

# ОПТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

# OPTICAL FACILITIES

## БОЛЬШОЙ ТЕЛЕСКОП АЗИМУТАЛЬНЫЙ

## BIG TELESCOPE ALT-AZIMUTH

Данные о поданных заявках в Комитет по тематике больших телескопов (КТБТ, <http://www.sao.ru/Doc-k8/Telescopes/Ktbt/ktbt.html>) и распределении наблюдательного времени 6-м телескопа по полугодиям представлены в табл. 3.

Data on the requests submitted to the Large Telescopes Program Committee (LTPC, <http://www.sao.ru/Doc-en/Telescopes/Ktbt/ktbt.html>), and on the allotment of the observational time on the 6-m telescope, in half year periods are given in Table 3.

Таблица 3. Данные о поданных заявках и распределении наблюдательного времени 6-м телескопа.

год, полугодие	подано заявок:		распределение наблюдательного времени:			
	число	на кол-во ночей	кол-во ночей	научные программы	профилактические работы	резерв директора
2012, I	63	301	181	48	12	19
2012, II	67	349	184	53	12	25

Table 3. Submitted requests and allotment of the 6-m telescope observational time.

year, half year	submitted requests:		allotment of observational time:			
	number	nights	nights	research programs	BTA scheduled maintenance	the Director's reserve
2012, I	63	301	181	48	12	19
2012, II	67	349	184	53	12	25

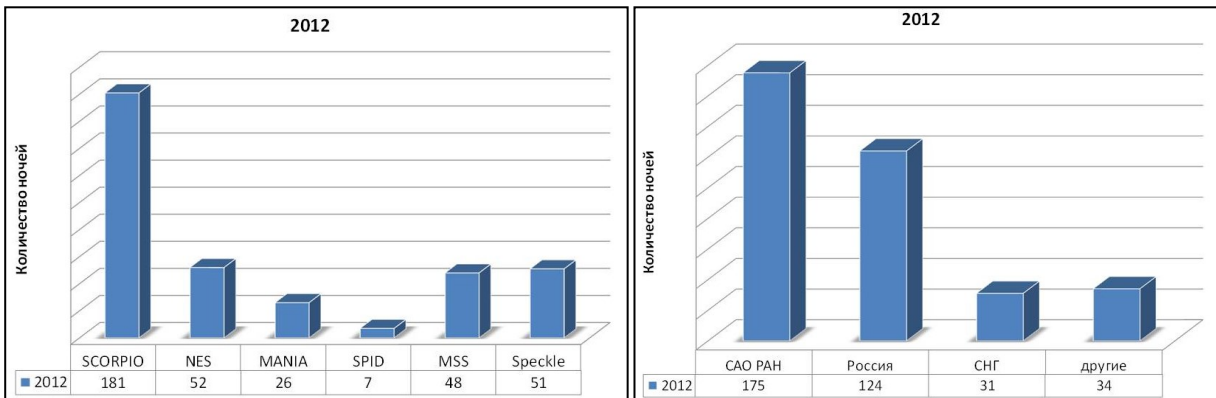


Рис. 8. Слева - распределение календарного времени по методам наблюдений на 6-м телескопе в 2012 г. Список сокращений приведен в табл. 4. Справа - распределение календарного времени между группами наблюдателей.

Fig. 8. Left: distribution of the calendar time over observational methods at the 6 m telescope in 2012. A list of abbreviations is given in Table 4. Right: distribution of the calendar time between groups of observers.

Таблица 4. Условные сокращения для названий методов наблюдений (к рис. 7).

Table 4. Abbreviations of the observational methods (for Fig. 7).

1	SCORPIO	Многомодовый спектрограф	Multi-Mode Spectrograph
2	NES	Эшелле-спектрометр высокого разрешения	High Resolution Echelle Spectrometer
3	МАНИЯ	Многомодовый панорамный фотополариметр	Multi-mode panoramic photopolarimeter MANIA
4	SPID	Камера со счетчиком фотонов	Camera with the PCNG-detector
5	MSS	Основной звездный спектрограф с ПЗС	Main Stellar Spectrograph with CCD
6	Speckle	Цифровой спекл-интерферометр	Digital Speckle Interferometer

Из резерва директора наблюдательное время предоставлялось для выполнения следующих научных программ:

*Афанасьев*: 2D-спектрофотометрия сейфертовских галактик (2.5), Аттестация параметров SCORPIO-2 (1);

*Балега*: Кратность молодых звезд малых масс (2); *Борисов*: Магнитные катаклизмические переменные (1.5); *Буренин*: Красное смещение скоплений галактик (0.5);

*Вейд*: Геометрия магнитных полей CP-звезд (1); *Додонов*: Спектроскопия выборки далеких объектов (0.5); *Джоши*: Спектроскопия роAp звезд (1); *Докобо*: Астрометрия и фотометрия кратных систем (2);

*Караченцев*: Исследования карликовых галактик (2); *Карицкая*: Спектры Cyg X-1 (0.25); *Кил*: Эмиссии вокруг локальных AGN (1); *Киппер*: Звезды с гелиевыми вспышкам (0.25); *Клочкова*: Кандидаты в протопланетарные туманности (1); *Кудрявцев*: Новые магнитные звезды (2);

*Лутовинов*: Жесткие рентгеновские источники (1); *Малоголовец*: Фундаментальные параметры кратных систем (4); *Моисеев*: Кольцевые галактики в обзоре SDSS (0.5);

*Нацвлишвили*: Магнитные поля в AGN (2);

*Панчук*: Эмиссии в спектрах мирид (1);

*Романюк*: Магнитные поля массивных звезд (1); *Саванов*: Магнитные поля субкарликов класса В (0.25); *Сахибуллин*: Взаимодействие компонент в ТДС (2); *Семенко*: Избранные магнитные звезды (3);

*Соколов*: Исследования гамма-всплесков (7.5);

*Степанов*: Вспышки красных карликовых звезд (1);

*Фабрика*: Ультраяркие рентгеновские источники (2.5);

*Ченцов*: Звезды в ассоциации Cyg OB2 (0.25);

*Черепашук*: Кинематика дисков и ядерные образования (3);

*Шаповалова*: Спектрополяриметрия AGN (1.5);

*Ширер*: Поиски оптических пульсаров (1).

Observational time from the Director's reserve was allotted to the following research programs:

*Afanasiev*: 2D spectrophotometry of Seyfert galaxies (2.5), Certification of SCORPIO-2 parameters (1);

*Balega*: Multiplicity of young low-mass stars (2);

*Borisov*: Magnetic cataclysmic variables (1.5);

*Burenin*: Red shift of galaxy clusters (0.5);

*Wade*: Geometry of magnetic field of CP stars (1);

*Dodonov*: Spectroscopy of a sample of distant objects (0.5);

*Joshi*: Spectroscopy of roAp-stars (1);

*Dokobo*: Astrometry and photometry of multiple systems (2);

*Karachentsev*: Study of dwarf galaxies (2);

*Karitskaya*: Spectra of Cyg X-1 (0.25);

*Keel*: Emissions near local AGNs (1);

*Kipper*: Stars with helium flares (0.25);

*Klochkova*: Candidates to protoplanetary nebulae (1);

*Kudryavtsev*: New magnetic stars (2);

*Lutovinov*: Hard X-ray sources (1);

*Malogolovets*: Fundamental parameters of multiple systems (4);

*Moiseev*: Ring galaxies in the SDSS survey (0.5);

*Natsvlishvili*: Magnetic fields in AGNs (2);

*Panchuk*: Emission in spectra of Mira type stars (1);

*Romanyuk*: Magnetic fields of massive stars (1);

*Savanov*: Magnetic fields of class B subdwarfs (0.25);

*Sakhibullin*: Interaction of components in CBSs (2);

*Semenko*: Selected magnetic stars (3);

*Sokolov*: Study of gamma-ray bursts (7.5);

*Stepanov*: Outbursts of red dwarf stars (1);

*Fabrika*: Ultraluminous X-ray sources (2.5);

*Chentsov*: Stars in the Cyg OB2 association (0.25);

*Cherepaschuk*: Kinematics of disks and nuclear formations (3);

*Shapovalova*: Spectropolarimetry of AGNs (1.5);

*Shearer*: Search for optical pulsars

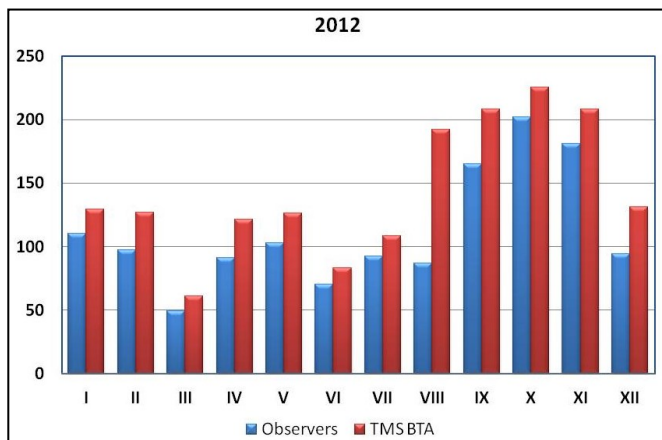


Рис. 9. Распределение наблюдательного времени (в часах) 6-м телескопа в 2012 г. по месяцам согласно данным службы эксплуатации БТА и данным наблюдателей.

Fig. 9 Allotment of the observational time (hourly) on the 6-m telescope in 2012 month by month, according to the data provided by the BTA Maintenance Service (TMS) and by the observers.

Время наблюдений в 2012 г. составило 1719 часов (данные СЭК БТА) и 1341 часовой (данные наблюдателей).

Графики с распределением календарного времени по методам наблюдений, между группами

The total observational time in 2012 amounted to 1719 hours (BTA TMS data) and 1341 hours (observers' data).

Pictures with distribution of the calendar time according to the observational methods, between the

наблюдателей и распределение наблюдательного времени по месяцам представлены на рисунках 8 и 9, соответственно.

В таблице 5 приводятся списки наблюдательных программ, выполнявшихся на 6-м телескопе БТА в 2012 г., с указанием фамилии заявителя, института (или страны) и количества выделенного времени.

*Ученый секретарь КТБТ И.И. Романюк.*

## КОМИТЕТ ПО ТЕМАТИКЕ БОЛЬШИХ ТЕЛЕСКОПОВ

В 2012 г. проведены 2 заседания КТБТ и конференция пользователей телескопов САО РАН. Все заседания были проведены в обсерватории.

Комитет также рассматривал заявки на 2.6-м телескопа ЗТШ (CrAO, Украина), 2-м телескоп обсерватории Терскол (Украина) и ИНАСАН) и 1-м телескоп Цейсс-1000 (САО РАН). Наблюдательное время на этих инструментах было распределено в рамках квоты. В полугодие она составила по 18 ночей для ЗТШ и Цейсс-1000, 36 ночей для 2-м телескопа.

### 22-26 апреля 2012 года

Проводилось рассмотрение заявок и распределение времени на второе полугодие 2012 г.

В заседании принимали участие члены КТБТ: **Ю.Ю. Балега**, **В.В. Власюк**, В.А. Гаген-Торн, **М.Г. Мингалиев**, **И.И. Романюк**, А.В. Степанов, А.М. Черепашук, Б.М. Шустов.

*25 апреля проведена конференция пользователей следующей программой:*

Отчеты о работе телескопов САО РАН во втором полугодии 2011 г.:

- **В.В. Власюк**. Отчет о работе 6-м оптического телескопа.
- **М.Г. Мингалиев**. Отчет о работе радиотелескопа РАТАН-600.

Отчеты заявителей наблюдательного времени и научные доклады:

- **А.В. Степанов** (ГАО РАН). Современные проблемы радиоизлучения Солнца и звезд;
- **Ю.В. Глаголевский**. Исследование структур магнитных полей звезд;
- **О.К. Сильченко** (ГАИШ МГУ). Исследование линзовидных галактик на 6-м телескопе;
- **Е.В. Малоголовец**. Спекл-интерферометрические исследования кратных звезд на БТА;
- **В.А. Гаген-Торн**, **Д.А. Блинов**, (СПбГУ), **Е.И. Гаген-Торн** (ГАО РАН). Оптическая переменность блазара OJ 287 в 2005-2009 гг;
- **И.С. Саванов** (ИНАСАН). Магнитные поля SdB-карликов. Определение радиусов SdB-карликов;
- **В.М. Богод**. Наблюдательные проблемы солнечных исследований на РАТАН-600;
- **С.А. Трушкин**. Новые результаты в программе исследований микроквасаров на РАТАН 600.

observers groups and monthly allotment of the observational time, are presented in Figs. 8 and 9, respectively.

