

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
(САО РАН)

Международная конференция

"Настоящее и будущее малых и средних телескопов" SMT-2015

19 - 22 октября 2015 г.

п.Нижний Архыз, КЧР, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Международная научно-техническая конференция по технике и методам наблюдений на оптических телескопах малого, с диаметром зеркал до 1м, и среднего, до 3м, размера организована Федеральным государственным бюджетным учреждением науки "Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук" и проводится при поддержке Федерального агентства научных организаций, Российского фонда фундаментальных исследований

Научный организационный комитет

Ю.Ю. Балегга, председатель (САО РАН, Нижний Архыз)
В.В. Власюк, зам.председателя (САО РАН, Нижний Архыз)
А.М. Черепашук (ГАИШ МГУ, Москва)
Ю.Н. Гнедин (ГАО РАН, Санкт-Петербург)
Marc Balcells (ING ORM, La Palma, Canary Islands, Испания)
Б.М. Шустов (ИНАСАН, Москва)
Shashi V. Pandey (ARIES, Uttarakhand, Индия)
И.Ф. Бикмаев (КФУ, Казань)
Drahomir Chochol (AISAS, Tatranska Lomnica, Словакия)
В.М. Липунов (ГАИШ МГУ, Москва)
Э.Е. Хачикян (БАО, Бюракан, Армения)

Местный организационный комитет

В.В. Власюк, председатель
В.В. Комаров, зам. председателя
В.Н. Комарова, секретарь
М.М. Габдеев
С.В. Карпов
Е.Э. Филиппова
О.Д. Ардиланова
А.С. Марухно
Е.Ю. Кучаева
Г.В. Якопов

Multicolour photometry of the slow nova V2659 Cygni and its nightly monitoring using the small telescopes

*Chochol, D.¹, Shugarov, S.^{1,2},
Krushevskaya, V.³, Volkov, I.²*

¹Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovakia;

²Sternberg Astronomical Institute of the Lomonosov University, Moscow, Russia;

³Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

UBVRI photometry of the classical slow nova V2659 Cyg (Nova Cygni 2014), obtained with the 0.18 – 1.0m telescopes and 6/18 cm photo lense at Stará Lesná Observatory (Slovakia), Nauchny and Mt. Koshka Observatories (Russia) and Main Astronomical Observatory, Goloseevo (Ukraine), is presented. V and B light curves were used to find the basic parameters of the nova: the rate of decline, absolute magnitude at maximum, interstellar extinction and distance. Brightness variability and colour diagrams of the nova are discussed.

The Current and Up-Coming Observational Facilities in India

Santosh Joshi

Aryabhata Research Institute of Observational Sciences (ARIES), Nainital, India

In India there are many telescopes of apertures size less than 4-m. These telescopes are equipped with the state-of-art back-end instruments such as Faint Object Spectrograph and Camera, high-resolution spectrograph etc. Apart from these observing facilities in the country, India is participating in mega telescope projects such as Thirty Meter Telescopes (TMT) and by end of this year the launch multi-wavelength astronomy mission ASTROSAT is scheduled. In this talk I shall highlight the various existing and up-coming observational facilities, the ongoing observing and science programmes on these telescopes. The scientific results obtained from these projects will be also discussed.

LO Peg : Spot-topographic evolution, Surface Differential Rotation and Flares

Subhajeet Karmakar

Aryabhata Research Institute of Observational Sciences (ARIES), Nainital, India

Using the wealth of ~ 24 years multi-band data, we present an in-depth study of the evolution of starspot distributions, optical-flares, Surface Differential Rotations (SDR) and coronal activities on the surface of young, single, main-sequence, ultra-fast rotator LO Peg. With V-band data a rotational period of 0.422923 ± 0.000005 days has been established. In our study for the first time we have investigated the long term periods of LO Peg. Evidence of existence of three periods of 2.98 yrs, 7.44 yrs and 11.8 yrs have been detected. Using the seasonal variations on rotational period we also investigate the SDR pattern. LO Peg shows a solar-like pattern of SDR, that is the rotational period steadily decreases along the activity cycle, jumping back to higher values at the beginning of the next cycle with a cycle of 2.8 years. During the observations 20 optical flares are detected with a derived flare frequency of ~ 1 flare per two days. Energies of these flares have been found to vary within a range of 10^{32-34} erg, whereas minimum magnetic field is found to vary within 0.1–3.5 kG. Using light curve inversion technique we have constructed temperature in homogeneity map of the surface of LO Peg. The surface coverage of cool spots is found to be in the range of $\sim 6-27\%$. It appears that the high and low latitude spots are interchanging their positions. X-ray observations with Swift satellite reveals existence of two temperature plasma in the corona on LO Peg. Quasi-simultaneous observations in X-ray, UV and optical UBV bands show signature of excess of X-ray and UV activities in spotted regions.

3.6 m Telescope at Devasthal and Study of Transients

Pandey S.B. et al.

Aryabhata Research Institute of Observational Sciences, Nainital, India

E-mail: pandey@aries.res.in

1. Introduction:

Long duration GRBs favor gravitational collapse of Massive stars $> 8M_{\odot}$ as possible progenitors. Compact binary stars (White Dwarfs, Neutron stars, Black Holes) can undergo similar explosions under certain conditions leading to short duration GRBs. In these processes huge amount of energy (10^{50} to 10^{55} ergs) is

liberated in a few seconds. These catastrophic explosions are rather poorly understood problems in astrophysics. Synergy between Swift and Fermi has revolutionized this subject after detection of delayed GeV emission apart from the usual lower energy afterglow emission both from long and short duration GRBs (Gehrels et al. 2009, Pandey S. B. et al. 2010). Recent observations of the prompt emission and afterglows of GRBs indicate that simple "fireball model" does not explain the diverse observed properties and the superimposed features in the light curves. Around 1/3 of the well localized GRBs do not show any optical emission to deeper limits whereas in majority of cases bright optical afterglows do not track the similar temporal decay observed at other frequencies. In some cases, the observed optical emission indicate towards structure in the jetted emission or the emission observed with a possible viewing angle effects (Rossi et al. 2011, Holland et al. 2011, Zhang et al. 2011). Also, in handful of cases, the long duration GRBs show a red-bump in the late time afterglow light curves with a spectroscopic resemblance with type Ib/c SNe (Galama et al. 1999). These observed afterglow properties of long duration GRBs tells a lot about the underlying physical mechanisms and the possible progenitors behind these energetic cosmic explosions and simultaneously opens new questions in this exciting field (Bing Zhang 2011, Castro-Tirado et al. 2012).

2. 3.6 m Optical Telescope, ARIES Nainital:

The first light from 3.6m Devasthal Optical Telescope (DOT) is expected by middle of 2016 (<http://www.aries.res.in/projects/>). Devasthal (Latitude: 29 deg 23 min North, Longitude: 79 deg 41 min East, Altitude: 2540 m) observing site is well suited for astronomical observations at optical frequencies in terms of seeing (10% FWHM seeing is 0.7 arcsec), atmospheric stability (~ 210 spectroscopic and 160 photometric nights per year), and having excellent logistics for any high altitude observational facilities. The number of expected optical photons from a 3.6m aperture telescope in a certain integration time along with an appropriate CCD detector allows us to detect very faint objects including point sources, galaxies and cluster of galaxies. It is proposed to have two first light instruments along with the telescope including 4Kx4K CCD imager and a low-resolution spectrograph i.e. Faint Object Spectrograph and Camera (FOSC).

The proposed 4Kx4K CCD imager (PI, S. B. Pandey) will be designed to be mounted the axial port of the 3.6m telescope. The beam of the telescope is f/9 with a plate-scale of ~ 6.4"/mm. In this proposal, we plan to use the f/9 beam directly to utilize the central unvignetted ~ 10x10 arcmin of the science field using appropriate filters. The median seeing of the Devasthal site is 1.1 arcsecond, and occasional best seeing of the site is less than 0.7 arcsecond (about 10% time) from the ground level seeing measurement. We are anticipating relatively better seeing at 11m higher level from the ground where the telescope will be located. The instrument should be capable of using the periods of best seeing effectively, but it should not over-sample the point spread function more than necessary. For deeper exposures, it is also

required to interface the camera/filter electronics with the Telescope control system making use of the in-built auto-guiding facilities.

Our results for such a system throughput simulations describing the detection limits at various wavelengths, and expected number of electrons per pixel for different seeing and read out noise values are summarized below in Fig. 1.

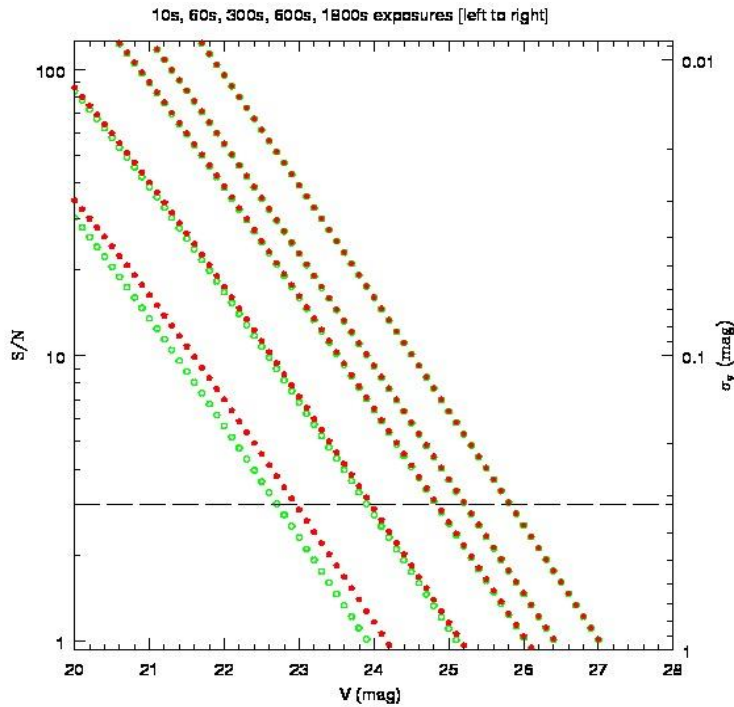


Figure 1: A plot of V-band magnitude (X-axis) Vs. simulated value of signal-to-noise ratio (Y-axis, left) and corresponding error in the magnitude determinations (Y-axis, right) for exposure times 10s, 60s, 300s, 600s and 1800s from left to right. The dashed line shows a line for a signal-to-noise ratio of 3. The plot indicates that in V-band the detection limit varies from 23 to 26 mag in an integration time of 10sec to 1800 sec. The open-green circles are the data points for an un-binned mode of exposures whereas filled-red pentagons indicate a 4x4 binned modes. For binned modes S/N improves and is more prominent for shorter exposures. Similar are the results for other wavelengths as well for an assumed seeing of ~ 1 arcsec and read out noise of 2.5 electrons.

The FOSC is a focal reducer instrument. The instrument shall work in imaging and spectroscopic mode. The instrument will have imaging capabilities with one pixel resolution of less than 0.2" in the field of view (14'x14') of the telescope, and low-medium spectroscopy with spectral resolution (250-4000) covering the wavelength range from 350 nm to 900 nm. At spectral resolution of 2000 and within the given spectral range and for 10 min exposure time, spectrum of a V \sim 18 magnitude object could be obtained with a S/N of 100. With an exposure time of 30 min, spectrum of a V \sim 20 mag object could be acquired in the given spectral range and for similar values of S/N.

Прогресс в развитии технологии изготовления и контроля оптики малых и средних телескопов за последнее десятилетие

Абдулкадыров М.А., Белоусов С.П., Игнатов А.Н., Патрикеев А.П.,
Патрикеев В.Е., Семенов А.П.

АО «Лыткаринский завод оптического стекла», Лыткарино, Московская область,
Россия

Тел.: +7 495 552-1547, E-mail: lastro@lzos.ru; <http://www.lzos.ru>

Современные высокоразрешающие оптико-электронные системы наземного, воздушного и космического базирования используют различную линзовую и зеркальную оптику. Габариты сплошных зеркал дошли до 8 метров, созданы телескопы с составными зеркалами до 11 метров. Тем не менее, значителен спрос на оптику для малых и средних телескопов, поскольку с помощью новейшей наблюдательной аппаратуры и усложнения оптики самих телескопов решается целый комплекс современных важных научных задач. С развитием технологии изготовления и контроля зеркал рождаются все более сложные проекты, которые требуют решения еще более амбициозных задач.

Рост апертуры и асферичности зеркал. В конце 80-х начале 90-х годов прошлого века и в дальнейшем в АО ЛЗОС изготавливались зеркала диаметром до 2-х метров с асферичностью до 12-20 мкм. Например, серия облегченных зеркал диаметром 1540 мм космического назначения для аппаратов «Аракс» и «Персона», сеть телескопов LCOGT (Las Cumbres Observatory Global Telescope Network, США) включающая два телескопа с оптикой диаметром 2 м и 17 телескопов с диаметром главных зеркал 1 м и вторичных диаметром 345 мм. Повышение технологических возможностей и развитие средств контроля осуществлялось постепенно, когда асферичность главных зеркал уже составляла около 60 мкм (например, телескоп АЗТ-33, ИСЗФ, Иркутск). И далее достигла значений 100-170 мкм – это главные и вторичные зеркала обзорного телескопа VST (VLT Survey Telescope, 2.6 м), телескопа TNT (Thai National telescope, США, Австралия, Таиланд) с главным зеркалом диаметром 2.4 м, зеркала телескопа DOTARIES (Devasthal Optical Telescope, DOT, for Aryabhata Research Institute of Observational Sciences, ARIES, Бельгия, Индия) с главным зеркалом диаметром 3.7 м. В последнее десятилетие изготовлена оптика с асферичностью 232 мкм на зеркале проекта «Берет» (вогнутое параболическое зеркало диаметром 1 м), 350 мкм на вторичном зеркале телескопа VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) диаметром 1.24 м, 850 мкм на главном зеркале диаметром 4 м, и, соответственно, растет апертура таких зеркал с F/6, F/3 до F/1.

