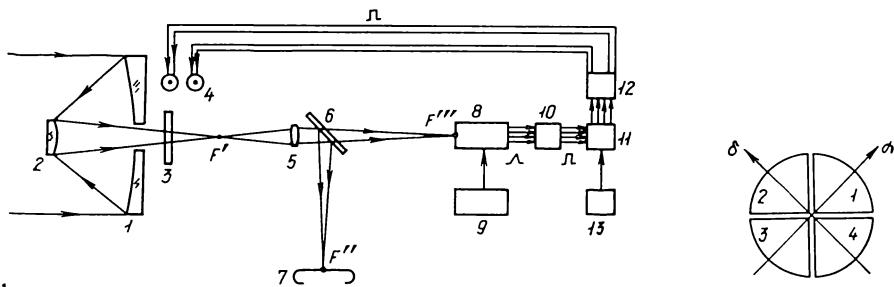


Рис. 1. Схема устройства адаптивного телескопа «Граф-1»

Рис. 2. Плоскость анодов прибора «Козерог» (объяснение в тексте)

и вторичное зеркала телескопа. Использовался серийный телескоп Цейса ($D=60$ см, $F'=7.5$ м). В сходящемся пучке установлена плоскопараллельная пластина 3 толщиной 5 мм, выполненная из стекла К8. Она закреплена в кардановом подвесе (на рисунке не показан), который перемещается шаговыми двигателями 4.

За фокусом телескопа F' установлены микрообъектив 5, полупрозрачная пластина 6, которая перебрасывает отраженный свет на фотоаппарат 7. Прошедший свет фокусируется на фотокатод квадрантного светоприемника «Козерог» 8. Далее 9 — блок питания светоприемника. Сигнал от приемника 8 поступает на блок из четырех импульсных усилителей 10, затем в регистры 11 и устройство управления шаговыми двигателями 12. Блоки питания шаговых двигателей не показаны. Регистры 11 имеют пульт управления 13.

Принцип действия телескопа. Свет от звезды отражается от главного 1 и вторичного 2 зеркал телескопа, преобразуется в сходящийся пучок и собирается в фокусе F' . На пути пучка устанавливается прозрачная плоскопараллельная пластина 3. Она является исполнительным элементом. При наклоне пластины на угол β изображение звезды смещается от точки F' на величину $\Delta \approx 0.3d\beta$ (d — толщина пластины). Шаговые моторы и редукторы устроены так, что один шаг приводит к смещению изображения на $0.2''$. Для адаптивных телескопов такой исполнительный элемент применен впервые, хотя он ранее использовался для местных фотогидов.

Движение шагового мотора ограничено конечником так, что двигатель может выполнить ± 10 шагов относительно среднего положения. Если движение выключено конечником, на пульте управления 13 загорается сигнальная лампочка. В этом случае звезда ключами телескопа приводится в среднее положение, и при включении адаптации пластина сама возвращается в среднее положение. Практика работы с телескопом показала, что необходимо увеличить число шагов до 15—20 (для условий, в которых проводились эксперименты).

После прохождения плоскопараллельной пластины 3 свет от звезды собирается в фокусе телескопа F' , а затем попадает в микрообъектив 5. В экспериментах применялся микрообъектив с увеличением 3.7 раза, однако выяснилось, что желательно применять объектив с большим увеличением. Назначение микрообъектива: во-первых, увеличить размер изображения звезды на пленке фотоаппарата 7, что облегчает последующее фотометрирование изображения; во-вторых, увеличить линейное перемещение пятна на фотокатод светоприемника 8, что улучшает координатную чувствительность этого приемника.

После отражения от полупрозрачной пластины 6 свет от звезды фокусируется в точке F'' на фотопленке фотоаппарата 7 с вывинченным объективом. Фотоаппарат используется для фиксирования эффекта адаптации, т. е. фотографирования звезд с включенной, а затем с выключенной адаптацией. Кроме того, зеркальный подсмотр аппарата используется для наведения на звезду и оценки эффекта адаптаций.

Прошедший через полупрозрачную пластину 6 световой пучок создает изображение звезды в точке F''' , где расположен фотокатод квадрантного светоприемника 8 [1]. Сигнал с каждого из четырех квадрантов после усилителей 10 направляется в блок обработки 11.

Обработка сигнала пояснена на рис. 2. Здесь 1—4 — условные номера квадрантов, α — направление часового ведения, δ — положительное направление склонения. Блок 11 сравнивает сигналы с 1-го и 3-го квадрантов и в случае, если первый сигнал больше, через генератор 12 сдвигает изображение на один шаг так, чтобы оно сместилось на $0.2''$ в сторону 3-го квадранта. В противном случае изображение сдвигается на один шаг в обратную сторону.