Table 5 reproduces the lists of observational programs implemented on the 6-m telescope BTA in 2012, listing the surname of the applicant, his affiliation (or country) and the amount of time allotted.

*Secretary of the LTPC I.I. Romanyuk.*

## THE LARGE TELESCOPES PROGRAM COMMITTEE

In 2012, 2 sessions of the LTPC and a conference of the SAO RAS telescopes users were held. All LTPC sessions were held in the Observatory.

The Committee considered as well requests for the 2.6 m Shajn Reflector (CrAO, Ukraine), the 2-m telescope of Terskol Observatory (Ukraine and INASAN) and the 1-m telescope Zeiss-1000 (SAO RAS). The observational time on these instruments was allotted within the quota. It amounted 18 nights for the ZTSh and Zeiss-1000, and 36 nights for the 2-m telescope.

### 2012, April 22-26

Observational time requests were considered and time allotment was done for the second half of 2012. The following LTCP members were present: **Yu.Yu. Balega**, **V.V. Vlasyuk**, V.A. Hagen-Thorn, **M.G. Mingaliev**, **I.I. Romanyuk**, A.V. Stepanov, A.M. Cherepaschuk, B.M. Shustov.

*On April 25, a conference of telescopes' users was held with the following agenda:*

Reports on the operation of SAO RAS telescopes in the second half of 2011:

- **V.V. Vlasyuk**. Operations report of the 6-m optical telescope.
- **M.G. Mingaliev**. Operations report of the RATAN-600 telescope.

Reports of observational time applicants and scientific reports:

- **A.V. Stepanov** (MAO RAS). Modern problems of radio emission of the Sun and stars;
- **Yu.V. Glagolevskij**. The study of magnetic field structures of stars;
- **O.K. Sil'chenko** (SAI MSU). The study of lenticular galaxies in the 6-m telescope;
- **E.V. Malogolovets**. Speckle interferometry studies multiple stars in BTA;
- **V.A. Hagen-Thorn**, **D.A. Blinov**, (SPbSU), **E.I. Hagen-Thorn** (MAO RAS). Optical variability of OJ 287 blazar in 2005-2009;
- **I.S. Savanov** (INASAN). Magnetic fields of SdB-dwarfs. Determination of SdB-dwarf radii;
- **V.M. Bogod**. Observational problems of solar studies in RATAN-600;
- **S.A. Trushkin**. New results in microquasar studies in RATAN-600.

Таблица 5. Список наблюдательных программ 2012 г.

Заявитель	Страна/ институт	Краткое название заявки	К-во ночей
Алексеева	УралГУ	О-звезды в комплексах звездообразования	5
Андронов	Украина	Спектры аккрецирующих двойных систем	3
Афанасьев	САО РАН	2D-спектрофотометрия сейфертовских галактик	12
Афанасьев	САО РАН	Аттестация параметров SCORPIO-2	1
Балега	САО РАН	Кратность молодых звезд малых масс	12
Барсукова	САО РАН	Быстрая переменность CI Cam	1
Барсукова	САО РАН	Ультрафиолетовый спектр V934 Her	1
Бескин	САО РАН	Микросекундные спектры пульсаров	3
Боманс	Германия	Вспышки и истечения из карликовых галактик	2
Борисов	САО РАН	Магнитные катаклизмические переменные	7.5
Буренин	ИКИ РАН	Красное смещение скоплений галактик	3.5
Валеев	САО РАН	Массивные звезды в других галактиках	6
Верещагина	ГАО РАН	Интерферометрия двойных астероидов	3
Верещагина	ГАО РАН	Лучевые скорости кандидатов в экзопланеты	2
Вейд	Канада	Геометрия магнитных полей CP-звезд	8
Гаген-Торн	АИ СПбГУ	Взаимодействие в галактиках	8
Глаголевский	САО РАН	CP-звезды со сложными магнитными полями	5
Горанский	ГАИШ МГУ	Пекулярные новые звезды	1
Джоши	Индия	Спектроскопия го Ar-звезд	3
Додонов	САО РАН	Спектроскопия выборки далеких объектов	3.5
Докобо	Испания	Астрометрия и фотометрия кратных систем	6
Дьяченко	САО РАН	Звезды типа o Cet	3
Засов	ГАИШ МГУ	Дисковые галактики ранних типов	3
Иванова	КГУ	Спектроскопия звезд типа $\delta$ Set	2
Канев	ИНАСАН	Избранные классические цефеиды	2
Караченцев	САО РАН	Близкие карликовые галактики	6
Караченцев	САО РАН	Карликовые галактики в облаке CVnI	4
Кардашев	АКЦ ФИАН	Поляризация блазара 0716+715	4
Карицкая	ИНАСАН	Спектры Cyg X-1	0.25
Карпов	САО РАН	Поиски одиночных черных дыр	3
Катышева	ГАИШ МГУ	Спектры тесных рентгеновских двойных	4
Кил	США	Эмиссии вокруг локальных AGN	3
Киселев	Украина	Спектрополяриметрия комет	3
Киселев	Украина	Поляризация больших спутников Урана	3
Киппер	Эстония	Звезды с гелиевыми вспышками	0.25
Клочкова	САО РАН	Кандидаты в протопланетарные туманности	10
Корсун	Украина	Удаленные активные кометы	4
Кудрявцев	САО РАН	Новые магнитные звезды	9
Курт	АКЦ ФИАН	Оптическое излучение ближайших пульсаров	2
Ламзин	ГАИШ МГУ	Магнитное поле звезд типа T Tau	4
Лозинская	ГАИШ МГУ	Сверхновые и звездный ветер в галактиках	5
Лутвинов	ИКИ РАН	Жесткие рентгеновские источники	3
Малоголовец	САО РАН	Фундаментальные параметры кратных систем	12
Мовсесян	Армения	Истечения из молодых звездных объектов	7
Моисеев	САО РАН	Кольцевые галактики в обзоре SDSS	8.5
Москвитин	САО РАН	Спектры и фотометрия сверхновых	1
Нацвлишвили	ГАО РАН	Магнитные поля в AGN	9
Панчук	САО РАН	Эмиссии в спектрах мирид	3
Панчук	САО РАН	Спектрополяриметрия звезд с оболочками	2
Пиотрович	ГАО РАН	Спектрополяриметрия холодных белых карликов	2
Полосухина	Украина	Литий в магнитных звездах	4
Потравнов	ГАО РАН	Спектральное исследование RZ Psc	1
Пуанова	УралГУ	«Голубые бродяги» в рассеянных скоплениях	2
Пустильник	САО РАН	Эволюция карликовых галактик	5
Растегаев	САО РАН	Интерферометрия магнитных звезд	3
Растегаев	САО РАН	Двойные магнитные звезды	3
Ревнивцев	ИКИ РАН	Массы белых карликов	2
Решетников	АИ СПбГУ	Галактики с изогнутыми дисками	3
Романюк	САО РАН	Магнитные поля массивных звезд	5
Саванов	ИНАСАН	Магнитные поля субкарликов класса B	2.25
Сахибуллин	КГУ	Взаимодействие компонент в ТДС	10
Семенко	САО РАН	Избранные магнитные звезды	11
Сильченко	ГАИШ МГУ	Кольца в линзовидных галактиках	6
Смирнова	САО РАН	Джеты в сейфертовских галактиках	2
Соколов	САО РАН	Исследования гамма-всплесков	7.5
Степанов	ГАО РАН	Вспышки красных карликовых звезд	9
Фабрика	САО РАН	Ультраяркие рентгеновские источники	9.5
Фатхуллин	САО РАН	Поляриметрия Сверхновых	3
Фуа	Франция	Интерферометрия и спектры мирид	7
Холтыгин	АИ СПбГУ	Микропеременность в OB-звездах	4
Ченцов	САО РАН	Звезды в ассоциации Cyg OB2	1.25
Черепашук	ГАИШ МГУ	Кинематика дисков и ядерные образования	10
Чуразов	ИКИ РАН	Кинематика эллиптических галактик	1
Чуразов	ИКИ РАН	Эллиптические галактики с рентгеновским гало	2
Шаповалова	САО РАН	Спектрополяриметрия AGN	6.5
Ширер	Ирландия	Поиски оптических пульсаров	5

Table 5. List of 2012 observational programs

PI	Country/Institution	Brief program title	Nights
Afanasiev	SAO RAS	2D-spectrophotometry of Seyfert galaxies	5
Alekseeva	UralSU	O-stars in star forming complexes	3
Andronov	Ukraine	Spectra of accreting binary systems	12
Balega	SAO RAS	Multiplicity of low mass young stars	1
Barsukova	SAO RAS	Fast variability of CI Cam	12
Barsukova	SAO RAS	Ultra-violet spectrum of V934 Her	1
Beskin	SAO RAS	Microsecond spectra of pulsars	1
Bomans	Germany	Flash and outflow from dwarf galaxies	3
Borisov	SAO RAS	Magnetic cataclysmic variables	2
Burenin	SRI RAS	Redshifts of clusters of galaxies	7.5
Chentsov	SAO RAS	Stars in Cyg OB2 association	3.5
Cherepaschuk	SAI MSU	Kinematics of disks and nuclear formations	6
Churazov	SRI RAS	Kinematics of elliptical galaxies	3
Churazov	SRI RAS	Elliptical galaxies with X-ray halo	2
Dodonov	SAO RAS	Spectroscopy of the sample of distant objects	8
Dokobo	Spain	Astrometry and photometry of multiple systems	8
Dyachenko	SAO RAS	Stars of o Cet type	5
Fabrika	SAO RAS	Super luminous X-ray sources	1
Fatkhylin	SAO RAS	Polarimetry of supernovae	3
Foy	France	Interferometry and spectra of Mira type stars	3.5
Glagolevskij	SAO RAS	CP-stars with complex magnetic fields	6
Goranskij	SAI MSU	Peculiar novae	3
Hagen-Thorn	AI SPbSU	Interaction in galaxies	3
Ivanova	KSU	Spectroscopy of $\delta$ Sct type stars	2
Joshi	India	Spectroscopy of roAp-stars	2
Kanev	INASAN	Selected classical Cepheids	6
Karachentsev	SAO RAS	Nearby dwarf galaxies	4
Karachentsev	SAO RAS	Dwarf galaxies in CVnI cloud	4
Kardashev	ASC FIAN	Polarization of 0716+715 blazar	0.25
Karpov	SAO RAS	Searching of single black holes p	3
Katysheva	SAI MSU	Spectra of close X-ray binaries	4
Keel	USA	Emissions near local AGNs	3
Kholtygin	AI SPbSU	Micro variability in OB-stars	3
Kisilev	Ukraine	Spectropolarimetry of comets	3
Kisilev	Ukraine	Polarization of large satellites of Uran	0.25
Klochkova	SAO RAS	Candidates in protoplanetary nebulae	10
Korsun	Ukraine	Distant active comets	4
Kudryavtsev	SAO RAS	New magnetic stars	9
Kurt	ASC FIAN	Optical emission of the nearest pulsars	2
Lamzin	SAI MSU	Magnetic fields T Tau type stars	4
Lozinskaya	SAI MSU	Supernovae and stellar wind in galaxies	5
Lutoviniv	SRI RAS	Hard X-ray sources	3
Malogolovets	SAO RAS	Fundamental parameters of multiply systems	12
Moiseev	SAO RAS	Ring galaxies in the SDSS survey	7
Moskvitin	SAO RAS	Spectra and photometry of supernovae	8.5
Movsesian	Armenia	Outflows from young stellar objects	1
Natlishvili	MAO RAS	Magnetic fields in AGN	9
Panchuk	SAO RAS	Emission in spectra of Mira type stars	3
Panchuk	SAO RAS	Spectropolarimetry of stars with envelopes	2
Piotrovich	MAO RAS	Spectropolarimetry of cool white dwarfs	2
Polosukhina	Ukraine	Litium in magnetic stars	4
Potravnov	MAO RAS	Spectral study of RZ Psc	1
Punanova	UralSU	«Blue stragglers» in open clusters	2
Pustilnik	SAO RAS	Evolution of dwarf galaxies	5
Rastegaev	SAO RAS	Interferometry of magnetic stars	3
Rastegaev	SAO RAS	Binary magnetic stars	3
Reshetnikov	AI SPbSU	Galaxies with curved disks	2
Revnitsev	SRI RAS	Masses of white dwarfs	3
Romanuyk	SAO RAS	Magnetic fields of massive stars	5
Sakhbullin	KSU	Interaction of components in CBS	2.25
Savanov	INASAN	Magnetic fields of B class subdwarfs	10
Semenko	SAO RAS	Selected magnetic stars	11
Shapovalova	SAO RAS	Spectropolarimetry of AGNs	6
Shearer	Ireland	Searching of optical pulsars	2
Silchenko	SAI MSU	Rings in lenticular galaxies	7.5
Smirnova	SAO RAS	Jets in Seyfert galaxies	9
Valeev	SAO RAS	Massive stars in other galaxies	9.5
Vereschagina	MAO RAS	Interferometry of binary asteroids	3
Vereschagina	MAO RAS	Radial velocity of exoplanet candidates	7
Wade	Canada	Magnetic field geometry of CP-stars	4
Zasov	SAI MSU	Early type disk galaxies	1.25

