

потока групп пятен. Различие формы их распределений свидетельствует о том, что в этом качестве они не равноценны.

Распределение расстояний по широте между полюсами групп пятен изменяется с широтой, причём в основном за счёт возрастания его асимметрии. Возрастание с увеличением широты среднего значения Δf происходит в основном также за счёт роста асимметрии распределения, а не сдвига его моды. Заметим, что в модели всплывающих магнитных петель среднее значение Δf не равно нулю и возрастает с широтой из-за влияния силы Кориолиса [4], а случайные флуктуации Δf вызваны независимым эффектом – воздействием турбулентных течений в конвективной зоне [6]. Результаты настоящей работы, однако, говорят о зависимости среднего значения Δf от поведения случайных флуктуаций этого параметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ерофеев Д.В.* О связи между пятенной активностью в соседних 11-летних циклах // Солнечная активность и её влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 37-52. (Тр. УАФО; т. 8, вып. 8).
2. *Dikpati M., Charbonneau P.* A Babcock-Leighton flux transport dynamo with solar-like differential rotation. // *Astrophys. J.* 1999. V. 518. P. 508-520.
3. *Erofeev D.V.* An observational evidence for the Babcock-Leighton dynamo scenario. // *Proc. IAU Symp.* 223. 2004. P. 97-98.
4. *Fan Y., Fisher G.H., McClymont A.N.* Dynamics of emerging active region flux loops // *Astrophys. J.* 1994. V. 436. P. 907-928.
5. *Howard R.F.* Axial tilt angles of sunspot groups // *Solar Phys.* 1991. V. 136. P. 251-262.
6. *Langcope D.W., Fisher G.H.* The effect of convection zone turbulence on the tilt angles of magnetic bipoles // *Astrophys. J.* 1996. V. 458. P. 380-390.
7. *Sivaraman K.R., Gupta S.S., Howard R.F.* Measurement of Kodaikanal white-light images. IV. Axial tilt angles of sunspot groups // *Solar Phys.* 1999. V. 189. P. 69-83.
8. ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/.

А.В. Ерофеева, И.С. Гусева, Г.И. Корниенко, И.О. Ващук

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА 40-САНТИМЕТРОВОМ ДВОЙНОМ АСТРОГРАФЕ УССУРИЙСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

40-сантиметровый двойной астрограф Уссурийской обсерватории был установлен в 1991 г. и долгое время практически не использовался из-за ряда технических неисправностей и отсутствия необходимых для наблюдений фотоматериалов. Астрограф имеет объективы диаметром 40 см и фокусным расстоянием 300 см. В штатном режиме при съемке на фотопластинки размером 30×30 см астрограф обеспечивает поле зрения 6×6 град. и предназначен, прежде всего, для астрометрических наблюдений объектов солнечной системы. Результаты исследования характеристик астрографа приведены в работе [1].

До 2004 г. на астрографе проводились эпизодические наблюдения различных объектов Солнечной системы, чаще всего комет. Результаты исследования короткопериодических колебаний блеска кометы Хэйла–Боппа приведены в работе [2]. Во всех этих наблюдениях регистрация осуществлялась на цифровую камеру ST-6 фирмы «Santa Barbara Instrument Group», USA. Матрица камеры содержит 375×242 элементов и имеет линейные размеры 8,6×6,5 мм. При установке камеры в прямом фокусе телескопа поле зрения составляет лишь около 7 угловых минут, что существенно ограничивает круг задач, которые можно решать на данном инструменте.

В конце 2004 г. нами были предприняты усилия по модернизации телескопа с целью включения его в работу по ряду отечественных и международных наблюдательных программ. Это обусловлено тем, что на огромной территории восточной части России нет оптических инструментов, способных наблюдать такие объекты, как, например, искусственные спутники Земли. Большую помощь в подготовке инструмента и начала наблюдений оказали сотрудники ГАО РАН, ИКИ РАН и КраО. Осенью 2004 г. проведены пробные на-

блюдения геостационарных спутников (ГСС), показавшие пригодность инструмента для позиционных наблюдений и определения координат объектов. С декабря 2004 г. начаты регулярные наблюдения ГСС и ряда нестационарных астрофизических объектов.