Конструкции зеркал и внешняя конфигурация. Только в последние годы обрабатываются сверхтонкие зеркала (отношение толщины зеркала к диаметру 1:50 – 1:100), облегченные (облегчение до 90%), зеркала с внеосевой

асферической поверхностью и с некруглым внешним периметром, наиболее сложные в производстве и контроле, где в полной мере проявляются все технологические достижения оптиков телескопостроителей. Пример таких зеркал – зеркала проекта «Карат» системы дистанционного зондирования с внеосевой асферической поверхностью в виде многогранника 684x470 мм, асферичностью 12 мкм, внеосевое асферическое зеркало круглой формы специального назначения диаметром 540 мм и асферичностью 200 мкм, внеосевое асферическое зеркало крайнего элемента телескопа E-ELT также асферичностью 200 мкм.

Разгрузка зеркал в процессе контроля и обработки. Как на стадии шлифования, так и на стадии полирования, и особенно на этапе финишной доводки зеркала, оно базируется либо на штатной разгрузке, на которой будет использоваться в телескопе, либо на мембранно-пневматической технологической разгрузке. Так, например, зеркало TNT диаметром 2.4 м обрабатывалось на штатной механической разгрузке, а зеркала VST, VISTA на мембранно-пневматической, где мембраны имитировали штатную разгрузку и располагались в тех же позициях, где располагаются штатные разгрузки. Следует отметить, что в настоящее время зеркала делают в виде менисков меньшей толщины, чем классическое соотношение между толщиной и диаметром 1:10, 1:8. Так, толщина зеркала VISTA 165 мм при диаметре 4100 мм, т.е. 1:25. Это связано с тем, что зеркала имеют активную систему разгрузки, т.е. управляемую форму поверхности в процессе наблюдений.

Оптические материалы. Используемые оптические материалы должны сохранять свою форму в течение срока эксплуатации зеркала, достигающего до 50 лет. Астроситалл, из которого изготавливают астрозеркала, уже прошел все стадии испытаний и удовлетворяет требованиям по стабильности во времени. Но в настоящее время все большее применение находят другие материалы, такие, как различные модификации карбида кремния.

Точность изготавливаемой поверхности. Требуемая точность отклонений асферических поверхностей от заданной формы достигает 10-20 нм по среднеквадратичному отклонению (СКО, RMS).

Совершенствование средств контроля. Для успешного изготовления оптических элементов необходим контроль процесса производства оптики на всех стадиях обработки. Рост апертуры и асферичности зеркал требует создания более сложных средств интерференционного контроля. Соответственно, существенно усложнились линзовые корректоры волнового фронта. Кроме того, созданы интерферометры с корректорами волнового фронта на базе ДОЭ (дифракционных оптических элементов), заменяющие линзовые корректоры, или являющиеся альтернативным средством контроля.

Повышение точности измерений параметров изготавливаемой оптики. Для измерений фокальных отрезков зеркал астрономических телескопов используются лазерные дальнометры и лазерные трекары, позволяющие определять радиусы кривизны с точностью в десятые доли миллиметра.

Программное обеспечение. В ОАО ЛЗОС за последние два десятилетия разработаны компьютерно-управляемые методы обработки и контроля крупногабаритной астрономической и космической оптики от стадии фрезерования заготовок до готового зеркала, которые позволили изготовить зеркала для крупных российских и зарубежных телескопов.

Перспективы спектроскопии умеренного разрешения на 1-2 м телескопах – Задачи и инструменты

Афанасьев В.Л.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Комплекс программ для быстродействующих систем регистрации, разработанных в ЛПР САО РАН по программе Роскосмоса

Афанасьева И.В.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

В рамках проекта по созданию двух быстродействующих систем регистрации (для телескопов-роботов с целью обнаружения объектов космического мусора) разработано программное обеспечение, осуществляющее как в ручном, так и в автоматическом режиме экспозицию, считывание и передачу ПЗС-кадров для дальнейшей обработки. Принципы разработки и построения программного продукта основаны на объектно-ориентированном программировании с явным выделением состояний.

Ввод данных в компьютер осуществляется посредством фрейм-граббера Matrox, максимальная скорость считывания может достигать 96 МБ/с. Формат принимаемых цифровых изображений – от 2К x 2К до 8К x 9К пикселей размером 16 бит, которые визуализируются в реальном масштабе времени. Комплекс обеспечивает программное задание и телеметрический контроль температуры и электрических режимов приёмника, реализует алгоритмы коррекции встроенного нуля сигнала, выравнивания нулей видеоканалов и измерения кванта преобразования и шума считывания.

Программа управления обеспечивает взаимодействие с системой точного времени, получает данные от метеостанции и системы управления приводом телескопа, взаимодействует с программой координации и планирования работ и системой функционального контроля. Разработанные механизмы обмена данными могут быть использованы для автоматизации наблюдений и кооперации с внешними системами управления на телескопах САО РАН.

Современные системы регистрации изображений для малых и средних телескопов

*Ардиланов В.И.¹, Мурзин В.А.¹, Вдовин В.Ф.², Афанасьева И.В.¹,
Борисенко А.Н.¹, Иващенко Н.Г.¹, Притыченко М.А.¹, Митиани Г.Ш.¹,
Маркелов С.В.¹*

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

²Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия

В настоящее время наблюдается быстрый прогресс в области создания новых типов ПЗС-приемников изображения с высокими фотометрическими характеристиками, большим форматом и многоканальным быстрым считываем изображения, которые необходимы для наземной и космической астрономий в оптическом диапазоне.

Это обстоятельство диктует новые требования к построению универсальных контроллеров, способных управлять как однокристалльными крупноформатными детекторами, так и мозаичными фотоприемниками, с целью реализации возможностей приемников изображения. В крупнейших обсерваториях (ESO и NOAO) выполнены разработки ПЗС-контроллеров нового поколения, основанных на современных микроэлектронных и компьютерных технологиях взамен устаревших технологий десятилетней давности.

В ЛПР САО РАН за последние несколько лет разработаны два новых типа контроллеров со скоростью считывания до 16 Мпиксел/с/канал для мозаичных приемников и скоростных ПЗС-матриц. При этом основными целями данных разработок являлись достижение максимальных характеристик чувствительности и точности, позволяющих решать предельные задачи фотометрии и спектрометрии, а также существенная экономия телескопного времени за счет увеличения реализуемого отношения сигнал/шум и уменьшения потребности в калибровочных процедурах.

В процессе создания контроллеров учитывались следующие требования: универсальность, модульность с возможностью наращивания числа обрабатываемых видеоканалов, конструктивная гибкость, минимизация шумов и стабилизация передаточной характеристики, наивысшая скорость считывания кадров. На основе данной разработки реализовано семейство ПЗС-систем астрономического и прикладного назначения. Каждая система включает в себя ПЗС-камеру со встроенным охлаждаемым матричным приемником изображения, модульный управляющий контроллер, подсистему ввода цифровых изображений в удаленный хост-компьютер и, соответственно, высокопроизводительный промышленный компьютер.

В состав семейства входят следующие ПЗС-системы, отличающиеся типами ПЗС-матриц и способами их охлаждения:

- система с мозаичным приемником до 8К x 9К пикселей ($K = 1024$), охлаждаемая посредством криорефрижератора замкнутого цикла Джоуля-Томсона типа Cryotiger;
- система с монолитным приемником до 4К x 4К в двух вариантах исполнения (охлаждение жидким азотом или с помощью Cryotiger);
- система с приемником типа EMCCD до 1К x 1К (ПЗС с электронным усилением), охлаждение посредством Cryotiger;
- система с приемником типа pnCCD 264 x 264 пиксела (с многоканальным параллельным считыванием заряда), термоэлектрическое охлаждение.

Отличительной особенностью контроллера, входящего в состав ПЗС-системы, является цифровая оптимальная фильтрация полезного видеосигнала из его смеси с шумом в реальном времени считывания, 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, стабилизация передаточной характеристики обеспечивает фотометрическую нестабильность не более 0.03 % в широком диапазоне климатических условий, что в десятки раз лучше, чем в зарубежных образцах.



а)



б)

Рис 1. Общий вид ПЗС-систем с крупноформатными приемниками изображения:
 а) система с камерой азотного охлаждения для приемников с форматом до 4К x 4К;
 б) система с камерой, охлаждаемой посредством Cryotiger для приемника 8К x 9К.

В настоящее время в лаборатории завершается разработка нового поколения ПЗС-контроллеров DINACON V. Его универсальность позволяет управлять как одиночными, так и матричными твердотельными приемниками различных типов. Нараставаемая архитектура контроллера обеспечивает обслуживание мозаичных детекторов с числом видеовыходов до 512 и с суммарной производительностью считывания до 1 Гпиксел/с, что делает возможным построение на его основе гигапиксельных мозаик с секундными временами считывания. Первым опытным образцом на основе DINACON V является

мозаичная ПЗС-система для АЗТ ЗЗВМ ИСЗФ СО РАН с форматом 16384 x 9216 пикселей, включающая 8 x 2 матриц CCD44-82 (e2v technologies).

Первые результаты наблюдений нескольких затменных двойных звезд на телескопах Коуровской астрономической обсерватории

Аввакумова Е.¹, Крушинский В.В.¹, Попов А.¹, Малков О.^{2,3}

¹ Коуровская астрономическая обсерватория, Институт Естественных наук, Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия;

² Институт Астрономии РАН, Москва, Россия;

³ Физический Факультет, МГУ, Москва, Россия

В рамках выполнения работы по классификации затменных переменных звезд на основе их наблюдаемых характеристик (амплитуды минимумов орбитальные периоды, спектральные классы и т.д.) [1] мы обнаружили объекты, значения наблюдаемых параметров которых являются спорными или же отсутствуют. В 2014 году стартовала кампания по наблюдению нескольких таких звезд северного неба.

Фотометрические наблюдения были получены на телескопе МАСТЕР-Урал [2], спектральные – на спектрографе высокого разрешения UFES 1.2-метрового телескопа [3, 4]. Обработка фотометрических наблюдений проведена с помощью пакета IRAF и программы Astrokitt [5]. Для обработки спектральных наблюдений использована программа, написанная Крушинским Вадимом (доклад представлен в секции 4 конференции).

На основе фотометрических наблюдений мы уточнили значения параметров кривых блеска, а также исследовали переменность орбитальных периодов. Полученные спектры позволили получить оценки лучевых скоростей, которые измерялись при помощи алгоритма TODCOR [6].

Все спектральные наблюдения были получены на оборудовании уникальной научной установки “Коуровская астрономическая обсерватория”, работы проведены при финансовой поддержке государства в лице Министерства образования и науки Российской Федерации (уникальный идентификатор проекта RFMEFI59114X0003), также работа была частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (гранты 14-02-31056 и 15-02-04053).

Список литературы

[1] Avvakumova E., Malkov O., 2014, MNRAS, 444, 1982

[2] Lipunov V., Kornilov V., Gorbovskoy E., et al., 2010, Advances in Astronomy, id. 2010

- [3] Panchuk V., Yushkin M., Yakopov, M., 2011, *Astrophys. Bull.*, 66, 355
 [4] Krushinsky V., Popov A., Punanova A., 2014, *Astrophys. Bull.*, 69, 497
 [5] Burdanov A., Krushinskii V., Popov A., 2014, *Astrophys. Bull.*, 69, 368
 [6] Zucker S., Mazeh T., 1994, *Astrophys. J.*, 420, 806

Установка для нанесения отражающих покрытий на детали диаметром до 4 м

Азербает А.А., Абдулкадыров М.А., Белоусов С.П.,
Игнатов А.Н., Мухаммедзянов Т.Р.

АО «Лыткаринский завод оптического стекла», Лыткарино, Московская область,
Россия
email: ktb-2@lzos.ru, т. +7 (495) 552-95-98, ф. +7 (495) 552-15-47

В АО ЛЗОС создана вакуумная установка для нанесения покрытий, состоящих из отражающих металлических (Al, Ag и т.д.) и защитных (SiO, SiO₂, Si₃N₄ и т.д.) слоев, на оптические детали диаметром до 4 м и весом до 7 т методом магнетронного распыления (рис.1). Отработано отражающее покрытие из Al с защитным слоем из SiO₂. Проведены ускоренные климатические испытания покрытия Al+SiO₂. Результаты представлены в таблице.

Результаты отработки нанесения покрытия Al + SiO₂

Параметр	Требование	Измерено	Метод измерения
Равномерность	$\leq \pm 5\%$	соответствует	Равномерность Al покрытия измерялась на приборе Nano Cam (динамический оптический профилометр). Равномерность защитного слоя SiO ₂ – на основе коэффициента отражения.
Адгезия	Без отрыва	соответствует	Адгезия покрытия проверялась методом приклеивания специальных полосок с последующим резким отрывом.
Механическая прочность	2000 оборотов	3000 оборотов	Механическая прочность проверялась на истирание на приборе типа CM-55.
Срок эксплуатации	10 лет	30 лет	Срок эксплуатации определен с помощью климатических испытаний (для эксплуатации в умеренном климате и хранении в неотапливаемом складе)



Рис.1. Установка для нанесения отражающих покрытий на детали диаметром до 4 м.



Рис. 2. Загрузка зеркала $\text{\O}1150\text{мм}$ в вакуумную камеру установки.