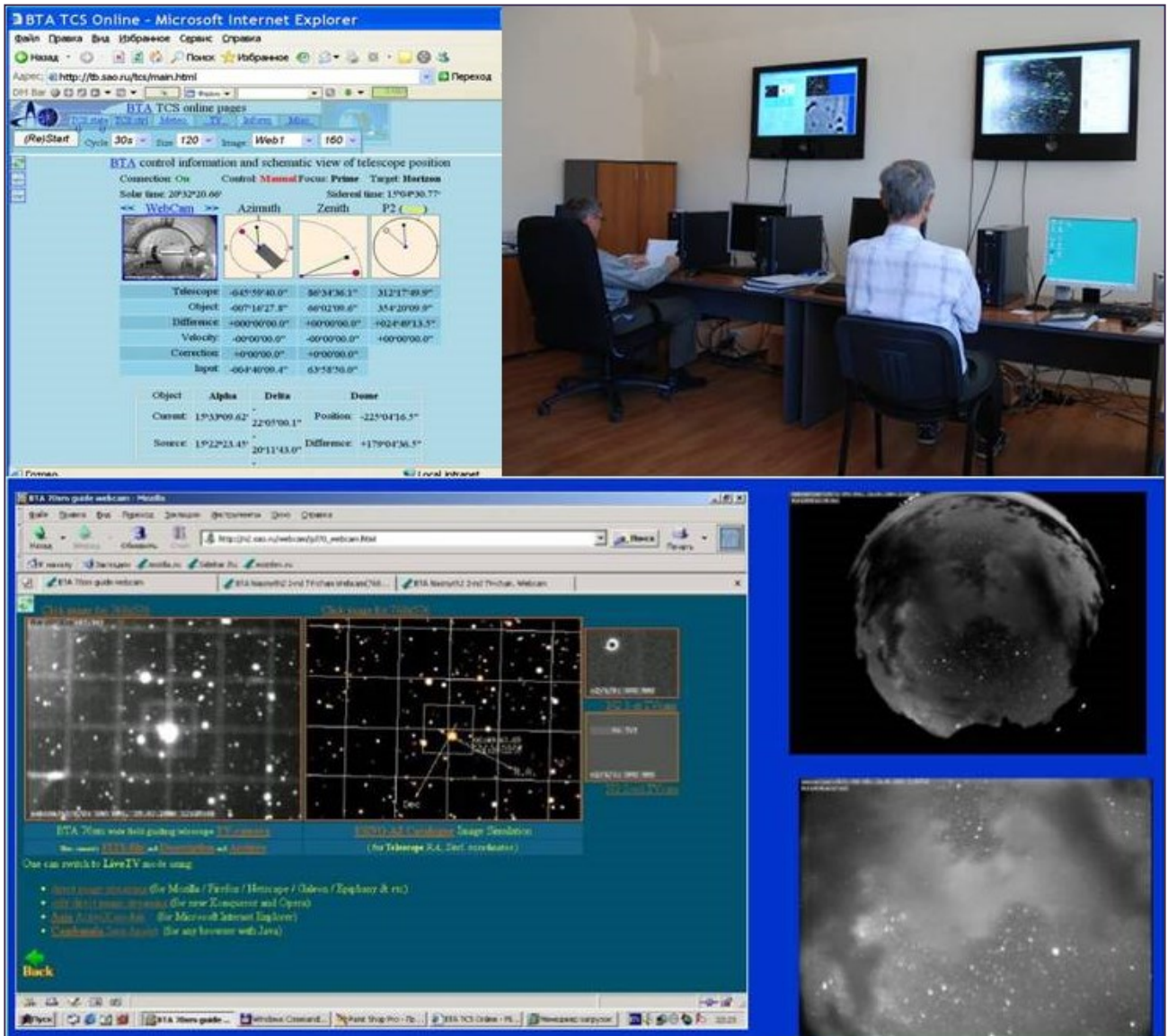


Рис. 10. Дистанционные наблюдения на БТА.

Fig. 10. The remote mode of BTA observations.

В КТБТ были поданы 63 заявки на 6-м телескоп БТА, 4 - на телескоп ЗТШ, 6 - на 2-м телескоп, 1 - на 1-м телескоп Цейсс-1000 и 11 - на радиотелескоп РАТАН-600.

Всего было рассмотрено 74 заявки. Комитет поддержал 48 заявок на БТА и выделил время для выполнения всех заявленных программ на остальных телескопах.

#### 5-19 октября 2012 года

Проводилось рассмотрение заявок и распределение времени на первое полугодие 2013 г. Принимали участие: **Ю.Ю. Балегга**, **В.В. Власюк**, В.А. Гаген-Торн, Ю.Н. Гнедин, А.В. Засов, **М.Г. Мингалиев**, **И.И. Романюк**, А.В. Степанов, Б.М. Шустов, А.М. Черепашук.

Конференция пользователей не проводилась, поскольку она была совмещена с работой всероссийской молодежной конференции «Наблюдаемые проявления

63 proposals were submitted to LTCP for the 6-m telescope BTA, 4 – the Shajn Reflector, 6 for the 2-m telescope, 1 for the Zeiss-1000 and 11 ones for the radio telescope RATAN-600.

A total of 74 applications were considered. The committee supported 48 proposals and allotted time for fulfillment of all submitted programs to other telescopes.

#### 2012, October 15-19

Observational time requests were considered and time allotment was done for the first half of 2013. The following members were present: **Yu.Yu. Balega**, **V.V. Vlasjuk**, V.A. Hagen-Thorn, Yu.N. Gnedin, Zasov, A.M., **M.G. Mingaliev**, **I.I. Romanyuk**, A.V. Stepanov, B.M. Shustov, A.V. Cherepaschuk.

The conference of users was not held because it was combined with the All-Russian youth conference «Observational manifestations of stellar evolution».

эволюции звезд». Перед членами КТБТ выступил только д.ф.-м.н. Р.А. Буренина (ИКИ РАН) с докладом «Оптическое отождествление рентгеновских источников из обзора всего неба на космической обсерватории СРГ».

В КТБТ были поданы 67 заявок на 6-м телескоп БТА, 4 - на телескоп ЗТШ, 9 – 2-м телескоп, 1 - на 1-м телескоп Цейсс-1000 и 10 на радиотелескоп РАТАН-600.

Всего были рассмотрены 81 заявка. Комитет поддержал 53 заявок на БТА и выделил время для всех программ на остальных телескопах.

Only the doctor of physical and mathematical sciences R.A. Burenin (ISR RAS) presented his report «Optical identification of X-ray sources from the survey of the whole sky with the space observatory SRG» to members of the Large Telescopes Program Committee.

67 proposals for the 6-m telescope BTA were submitted to LTCP, 4 for the Shajn Reflector, 9 – the 2-m telescope, 1 – the 1-m telescope Zeiss-1000 and 10 requests for the radio telescope RATAN-600.

A total of 81 applications were considered. The Committee supported 53 proposals for BTA and allotted time for all programs at other telescopes.



Рис. 11. Система охлаждения подкупольного пространства БТА. Слева - ВОП (воздухообменный прибор) в подкупольном и подпольном пространстве; в центре - три компрессорных фреоновых агрегата мощностью по 30 кВт; справа - теплообменные емкости, сетевые насосы, система трубопроводов.

Fig. 11. The cooling system of the BTA dome space. Left – the air-exchange device in the dome and under-the-floor spaces; center – three freon compressor aggregates of power 30 kW; right – the air-exchange containers, network pumps, pipeline system.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕЛЕСКОПА БТА

### МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ

Для повышения надежности управления телескопом и упрощения его эксплуатации в режиме дистанционных наблюдений проводилось обновление и модернизация различных компонентных узлов АСУ БТА (рис. 10, 11). В частности:

- для автоматического контроля метеоусловий и обзора ночного неба внедрен в эксплуатацию комплекс (Отчет САО РАН 2010, с. 28; Отчет САО РАН 2011, с. 27), включающий широкоугольную цветную all-sky ПЗС-камеру, узкоугольную камеру для определения прозрачности и интегрированный метеомодуль с инфракрасным датчиком для контроля облачности. На базе этих устройств и адаптированного программного обеспечения реализована автоматизированная система обзора ночного неба (рис. 10);
- модернизированы оптоволоконные передатчики для метеовышки;
- выполнено проектирование электрической и монтажной схемы кабельного радиоудлинителя на

## THE TELESCOPE BTA RECONSTRUCTION

### UPGRADING OF THE TELESCOPE CONTROL SYSTEM

To enhance reliability of the telescope control and to simplify its exploitation in the mode of remote observations the different units of BTA ACS were upgraded during 2012 (Figs 10, 11).

In particular,

- for automatic control of the weather conditions and survey of the night sky a complex was put into operation (SAO Report 2010, p. 28; SAO Report 2011, p. 27) including a wide-angle color all-sky CCD camera, a narrow-angle camera for transparency determination, and an integrated weather module with an infrared sensor to control cloudiness. These units and the adapted software were the base for implementation of the automated system for viewing the night sky (Fig. 10);
- fiber-optic transmitters for the meteorological tower were updated;
- to upgrade the blocking system of the dome the electric and mounting layouts of the cable radio

820 МГц для модернизации системы блокировок купола.

*С.И. Сиянский.*

### КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ НАВЕДЕНИЯ БТА

Контроль наведения в первичном фокусе (ПФ) и определение поправок для системы управления телескопом производились ранее при помощи телевизионной системы (Отчет САО РАН 2007-2008, с. 36-37), которая уже выведена из эксплуатации. Система управления БТА работала с коэффициентами системы коррекции наведения (СКН), определенным в октябре 2008 г. После аварии на телескопе в апреле 2012 г. появилась необходимость в разработке новой методики получения поправок наведения.