Одновременно с наблюдениями проводились работы по доводке телескопа. Отремонтированы его приводы, изготовлены и установлены градуированные шкалы на часовую ось и ось склонений. Управление телескопом (быстрый и медленный приводы по осям) осуществляются с ручного пульта. На шкалах установлены видеокамеры, позволяющие осуществлять контроль наведения телескопа на объект с точностью 5 угловых минут. При наблюдениях очень существенным параметром является размер поля зрения телескопа. Для его увеличения были изготовлены несколько вариантов редуктора фокуса телескопа, позволяющие уменьшить эквивалентное фокусное расстояние и увеличить поле зрения. В первых вариантах редуктор состоял из двух фотографических объективов, передний фокус первого из которых совмещался с фокусом объектива телескопа. Второй объектив редуктора устанавливался в параллельном пучке перед цифровой камерой. Редуктор такого типа имеет тот недостаток, что эквивалентное фокусное расстояние системы постоянно (для данного редуктора) и определяется только параметрами объективов редуктора. Объективы редуктора многолинзовые, что значительно уменьшает проникающую силу из-за поглощения и отражения от поверхностей линз. Наиболее удобным оказался вариант редуктора с одной линзой, установленным перед задним фокусом объектива телескопа. Оптическая сила такой системы определяется выражением

$$1/F = 1/f_1 + 1/f_2 - d/(f_1 f_2)$$

Где f_1 – фокусное расстояние объектива телескопа, f_2 – фокусное расстояние объектива редуктора, d – расстояние между этими объективами, F – эквивалентное фокусное расстояние системы. В качестве редуктора фокуса использован трехлинзовый объектив с фокусным расстоянием 300 мм. В зависимости от расстояния между объективами можно получать системы с различными эквивалентными

фокусными расстояниями. Преимущества данной схемы в том, что при необходимости можно изменять F в широких пределах, сведены к минимуму потери света в редукторе. Матрица цифровой камеры устанавливается в выходном зрачке системы, вынесенном достаточно далеко (18–20 см) от объектива редуктора для размещения перед камерой головки со светофильтрами. Цифровая камера смонтирована на столике, позволяющем осуществлять фокусировку камеры с точностью 0,1 мм. В табл. 1 приведены параметры системы в зависимости от расстояния d между главным объективом астрографа и объективом редуктора.

Таблица 1

| d, см | F, см | h, см | Размер поля для ST-6 (минуты дуги) |
|-------|-------|-------|---------------------------------------|
| 218 | 80 | 21,6 | 37,0 × 28,0 |
| 230 | 90 | 20,7 | 32,9 × 24,9 |
| 240 | 100 | 20,0 | 29,7 × 22,4 |
| 248 | 110 | 18,7 | 27,0 × 20,4 |

Здесь h – расстояние от объектива редуктора до положения эквивалентного фокуса. В нашей схеме эквивалентное фокусное расстояние системы 89,1 см, и поле зрения камеры составляет 33,3×25,2 угловых минут. Перед камерой предусмотрена возможность установки стандартного набора светофильтров В, V, R.

Фокусировка выполнена по сериям снимков с В, V, R фильтрами, полученными с экспозицией 10 с. Для каждого положения фокусировки строились фотометрические разрезы 2-3 звезд. Лучшее положение фокуса определялось по двум параметрам: максимум отсчета на звезде и минимум ширины фотометрического разреза звезды на половинной интенсивности. Полуширины разрезов звезд в фокусе составляют около 1,5 пикселей, что соответствует 9 угловым секундам на небе. Эта величина значительно превышает сумму дифракционного и турбулентного дисков звезды и является следствием крупных размеров пикселей матрицы ST-6 и стремлением максимально увеличить поле зрения системы.

Важным фактором при проведении фотометрических работ является равномерность поля и отсутствие виньетирования. Для анализа этого параметра была снята равномерно освещенная площадка и выполнена фотометрическая обработка кадра. Через центр поля сделано 2 разреза (вертикальный и горизонтальный) с большой площадкой усреднения (15×15 пикселей). Какого-либо виньетирования в пределах 1,5 % от среднего значения яркости в центре поля не найдено.

Проницающая сила системы определялась по снимкам, полученным с экспозициями 10, 60 и 120 с. Снимки сравнивались с атласом USNO A 2.0. Проницающая сила при съемке с R фильтром составляет: при экспозиции 10 с – 14,0 зв. величины, 60 с – 15,5 зв. величины и при 120 с – 16,0 зв. величины. Для увеличения проницающей силы и выявления наиболее слабых объектов используется метод суммирования снимков. Так при суммировании серии из 10 кадров, каждый из которых получен с экспозицией 120 с, на суммарном кадре проницающая сила достигает 17 зв. величины.