Рис. 3. Зеркало $\text{\O}1120\text{мм}$ с отражающим покрытием, нанесенным на созданной установке.

Произведено нанесение отражающего покрытия $\text{Al} + \text{SiO}_2$ на две детали диаметром 1150 мм (рис. 2): плоское зеркало и сферическое зеркало с радиусом сферы 34000 мм, и на асферическое зеркало диаметром 1120 мм (рис. 3).

На всех трех зеркалах параметры покрытия соответствовали значениям, достигнутым при отработке (табл. 1). В будущем планируется нанесение на ряд деталей различного диаметра – от 1900 мм до 4000 мм.

После ввода в эксплуатацию описываемой вакуумной установки АО ЛЗОС обладает полным циклом производства оптических деталей диаметром до 4м – от варки стекла до нанесения покрытия.

Открытия оптических транзиентов сетью телескопов-роботов МАСТЕР

Балануца П.В.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: bala55@mail.ru

За время после открытия гамма-всплесков спутниками Vela и до 1997 года, когда было обнаружено оптическое излучение гамма-всплесков, стало ясно, что мы имеем дело с самыми мощными взрывами во Вселенной. Оптическое излучение, которое наблюдается спустя некоторое время после гамма-всплеска связано с прохождением ударной волны по межзвездной среде и уже мало зависит от природы центральной машины всплеска. Этот факт и является причиной загадки природы гамма-всплесков. Чтобы понять физику самого процесса взрыва нам необходимо получить синхронные наблюдения во всех диапазонах спектра в момент, когда гамма-всплеск еще не закончился. Впервые собственное излучение гамма-всплеска GRB990123 наблюдалось на обсерватории ROTSE-I.

В результате чрезвычайно короткой длительности гамма-всплеска, зарегистрировать собственное излучение, становится крайне тяжелой задачей. Есть два варианта решения этой проблемы:

1. Постоянно снимать большие участки неба, в надежде, что гамма-всплеск попадет в ваше поле зрения
2. Использовать телескопы-роботы, готовые в любой момент навесить, с высокой скоростью, в требуемую точку неба, по алерту с космической гамма-обсерватории

Российский роботизированный телескоп MASTER II использует оба метода. Алертные наблюдения гамма-всплесков представляют собой глобальный физический эксперимент, основанный на трех научно-технических революциях, состоявшихся перед началом XXI века: появление глобальной сети Интернет, появление мощных персональных компьютеров и быстрых ПЗС

приемников оптического излучения. Основная сложность, состоит в том, чтобы быстро сделать четыре действия, пока гамма-всплеск еще «жив»:

- Гамма-всплеск регистрируется космическим аппаратом.
- После обработки гамма-всплеска на борту КА, координаты всплеска направляются в международный центр изучения гамма-всплесков (GCN). Эти шаги занимают от 10 до 40 секунд.
- Полученные координаты рассылаются по сети Интернет всем телескопам роботам 0.5сек.

Роботизированные телескопы наводятся по полученным координатам (занимает от 7 до 50 сек у малых телескопов) и проводят наблюдения в оптическом и инфракрасном диапазонах.

Первый робот телескоп МАСТЕР (Мобильная Астрономическая Сеть Телескопов Роботов) заработал в 2002 году в Подмосковье. Начиная с 2008 года начинается строительство общероссийской сети МАСТЕР. На настоящий момент сеть роботов-телескопов МАСТЕР стала глобальной. Теперь – телескопы сети МАСТЕР расположены в обсерваториях Московского (под Кисловодском), Уральского (Коуровка), Иркутского (Тунка), Благовещенского педагогического (под Благовещенском) университетах, а так же в Южно-Африканской Астрономической обсерватории, обсерватория Феликса Агилары (Национальный университет провинции Сан-Хуан, Аргентина). Во всех пунктах установлены полностью одинаковые наблюдательные комплексы МАСТЕР II (кроме Аргентины, где установлены широкопольные камеры), позволяющие одновременно получать два изображения в широкополосных фильтрах или в поляризации.

В состав наблюдательного комплекса МАСТЕР II входят два широкопольных телескопа с полем зрения 4 кв.град. каждый, оборудованные ПЗС-фотометрами, с блоком сменных фильтров. Все это оборудование установлено на сверхбыстрой монтировке NTM-500 фирмы Astelco или DDM-160 фирмы OSA. Так же в состав комплекса входят две камеры сверхширокого поля 384кв.град. Все это позволяет с успехом наблюдать и регистрировать собственное излучение и послесвечение гамма-всплесков. Примером эффективности работы сети МАСТЕР могут служить успешные наблюдения гамма-всплесков: GRB110521A, 110411A, 110407A, 110207A, 101020A, 101008A, 100902A, 100901A и др.

Помимо алертных наблюдений, роботы-телескопы выполняют разнообразные обзорные задачи. Гамма-всплески распределены во времени довольно хаотично и бывают не каждый день. Именно с этим и связано наличие времени для решения разнообразных обзорно-поисковых задач. Такими задачами являются поиск внегалактических сверхновых, катаклизмических переменных, вспышек квазаров и блазаров, и прочих оптических транзиентов. Так же программное обеспечение позволяет обнаруживать движущиеся объекты, такие как астероиды и кометы. Широкопольные телескопы с апертурой 400мм

позволяют делать обзор неба, в среднем около 1000 кв.град. (на один наблюдательный комплекс) с пределом 20-21 зв. вел. В свою очередь сверхширокопольные камеры могут позволять делать снимки с пределом до 12 зв. вел. и временным разрешением 150 микросекунд.

В настоящее время сеть роботизированных телескопов МАСТЕР является лидером в РФ по открытию разнообразных оптических транзиентов. Всего на данный момент открыто 727 оптических транзиента. Из них 323 катаклизмических переменных, 3 новых звезды, 196 внегалактических сверхновых, 3 потенциально опасных астероида и прочие объекты. В заключении стоит отметить, что подтверждением эффективности и актуальности работы сети МАСТЕР, являются наблюдения объектов открытых сетью МАСТЕР, проводящиеся на крупнейших телескопах мира такие как: SALT (Южная Африка 10м), Gemini North (Гавайи 8.2м), HET (США 9,2м), БТА (Россия 6м), VLT (Чили 8.2м), GTC (Канарские острова Испания 10,4м), Swift (КА). В дальнейшем планируется постройка еще нескольких обсерваторий МАСТЕР II, что позволит увеличить эффективность работы глобальной сети телескопов-роботов. Так же идет активная разработка широкопольных комплексов МАСТЕР III, которые позволят перейти на новый уровень получения наблюдений.

Спектральные и фотометрические исследования красных НОВЫХ

***Барсукова Е.А.¹, Горанский В.П.², Валеев А.Ф.^{1,3}, Метлова Н.В.²,
Борисов Н.В.¹, Буренков А.Н.¹, Жарова А.В.², Шугаров С.Ю.^{2,4}***

¹ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

² Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

³ Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия;

⁴ Астрономический институт Словацкой Академии наук, Братислава, Словакия

Красные новые (или красные транзиенты промежуточной светимости) кардинально отличаются от классических новых. Красные новые в пике вспышки достигают абсолютной величины $-10^m/-12^m$, имеют во вспышке спектры К–М сверхгигантов, эволюционируют в процессе вспышки ко все более холодному спектральному классу и не проходят небулярную стадию. Объектами многолетнего мониторинга были две красные новые нашей Галактики V838 Mon и V4332 Sgr. Так как эти новые в спокойном состоянии после вспышек являются слабыми объектами $18^m.6$ и $21^m.5$ в фильтре В, их спектры получают на БТА/СКОРПИО.

Для многоцветных фотометрических наблюдений использовались телескопы с зеркалами диаметром от 50-см до 1-м в САО РАН, Южной станции ГАИШ и в обсерватории Стара Лесна в Словакии. Красные новые ведут себя во вспышках похожим образом: кривые блеска часто демонстрируют несколько пиков, медленный спад блеска и красные показатели цвета. Большой вклад в исследование природы предшественников этих двух новых внесли архивные данные, которые получены тоже в основном на малых телескопах. Кривые блеска до вспышки по архивным данным, как правило, обнаруживают постепенный подъем блеска и спад его перед вспышкой. У V838 Mon подъема блеска перед вспышкой не было, а спад наблюдался в 1998 году в фильтре R_c , и, в пересчете на взорвавшийся компонент, это ослабление составило 1^m . Аналогичный спад наблюдался в слившейся системе двух звезд V1309 Sco. Пока нет никаких свидетельств того, что взорвавшийся компонент V838 Mon был мерджером (событием слияния звезд). Методом сравнения распределения энергии в спектре V838 Mon до и после вспышки мы установили, что предшественник новой являлся двойной системой голубых звезд спектрального класса B3V, причем взорвавшаяся звезда «мимикрировала» под свой спутник, имея с ним одинаковые показатели цвета. После уточнения расстояния до системы по расширяющемуся световому эху вспышки, были определены светимости компонентов предшественника новой V838 Mon. Оказалось, что они имели пониженные светимости по сравнению с нормальными звездами главной последовательности, то есть, это – молодые объекты.

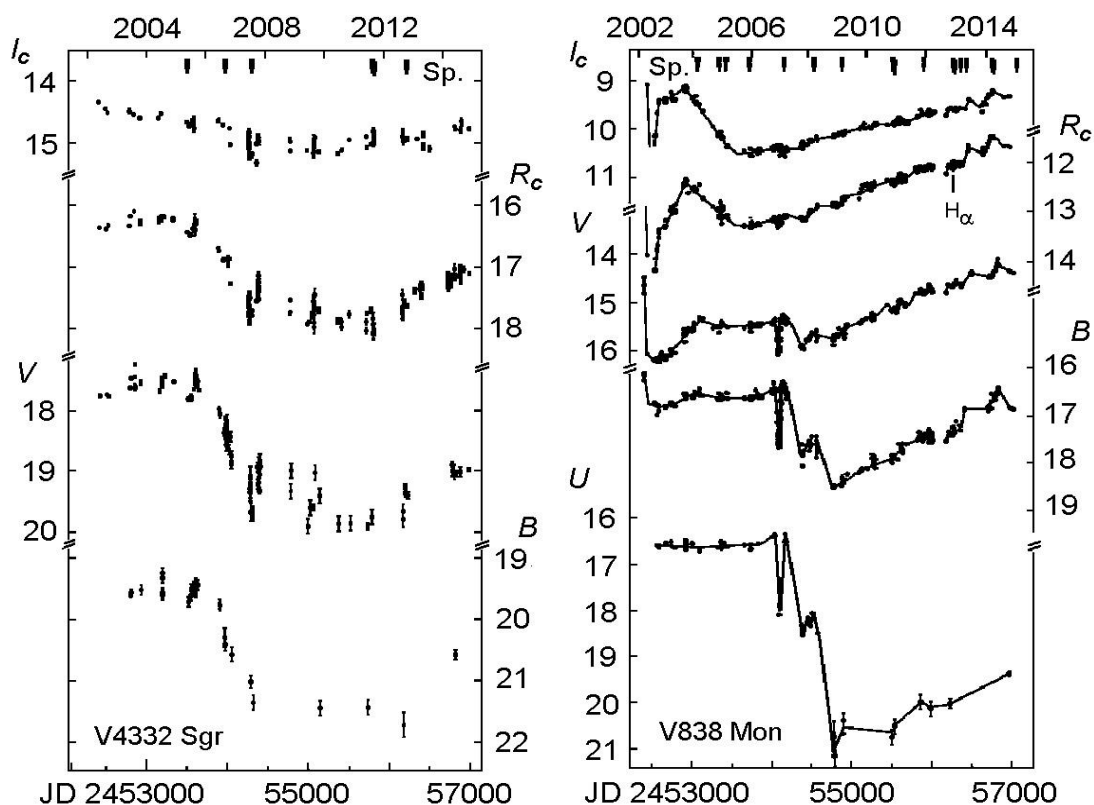


Рис.1. Кривые блеска остатков красных новых V4332 Sgr и V838 Mon.

Первые спектры V838 Mon были получены еще во вспышке 2002 г. на Цейссе-1000 САО со спектрографом UAGS. Мы отождествили спектр со спектральным классом K0I, сделали вывод о нормальном содержании элементов, близком к солнечному, отождествили линию Li I, показали, что остаток вспышки – не проэволюционировавшая звезда. Фотометрия с Цейсс-1000 САО использовалась нами для абсолютной калибровки спектров БТА. Это позволило проследить эволюцию сложного двухкомпонентного спектра на протяжении десятилетия. В декабре 2006 г. состоялось затмение компонента V3V, которое длилось 70 дней. Сообщение об открытии было послано в интернет прямо с телескопа Цейсс-600 в Крыму. В феврале 2009 г. уже не обнаруживались ни горячая В-звезда, ни эмиссионный спектр ионизованного ею газа. Произошло беспрецедентное исчезновение звезды V3V внутри холодного компонента – остатка взрыва 2002 г. Это явление наблюдается до сих пор. Мы провели наблюдения V838 Mon в полосе *U* на Цейсс-1000 САО на уровне блеска 21^m.5, и в настоящее время наблюдаем этот объект при блеске 19^m.5. Аналогов таких наблюдений в мире нет, даже на больших телескопах.

С помощью архивных изображений с телескопа АЗТ-5 (ГАИШ) удалось показать, что другая галактическая красная новая V4332 Sgr до вспышки состояла из красного и голубого звездных компонентов. Вклад красного компонента после вспышки не изменился, а голубой компонент исчез. В результате, теперь мы наблюдаем огромное холодное облако разреженного газа и холодную звезду класса М, которая была в системе и до вспышки. С 2006 г. произошли радикальные изменения в системе, а недавно обнаружен слабый звездный компонент: то ли звезда фона, то ли остаток вспышки. Перед вспышкой блеск системы увеличился на 2^m.4 в фильтре *R*, что делает эту новую очень похожей на известный мерджер V1309 Sco.