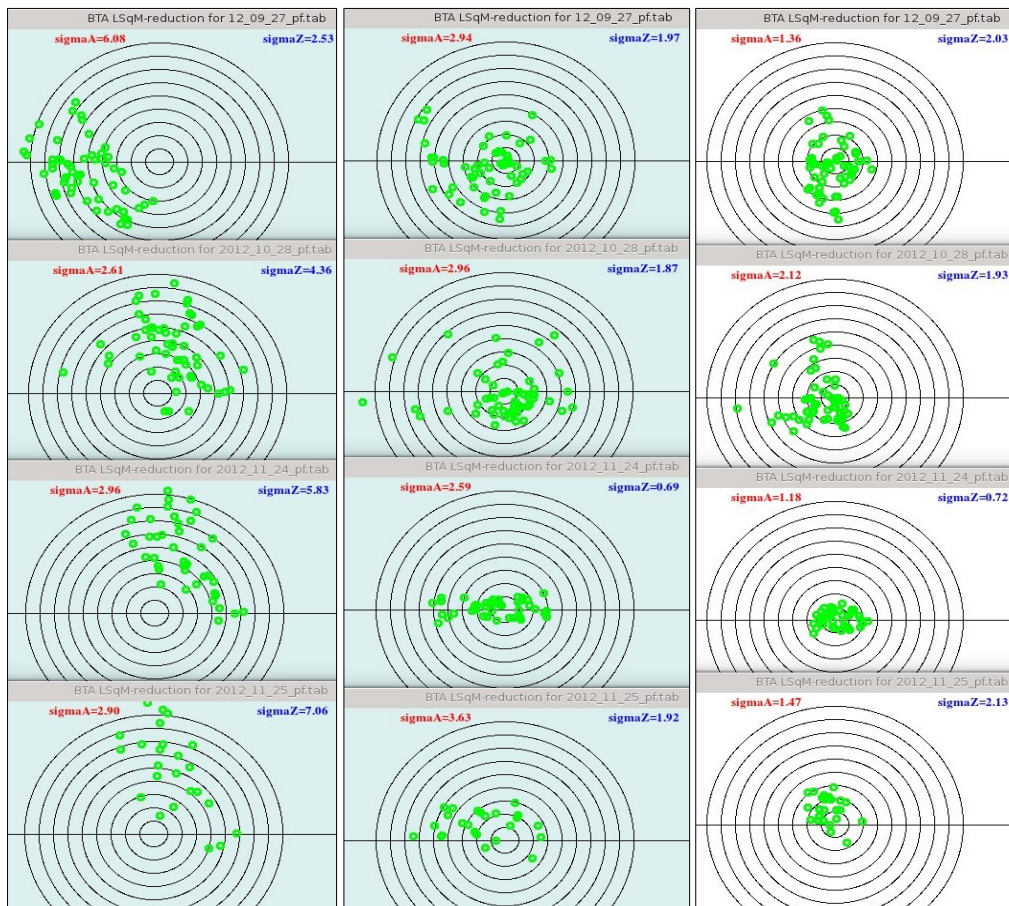
extender at 820 MHz were designed.

*S.I. Sinyanskij.*

### CONTROL OF THE BTA POINTING PRECISION

The pointing in the primary focus (PF) and determination of corrections for the telescope control system were controlled formerly with a television system (SAO Report 2007-2008, p. 36-37), which was taken out of service.

The BTA control system has been operating with coefficients of the pointing correction system (PCS) determined in October 2008. After the telescope failure in April 2012, it became necessary to develop of a new technique of getting the pointing corrections.



*Рис. 12. Сверху вниз - поправки, полученные 27.09.2012, 28.10.2012, 24.11.2012 в начале и конце наблюдений. Левый столбец - измерения со старыми СКН, в центре - после подбора коэффициентов СКН, справа - результат применения корректирующей формулы к таблице поправок.*

*Fig. 12. The top row – corrections obtained on 27.09.2012; the second row – those of 28.10.2012; the third and fourth rows – those obtained at the beginning and at the end of 24.11.2012 respectively. The left column – the initial corrections with old PCS; in the middle – after the fitting of PCS coefficients. The right column – the result of application of the correcting formula to the correction table.*

На базе ПЗС-камеры Apogee Alta U16M и программного комплекса для управления камерой, определения поправок и коэффициентов СКН реализован и внедрен новый комплекс контроля точности наведения БТА. Программный комплекс

On basis of the CCD camera Apogee Alta U16M and an software complex for the camera control, determination of PCS-corrections and coefficients, a new complex of the BTA pointing precision control was implemented and put into operation. The software complex fulfills:



выполняет:

- автоматическую фокусировку;
- получение набора кадров с разными положениями поворотного стола;
- астрометрическую привязку снимков по каталогам GSC, 2MASS и определение центра вращения поворотного стола;
- получение таблицы поправок по 56 точкам (8 положений - по азимуту через 45° и 7 - по зенитному расстоянию через 10°).

При практическом применении комплекса в трех сетах технических наблюдений, проведенных осенью 2012 г., получены следующие результаты (рис. 12):

- за 4 года на 1.5"-2" изменилось положение вертикальной оси вращения телескопа;
- в октябрьском сете отмечена нестабильность (до 5") положения телескопа по азимуту;
- отмечено изменение всех поправок от сентября к октябрю по азимуту (на 6") и зенитному расстоянию (на 4"), что, по-видимому, объясняется последней «подвижкой» главного зеркала в начале октября;
- по полученным измерениям определена «форма» главного червячного колеса азимута, т.е. его первая (эксцентриситет) и вторая (эллиптичность) гармоники;
- с помощью модернизированной программы определения коэффициентов СКН подобрана корректирующая формула;
- по полученной модели наведения рассчитаны коэффициенты вертикальности и нулей для ПФ.

Новые коэффициенты СКН используются теперь в программе управления телескопом.

Теперь фокусировка с помощью комплекса занимает 2-3 минуты, определение центра вращения П2 – 10 минут, 56 наведений для получения таблицы поправок выполняются за 2 часа.

*В.С. Шергин, Э.В. Емельянов.*

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА

Продолжены работы по созданию системы контроля качества поверхности главного зеркала (ГЗ) БТА (Отчет САО РАН 2011, с. 22-23). Для метода Шака-Гартмана произведен расчет характеристик модулей датчика волнового фронта (ДВФ). Выбран наиболее оптимальный вариант конструкции, параметры которой полностью удовлетворяют требованиям по точности для измерений формы поверхности ГЗ при засветке лазерным источником. Разработан калибровочный узел для контроля заполнения апертуры исследуемого зеркала. Выполнена сборка прибора и произведена юстировка его оптической системы.

Разработан программный пакет для обработки получаемых данных и управления ДВФ (рис. 13). Волновой фронт раскладывается в ряд по ортонормированным наборам полиномов. Возможно его восстановление методом прямого интегрирования.

В пакете реализованы следующие функции:

- automatic focusing;
- the obtaining of a set of images with different positions of the turn table;
- astrometry calibration of images by the catalogs GSC, 2MASS and determination of rotation center of the turn table;
- the obtaining of the correction table from 56 points (8 azimuth positions in 45° interval and 7 zenith distance positions in 10° interval).

When this complex was practically applied in three sets of technical observations in autumn 2012, the following results were obtained (Fig. 12):

- over 4 years the position of the telescope's vertical rotation axis changed by 1.5"-2";
- in the October set the instability (up to 5") of telescope azimuth position was noticed;
- it was noticed that all corrections have changed from September to October by 6" in azimuth and by 4" in zenith distance, which is probably explained by the last «shift» of the Main Mirror at the beginning of October;
- the obtained measurements helped to determine «the shape» of the main worm azimuth wheel, i.e. its first (eccentricity) and second (ellipticity) harmonics;
- the updated software for the PCS-coefficient determination was used to fit the correcting formula;
- the verticality and zeros coefficients for the PF were calculated from the obtained pointing model.

New PCS-coefficients are now used in the telescope control program.

The focusing with the help of the complex takes now 2-3 minutes, the determination of the P2 rotation center takes 10 minutes, 56 pointings for the obtaining of the correction table are fulfilled within 2 hours.

*V.S. Shergin, E.V. Emelianov.*

## CONTROL OF THE MAIN MIRROR SURFACE QUALITY

Work on elaboration for controlling the BTA Main Mirror (MM) surface quality (SAO Report 2011, p.22-23) was continued. For the Shack-Hartmann method the characteristics of the wave front sensor (WFS) were calculated. Their analysis served the basis for choice of an optimal version of the construction with parameters completely satisfying the precision demands to measurement of the MM surface shape when illuminated by a laser source. A gauge unit was elaborated to control the filling of the mirror aperture under investigation. The device was assembled, and its optical system was adjusted.

The software for processing the obtained data and the wave front sensor control (Fig. 13) was developed. The wave front is expanded in series by orthonormal sets of polynomials. It is possible to reconstruct the wave front by the direct integration method.

The following functions are implemented in the

- измерение волнового фронта;
- построение карт смещения пятен, aberrаций волнового фронта и погрешности измерений;
- разложение по полиномам Цернике, Лежандра;
- определение ФРТ (функция рассеяния точки, PSF) и МПФ (модуляционная передаточная функция, MTF), а также параметров турбулентности.

Реализована предварительная быстрая обработка данных. Измерения волнового фронта представляются в виде двумерных или трехмерных карт. В реальном времени производится оценка размаха, среднеквадратичной ошибки (СКО) и фактора Штреля.

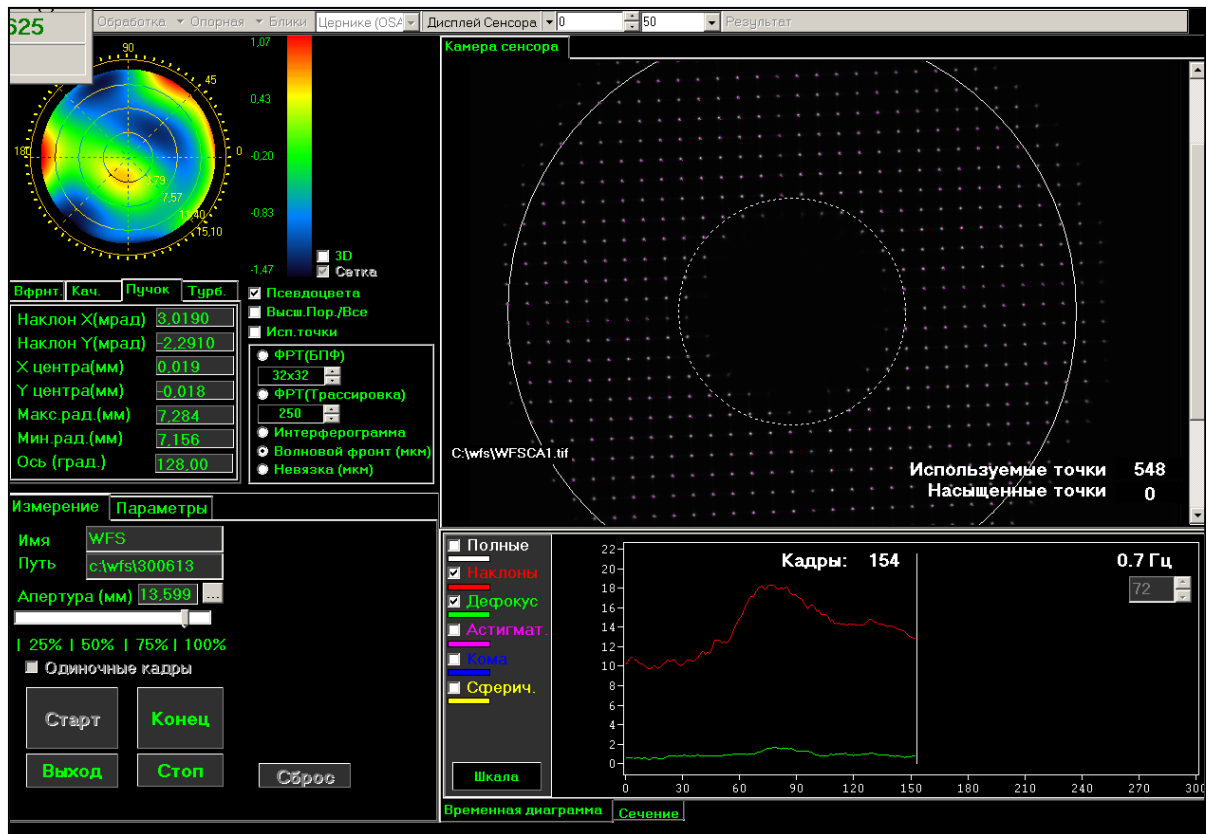


Рис. 13. Управления датчиком волнового фронта.

software package:

- wave front measurement;
- the mapping of spot shifts, wave front aberrations, and measurement errors;
- Zernicker and Legendre polynomial expansion;
- determination of the point spread functions (PSF), modulation transfer function (MTF) and turbulence parameters.

The preliminary fast processing of fulfilled observations was implemented. The wave front measurements are represented as 2D and 3D maps. The total amplitude, root-mean-square error (RMS) and Strehl-ratio are estimated on-line.

Fig. 13. The control interface of the wave front sensor.

Работы по созданию системы выполнены совместно с сотрудниками Института проблем лазерных и информационных технологий РАН.

*Н.В. Борисов, В.Л. Афанасьев, А.В. Ларичев (ИЛИТ РАН), Т.А. Фатхуллин.*

#### АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА

Измерения качества поверхности ГЗ с использованием ДВФ Шака-Гартмана были проведены 03.09.2012. Получено 4 ряда измерений по 50 изображений в каждом.