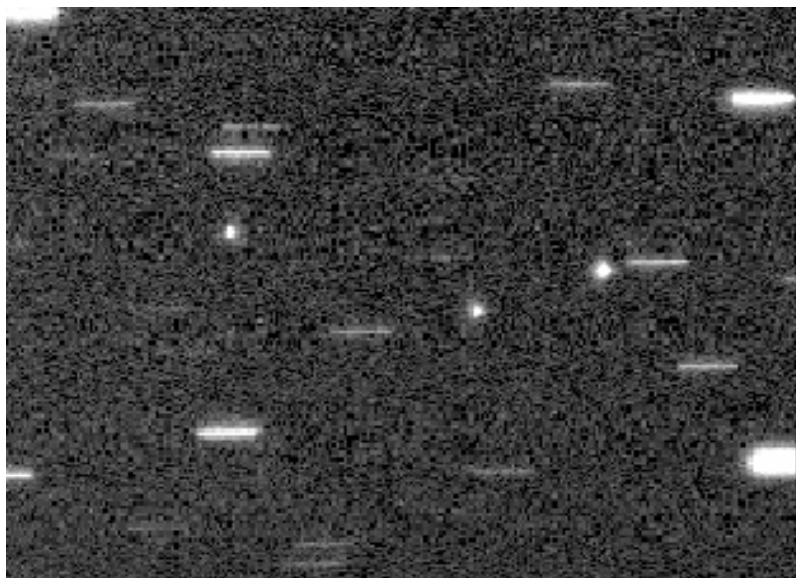


Рис.1. Звездное поле с тремя ГСС

В 2005 г. на астрографе выполнен большой объем работ по наблюдениям ГСС. Наблюдения проводятся с выключенным часовым приводом при экспозиции 10–20 с (в зависимости от яркости объекта). На рис. 1 приведен снимок, на котором видны 3 ГСС. Звезды, попадающие в поле, изображаются штрихами, параллельными часовой оси. Обработка снимков ГСС осуществляется с помощью компьютерной программы, разработанной И.С. Гусевой (ГАО РАН). Предельная точность определения положения ГСС с данным телескопом и камерой составляет 2 угловые секунды. Данные о наблюдениях ГСС за 11 месяцев 2005 г. приведены в табл. 2.

С мая 2005 г. нами начат фотометрический ряд наблюдений переменного объекта SS433. Наблюдения проводятся при хороших астроклиматических условиях, съемка выполняется с V и R фильтрами при экспозициях 30 и 60 с. На рис. 2 приведено изображение этого объекта, полученное 23.05.2005 г. с R фильтром при экспозиции 60 с. Выполнена фотометрическая обработка всех снимков SS433.

Таблица 2

| | Месяцы 2005 г. | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|----|-----|----|----|----|-----|------|-----|----|----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
| Кол-во ночей с наблюдениями ГСС | 4 | 8 | 11 | 8 | 8 | 7 | 6 | 8 | 13 | 13 | 14 |
| Кол-во ГСС | 10 | 89 | 97 | 31 | 54 | 34 | 31 | 51 | 121 | 54 | 63 |

Фотометрическая калибровка камеры ST–6 сделана по опорным звездам, попадающим в поле зрения телескопа. Результаты фотометрической обработки приведены в табл. 3. Из таблицы видно, что определение блеска SS433 по снимкам с V фильтром характеризуется малыми ошибками измерений (среднеквадратическое отклонение не превышает 0,08 зв. величины). По снимкам с R фильтром ошибка достигает 0,20 зв. величины, что обусловлено малым количеством использованных опорных звезд.