Этот способ управления не самый лучший, но самый простой. Пульт управления 13 выполняет три функции. Во-первых, на нем расположены четыре светодиода, сигнализирующие о срабатывании конечников шаговых двигателей. Во-вторых, здесь есть четыре кнопки, позволяющие на один шаг в любом из направлений смещать пластину 3. В-третьих, на нем есть три тумблера, позволяющие выбрать одно из времен накопления: 0.005, 0.01, 0.02, 0.04, 0.08, 0.16, 0.32, 0.64 с.

Результаты испытаний: компенсация плохого часового ведения. Основной целью наблюдения звезд с помощью телескопа «Граф-1» была **только** проверка его работоспособности. Поэтому мы остановились на самых простых экспериментах.

В некоторых часовых углах часовое ведение телескопа работает неустойчиво. Мы использовали это обстоятельство и получили фотографии изображения двойной звезды при таком ведении телескопа без адаптации и с адаптацией. Результаты показаны на рис. 3, а. Получен

снимок звезды STF 1523 (экспозиция — 40 с, пленка чувствительностью 65 ед. ГОСТ, время накопления — 0.01 с). Фотографии ясно показывают, что адаптивная система полностью устраняет ошибку ведения телескопа, т. е. является хорошим фотогидом.

Результаты испытаний: улучшение качества изображения. В положениях телескопа, когда часовой механизм работал хорошо, мы получили серии фотографий двойной звезды с включенной и выключенной

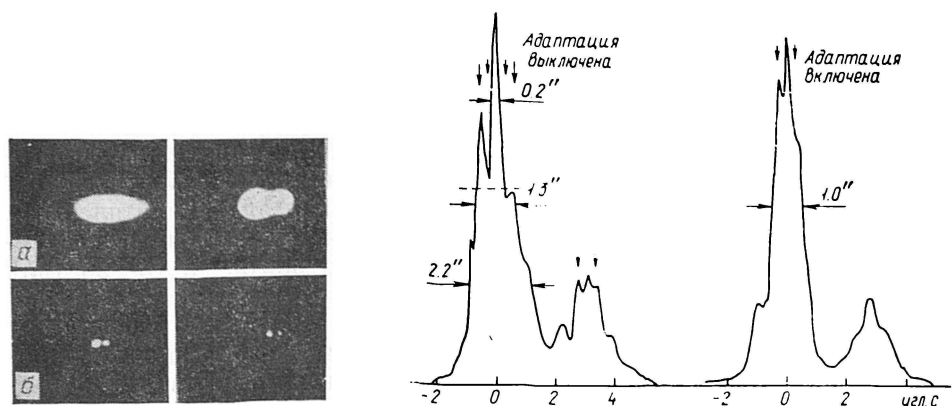


Рис. 3. Фотографии двойной звезды STF 1523 ($\alpha_{1950}=11^h15.6^m$; $\delta_{1950}=+31^\circ49'$; $\rho=2.92''$; $\theta=105^\circ$). Ведение телескопа: а — плохое, б — хорошее; слева — адаптация выключена, справа — включена

Рис. 4. Фотометрический разрез двойной звезды STF 1523 в интенсивностях

адаптацией. На рис. 3. б представлена фотография этой же звезды, но при хорошем ведении телескопа. Заметно улучшилось качество изображения при включении адаптации.

На рис. 4 приведен фотометрический разрез в интенсивностях, проведенных через вершины звезд. Из этого рисунка можно сделать следующие выводы: 1. На уровне 50 % интенсивности качество изображения улучшается в 1.3 раза; 2. Изменяется характер распределения энергии в пятне. Вторым выводом требует пояснений. На рис. 4 малыми вертикальными стрелками показано положение первого максимума интерференции для $\lambda=0.5$ мкм, а большими — второго. При выключенной адаптации у яркой звезды четко выражены вторые максимумы, а первые — подавлены. При включении адаптации картина изменяется.

Важно отметить, что качество оптики телескопа специально не исследовалось. Так что мы имеем дело с эффектом сложения атмосферного изображения с изображением, создаваемым оптикой. Однако явление, пример которого показан на рис. 4, устойчиво наблюдается на нескольких парах снимков.

Закключение. 1. Адаптивный телескоп «Граф-1» оказался работоспособным. Это демонстрируется и компенсацией ошибок ведения и улучшением изображения в 1.3 раза на уровне 50 %; 2. Вместе с тем определен ряд вопросов, связанных с этим телескопом, которые необходимо решить: исследование качества оптики, получение значимой статистики изображений при различных качествах последних.

1. Балебанов В. М., Витриченко Э. А., Ламанов А. В. и др. Новый квадрантный светоприемник для астрономии // Астрон. циркуляр.— 1986.— № 1425.— С. 1—2.
2. Баранов Ю. В., Белкин Н. Д., Горобинский В. Н. и др. Компенсатор атмосферного дрожания // Там же.— 1984.— № 1329.— С. 2—4.
3. Баффингтон А., Крофорд Ф., Мюллер Р. и др. Коррекция атмосферных искажений с помощью адаптивного телескопа // Адаптивная оптика.— М.: Мир, 1980.— С. 116—133.