Проект многоканального оптического телескопа SAINT

***Бескин Г.М.^{1,4}, Бирюков А.В.⁴, Бондарь С.Ф.², Иванов Е.А.²,
Карпов С.В.^{1,4}, Каткова Е.В.², Перков А.В.², Сасюк В.В.^{3,4}***

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

²НПК СПИ, Москва, Россия

³ООО “Параллакс”, Казань, Россия

⁴Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

В докладе представлен проект многоканального оптического телескопа нового класса SAINT (Small Aperture Imaging Network Telescope).

Назначение инструмента - обнаружение и исследование быстропротекающих явлений в ближнем и дальнем космическом пространстве.

Основным режимом наблюдений является оптический мониторинг небесной сферы с высоким временным разрешением.

SAINT состоит примерно из 500 малых телескопов диаметром 40-60 см (поле зрения каждого около 1 кв. градуса), его полное поле зрения около 500 квадратных градусов, а временное разрешение - 0.1 секунды.

В режиме мониторинга телескоп аккумулирует информацию обо всех стационарных и транзиентных (во времени и пространстве) источниках оптического излучения, локализованных на небесной полусфере (20 000 кв. град.), вплоть до 22-23 зв. величины за одну ночь наблюдений.

При обнаружении оптического транзиента все телескопы комплекса за доли секунды переориентируются на область его локализации для детального исследования (поляризационного, фотометрического, спектроскопического). В этом (исследовательском) режиме SAINT эквивалентен телескопу 8-метрового диаметра и может использоваться для решения всех стандартных астрофизических задач.

В процессе мониторинга выполняется основная цель - обнаружение новых и исследование уже известных нестационарных объектов различной природы и локализации. Впервые в мире будет получена непрерывно обновляющаяся динамическая картина как ближнего, так и дальнего космического пространства с субсекундным временным разрешением.

Наземная поддержка орбитальных обсерваторий по наблюдениям на 1.5-м телескопе РТТ-150

Бикмаев И.Ф.

Казанский федеральный университет, Академия наук РТ, Казань, Россия

Современная астрономия является всеволновой наукой, исследуя Вселенную во всех диапазонах длин волн – в гамма, рентгеновской, ультрафиолетовой, оптической, инфракрасной, субмиллиметровой, радио областях спектра электромагнитного излучения. Особенностью гамма, рентгеновского и УФ диапазонов является необходимость выноса телескопов за пределы земной атмосферы, что обуславливает чрезвычайную дороговизну космических обсерваторий. В настоящее время на околоземной орбите работают несколько гамма и рентгеновских обсерваторий, среди которых - INTEGRAL, SWIFT, XMM-Newton, CHANDRA, FERMI и др. Основными недостатками большинства рентгеновских телескопов являются малое угловое разрешение (несколько угловых минут) и малая эффективная площадь зеркал, что не позволяет зачастую им самостоятельно решать задачу отождествления, идентификации и классификации источников, которые они обнаруживают.

Поэтому возникает необходимость наземной поддержки с помощью оптических телескопов для совместного решения указанных задач. Очень часто рентгеновские источники обнаруживают себя в активной фазе, проявление которой нельзя заранее запланировать.

Крупные наземные телескопы мира, перегруженные выполнением программ по заранее согласованному расписанию, зачастую не в состоянии оперативно наблюдать рентгеновские источники в их активной фазе. Кроме того, на крупных телескопах трудно решать задачи обзорного характера, требующие выделения достаточно большой квоты времени для массовых наблюдений однотипных источников по всему небу. Часть указанных проблем решается с использованием телескопов малых и средних размеров.

1.5-метровый Российско-Турецкий оптический телескоп РТТ-150, оснащенный современным научным оборудованием (фотометры, спектрометры) принимает участие в международных программах наземной поддержки орбитальных обсерваторий (INTEGRAL, SWIFT, PLANCK) в части оптических отождествлений, спектральной классификации обнаруженных источников (активных ядер галактик, тесных двойных систем, скоплений галактик), определения их физических параметров и др. В докладе будут приведены примеры выполняемых исследований с помощью РТТ-150.

Работа систем адаптивной оптики при сильных турбулентных флуктуациях в условии применения лазерной опорной звезды

Большасова Л.А., Лукин В.П.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

Email: sla@iao.ru

Для дальнейшего развития методов адаптивной оптики (АО) атмосферных искажений с применением техники лазерных опорных звезд (ЛОЗ) [1-6] актуальным является проведение комплексного исследования эффективности самой адаптивной коррекции на основе искусственного опорного источника и ограничивающих ее факторов с использованием моделей высотного профиля атмосферной турбулентности, включая получение необходимых для этого аналитических выражений. Эти исследования необходимы для разработки новых подходов к формированию и извлечению информации от искусственно созданного источника опорной волны, алгоритмов коррекции, которые позволят сделать работу АО с ЛОЗ более эффективной и имеют большое прикладное значение.

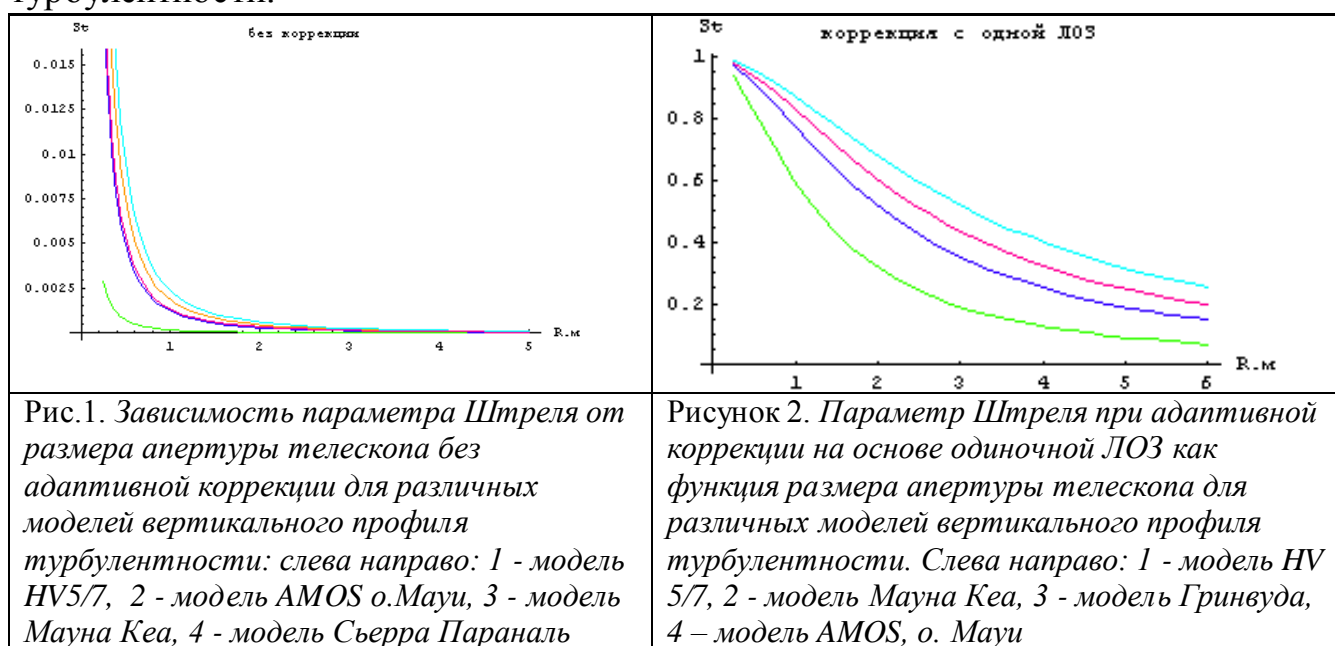
Известно, что уровень турбулентных искажений в астрономическом инструменте оценивается на основе сопоставления размера приемной апертуры астрономического инструмента и, так называемого радиуса когерентности излучения, введенного Д. Фридом, на основе расчетов флуктуаций в плоской оптической волне, исходя из знания вертикального профиля структурного параметра показателя преломления атмосферы. Нами было рассчитано значение [7-10] параметра Штреля, представляющего собой отношение значения средней интенсивности на оси системы в случайно-неоднородной среде к значению интенсивности в вакууме, т.е.,

$$St = \langle I(-f, 0) \rangle / I_{\text{вак}}(-f, 0) = (1 + 13.76 R^2 / (r_0^{nl})^2)^{-1}, \quad (1)$$

где радиус когерентности (для плоской волны) рассчитывается по всей толще этой случайно-неоднородной среды по формуле.

$$r_0^{nl} = \left\{ \frac{2.82}{6.88} k^2 \int_0^x d\xi C_n^2(\xi) \right\}^{-3/5} \quad (2)$$

На рис.1 показан вид зависимости значения параметра Штреля для телескопа в отсутствие адаптивной коррекции, рассчитанные по формуле (1) в зависимости от размера апертуры телескопа, для различных моделей профиля турбулентности.



Далее был рассмотрен случай адаптивной коррекции искажений с использованием данных измерения волнового фронта от ЛОЗ сформированной на основе обратного рассеяния сфокусированного лазерного пучка. При этом обычно предполагается, что видимый размер ЛОЗ таков, что она не разрешается оптической системой телескопа, поэтому может рассматриваться как точечный источник, приёмная и передающая апертуры совмещены.

Получено [6-14] выражение для распределения средней интенсивности в фокальной плоскости телескопа при традиционной схеме коррекции следующее выражение:

$$\langle I(-f, \vec{\rho}) \rangle = \frac{4\pi^2 R^4}{f^2 (1 + 4R^2 / (\tilde{r}_0^{nl})^2)} \exp(-k^2 \rho^2 R^2 / [f^2 (1 + 4R^2 / (\tilde{r}_0^{nl})^2)]), \quad (3)$$

где введен радиус когерентности поля при коррекции \tilde{r}_0^{nl} с опорной

сферической волной в виде:

$$\tilde{r}_0^{nl} = r_0^{nl} \left[\frac{\int_0^x d\xi C_n^2(\xi) (\xi/x)^2}{\int_0^\infty d\xi C_n^2(\xi)} \right]^{-1/2}. \quad (4)$$

В этом случае параметр Штреля можно определить как

$$St = \langle I(-f, 0) \rangle / I_{\text{вак}}(-f, 0) = (1 + 4R^2 / (\tilde{r}_0^{nl})^2)^{-1}. \quad (5)$$

В результате получаем, что адаптивная коррекция с использованием традиционной сфокусированной ЛОЗ, фактически будет эквивалентна увеличению размера когерентной части апертуры телескопа, причем это увеличение оказывается равным

$$A = \left[\frac{\int_0^x d\xi C_n^2(\xi) (\xi/x)^2}{\int_0^\infty d\xi C_n^2(\xi)} \right]^{-1/2}. \quad (6)$$

Итак, в форме, удобной для практического использования, получено аналитическое выражение (5) которое позволяет на основе информации о профиле турбулентности выполнять оценки эффективности астрономического телескопа при АО коррекции на основе ЛОЗ, сформированной фокусировкой лазерного излучения. Путем варьирования длины волны излучения, размера апертуры телескопа, высоты формирования опорного источника для условий рассматриваемой задачи определять эффективность такой коррекции, оптимальные параметры и потенциальные возможности.

Отметим, что ограничения эффективности такой коррекции связаны с влиянием фокусного неизопланатизма [6, 10-17], а полученная формула (4) аналитически характеризует этот эффект. При этом анализ параметра Штреля (5) позволяет на основе информации о высотном профиле атмосферной турбулентности определить, когда влияние фокусного неизопланатизма становится критическим для работы АО системы.

Значения радиуса при коррекции, рассчитанные для натриевой ЛОЗ, лежат в диапазоне от 2 до 5 метров (Таб. 1), это означает, что на практике будут достигаться различные уровни адаптивной коррекции в зависимости от интенсивности и распределения турбулентных флуктуаций, при этом не обнаруживается прямой зависимости от радиуса когерентности плоской волны.

Отметим, что Чилийские Анды и Гавайские остров характеризуются лучшими условиями с точки зрения астроклимата.

Таблица 1. Радиус когерентности при коррекции и радиус когерентности (в плоской волне) для натриевой ЛОЗ.

Модель вертикального профиля турбулентности	\tilde{r}_0^{nl} , м	r_0^{nl} , м
Модель для обсерватории Сьерра Параналь, Чили	3.5606	0.1942
Модель для обсерватории Мауна Кеа, о. Гавайи	3.7571	0.1642
Модель для обсерватории AMOS о. Мауи, Гавайские о-ва	5.0089	0.2194
Модель Хафнагеля-Стенли 5/7	1.8802	0.0611
Модель Гринвуда	4.0026	0.1573

Таблица 2. Радиус когерентности при коррекции для релеевской ЛОЗ на различных длинах волн.