Анализ измерений (рис. 14) проводился совместно с данными, которые были получены в 1995 г. Положение пятен на картах волнового фронта существенно не изменилось с 1995 г. по 2012 г. 60-65% ГЗ сохранило

Work on the creation of the system was carried out jointly with staff members of the Institute of Laser and Information Technologies of RAS.

*N.V. Borisov, V.L. Afanasiev, A.V. Lavrichev (ILIT RAS), T.A. Fatkhullin.*

#### ANALYSIS OF THE MAIN MIRROR SURFACE QUALITY

The measurement of the MM surface quality with application of a new method was carried out on the 3<sup>d</sup> of September 2012. 4 measurement runs in 50 images each were obtained.

The measurements (Fig. 14) were analyzed together with the data obtained in 1995.

The location of spots on the wave front maps did not change considerably from 1995 to 2012. The surface

точность поверхности  $\lambda/4$ . Однако имеется существенная деградация зеркала в областях пятен, которая в некоторых случаях достигает  $2\lambda$ .

По результатам проведенных измерений можно заключить, что программно-аппаратный комплекс подготовлен к аттестации качества поверхности ГЗ как в цеховых условиях, так и после его установки на телескопе.

**Н.В. Борисов, В.Л. Афанасьев, Т.А. Фатхуллин.**

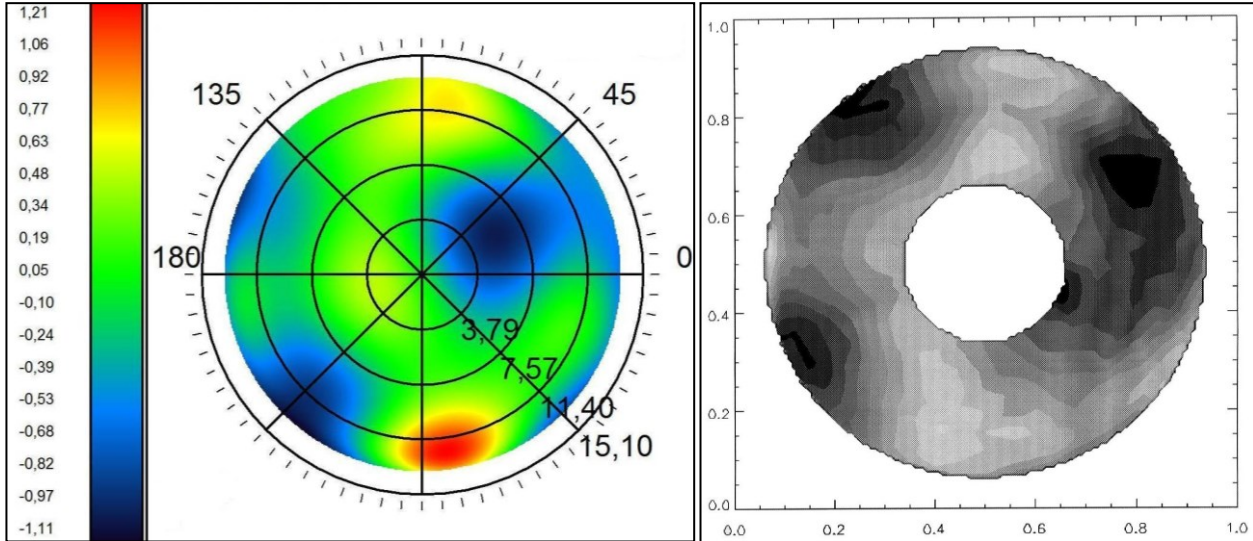


Рис. 14. Слева - карта волнового фронта ГЗ, полученная по новым измерениям; справа – контурная карта ГЗ измерений волнового фронта в микронах, восстановленная по старой методике 1995 г.

Fig. 14. Left – the MM wave front map obtained from new measurements; right – the MM outline map of wave front measurements in microns reconstructed by the old method of 1995.

## МАЛЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

В течение года проводился ремонт и профилактика приводов Цейсс-1000, а также продолжались работы по тестированию новой системы управления телескопом.

В 2012 года на телескопе Цейсс-1000 выполнялись 23 программы. Средняя продолжительность одной наблюдательной программы составила 12 ночей.

Для наблюдений на ПЗС-фотометре было выделено больше всего времени - 150 ночей. По продолжительности наблюдений и результативности на этом приборе можно выделить следующие программы:

- оптический мониторинг активных ядер галактик (А.Н. Буренков) - 36 ночей;
- фотометрия магнитных CV-звезд (М.М. Габдеев) - 33 ночи;
- многополосный мониторинг вспышки блазара 3C345 (О.И. Спиридонова) - 23 ночи.

Светосильный спектрограф умеренного разрешения UAGS использовался 98 ночей. Наиболее продолжительные программы на нем следующие:

- спектральный мониторинг AGN (А.Н. Буренков) - 32 ночи;

precision  $\lambda/4$  remained in 60-65% of the BTA main mirror. But in spot areas there is a considerable mirror degradation which achieves  $2\lambda$  in some cases.

From results of measurements it can be concluded that the hardware-software complex is completely prepared to certification of the MM surface quality both in the shop conditions and after its mounting at the telescope.

**N.V. Borisov, V.L. Afanasiev, T.A. Fatkhullin.**

## SMALL TELESCOPES

During the year the routine maintenance of Zeiss-1000 drives was done. Also the work on testing the new telescope control system went on.

23 programs were carried out at the Zeiss-1000 telescope in 2012. Average duration of one observational program was 12 nights.

The most of time – 150 nights – was allotted for observations with the CCD photometer. The following programs were notable for duration and effectiveness of observation with this device:

- the optical monitoring of active galactic nuclei (A.N. Burenkov) – 36 nights
- photometry of magnetic CV stars (M.M. Gabdееv) – 33 nights;
- the multiband monitoring of the 3C345 blazar burst (O.I. Spiridonova) – 23 nights.

The fast moderate-resolution spectrograph UAGS was used during 98 nights. The longest programs on UAGS are:

- the spectral monitoring of AGNs (A.N. Burenkov) – 32 nights;

- поиск магнитных звезд (Г.А. Чунтонов) - 18 ночей;
- спектральный мониторинг ярких сверхновых (В.В. Власюк) - 11 ночей.

Эшелле-спектрометр CEGS, установленный в фокусе кудэ, использовался в наблюдениях 97 ночей. Самые продолжительные программы:

- спектроскопия ОВА звезд (А. Рзаев) - 37 ночей;
- исследование переменности магнитных полей пекулярных звезд (В.Д. Бычков) - 28 ночей.

*Секретарь программного комитета телескопа Цейсс-1000 Н.В. Борисов.*

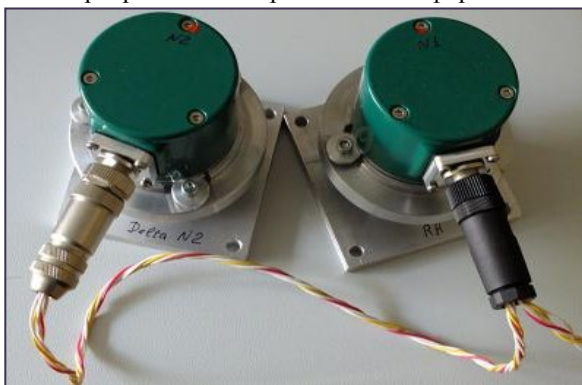
## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕЙСС-1000

### МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В 2012 г. проводилась опытная эксплуатация и испытания основных узлов создаваемой системы управления телескопом – датчиков положения купола и телескопа.

Проведена проверка работоспособности привода купола и измерены его основные параметры для паспортизации. Погрешности позиционирования устройства сопряжения силового редуктора с датчиком угла поворота составили  $\pm 0.5^\circ$  или  $\pm 4,36$  см дуги у основания купола для всего тракта.

Для определения положения осей телескопа в течение 15 последних лет использовались датчики угла с последовательным интерфейсом обмена данными. У этих датчиков низкое разрешение и надежность, кроме того их интерфейс устарел и теперь несовместим с новыми программно-аппаратными платформами.



Для их замены приобретены угловые датчики фирмы FRABA, которые подключаются к стандартной CAN-шине (рис. 15). В качестве энкодеров для них используется устройство фирмы POSITAL GmbH (Германия). Устройство протестировано на совместимость с CAN-шиной и определены погрешности позиционирования в рабочем диапазоне скоростей. Установленные теперь на телескопе многооборотные преобразователи угол-код имеют 20-битную разрядность и параллельный интерфейс для считывания кодов.

*С.В. Драбек.*

- search for magnetic stars (A.G. Chuntunov) – 18 nights;
- the spectral monitoring of bright supernovae (V.V. Vlasyuk) – 11 nights.

The echelle spectrometer CEGS set in the coudé focus was used during 97 nights. The longest programs are

- spectroscopy of OB-stars (A. Razaev) – 37 nights;
- study of variability of magnetic fields of peculiar stars (V.D. Bychkov) – 28 nights.

*The Secretary of the Zeiss-1000 Program Committee N.V. Borisov.*

## MODERNIZATION OF ZEISS-1000

### UPGRADING THE CONTROL SYSTEM

In 2012 the trial operation and testing were done for the main units of the telescope control system – the dome and the telescope position sensors.

The dome sensor functionality was checked and measured of its main parameters for certification. Positioning errors of the interface unit between the load gear and angle sensor yielded the value  $\pm 0.5^\circ$  or  $\pm 4.36$  cm of arc at the dome base for the whole path.

During recent 15 years the angle sensors with the serial interface of data exchange were used for determination of telescope axes positions. These sensors have low resolution and reliability, besides, their interface became obsolete and now it is not compatible with new hardware-software platforms.

*Рис. 15. Датчики осей телескопа Цейсс-1000.*

*Fig. 15. Axes sensors of the telescope Zeiss-1000.*

To replace them we acquired FARBA angle sensors which are connected to the standard CAN-bus (Fig. 15). The POSITAL GmbH (Germany) device was used as encoders in them. The device was checked for the compatibility with the CAN-bus. It was determined errors in the operative velocity range.

The multiturn angle-code converters which are now set at the telescope have 20 digits and a parallel interface for reading codes.

*S.V. Drabek.*

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ НАВЕДЕНИЯ ЦЕЙСС-1000**

Создание модели наведения (PM, pointing model), т.е. системы поправок телескопа для точного наведения по координатам и сопровождения объектов, является сложной технической и программной разработкой, которую надо решать заново при любых изменениях оптико-механической конструкции телескопа. Старая система управления Цейсс-1000 обеспечивает точность позиционирования ~1', что не соответствует уровню современных телескопов, а кроме того, не реализует заложенные в конструкцию Цейсс-1000 точности (1.3"). Создание новой системы наведения осложняется следующим:

- модернизация выполняется в условиях плановых наблюдений на работающем телескопе;
- конструкция телескопа не предусматривает непосредственного контроля точности балансировки осей;
- устанавливаемая в фокусе Кассегрена аппаратура не имеет прецизионного механизма центрирования и разворота по углу места;
- за время длительной эксплуатации телескопа накопились проблемы в механических узлах, которые приводят к потере точности наведения.

Для разработки PM в 2011 г. были проведены пять сетов технических наблюдений с ПЗС-фотометром. Эти снимки обработаны при помощи программы астрометрической привязки ПЗС-кадров Цейсс-1000 (Отчет САО РАН 2011, с. 29-30) и получены таблицы поправок для каждого сета, которые были сведены в общую таблицу, включающую ~200 поправок.

**THE ZEISS-1000 CONTROL AND POINTING CORRECTION SYSTEM**

The making of a pointing model (PM), i.e. a system of telescope corrections for precise coordinate pointing and accompanying objects is a difficult technical and software engineering which has to be developed all over again at any changes in the optical-mechanical construction of a telescope. The old Zeiss-1000 control system provides the positioning precision ~1', which does not correspond to the level of modern telescopes and, besides, does not implement precision designed in the Zeiss-1000 construction (1.3"). The making of a new pointing system for Zeiss-1000 is complicated by the following facts:

- the upgrade is done under conditions of observations with the operating telescope;
- the direct control of axes balancing precision is not provided in the telescope construction;
- the equipment which is installed in the Cassegrain focus has no precision mechanism of centering and turning in the angle of elevation;
- during the long telescope exploitation the problems in mechanical units accumulated, which leads to the loss of pointing precision.