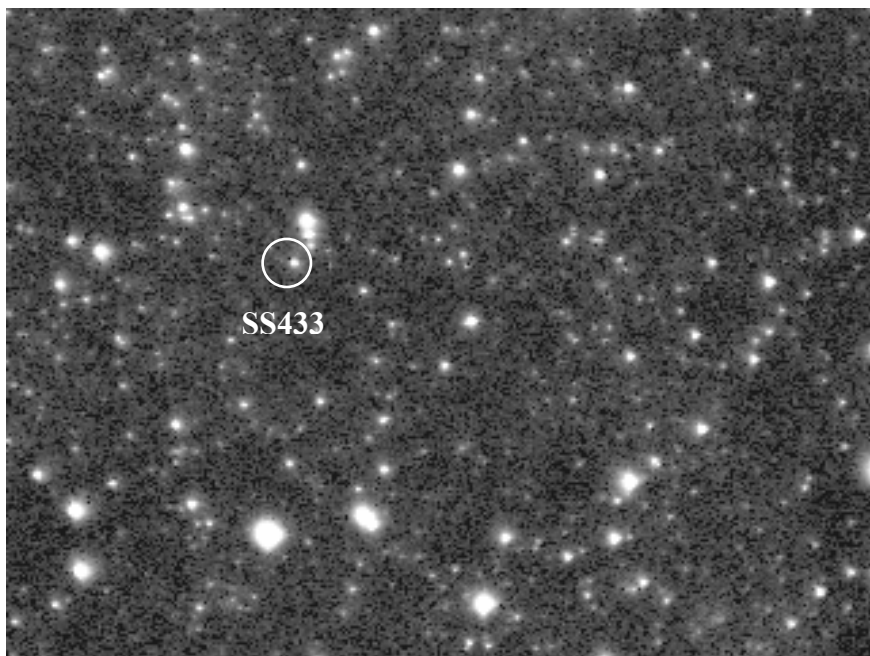


Рис.2. Область с объектом SS433 23.05.2005 г. (RA = 19^h11^m49^s, DEC = 04°58'58")

Астрограф в настоящее время используется и для поиска оптических источников, связанных с гамма-всплесками, регистрируемыми космическими аппаратами INTEGRAL, HETE и SWIFT. Наблюдения ведутся по алертам, получаемым по электронной почте и на мобильный телефон. Здесь крайне важны оперативность начала наблюдений и получение максимально возможной проникающей силы. Используется метод суммирования кадров продолжительных серий наблюдений. Некоторые результаты этих наблюдений опубликованы в Интернете [3, 4].

Опыт использования астрографа Уссурийской обсерватории в ряде наблюдательных программ показал его высокую эффективность для наблюдений ярких (до 14 зв. величины) ГСС, а также

Таблица 3

| Дата наблюдений | Время местное | M _{SS433} (V) | Время местное | M _{SS433} (R) |
|-----------------|---|------------------------|---|------------------------|
| 24.08.2005 | 00 ^h 39 ^m 00 ^s | 13,88±0,06 | 01 ^h 29 ^m 00 ^s | 12,00±0,13 |
| 04.09.2005 | 00 ^h 49 ^m 00 ^s | 13,88±0,08 | 00 ^h 43 ^m 00 ^s | 11,89±0,13 |
| 06.09.2005 | 00 ^h 08 ^m 00 ^s | 14,09±0,07 | 00 ^h 02 ^m 00 ^s | 12,11±0,13 |
| 08.09.2005 | 01 ^h 18 ^m 00 ^s | 15,01±0,05 | 01 ^h 11 ^m 00 ^s | 12,31±0,13 |
| 23.09.2005 | 21 ^h 42 ^m 25 ^s | 14,37±0,05 | 21 ^h 31 ^m 45 ^s | 12,39±0,10 |
| 27.09.2005 | 22 ^h 11 ^m 38 ^s | 14,47±0,08 | 22 ^h 02 ^m 55 ^s | 12,42±0,10 |
| 23.10.2005 | - | - | 21 ^h 25 ^m 37 ^s | 12,37±0,19 |
| 25.10.2005 | 20 ^h 30 ^m 00 ^s | 14,29±0,07 | 20 ^h 26 ^m 00 ^s | 12,57±0,20 |

возможность его использования при изучении ряда нестационарных астрофизических объектов.

Авторы благодарят А. Позаненко (ИКИ РАН), И. Молотова (ГАО РАН), В. Румянцеву (КраО) за помощь в организации наблюдений на астрографе и постоянный интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко Г.И., Лоскутников В.С., Фисенко М.И. Использование цифровой камеры ST-6 для регистрации и обработки изображений астрономических объектов // Солнечная активность и ее влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 1997. С. 85-91. (Тр. УАФО; т. 2, вып. 2.).
2. Корниенко Г.И., Крамынин А.П. Предварительные результаты исследования вариаций поверхностной яркости кометы Хэйла-Боппа // Солнечная активность и ее влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 102-113. (Тр. УАФО; т. 3, вып. 3).
3. Rumyantsev V., Sergeeva V. (CrAO), Sharapov D., Ibrahimov M. (MAO), Kornienko G. (UAPhO), Pozanenko A. (IKI) // [http://gsn.gsfc.nasa.gov/NUMBER: 3635](http://gsn.gsfc.nasa.gov/NUMBER:3635).
4. Kornienko G. (UAPhO), Rumyantsev V. (CrAO), Pozanenko A. (IKI) // [http://gsn.gsfc.nasa.gov/NUMBER: 4047](http://gsn.gsfc.nasa.gov/NUMBER:4047).