Модель вертикального профиля турбулентности	\tilde{r}_0^{nl} , м $\lambda = 0.3$ мкм	\tilde{r}_0^{nl} , м $\lambda = 0.5$ мкм	\tilde{r}_0^{nl} , м $\lambda = 0.7$ мкм
Модель для обсерватории Сьерра Параналь, Чили	0.3814	0.7211	1.0912
Модель для обсерватории Мауна Кеа, о. Гавайи	0.3403	0.6281	0.9407
Модель для обсерватории AMOS о. Мауи, Гавайские острова	0.5048	0.9325	1.3954
Модель Хафнагеля-Стенли 5/7	0.1894	0.3495	0.5233
Модель Гринвуда	0.4221	0.7791	1.1665

В Табл. 2 представлены значения радиуса при коррекции на различных длинах волн соответствующих условиям формирования релеевской ЛОЗ. Их сопоставление свидетельствует, что наиболее эффективна коррекция в ИК диапазоне, но даже в этой области ее уровень будет ниже, чем для условий соответствующих натриевой ЛОЗ. Полученные результаты показывают, что увеличение когерентной части приемной апертуры телескопа составляет от 18 до 30 раз в зависимости от профиля вертикального изменения структурного параметра показателя преломления. Исследована зависимость радиус когерентности при коррекции как функция высоты формирования опорного источника для различных моделей профиля турбулентности на длинах волн 0.3-0.7 мкм.

Отметим, что анализ этих зависимостей позволяет [15-17] выбрать оптимальную высоту формирования ЛОЗ на основе как на основе релеевского рассеяния, так и при использовании свечения атмосферных натриевых слоев.

Литература

1. Линник В.П. О принципиальной возможности уменьшения влияния атмосферы на изображение звезды // *Опт. и спектр.* 1957. №4. С.401–402.
2. Babcock H.W. The Possibility of compensating astronomical seeing // *Publ. Astron.Soc. Pac.* 1953. V. 65. p.229–236.
3. Лукин В.П., Матюхин В. Адаптивная коррекция изображения // *Квантовая электроника.* 1983. Т. 10. №12. С. 2465–2473.
4. Лукин В.П. Атмосферная адаптивная оптика. Новосибирск: Наука.1986. 286 с.
5. Лукин В.П., Фортес Б.В. Предельные возможности и применимость различных способов формирования лазерных опорных звезд // *Оптика атмосферы и океана.* 1997. Т. 10. С. 34–41.
6. Лукин В.П. Отслеживание случайных угловых смещений оптических пучков // *Тез.докл. V Всесоюзный симпозиум по распространению лазерного излучения в атмосфере.* Томск. 1979. Часть II. С.33-36.
7. Deanna M. Pennington (LASER TECHNOLOGIES FOR LASER GUIDED ADAPTIVE OPTICS // *Optics in Astrophysics.* 2006. p. 207–248.
8. Bolbasova L.A., Goncharov A., Lukin V.P. Field-oriented wavefront sensor for laser guide stars // in book «Adaptive Optics for Industry and Medicine». Imperial College Press. London. UK. 2008. P.495-501.
9. Больбасова Л.А., Лукин В.П. Адаптивная оптическая система с мезосферной лазерной опорной звездой // *Физика.* 2008. Т.51. №9/3. С.56-57.
10. Больбасова Л.А., Лукин В.П. Модовый неизопланатизм фазовых флуктуаций // *Оптика атмосферы и океана.* 2008. Т.21. №12. С.1070-1075.
11. Больбасова Л.А., Лукин В.П. Исследование эффективности применения лазерных опорных звезд // *Оптика атмосферы и океана.* 2009. Т.22. С.807-814.
12. Больбасова Л.А., Лукин В.П., Носов В.В. О дрожании изображения лазерной опорной звезды в моностатической схеме формирования // *Оптика и спектроскопия.* 2009. Т.107. №5. С.830-838.
13. Больбасова Л.А., Лукин В.П. Остаточные фазовые искажения при формировании лазерной опорной звезды с флуктуирующим положением центра по моностатической схеме // *Известия Вузов. Физика.* 2010. Т.53. С.112-113.
14. Больбасова Л.А., Лукин В.П. Адаптивная фокусировка когерентного излучения с использованием флуктуирующего сигнала «подсвечивания» в качестве опорного // *Автометрия.* 2012. №2. Т.48. С.76-85.
15. Больбасова Л.А., Ковадло П.Г., Лукин В.П., Носов В.В., Торгаев А.В. Особенности дрожания изображения оптического источника в случайной среде с конечным внешним масштабом // *Оптика атмосферы и океана.* 2012. Т.25. №10. С.845-851.

16. Большасова Л.А., Лукин В.П. Адаптивная оптическая коррекция на основе искусственного опорного источника // Физика. 2012. Т.55. №8/2. С.210-211.
17. Большасова Л.А. Российские телескопы на страже отечественной науки // Вестник РФФИ. 2010. №2 (66). С.33-35.
18. Большасова Л.А., Лукин В.П. Адаптивная коррекция атмосферных искажений оптических изображений на основе искусственного опорного источника // Издательство «Физико-математическая литература». Москва. 2012. 125 с.

Поиск новых транзитных экзопланет в рамках проекта Kourovka Planet Search

***Бурданов А.Ю.¹, Крушинский В.В., Paul Benni,
Попов А.А., Соков Е.Н., Иванов К.И.***

¹ Астрономическая обсерватория Уральского федерального университета,
Екатеринбург, Россия

Мы представляем первые результаты проекта по поиску транзитных экзопланет Kourovka Planet Search. В рамках проекта осуществляется поиск новых транзитных экзопланет типа «горячий юпитер» в плоскости Галактики около родительских звезд в диапазоне от 11-й до 14-й звездной величины. Для наблюдений мы используем телескоп роботизированной сети МАСТЕР (400 mm f/2.5), установленный в Коуровской астрономической обсерватории Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), а также телескоп RASA (279 mm f/2.2), установленный в частной обсерватории Acton Sky Portal (Массачусетс, США).

В период с 2012 по 2014 гг. мы пронаблюдали три области неба размером около $2^\circ \times 2^\circ$ в полосе пропускания R. В результате нами было найдено четыре кандидата в транзитные экзопланеты и около 500 новых переменных звезд. Мы приводим описание проекта, анализ дополнительных фотометрических, спектральных и спекл-интерферометрических наблюдений найденных кандидатов в транзитные экзопланеты. Также рассматриваются перспективы новых наблюдений, проводимых в 2015 г.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-02-31338, мол_а.

Магнитный мониторинг избранных Ар-звезд на 1-м телескопе САО РАН

Бычков В.Д.¹, Бычкова Л.В., Мадей Ю.

¹ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Одним из направлений исследования звездного магнетизма является исследование переменности магнитного поля (МП) избранных Ар-звезд. Но для этого требуется много наблюдательного времени. Относительно небольшие телескопы обычно более доступны. И если они оснащены спектрометрами высокого спектрального разрешения (R не менее 15000) и анализаторами циркулярной поляризации (АЦП), то имеется возможность выполнять такие программы. Этим требованиям вполне удовлетворяет 1-м телескоп САО РАН. Куде-фокус этого телескопа был оснащен эшеле-спектрометром SEGGS (Musaev, 1993) и АЦП (Бычков, 2008).

Проблема учета поляризационных инструментальных эффектов в куде фокусе была решена Бычковым и др. (Bychkov et al, 1999, 2000; Бычков 2008). Начиная с 1993 года на этом телескопе регулярно проводятся измерения МП звезд по разным программам, из которых наиболее интересная и объемная посвящена исследованию переменности МП избранных Ар-звезд. Магнитные поля Ар-звезд исследуются десятки лет, но до сих пор остаются нерешенными многие проблемы, в том числе и основная: какой из механизмов генерации магнитных полей - "реликтовый" или "динамо" преобладает в генерации глобальных магнитных полей звезд. Прямым указанием на преобладание одного из этих механизмов могло быть распределение углов наклона осей магнитных диполей к оси вращения, т. к. согласно теории в случае "реликтового" возникновения магнитного поля чаще будут встречаться малые углы наклона, а в случае "динамо"- механизма - наоборот. В работе Бычкова и др. (Bychkov et al, 2005) исследовались эти проблемы, но для уверенных выводов не хватало статистических данных.

Для решения этой задачи была разработана наблюдательная программа по исследованию переменности МП избранных Ар-звезд. Сначала были собраны из литературы и проанализированы данные о магнитных измерениях всех Ар-звезд. Затем были выбраны объекты для которых:

1. Получено разными авторами достаточно большое количество измерений.
2. Объекты имеют достаточно сильные и переменные МП.
3. Для них еще не найден период переменности МП и, соответственно, не определены параметры переменности.

Реализация этой программы позволит определить (уточнить) :

- периоды переменности МП.
- параметры переменности МП.
- ориентацию МП и, в конечном счете, сделать выводы о механизмах

генерации МП у этих объектов.

Сильная сторона реализуемой программы наблюдений состоит в том, что она позволяет минимальными усилиями завершить исследования переменности МП у этих объектов.

Успеху выполнения этой программы способствует относительно большое количество наблюдательного времени, получаемого на этом телескопе, но есть также и ограничения. Прежде всего исследованиям доступны только достаточно яркие объекты с блеском не слабее 7 звездной величины и относительно медленно вращающиеся ($V \sin i$ не более 50 km/s).

В частности, одна из подпрограмм - исследование переменности МП у долгопериодических Ар-звезд - позволила уточнить периоды и параметры переменности у таких звезд как HD 9996 (GY And), $P=21.74$ года (Метлова и др., 2014), а также у уникальной "остановившейся" звезды Gam Equ, $P=97.16$ года (Bychkov et al, 2015).

Литература

Мусаев Ф., ПАЖ, т. 19, no. 8, стр. 776-783, 1993.

Бычков В.Д., Астрофизический бюллетень, т. 63, стр. 88-99, 2008.

Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madej J., A@A, v. 430, pp. 1143-1154, 2005.

Метлова Н.В., Бычков В.Д., Бычкова Л.В., Мадей Ю., Астрофизический бюллетень, т. 69, стр. 315-340, 2014.

Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madej J., MNRAS, in press, 2015.

Bychkov V.D., Romanenko V.P., Bychkova L.V., Bull. Spec. Astrophys. Obs. v. 45, p. 101, 1999.

Bychkov V.D., Romanenko V.P., Bychkova L.V., Bull. Spec. Astrophys. Obs. v.49, p.147, 2000.

Линейка из шести автоматических робот-телескопов в САО РАН (проект)

***Валявин Г.Г., Фабрика С.Н., Валеев А.Ф., Гадельшин Д.Р., Драбек С.В.,
Комаров В.В., Синянский С.И., Шергин В.С., Фатхуллин Т.А.***

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

E-mail: azamat@sao.ru

Основная идея проекта состоит в кратном увеличении продуктивности работы Специальной Астрофизической Обсерватории в области традиционных фотометрических исследований, в которых занят штат ее исследователей, в расширении тематики (главным образом за счет нового для обсерватории направления -- исследования экзопланет), и в качественном улучшении сервиса

обработки "алертов" (сигналов о событиях на небе, поступающих с космических телескопов) и оперативности доведения их до 6-м телескопа. Это может быть достигнуто за счет строительства линейки из нескольких автоматических телескопов 0.6-м класса с большими полями зрения (до 1 градуса) и, в то же время, еще позволяющими проводить полноценную высокоточную PSF-фотометрию, что невозможно на телескопах с большими полями (от одного градуса и выше). Иными словами, мы предлагаем строительство линейки универсальных фотометрических телескопов, которые могут одновременно эффективно работать с как прецизионной фотометрией астрофизических объектов, так и в режиме поиска, год за годом накапливая информацию о нестационарных явлениях в космосе с характерными временами от одной секунды и более. Строительство линейки новых 60-см телескопов предполагается в рамках реализуемого в CAO РАН гранта РФФИ.

Экзопланетные исследования CAO РАН: первые результаты, перспективы

Валявин Г.Г., Валеев, А.Ф., Гадельшин Д.Р., Фатхуллин Т.А., Москвитин, А.С., Граужанина, А.О., Фабрика С.Н., Драбек С.В., Комаров В.В., Синянский С.И., Шергин В.С.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Будут представлены первые результаты и перспективы развития фотометрических исследований экзопланет с использованием малых телескопов CAO РАН и Крымской Астрофизической Обсерватории. В качестве перспективы развития направления будет также представлен проект создания на базе CAO РАН линейки малых телескопов с диаметрами апертур 0.5-0.6 м.

Проект спектрографа высокого разрешения для 1-метрового телескопа CAO. II. Система управления

Верич Ю.Б.¹, Якопов Г.В.¹, Юшкин М.В.¹, Панчук В.Е.^{1,2}

¹ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия ;

² Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Разработана система управления спектрографом высокого разрешения 1-метрового телескопа CAO РАН. Спектрограф состоит из подвесной части, стационарной части и блока подготовки опорного спектра. Узлы спектрографа соединены между собой посредством оптических волокон.

Подвесная часть содержит: а) Узел автогида, совмещающего изображение исследуемого объекта с торцом оптоволокну. Гидирование осуществляется двумя ортогонально установленными плоско-параллельными пластинами, смонтированными на осях шаговых двигателей. Сигнал рассогласования формируется по данным, получаемым от подсмотровой камеры с внутренним усилением (EMCCD). б) Поляриметрический блок, состоящий из двулучепреломляющей пластины (Савара) и ахроматических полуволновых и четвертьволновых пластин, изготовленных под разные диапазоны длин волн, с возможностью поворота пластин на заданный угол. в) Узел переключения научных каналов и калибровок.

С помощью оригинального механизма, приводимого в движение всего одним двигателем, осуществляется управление следующими функциями: смена фазосдвигающих пластинок, поворот фазосдвигающих пластинок на заданный угол, ввод-вывод двулучепреломляющего элемента, ввод-вывод оптики каналов калибровок. Кроме того, в системе автогида выполняются функции: наклоны плоско-параллельных пластин, управление камерой телевизионного подмотра.

Стационарная часть представляет собой спектрограф скрещенной дисперсии, построенный по схеме белого зрачка и содержащий элементы, часть которых функционирует в режимах удаленного контроля и управления: фокусировкой камеры, обратной засветкой оптических волокон, работой градиентного светофильтра.