With the purpose of PM development five sets of technical observations with CCD photometer were carried out in 2011. The images were processed with a program of astrometry calibration of Zeiss-1000 CCD images (SAO Report 2011, p. 29-30). The correction tables were obtained for each set. They were combined in a common table containing ~200 corrections.

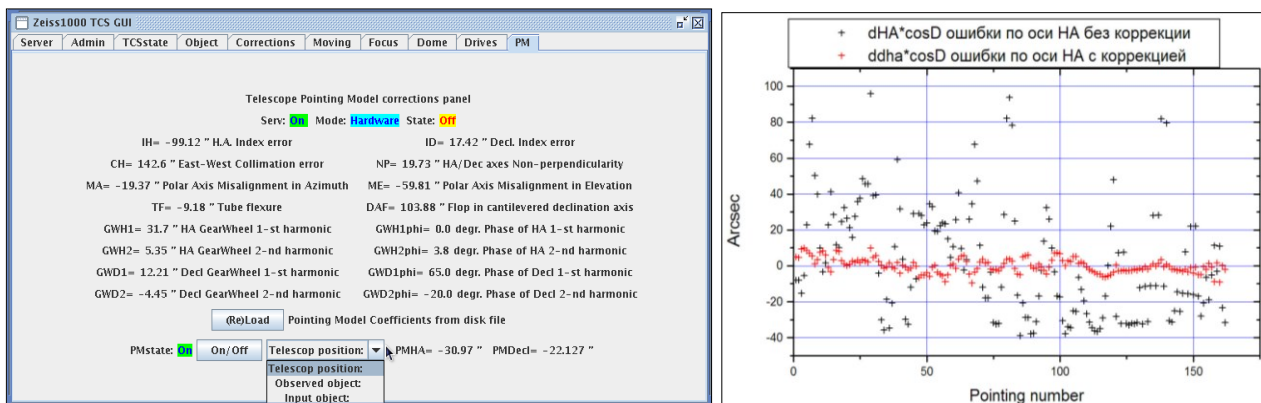


Рис. 16. Слева – панель Java-клиента АСУ Цейсс-1000 для работы с моделью наведения. Справа - точность наведения по оси прямого восхождения. Черные крестики – наведение на объект с помощью существующей системой наведения, красные - результаты опытной эксплуатации новой системы наведения.

Fig. 16 Left – the panel of Java client of Zeiss-1000 ACS for operation with the pointing model. Right – the pointing precision in the right ascension axis. The black crosses denote pointing to an object with the available pointing system, the red crosses denote results of a test exploitation of the new pointing system.

Методом наименьших квадратов определены коэффициенты формулы PM, аппроксимирующие с невязками  $\sigma \approx 5''$  общую таблицу поправок. PM Цейсс-1000 основана на классических моделях для телескопов с экваториальными монтировками с учетом

The least-squares method was used to determine coefficients of the PM formula which approximate the common correction table with a discrepancy of  $\sigma \approx 5''$ . The Zeiss-1000 PM is based on classical models for telescopes with the equatorial mounting with regard to

гармоник за эксцентриситет и эллиптичность главных червячных колес.

Полученные формулы реализованы в новой системе управления. Для работы с РМ разработана соответствующая панель (рис. 16, слева) в Java-клиенте АСУ Цейсс-1000 (Отчет САО РАН 2011, с. 26-27). Коэффициенты РМ загружаются из файла при старте системы. В сетевой интерфейс сервера добавлены команды запроса состояния системы коррекции, ее подключения, отключения или перезагрузки коэффициентов. Предварительные результаты точности наведения телескопа для новой РМ представлены на рисунке 16 (справа). Точность позиционирования в среднем улучшилась почти в 8 раз.

*V.S. Shergin, S.V. Drabek.*

## МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

### РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ СПЕКТРОСКОПИИ

#### РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО СПЕКТРОГРАФА

Разработана оптическая схема интерференционного спектрографа (ИС) сверхвысокого разрешения для БТА. Принцип действия ИС основан на сочетании дифракционной решетки, имеющей высокую плотность нарезки (1800 штр/мм), с эталоном Фабри-Перо, имеющим свободный вход. Одновременно регистрируемый интервал длин волн составляет не более 10 Å, однако имеется возможность перемещать этот интервал в диапазоне от 4000 до 8000 Å. Для увеличения широкощельности разработан рассекающий изображение, рассчитанный на большое число срезов. С величиной спектрального разрешения  $R=500000$  на ИС планируется проводить исследования профилей линий, имеющих компоненты околозвездного происхождения. Часть оптических элементов ИС изготовлена.

*V.E. Panchuk, E.S. Kulagin (ГАО РАН), M.V. Yushkin.*

Разработана схема С2СД - спектрографа дважды скрещенной дисперсии (эшелле-спектрограф с перестраиваемым интерферометром Фабри-Перо, установленном в коллимированном пучке). Подобраны оптические элементы, макет прибора испытан в лабораторных условиях.

*V.E. Panchuk, M.V. Yushkin, G.V. Yakopov.*

#### СПЕКТРОГРАФЫ КОСМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «СПЕКТР-УФ»

Рассчитаны оптические схемы, допуски на изготовление и установку оптических элементов для двух спектрографов высокого разрешения УФЭС (УльтраФиолетовый Эшелле Спектрограф) и ВУФЭС (Вакуумный УльтраФиолетовый Эшелле Спектрограф), а также для спектрографа низкого разрешения СДШ

harmonics of eccentricity and ellipticity of main worm wheels.

The obtained formulae were implemented in a new control system. The corresponding panel (Fig. 16 left) in Java client of Zeiss-1000 ACS (SAO Report 2011, p. 26-27) was developed for operation with the РМ.

The РМ coefficients are downloaded as the system starts. The server network interface was supplemented with the commands of correction system state interrogation, its connection, disconnection or reload of coefficients. Preliminary results of the telescope pointing precision for the new РМ are presented in Fig. 16 (right). The positioning precision increased almost 8 times on the average.

*V.S. Shergin, S.V. Drabek.*

## OBSERVATIONAL METHODS

### DEVELOPMENT OF SPECTROSCOPY TECHNIQUE

#### ELABORATION OF AN INTERFERENCE SPECTROGRAPH

The optical scheme of an interference spectrograph (IS) of superhigh resolution was elaborated for БТА. The IS operation principle is based on combination of a diffraction grating with high thread density (1800 grooves per mm) and the Fabry-Perot etalon with free input. The wavelength range registered simultaneously is not more than 10 Å, but there is a possibility to shift this interval within the range from 4000 to 8000 Å. To increase the slit width an image cutter designed for a higher number of threads was developed.

With the IS spectral resolution  $R=500000$ , it is planned to study profiles of lines having components of circumstellar origin. A part of the IS optical units has been produced.

*V.E. Panchuk, E.S. Kulagin (MAO RAS), M.V. Yushkin.*

The scheme of S2CD – a spectrograph of doubly crossed dispersion (the echelle spectrograph with a reconfigurable Fabry-Perot interferometer set in the collimated beam) – was elaborated. Optical elements were selected. The device model was tested in laboratory conditions.

*V.E. Panchuk, M.V. Yushkin, G.V. Yakopov.*

#### SPECTROGRAPHS OF THE WORLD SPACE OBSERVATORY – ULTRAVIOLET (WSO-UV)

We calculated optical schemes, production and holding tolerances of optical elements for two high resolution spectrographs: UVES (UltraViolet Echelle Spectrograph) and VUVES (Vacuum UltraViolet Echelle Spectrograph) and also for a low resolution spectrograph LSS (Long-Slit Spectrograph), which are

(Спектрограф с Длинной Щелью), являющихся компонентами блока спектрографов (БС) космической обсерватории «Спектр-УФ». Выполнено численное моделирование оптических схем всех трех спектрографов, входящих в состав БС. Выполнен анализ чувствительности оптических схем БС к допускам на установку и изготовление оптических элементов, включая оптику телескопа Т-170М. Выполнены оценки пропускания спектрографов. Расчеты показали высокую эффективность спектрографов практически во всем рабочем диапазоне.  
**В.Е. Панчук, М.В. Юшкин, Т.А. Фатхуллин, М.В. Яков.**

components of the spectrograph unit (SU) of the World Space Observatory – UltraViolet (WSO-UV). Numerical simulation of optical schemes of all three spectrographs – components of the SU was carried out. The sensitivity of US optical schemes to tolerances of holding and production of optical elements including the optics of the telescope T-170M was analyzed. The spectrograph transmission was estimated. The calculation showed a high efficiency of the spectrographs practically in the whole operating range.

**V.E. Panchuk, M.V. Yushkin, T.A. Fatkhullin, M.V. Yakov.**

**МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА НЕБА С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ**

**METHODS OF SKY MONITORING WITH HIGH TEMPORAL RESOLUTION**

**СИСТЕМА MEGATORTORA**

**THE SYSTEM MEGATORTORA**

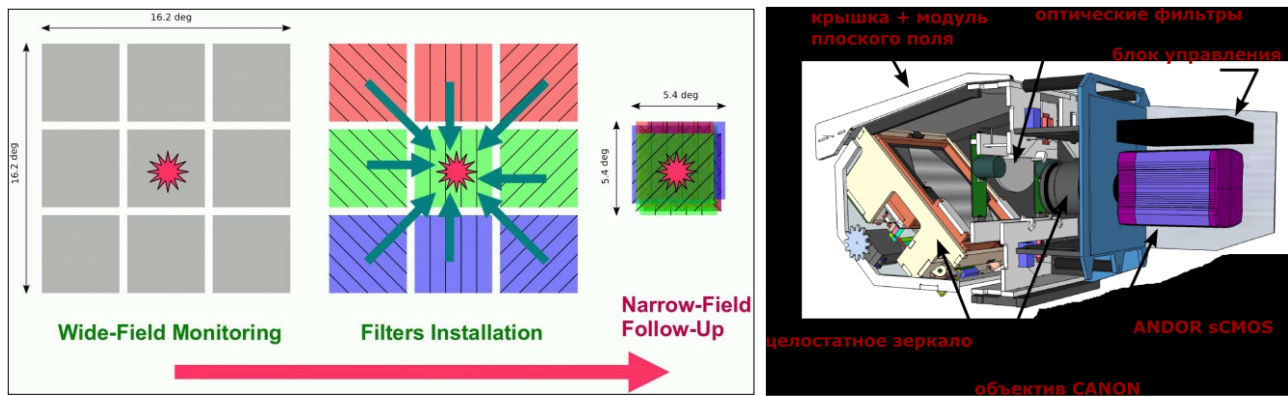


Рис. 17. На рисунке слева - различные режимы функционирования девятиканального базового блока системы MegaTORTORA и её прототипов — систем Mini-MegaTORTORA. Слева – режим широкопольного мониторинга в белом цвете или в одном из цветовых фильтров. Посередине – введение в световой пучок цветовых и поляризационных фильтров как первый шаг после обнаружения оптических транзиентов. Справа – перенаведение всех объективов на поле, содержащее транзиент, для получения информации о нем в трех различных фотометрических полосах при трех ориентациях плоскости поляризации (показанных различными направлениями штриховки) одновременно. Точное время, необходимое для перехода из одного режима в другой, зависит от аппаратной конфигурации, но, ожидается, что оно не будет превосходить 0.3 секунды. На рисунке справа — отдельный канал системы-прототипа Mini-MegaTORTORA (MMT-9)

Fig. 17. The left panel – different functioning modes of the basic 9-channel unit of the MegaTORTORA system and its prototypes – the Mini-MegaTORTORA systems. Left – the mode of wide-field monitoring in the white color or in one of color filters. In the middle – the input of color and polarization filters in the light beam as the first step after detection of optical transients. Right – the repointing of all objectives to the field containing a transient to obtain information on it in three different photometrical bands at three orientations of the polarization plane (shown by different hatch directions) simultaneously. The exact time necessary for switching from one mode to another depends on the equipment configuration, but it is anticipated that it will not exceed 0.3 sec. In the right panel – a separate channel of the prototype system Mini-MegaTORTORA (MMT-9).