Блок подготовки спектра сравнения (ПСС) представляет собой отдельный спектральный прибор, размещенный в стабилизированном объеме стационарной части спектрографа. Излучение спектра сравнения, обработанное в этом блоке, по оптическому волокну подается в подвесную часть, откуда вместе с излучением исследуемой звезды передается обратно в стационарную часть. В блоке ПСС осуществляется управление следующими элементами: лампой линейчатого спектра, лампой непрерывного спектра, оптическим ослабителем линейчатого спектра.

Система управления построена на базе технологий National Instruments и функционально состоит из двух пространственно разнесенных шасси на базе контроллеров промышленного исполнения NI CompactRIO 9073, NI CompactRIO 9074, включающих в себя модули: оцифровки видеосигнала (2-х канальный видеогрabbер) AF 1502; силовых ключей для управления шаговыми двигателями NI 9501; цифрового ввода-вывода данных NI 9401 и NI 9422, предназначенных для обработки концевых датчиков; ключей 9482 для включения ламп калибровки, беспроводного доступа (SEA cRIO WLAN) к контроллеру по Wi-Fi, предотвращающего повреждение информационного оптоволокну кабельными линиями; источников питания NI PS-16 и NI PS-15.

Программный код системы управления написан в среде графического программирования LabView.

Рабочая панель управления состоит из следующих функциональных блоков: а) отображения информации состоянии системы (информация о

наблюдаемом объекте, состояния концевых датчиков, режимы работы автогида, фокус объектива, готовность системы); б) управления автогидом (автоматическое либо ручное управление, инициализация); в) выбора рабочей моды спектрографа (спектроскопия, поляриметрия, калибровка); г) выбора спектрального диапазона; д) фокусировкой объектива; е) управления камерой подзора.

При включении питания происходит установка в начальные положения всех элементов подвесной и стационарной частей, а также осуществляется проверка готовности сопутствующих систем — АСУ телескопа и контроллера матрицы ПЗС.

Автогид не имеет концевых выключателей, установка в исходное положение осуществляется по сигналу обратной связи с подзорной камерой, путем двухкоординатного сканирования оптикой автогида рабочего поля подзорной камеры (входной тракт прибора необходимо предварительно засветить калибровочным светом). Работа автогида начинается после настройки по опорной точке, определяемой при обратной засветке волокна научного канала. При выходе пластин из рабочего диапазона углов выдается команда рассогласования на АСУ телескопа, для проведения коррекции приводами телескопа на величину половины рабочего диапазона пластин автогида.

После инициализации спектрографа и настройки автогида, астроном определяет диапазон наблюдений и моду (спектроскопия или спектрополяриметрия). Вводится название объекта, продолжительность экспозиции, а также число экспозиций. Все остальные действия по управлению механикой спектрографа зашиты в алгоритм управления и не требуют вмешательства со стороны астронома. Наблюдения начинаются после калибровок, причем в режиме точного измерения лучевых скоростей настройка ослабителя спектра калибровки осуществляется, исходя из продолжительности научной экспозиции.

Контроль и управление спектрографом будет осуществляться через Интернет посредством браузера, что исключает зависимость от операционной системы.

Краткая информация о проекте опубликована (*Astrophys. Bull.*, v.70, No.2, 123-128, 2015).

Комплекс оптических телескопов САО как инструмент исследования транзитных явлений во Вселенной

Власюк В.В., Соколов В.В.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

В докладе представлен обзор инструментальных возможностей оптических телескопов САО РАН – 6-метрового телескопа БГА и 1-м телескопа Цейсс-1000, ориентированных на исследование транзитных явлений во Вселенной, в том числе и событий с заранее неизвестной локализацией на небесной сфере.

Инструменты для фотометрического и спектрального исследования таких явлений, как правило, входят в состав штатного оборудования телескопов и могут быть использованы в течении большей части их рабочего времени.

Нами приведены результаты спектральных и фотометрических исследований оптического послесвечения гамма-всплесков, которые выполняются на телескопах САО РАН, начиная с 1998 года. Одной из важных задач, выполняемых в рамках программ кооперации с другими национальными инструментами, является синхронный мониторинг выборок активных ядер галактик в оптическом и радиодиапазонах.

Представлены предложения, сформулированные в САО РАН в рамках программы развития научной инфраструктуры России на ближайшие 15-20 лет и направленные на создание обзорных инструментов среднего размера с градусными полями зрения.

Наблюдения оптического послесвечения гамма-всплесков в сети ISON

Вольнова А.¹, Позаненко А., Мазаева Е., Еленин Л., Литвиненко Е., Рева И., Ерофеева А., Маткин А., Стенура А., Иванов А., Варда Д., Синяков Е., Невский В., Линьков В., Инасаридзе Р., Шмальц С., Круглый Ю., Слюсарев И., Тунгалаг Н., Буянхишиг Р., Байбарат Т., Минукулов М., Гулямов М., Абдуллоев С., Куприянов В., Воропаев В., Молотов И.

¹Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Международная научная оптическая сеть ISON [1] включает в себя 37 обсерваторий, оборудованных автоматизированными телескопами с малыми апертурами (Рис. 1, Табл. 1). Первоначальной целью создания проекта ISON были наблюдения за космическим мусором. С 2010 года сеть ISON также занимается наблюдениями астероидов и оптических компонентов гамма-

всплесков. За время совместной работы телескопами сети ISON наблюдались более 100 индивидуальных областей локализации гамма-всплесков, для половины из них телескопами сети ISON были зарегистрированы оптические компоненты. Наименьшая задержка наблюдений относительно начала всплеска составила 72 с в автоматическом режиме работы телескопа ISON-NM, расположенного в Нью-Мексико. Некоторые результаты наблюдений приведены в [2-4]. Также в 2015 году телескопы сети ISON участвовали в мониторинге оптической вспышки катаклизмической переменной V404 Cyg [5].

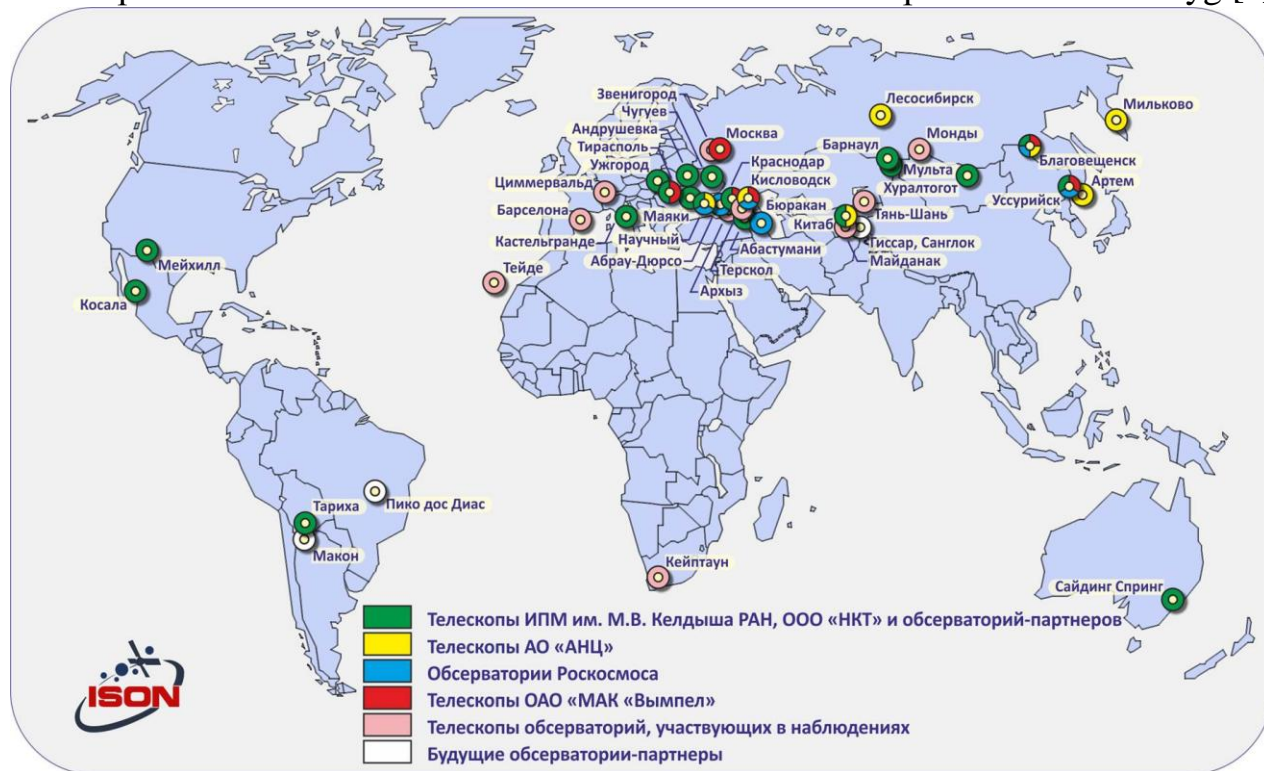


Рис. 1. Карта расположения обсерваторий сети ISON.

После почти пяти лет сотрудничества можно с уверенностью заключить, что распределённая по земному шару сеть автоматизированных телескопов малой апертуры является эффективным инструментом поиска и наблюдения оптических компонентов гамма-всплесков в первые сутки после его регистрации в гамма-диапазоне. В продолжение совместной работы по поиску и наблюдению гамма-всплесков совместно с сетью ISON планируется роботизация части телескопов, конструирование новых, а также разработка автоматических широкоугольных камер для одновременного оптического мониторинга поля зрения гамма-телескопа BAT/Swift и UFFO/Lomonosov. Одной из важных задач является разработка специализированного программного обеспечения, позволяющего обнаруживать и фотометрировать оптические транзиенты в режиме реального времени.

Таблица 1. Характеристики телескопов сети ISON, использующихся для наблюдений гамма-всплесков. ^a – данные из интернета.

Место	Телескоп	Апертура, м	Кол-во ясных ночных часов в год
Мильково	ORI-22	0.22 (f/1.45)	n/a
Уссурийск	VT-50	0.5 (f/2.3)	900
Благовещенск	ORI-22	0.22 (f/2.45)	1600
Хуралтогоот	ORI-40	0.4 (f/2.3)	1400
Китаб	ORI-40	0.4 (f/2.3)	1650
Санглок	VT-78a	0.19 (f/1.54)	2100
Гиссар	AZT-8	0.7 (f/4)	n/a
Абастумани	AS-32	0.7 (f/3)	1200
Бюракан	ORI-40	0.4 (f/2.3)	n/a
Кисловодск	SANTEL-400A	0.4 (f/3)	1300
Краснодар	Astrosib	0.5 (f/6.3)	1200
Чугуев	AZT-8	0.7 (f/4)	1000
Нью-Мексико	SANTEL-400AN	0.4 (f/3)	1800
Сайдинг-Спринг	ASA Deltagraph	0.4 (f/2.4)	1500 ^a

Список литературы.

- [1]. Molotov, I. et al., 2008 ASR V.41, is 7, 1022
[2]. Pozanenko, A. et al., 2013 EAS Publ. Ser. 61 259
[3]. Castro-Tirado, A. J. et al., 2013 arXiv:1312.5631
[4]. Cano, Z. et al., 2014 A&A 568 id.A19
[5]. Mazaeva, E. et al., 2015 GCN Circ. No 17980

Исследование астроклимата в Монголии

Вольнова А.¹, Позаненко А., Мазаева Е., Тунгалаг Н., Гузий С., Клуно Е.

¹Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Исследование астроклимата - одна из важных задач обеспечения наблюдательной астрономии, позволяющая не только выбрать наиболее удачное место для новых наблюдательных баз, но и детально исследовать возможности уже существующих обсерваторий для более эффективного их использования. Первым этапом в исследованиях астроклимата является определение количество ясных ночных часов в год в заданном месте, а также других базовых метеоусловий, таких как средние и экстремальные значения дневной и ночной температуры воздуха, скорость и направление ветра, средняя влажность. В данной работе приводятся результаты исследования климатических условий в двух действующих астрономических обсерваториях

Центральной Азии: Саянская солнечная обсерватория в п. Монды (Россия) и наблюдательный пункт Таванталгой (Монголия).

Саянская солнечная обсерватория Института солнечно-земной физики СО РАН (п. Монды) расположена на границе с Монголией, в координатах $51^{\circ}37'$ с.ш. $100^{\circ}55'$ в.д. на высоте около 2000 метров над уровнем моря. Помимо солнечных наблюдений обсерватория занимается также наблюдениями ИСЗ и космического мусора, а также успешно сотрудничает с астрономическими институтами, в то числе и с ИКИ РАН. В работе представлены результаты исследования метеоусловий в обсерватории по данным автоматической метеостанции и датчика облачности, собранным в период с декабря 2009 г. по ноябрь 2014 г. Среднее количество ясных ночных часов в год превышает 1500, при этом основное число ясных ночей приходится на зимний период, приблизительно с начала ноября по конец марта. Летние месяцы, наоборот, сопровождаются большим количеством осадков. Средняя скорость ветра за год составляет 3.5 м/с. Начиная с октября 2013 г. в обсерватории проводятся исследования качества получаемых изображений с помощью монитора дифференциальных дрожаний изображений звезд (DIMM), изготовленном совместно ИКИ РАН и ИСЗФ СО РАН. Полученные данные показывают, что медианное значение качества изображения составляет $1,83''$. Доля наблюдательного времени, в течение которого регистрировалось качество изображения лучше $1''$, составила около 10% [1].

Наблюдательный пункт Таванталгой находится на расстоянии 55 км от г. Улан-Батор, в географических координатах $47^{\circ}53'$ с.ш. и $106^{\circ}20'$ в.д., на высоте 1700 м над уровнем моря. Представлены результаты обработки данных, собранных с автоматической метеостанции и датчика облачности в период с октября 2010 по октябрь 2012 года. Общее количество ясных ночных часов в данной местности составляет не менее 1200 часов в год, также концентрируясь к зимним месяцам. Температура атмосферы местности в среднем на 4-5 градусов ниже средней температуры Улан-Батора. Минимальное давление атмосферы равно 840 мбар. Среднегодовая скорость приземного ветра составляет 6 м/с, преобладающее направление ветра в осенне-зимний период с запада и с северо-запада, в весеннее и летнее время с юга и с юго-востока.

Также мы представляем результаты первичных исследований астроклимата в нескольких точках юго-западной части Монголии, в горной пустыне Говь-Алтай (Гоби). Согласно Атласу ресурсов климата и поверхностных вод Монголии [2], юго-западный регион страны имеет наибольшее количество солнечных дней. Все 6 исследованных точек расположены выше 1200 м над уровнем моря. По результатам обработки данных с метеостанций, собранных в период с января 2009 по декабрь 2011 года, количество ясных ночных часов составило во всех 6 точках более 1300 часов в год, наибольшее количество ясных ночных часов (1960 часов в год) было найдено для погодной станции Аджбогд. Средняя скорость приземного ветра во всех точках аймака Говь-Алтай составила от 2.5 до 4 м/с.

Первые результаты современных исследований астроклимата в Центральной Азии [3] позволяют судить об этом регионе, как о перспективном для развития астрономических наблюдений. Географическое положение региона между восточно-европейскими обсерваториями и обсерваториями Дальнего Востока делает его незаменимым для сетевых проектов.

Список литературы

1. В. С. Воробьев, Г. А. Хорунжев, П. С. Медведев, М. В. Еселевич, Р. А. Буренин, А. Л. Яскович, В. Г. Корнилов, М.Н. Павлинский, Исследование качества атмосферы в Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН с помощью монитора дифференциальных дрожаний изображений (DIMM). Всероссийская конференция "Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра", 22-25 декабря 2014 г., ИКИ РАН, Москва.

2. Атлас ресурсов климата и поверхностных вод МНР. Улан-Батор; М., 1985.

3. Pozanenko, A.; Volnova, A.; Guziy, S.; Tungalag, N.; Klunko, E.; Molotov, I., EAS Publications Series, Volume 61, 2013, pp.495-497

Photometric observations of polars

Gabdeev M.M.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Photometric observations of few polars are presented. Observations were obtained on 1-m Zeiss telescope of SAO RAS during last five years using broadband filters of Johnson-Cousins system. Obtained observations allowed to determine or precise orbital period of the systems.

Модернизация метрового телескопа Шмидта Бюраканской обсерватории

Габриелян В.В., Мовсисян Т.А.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А. Амбарцумяна НАН РА,
Армения

Телескоп Шмидта Бюраканской обсерватории представляет собой уникальный инструмент с широким полем и большой светосилой. На этом телескопе был проведен спектральный обзор неба, который и по сей день остается самым большим спектральным обзором в мире. Эксплуатация телескопа прекратилась в начале 90-х гг. по причине выхода фотопластинок из

употребления в астрономии, а также ввиду морального и физического устаревания системы управления.

Для модернизации системы управления была выбрана двухмоторная схема на обеих осях телескопа, на которых установлены цифровые датчики угол-код (энкодеры). Быстрое движение осуществляется с помощью асинхронного мотора, управляемого инвертором, а ведение и коррекции – шаговыми двигателями. Кроме этого, модернизирована система фокусировки, где также использован шаговый двигатель и линейный датчик положения. Изменения осуществлены и в управлении купола, где установлен асинхронный мотор, управляемый инвертором и однооборотный энкодер. Продолжаются работы по системе офсетного гидирования, для чего изготовлен двухкоординатный столик для фокальной плоскости гида телескопа.

Для управления всеми системами (ось- α , ось- δ , фокус, купол и гидирование), были разработаны и изготовлены универсальные электронные блоки (рис. 1). Все эти блоки соединяются с управляющим компьютером через модули RF. Электронный блок имеет один порт RS485, и выходы для управления шаговым двигателем, управления серводвигателем, управления инвертором, один модуль RF, LCD, 2 выхода управления электромагнитными муфтами, статусные светодиоды, звуковую сигнализацию, и 12 универсальных входов.

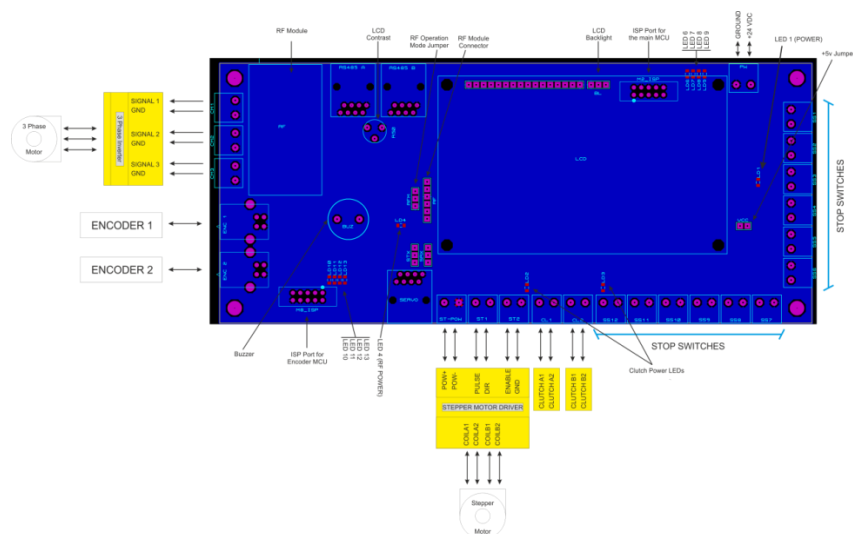


Рис. 1. Универсальный электронный блок управления узлами телескопа

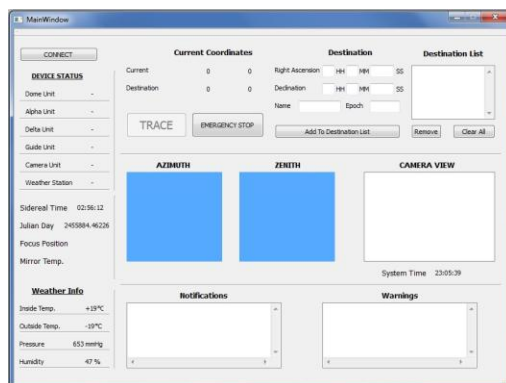


Рис. 2. Интерфейс программы управления телескопом.

Разработана программа управления телескопом, пользовательский интерфейс которой показан на рис. 2.

Для выполнения наблюдений на современном уровне в фокусе телескопа планируется установить ПЗС детектор размером 4000x4000 элементов, который обеспечит поле около одного квадратного градуса.

Спектральные и фотометрические исследования рентгеновских источников в оптическом диапазоне

***Горанский В.П.¹, Волков И.М.¹, Жарова А.В.¹, Ирсамбетова Т.Р.¹,
Магницкий А.К.¹, Метлов В.Г.¹, Метлова Н.В.¹, Шугаров С.Ю.^{1,2},
Барсукова Е.А.³, Буренков А.Н.³, Борисов Н.В.³, Валеев А.Ф.^{3,4}, Павленко Е.П.⁵***

¹ Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

² Астрономический институт Словацкой Академии наук, Братислава, Словакия;

³ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

⁴ Казанский федеральный университет, Казань, Россия;

⁵ Крымская астрофизическая обсерватория, Научный, Россия

На временной шкале в несколько десятков лет мы осуществляем фотометрическое слежение за рентгеновскими источниками разной природы – звездными системами малой или большой массы, включающими белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Эти наблюдения сопровождаются спектральными исследованиями на больших телескопах, наземными радионаблюдениями и наблюдениями космических обсерваторий в рентгеновских и гамма-лучах. Объектами исследований являются SS 433 (уникальная система с движущимися линиями в спектре), система с черной дырой V1357 Cyg = Cyg X-1, система с нейтронной звездой V1341 Cyg = Cyg X-2; рентгеновские транзиенты BQ Cam = V0332+53, V490 Cep = Cep X-4, V934 Her = 4U 1700+24, V4641 Sgr, CI Cam = XTE J0421+560, рентгеновская новая KV UMa = XTE

J1118+480, а также классические новые, проходящие фазу SSS (сверхмягкого рентгеновского источника), V1494 Aql, V723 Cas, V2468 Cyg и другие объекты.

Для наблюдений использовались телескопы с зеркалами диаметром в диапазоне 0.38 – 1.25 м ГАИШ в Москве, в Крыму, на Тянь-Шане и Майданаке, в Крымской астрофизической обсерватории, в Специальной астрофизической обсерватории РАН, в Звенигородской обсерватории ИНАСАН, в Симеизской обсерватории, в обсерватории Стара Лесна в Словакии. Применялись методы ПЗС и фотоэлектрической многоцветной фотометрии. Все эти телескопы общего пользования, причем большинство из них являются многоцелевыми и используются с разными навесными приборами. При таких условиях сложно организовать и провести наблюдения алертных событий, таких как рентгеновские вспышки или кратковременные активные состояния. К тому же точная ПЗС-фотометрия требует специальной подготовки телескопа и приборов, что, как правило, не осуществляется на практике. Проблемы эксплуатации малых телескопов обсуждаются в докладе. Спектральные наблюдения проводились на 6-м телескопе БТА или на 1-м телескопе Цейсса САО РАН. Мы представляем также результаты синоптических наблюдений SS 433 на 25-см телескопе с усилителем яркости с микроканальной пластинкой. Результаты наблюдений SS 433 и V723 Cas показаны на рис. 1 и 2. Наблюдения других рентгеновских звезд, спектральные и фотометрические, представлены в докладе.

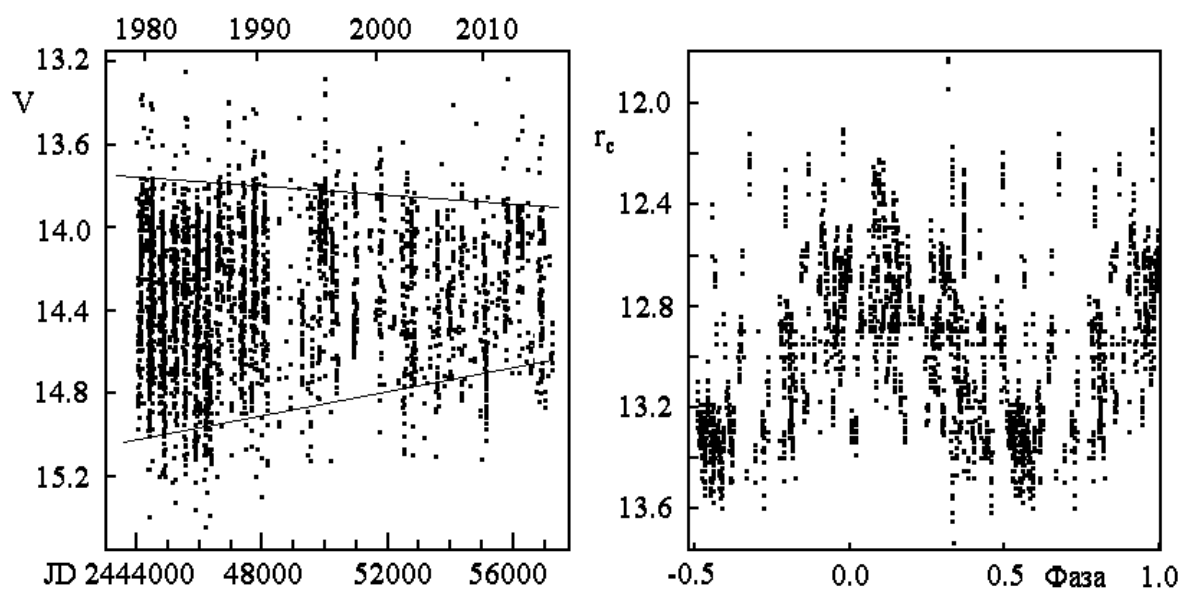


Рис. 1. Слева: кривая блеска SS 433, построенная по всем наблюдениям с 1979 по 2015 годы, которая показывает вековое изменение амплитуды переменности. Справа: синоптические визуальные наблюдения 2003–2015 годов, построенные с периодом прецессии струй 162.278 дня, определенным по лучевым скоростям движущихся линий (начальная дата T_3 JD 2449998). Заметен фазовый сдвиг прецессионной кривой в красном диапазоне спектра ~ 0.1 .