Широкопольная мониторинговая система высокого временного разрешения MegaTORTORA (рис. 17) состоит из набора отдельных блоков (Отчет САО РАН 2009, с. 33-35). Каждый блок включает в себя 9 объективов с возможностью переориентации за доли секунды, которые укомплектованы устанавливаемыми спектральными и поляризационными фильтрами.

Назначение инструмента - обнаружение и исследование быстропротекающих явлений в ближнем

The wide-field monitoring system of high temporal resolution MegaTORTORA (Fig. 17) consists of a set of separate units (SAO Report 2009, p.33-35).

Each unit includes 9 objectives with a possibility to reorient it in fractions of a second, which are equipped with installable spectral and polarization filters.

The instrument is meant for detection and study of fast phenomena in the nearby and far space.

и дальнем космическом пространстве. Основным режимом наблюдений является оптический мониторинг небесной сферы с высоким временным разрешением, который дополняется детальным исследованием обнаруживаемых транзиентов посредством быстрого сведения всех девяти каналов в направлении транзиента с одновременной установкой фильтров.

Завершается создание двух систем-прототипов Mini-MegaTORTORA (Отчет САО РАН 2011, с. 32-33), одна из которых, ММТ-6, состоит из 6-ти светосильных объективов Canon EF85 f/1.2, снабженных комбинированным детектором из ЭОП с арсенид-галлиевым фотокатодом и TV-CCD Sony, тогда как вторая, ММТ-9, состоит из тех же объективов, снабженных быстрыми малошумящими КМОП-камерами Andor Neo sCMOS.

*Г.М. Бескин, С.В. Карпов, С.Ф. Бондарь (НПК СПП).*

#### **ОБРАБОТКА ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ СУБСЕКУНДНОГО РАЗРЕШЕНИЯ С ШИРОКОУГОЛЬНЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ КАМЕР**

Разработано программное обеспечение для анализа изображений, получаемых с широкоугольных мониторинговых камер. Оно предназначено для обработки потоков данных субсекундного временного разрешения в реальном времени. Были развиты быстрые статистические методы выделения транзиентных событий, основанные на анализе временного поведения отсчетов в каждом из пикселей, оптимизированные методики определения параметров обнаруженных объектов и критерии, разделяющие их на шумовые, движущиеся (спутники, метеоры, мусор) и неподвижные транзиенты. Типичное время, требуемое для классификации объекта, составляет 0.4 сек. с момента его регистрации (временная шкала 3 последовательных кадров). Разработаны методики анализа данных более низкого временного разрешения, получаемых при суммировании фиксированного набора (как правило, ~100) кадров для временного разрешения 13 сек. При этом регистрируются позиционные и фотометрические данные для всех наблюдающихся в поле зрения камеры объектов, проводится их сравнение с информацией из существующих каталогов опорных звезд и спутников, а также самоподдерживаемого каталога результатов предыдущих наблюдений.

*Г.М. Бескин, С.В. Карпов.*

#### **СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ СЛАБЫХ ОБЪЕКТОВ НА БТА**

Спектрополяриметрические данные важны для исследования физики таких объектов как активные ядра галактик, сверхновые, сильно замагниченные белые карлики и другие. Они позволяют во многих случаях получать информацию о природе регистрируемого излучения, изучать их геометрические и магнитные характеристики.

Разработана методика поляриметрических наблюдений с возможностью измерения параметров Стокса в одной из наблюдательных мод редуктора светосилы SCORPIO-2 (рис. 18).

The main observational mode is the optical monitoring of the celestial sphere with high temporal resolution, which is supplemented with a detailed investigation of detected transients by means of the fast joining of all nine channels in the direction of a transient with the simultaneous setting of filters.

The development of two Mini-MegaTORTORA prototype systems (SAO Report 2011, p.32-33) is being completed. One of them, MMT-6, consists of 6 high-aperture objectives Canon EF85 f/1.2 equipped with a combined detector of EOC with a gallium arsenide photocathode and Sony TV-CCD, whereas the second one, MMT-9, consists of identical objectives equipped with the fast low-noise Andor Neo sCMOS cameras.

*G.M. Beskin, S.V. Karpov, S.F. Bondar (NPK SPP).*

#### **PROCESSING OF SUBSECOND-RESOLUTION DATAFLOW FROM MONITORING WIDE-ANGLE CAMERAS**

Special software for analysis of images obtained from monitoring wide-angle cameras was developed. It is meant for the on-line processing of dataflow of sub-second time resolution.

Solution of this task demanded development of fast statistical methods of selection of transient events based on analysis of time behavior of readings in each pixel, optimized methods of determination of parameters of detected objects and classification criteria separating moving noise objects (satellites, meteors, garbage) from motionless transients.

Typical time for classification of the object is 0.4 sec from the moment of its registration (the time scale of 3 consecutive images).

Also the methods were developed for analysis of data of lower time resolution obtained from summation of a fixed set (100, as a rule) of initial images for the effective time resolution 13 seconds.

In so doing, the position and photometric data of all objects observed in the camera field of view are registered; they are compared with information from available catalogs of reference stars and satellites and from the self-sustaining catalog of results of previous observations.

*G.M. Beskin, S.V. Karpov.*

#### **SPECTROPOLARIMETRIC BTA OBSERVATIONS OF FAINT OBJECTS**

Spectropolarimetric data are important for studying the physics of such objects as active galactic nuclei, supernovae, strongly magnetized white dwarfs, and others. In many cases they allow us obtaining information on the nature of registered radiation and investigating their geometrical and magnetic characteristics.

A method of polarimetric observation with a possibility of measuring Stokes parameters in one of the observational modes of the reducer SCORPIO-2 (Fig. 18) was developed.



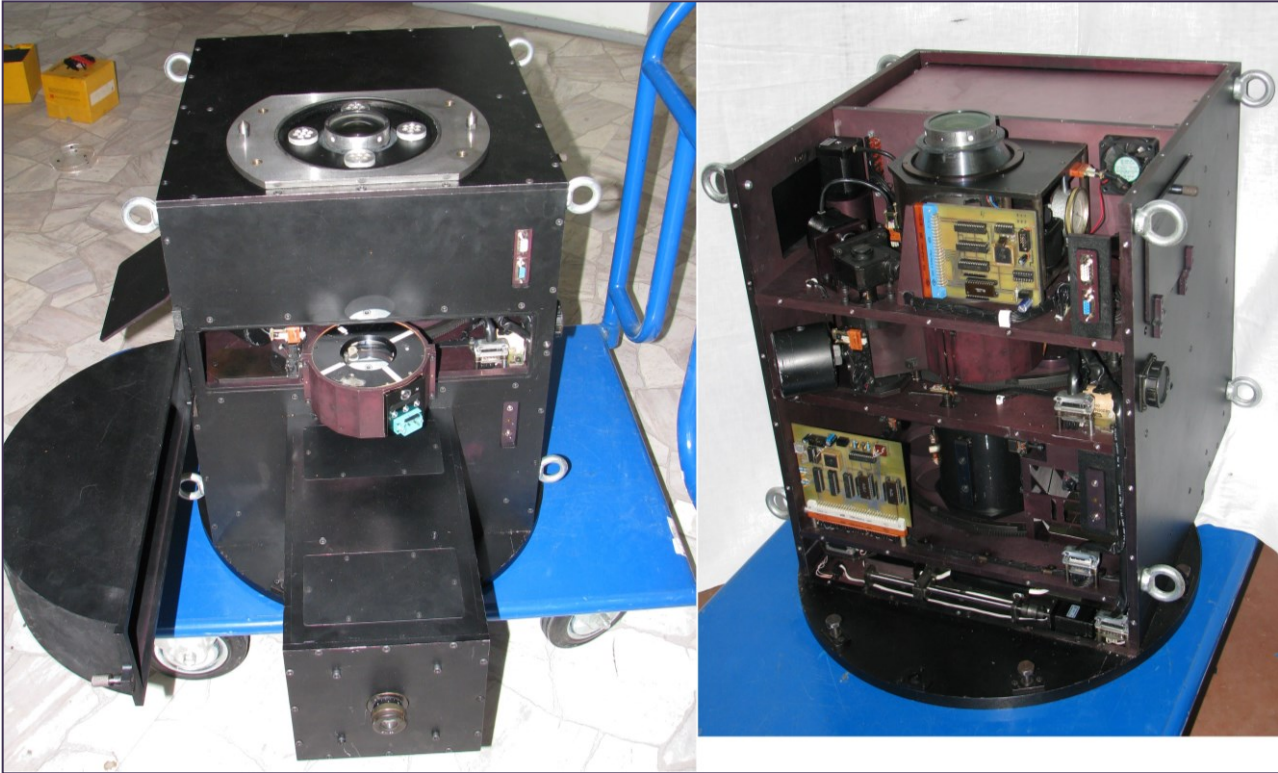


Рис. 18. Режимы работы SCORPIO-2: (1) широкополосная и узкополосная фотометрия, поле зрения  $6\text{''}$ ; (2) спектроскопия с длинной щелью ( $6\text{''}$ ), спектральный диапазон  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ , спектральное разрешение  $R=500\text{--}5000$ ; (3) поляриметрия в широких фильтрах (4 параметра Стокса), поле зрения  $3'\times 2'$  и измерение линейной поляризации протяженных объектов в поле  $6\text{''}$  методом Фесенкова; (4) спектрополяриметрия (4 параметров Стокса) с длинной щелью (2), диапазон  $0.36\text{--}0.9\ \mu\text{m}$ ,  $R=500\text{--}5000$ ; (5) 3D-спектроскопия с ИФП, поле зрения  $6\text{''}$ ,  $R=2500\text{--}12500$ , диапазон  $0.48\text{--}0.7\ \mu\text{m}$ ; (6) 3D-спектроскопия с мультизрачковым блоком  $22\times 22$  линзы (размер линзы  $0.75\text{''}$ , поле зрения -  $16.5''\times 16.5''$ ), диапазон  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ ,  $R=600\text{--}3000$ ; (7) многощелевая спектроскопия с 16 перемещаемыми щелями  $1.5''\times 17''$ , поле зрения  $4'\times 6'$ , диапазон  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ ,  $R=400\text{--}2500$ .

Fig. 18. The modes of SCORPIO-2 operation: (1) multiband and narrowband photometry, the field of view  $6\text{''}$ ; (2) spectroscopy with the long slit ( $6\text{''}$ ), the spectral range  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ , spectral resolution  $R=500\text{--}5000$ ; (3) polarimetry in wide filters (4 Stokes parameters), the field of view  $3'\times 2'$ , and measurement of linear polarization of extended objects in the field  $6\text{''}$  by the Fesenkov method; (4) spectropolarimetry (4 Stokes parameters) with the long slit (2), the range  $0.36\text{--}0.9\ \mu\text{m}$ ,  $R=500\text{--}5000$ ; (5) 3D-spectroscopy with IFP, the field of view is  $6\text{''}$ ,  $R=2500\text{--}12500$ , the range  $0.48\text{--}0.7\ \mu\text{m}$ ; (6) 3D-spectroscopy with multipupil  $22\times 22$  unit of a lens (the lens size is  $0.75\text{''}$ , the field of view is  $16.5''\times 16.5''$ ), the range is  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ ,  $R=600\text{--}3000$ ; (7) multislit spectroscopy with 16 movable slits  $1.5''\times 17''$ , the field of view  $4'\times 6'$ , the range  $0.36\text{--}0.95\ \mu\text{m}$ ,  $R=400\text{--}2500$ .

Для измерений поляризации регистрируемого сигнала была выбрана оптическая схема, состоящая из поворачиваемых фазовых пластин и неподвижного анализатора. В качестве анализаторов поляризации используются две призмы Волластона и поляризационный дихроичный фильтр. Разработан алгоритм обработки данных наблюдений.

Возможности спектрополяриметрического режима опробованы при наблюдениях различных астрономических объектов. Предложенная методика позволяет получать реальные значения поляризации и достаточно надежно оценить их ошибки. При всех сложностях выполнения поляриметрических наблюдений методика позволяет проводить измерения

To measure polarization of a registered signal we have chosen an optical scheme consisting of rotatable phase plates and a fixed analyzer. Two Wollaston prisms and a polarizing dichroic filter were used as polarization analyzer. An algorithm of processing observational data was elaborated.

Capabilities of the spectropolarimetric mode were tested in observations of different astronomical objects. It follows that the suggested method permits us obtaining real values of polarization and estimating their errors rather reliably. For all the complexity of polarimetric observations, the method allows us measuring linear and circular polarization under rather

линейной и круговой поляризации в достаточно сложных погодных условиях. Наблюдения протяженных объектов в этом режиме не отягощены переменной инструментальной поляризацией вдоль щели, что делает его перспективным для исследований слабых звездобразных и протяженных объектов.

*В.Л. Афанасьев, В.Р. Амирханян. Астрофиз. бюллетень, 67, 455 (2012).*

## РАЗРАБОТКА СПЕКТРОФОТОМЕТРА ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Продолжены работы над проектом ИК-спектрофотометра БТА (Отчет САО РАН 2011, с. 34), в котором в качестве светоприемника используется гибридный КМОП-мультиплексор (Rockwell HAWAII, 1024x1024) с рабочим диапазоном длин волн 0.8.-2.5 мкм (Отчет САО РАН 2009, с. 38).

SNR=5, seeing=1", T <sub>exp</sub> =100с	m <sub>I</sub> = 22.9 m <sub>J</sub> = 20.9 m <sub>H</sub> = 19.2 m <sub>K</sub> = 18.2
--	--

Масштаб пикселя светоприемника - 0.25"/pix, поле зрения 4.3□', ширина щели 0.5"-2". Завершено изготовление оптики прибора. Разработан криостат и корпус. Светоприемник охлаждается до температуры 80 К. Ведутся работы по изготовлению электроники для управления детектором и сбором данных.

Ожидаемые параметры проникающей способности ИК-редуктора в фотометрическом режиме приведены в таблице 6, в спектральном режиме – таблица 7.

*Э.В. Емельянов, В.Л. Афанасьев.*

## ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТИПОВ СВЕТОПРИЕМНИКОВ

### ЛИНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЗС-СИСТЕМ

Завершена опытно-конструкторская разработка линии технических средств для построения ПЗС-систем разных типов и архитектур. Линия включает в себя три типа криостатируемых камер с азотным охлаждением или с помощью систем замкнутого цикла Джоуля-Томсона (Отчет САО РАН 2007-2008, с. 43), универсальный модульный ПЗС-контроллер (Отчет САО РАН 2010, с. 35), систему ввода цифровых изображений (Отчет САО РАН 2007-2008, с. 44), программное обеспечение управления контроллером, визуализации и анализа изображений.

Три конструкции криостатируемых камер (разработаны совместно с Институтом прикладной физики РАН) рассчитаны на охлаждении до -110 °С малых ПЗС-матриц с линейными размерами до 30x30 мм<sup>2</sup>, средних матриц – до 60x60 мм<sup>2</sup>, больших матриц или мозаичных приемников – до 120x120 мм<sup>2</sup>. ПЗС-контроллер обеспечивает 2-16 канальное

bad weather conditions.

Observations of extended objects in this mode are not aggravated by variable instrumental polarization along the slit, which makes it especially promising for the study of faint stellar-like and extended objects.

*V.L. Afanasiev, V.R. Amirkhanyan. Astrophys. Bulletin, 67, 455 (2012).*

## DEVELOPMENT OF INFRARED SPECTROPHOTOMETER

The work on the BTA IR spectrophotometer project was continued (SAO Report 2011, p.34) where the hybrid CMOS multiplexor (Rockwell HAWAII, 1024x1024) with the operative wavelength range 0.8-2.5 microns is used as its light detector (SAO Report 2009, p. 38).

SNR=5, seeing=1", T <sub>exp</sub> =1000с	Диапазон, нм	m	R
	I, 0.77-0.99	19.8	850
J, 1.1-1.3	17.9	1200	
H, 1.52-1.72	17	1700	
K, 1.9-2.5	15.5	2800	

The scale of the camera pixel is 0.25"/pix, the field of view is 4.3□', width of the slit is 0.5"-2".

Production of the device optics was completed.

The light detector is cooled down to the temperature 80 K. The work on manufacturing electronics for detector control and data gathering are being fulfilled.

Estimated parameters of resolving power of the IR reducer in the photometric mode are shown in Table 6 and in the spectral mode in Table 7.

*E.V. Emelianov, V.A. Afanasiev.*

## INTRODUCING NEW TYPES OF LIGHT DETECTORS

### FACILITY LINE FOR PRODUCING CCD SYSTEMS

The engineering development of a facility line meant for producing CCD systems of different types and architectures was completed. The line includes three types of cryostat camera with cooling by nitrogen or by Joule-Thomson closed systems (SAO Report 2007-2008, p. 43), a universal modular CCD controller (SAO Report 2010, p. 35), a system of input of digital images (SAO Report 2007-2008, p. 44), software for the controller control, visualization and analysis of images.

Three constructions of cryostat camera (developed jointly with Institute of Applied Physics of RAS) are designed for cooling small CCDs of size 30x30 mm<sup>2</sup>, medium CCDs up to 60x60 mm<sup>2</sup>, large CCD or mosaic detectors up to 120x120 mm<sup>2</sup> down to -100 °C.

The CCD controller provides 2-16-channel reading of

считывание приемников изображения разных типов (ПЗС-матрицы, мозаичные, EMCCD, pnCCD) в широком диапазоне скоростей. Отличительной особенностью ПЗС-контроллера являются обеспечение минимального шума и высокой фотометрической стабильности за счет применения оптимальной цифровой фильтрации и коррекции передаточной характеристики заряд-цифровой код. Зарубежных аналогов контроллера не имеется. Система ввода цифровых изображений обеспечивает ввод и сохранение интенсивных потоков данных со скоростью до 128 МБ/с.

**ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВЕРХМАЛОШУМЯЩИЕ ПЗС-СИСТЕМЫ С МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ ВИДЕОСИГНАЛОВ**



detectors of different types (CCDs, mosaic, EMCCD, pnCCD) in a wide velocity range. A distinctive feature of the CCD controller is the support of minimal noise and high photometric stability by means of application of optimal digital filtration and correction of the transfer characteristic «charge – digital code». There are no foreign analogs of this controller. The system of input of digital images provides the input and storage of intense data flow at the rate up to 128 MB per sec.

**HIGHLY-SENSITIVE ULTRA-LOW-NOISE CCDs WITH MULTICHANNEL DIGITAL PROCESSING OF VIDEO SIGNALS**



Рис. 19. Примеры конструктивного исполнения ПЗС-систем. Слева - система с камерой, охлаждаемой посредством Cryotiger; справа - система с камерой, охлаждаемой жидким азотом.

Fig. 19. Examples of embodiment of CCD systems. Left – the system with a camera cooled by Cryotiger; right – the system cooled by liquid nitrogen.

Разработано семейство сверхмалошумящих ПЗС-систем астрономического и прикладного назначения, предназначенных для приема очень слабых сигналов. Каждая система включает в себя ПЗС-камеру со встроенным охлаждаемым матричным светоприемником, модульный управляющий контроллер, подсистему ввода цифровых изображений в удаленный хост-компьютер и, соответственно, высокопроизводительный промышленный компьютер. В состав семейства входят следующие системы, отличающиеся типами ПЗС-матриц и способами их охлаждения:

- система с мозаичным приемником размером до 8Кх8К пикселей, охлаждаемая посредством криорефрижератора замкнутого цикла Джоуля-Томсона типа Cryotiger (рис. 19, слева);
- система с монолитным приемником размером до 4Кх4К в двух вариантах исполнения – охлаждение жидким азотом (рис. 19, справа) или с помощью Cryotiger, работающая как в режиме накопления заряда, так и в режиме электронного усиления сигнала.

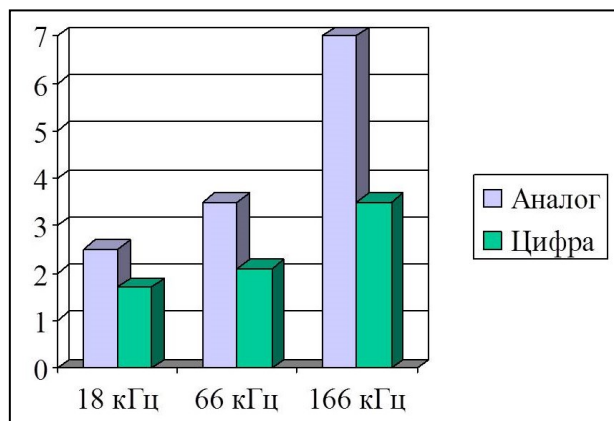
A family of ultra-low-noise CCDs of astronomical and applied purpose meant for reception of very faint signals was developed.

Each system includes a CCD camera with a built-in cooled matrix light detector, a modular controller, a subsystem of input of digital images in the remote host computer and, correspondingly, a high-performance industrial computer.

The family comprises the following systems differing in CCD types and methods of their cooling:

- a system with a mosaic detector of size up to 8Kx8K pixels cooled by means of the Joule-Thomson closed cycle cryorefrigerator of the Cryotiger type (Fig. 19, left);
- a system with a solid detector of size up to 4Kx4K in two versions – that cooled by liquid nitrogen (Fig. 19, left) and that cooled by Cryotiger operating both in the mode of charge accumulation and in the mode of electronic amplification of signal.

Контроллер обеспечивает работу ПЗС в режимах экспонирования и последующего считывания заряда, цифровую обработку видеосигналов и передачу сформированных цифровых изображений в хост-компьютер через волоконно-оптическую линию связи со скоростью до 1 Гб/с на расстояние до 300 м. Отличительной особенностью контроллера является цифровая оптимальная фильтрация в реальном времени считывания полезного видеосигнала из его смеси с шумом, а также стабилизация и коррекция передаточной характеристики заряд-цифровой код.



Фильтрация позволяет снизить шум считывания на 40-50% по сравнению с общепринятым методом аналоговой двойной коррелированной выборки (рис. 20), стабилизация передаточной характеристики обеспечивает фотометрическую нестабильность не более 0.03% в широком диапазоне климатических условий, что в десятки раз лучше, чем в зарубежных образцах.

Таким образом, разработанные ПЗС-системы обеспечивают практически предельные чувствительность и точность регистрации изображений. Преимущества разработки в сравнении с зарубежными аналогами. В настоящей разработке фильтрация видеосигнала реализована в полном соответствии с положениями теории оптимальной фильтрации. В единственном зарубежном аналоге коэффициенты цифрового фильтра подбираются эмпирически методом подбора наилучшего варианта формы кривой для коэффициентов. Стабилизация и коррекция передаточной характеристики не реализована ни в одном из известных аналогов.

В 2012 г. изготовлены две ПЗС-системы на мозаичном приемнике и на EMCCD.

*С.В. Маркелов, В.И. Ардиланов, Н.Г. Иващенко,  
В.А. Мурзин, И.В. Афанасьева, А.Н. Борисенко.*

The controller provides the operation of CCD in the mode of exposure and subsequent reading of charge, digital processing of video signals and transfer of the generated digital images to a host computer at the rate up to 1 Gb per sec to the distance up to 300 m.

The distinctive feature of the controller is the optimal digital on-line filtration of the reading of useful signal from its mixture with noise, and also stabilization and correction of the transfer characteristic «charge – digital code».

*Рис. 20. Сравнение шума считывания (в электронах) на разных частотах для оптимального цифрового фильтра и традиционной аналоговой двойной коррелированной выборки.*

*Fig. 20. Comparison between the readout noise (in electrons) at different frequencies after the optimal digital filter and that after a traditional analog double correlated sampling.*

The filtration permits us lowering the reading noise by 40-50% in comparison with the standard method of analog double correlated sampling (Fig. 20); stabilization of the transfer characteristic provides the photometric instability of not more than 0.03% in a wide range of climatic conditions, which is tens of times better than in foreign samples.

Thus, the elaborated CCDs provide practically the utmost sensitivity and image registration precision.

The advantages of this elaboration in comparison with foreign analogs are as follows: in this elaboration the video signal filtration is implemented in full conformity with propositions of the optimal filtration theory. In the only foreign analog the coefficients of digital filter are fitted empirically by the trial-and-error method of selection of the best variant of the curve shape for coefficients. Stabilization and correction of the transfer function is not implemented in any known analogs.

In 2012 two CCD systems with a mosaic detector and with EMCCD were manufactured.

*S.V. Markelov, V.I. Ardilanov, N.G. Ivashchenko,  
V.A. Murzin, I.V. Afanasieva, A.N. Borisenko.*