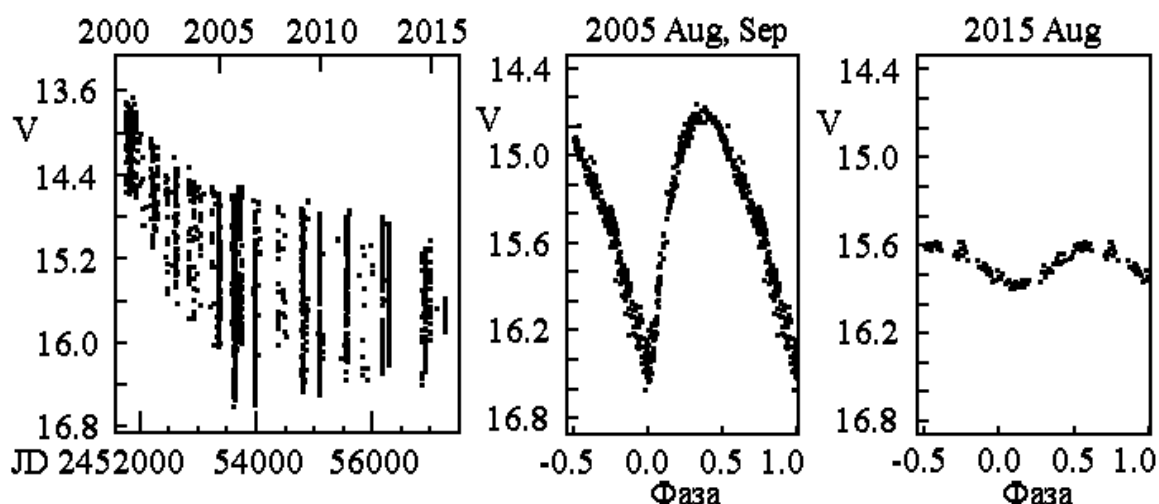


Рис. 2. Кривые блеска классической новой V723 Cas в фазе сверхмягкого рентгеновского источника (SSS). Слева – от времени. В центре – фазовая кривая блеска, полученная в 2005 г., когда амплитуда переменности была максимальной, справа – в 2015 г. Наблюдается периодическая переменность большой амплитуды с периодом 0.6932764 дня (начальная дата Min = 2453628.5545). Период может оказаться как орбитальным, так и периодом вращения белого карлика. Резкое уменьшение амплитуды переменности может быть связано с прекращением термоядерного горения на поверхности белого карлика и окончанием фазы SSS.

Основные спектральные исследования, выполненные в течение первых пяти лет работы 1.2-м альт-азимутального телескопа Коуровской астрономической обсерватории Уральского федерального университета

Горда С.Ю., Захарова П.Е., Кузнецов Э.Д.

Коуровская астрономическая обсерватория, Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург, Россия

Весной 2010 г. в Коуровской астрономической обсерватории был установлен альт-азимутальный телескоп с диаметром главного зеркала 1.2 м [1]. В середине этого же года телескоп был оснащен оптоволоконным эшелле-спектрометром высокого разрешения ($R = 30000$), собранным по схеме белого зрачка и изготовленным в лаборатории астроспектроскопии CAO РАН [2]. В качестве светоприемного устройства использована ПЗС-камера с чипом E2V 40-42 (2048 x 2028, 13.5 мкм), охлаждаемым до температуры жидкого азота системой замкнутого цикла CRYOTIGER. ПЗС-камера, система управления и программное обеспечение были спроектированы и изготовлены в отделе перспективных разработок CAO РАН. Питание спектрометра осуществлено через один из фокусов Несмита ($F = 11$ м) 1.2-м телескопа.

Уже первые пробные наблюдения, проведенные в начале 2011 г., показали превосходное качество получаемых эшелле-спектров, что явилось следствием использования в оптическом тракте спектрометра элементов высокого качества и конструктивной возможности проведения их точной юстировки. Выявленные в процессе эксплуатации спектрометра некоторые недостатки конструкции подвесной части были исправлены инженерной группой обсерватории [3].

Первые научные результаты были получены в 2011–2012 гг. в процессе проведения спектральных наблюдений затменной переменной звезды CC Cas (зв. вел. $\sim 7^m$) [4]. Это первые спектры данной звезды, полученные с помощью ПЗС-приемника. До этого имелись только фотографические данные и одна серия спектров, полученная с помощью фотоэлектрического приемника излучения — ретикон. В результате данного исследования были уточнены значения масс обоих компонентов этой затменной звезды, при этом удалось достичь существенного уточнения значения массы вторичного компонента.

Во время полного лунного затмения 10 декабря 2011 г. был получен ряд спектров высокого разрешения фрагмента лунной поверхности в районе кратера Тихо. На основе измерений абсорбций O_2 , O_4 в красной области спектра была произведена оценка степени рассеяния солнечных лучей в атмосфере Земли в районе южного полюса при касательных траекториях [5].

На основе наблюдений спектрально-двойной звезды HD37737, выполненных на эшелле-спектрометре 1.2-м телескопа в 2012-г., а также спектров, полученных на 6-м телескопе САО РАН и 2.1-м телескопе KPNO определены орбитальные и физические параметры видимого компонента, уточнен орбитальный период системы, получена нижняя оценка массы вторичного компонента.

В 2013–2014 гг. был получен ряд спектров затменной переменной с массивными компонентами раннего спектрального класса SZ Cam ($\sim 7^m$), являющейся кратной системой. Полученные значения лучевых скоростей компонентов в совокупности с данными из литературы и результатами наблюдений на 6-м телескопе САО РАН позволили уточнить массу третьего спектрально-двойного тела в системе SZ Cam и период обращения его компонентов [7].

На основе данных, полученных на 1.2-м телескопе Коуровской обсерватории и на 6-м телескопе САО РАН, а также архивных наблюдений, выполненных на спектрометрах высокого разрешения в оптическом диапазоне в течение 20 лет, проведено уточнение орбитального периода двойной звезды Ве Хербига HD200775. Показано, что основная часть излучения линии H_α образуется в веществе, связанном с более массивным компонентом этой системы [8].

С целью выяснения возможностей проведения спектральных исследований с высоким разрешением «слабых» (слабее 8^m) объектов на 1.2-м телескопе Коуровской обсерватории в 2013–2015 гг. были проведены

наблюдения короткопериодической затменной переменной звезды AM Leo ($9.6^m-10.2^m$), которая ранее мало исследовалась спектроскопически. Для получения достаточно большого отношения сигнал/шум в спектрах проводилось суммирование спектральных данных, полученных на одинаковых фотометрических фазах. В результате были найдены оценки масс компонентов AM Leo, а также сделано предположение о влиянии пятнистой структуры на поверхности компонентов на определение их лучевых скоростей [9]. Работы выполнены на оборудовании уникальной научной установки «Коуровская астрономическая обсерватория». Часть работ проведена при финансовой поддержке государства в лице Министерства образования и науки Российской Федерации (уникальный идентификатор проекта RFMEFI59114X0003).

Список работ

1. С.Ю. Горда, П.Е. Захарова, В.В. Крушинский, Э.Д. Кузнецов, *Физика Космоса*, Тр. 40-й международ. студ. науч. конф. Екатеринбург: УрГУ, 110 (2011).
2. V.E. Panchuk, M.V. Yushkin, M.V. Yakopov, *Astrophys. Bull.*, **66**, 355 (2011).
3. V.V. Krushinsky, A.A. Popov, A.F. Punanova, *Astrophys. Bull.*, **69**, 497 (2014).
4. S.Yu. Gorda, *Astrophys. Bull.*, **68**, 101 (2013).
5. O.S. Ugolnikov, A.F. Punanova, V.V. Krushinsky, *JQSRT*, **116**, 67 (2013).
6. S.A. Alexeeva, A.M. Sobolev, S.Yu. Gorda, M.V. Yushkin, V. McSwain, *Astrophys. Bull.*, **68**, 169 (2013).
7. S.Yu. Gorda, *Astron.Lett.*, **41**, 276 (2015).
8. A.P. Bisyarina, A.M. Sobolev, S.Yu. Gorda, S.Yu. Parfenov, *Astrophys. Bull.*, **70**, 299 (2015).
9. S.Yu. Gorda, *Astrophys. Bull.*, **70**, (in print).

Оптимизация конструкции астрономических и космических зеркал

Добриков Н.С., Абдулкадыров М.А., Владимиров Н.М., Игнатов А.Н., Патрикеев В.Е., Семенов А.П.

АО «Лыткаринский завод оптического стекла», Лыткарино, Московская область,
Россия

E-mail: lastro-am@lzos.ru; Телефон/факс: +7(495)552-15-47; <http://www.lzos.ru>

Основными этапами выбора и оптимизации конструкции сверхоблегченных зеркал являются подбор материала и определение типа и параметров ячеек структуры облегчения. Методика оптимизации конструкции зеркал, основанная на методе конечных элементов, позволяет определить

оптимальные параметры ячеек структуры облегчения с целью получения максимальной жесткости конструкции при ее минимальной массе. Варьируемыми параметрами являются высота зеркала, толщина рабочей поверхности, количество и толщина ребер. Степень жесткости облегченного зеркала оценивается сравнением прогибов облегченного и сплошного зеркал под действием собственного веса. Проведенные исследования показали, что по жесткости оптимальным выбором является треугольная структура. Построены графики зависимости коэффициента жесткости от размера ячеек. Оптимальным выбором размера ячеек предлагается считать экстремумы – точки, в которых будет достигнута максимальная жесткость конструкции при минимальном весе. Методика позволяет оптимизировать конструкцию для зеркал с коэффициентом облегчения более 80%.

Например, для детали диаметром 1900 мм оптимальным по жесткости вариантом является треугольная структура (таблица 1). Использование треугольной структуры облегчения при изготовлении – наиболее сложный процесс. По результатам исследований выявлено, что наиболее оптимальным выбором будет зеркало с треугольной структурой с размером ячейки 120 мм, коэффициентом степени жесткости $K_w=1.43$ и коэффициентом облегчения 82.7%. Пример облегченного зеркала показан на рис. 1.

Таблица 1. Выбор оптимальной структуры облегчения (диаметр $D=1900$ мм, толщина $H=300$ мм, $H/D=1/6.3$, $R=7600$, $D/f=1/2$, толщина ребра $d = 6$ мм, толщина подповерхностного монолитного слоя до структуры облегчения $t=10$ мм, Базировка по краевой окружности).

	Структура облегчения	Размер ячейки мм	Коэффициент облегчения				Коэффициент степени жесткости		
			M_F , кг	M_L , г	$K_M = M_L / M_F$	% облегчения	W_F , мкм	W_L , мкм	$K_w = W_L / W_F$
1	Треугольная	60	1842	532	0.289	71.1	1.1386	1.5995	1.40
2	Треугольная	78	1842	420	0.228	77.2	1.1386	1.624	1.43
3	Треугольная	100	1842	330	0.179	82.1	1.1386	1.6753	1.47
4	Треугольная	120	1842	319	0.173	82.7	1.1386	1.6329	1.43
5	Треугольная	140	1842	283	0.154	84.6	1.1386	1.7208	1.51
6	Шестиугольная	60	1842	484	0.263	73.7	1.1386	1.7228	1.51
7	Шестиугольная	78	1842	390	0.212	78.8	1.1386	1.7877	1.57
8	Шестиугольная	100	1842	346	0.188	81.2	1.1386	1.7632	1.55
9	Шестиугольная	120	1842	316	0.172	82.8	1.1386	1.785	1.57
10	Шестиугольная	140	1842	281	0.153	84.7	1.1386	1.92	1.69
11	Круглая	60	1842	589	0.320	68.0	1.1386	1.6045	1.41
12	Круглая	78	1842	524	0.284	71.6	1.1386	1.7167	1.51
13	Круглая	100	1842	458	0.249	75.1	1.1386	1.8255	1.60
14	Круглая	120	1842	446	0.242	75.8	1.1386	1.8793	1.65
15	Круглая	140	1842	422	0.229	77.1	1.1386	1.8633	1.64

M_F - масса сплошного зеркала, кг; M_L - масса облученного зеркала, кг

W_F - прогиб сплошного зеркала, мкм; W_L - прогиб облегченного зеркала, мкм



**Рис. 1. Пример облепченного космического зеркала диаметром 1200 мм.
Облегчение около 70%**

Точность изготовления геометрической структуры достигает величины 20 мкм на диаметре до 4000 мм. Фрезерование заготовок осуществляется на станках с программным управлением.

В качестве технологической разгрузки в АО ЛЗОС используется мембранно-пневматическая оправа на базе пневмоопор. Метод расчета позволяет определить количество и расположение пневмоопор, а также ответных реакций в них, с целью минимизации деформаций зеркала в процессе интерферометрического контроля. Выполняется моделирование такой системы разгрузки, при которой остаточные деформации от оправы не менее чем в 3 раза ниже требуемой точности обработки зеркал и составляют 3-5 нм по среднеквадратическому отклонению. Это условие позволяет минимизировать влияние системы разгрузки на результаты контроля. Фактически такая технологическая оправа имитирует условия невесомости.

Спектрофотометрия звезд и галактик в среднеполосных фильтрах на 1-м телескопе Шмидта Бюраканской обсерватории: инструментальные возможности и задачи

***Додонов С.Н.¹, Афанасьев В.Л., Амирханян В.Р., Мовсесян Т.А.,
Габриелян В.В.***

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

В докладе приводятся основные характеристики детектора и набора фильтров, установленных в фокусе телескопа, даются оценки экспозиций необходимых для достижения заданных предельных звездных величин. На основе данных об инструментальных возможностях рассматриваются наблюдательные задачи которые могут быть решены на телескопе.

Комплексная модернизация 1-м телескопа Zeiss-1000 САО РАН

Власюк В.В., Драбек С.В., Комаров В.В., Шергин В.С.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

E-mail: drabek@sao.ru

В 2013 году, творческим коллективом специалистов нашей обсерватории, был завершён основной этап комплексной модернизации многозадачного оптического телескопа «ZEISS-1000». Результатом этой работы явилось создание современного наблюдательного комплекса для оптической астрономии.

Задачи, решенные авторами в процессе работ, включают:

- проведение анализа технических, организационных и методических проблем связанных с наблюдениями на телескопе
- разработку архитектуры комплекса ориентированной на перспективные методы наблюдений
- практическую реализацию намеченных задач, включая переконструирование и изготовление некоторых механических узлов в приводах главных осей телескопа и купола башни, замену некоторых электродвигателей и полностью всей электроники приводов, установку автономной метеорологической службы и ее интеграция в систему управления, разработку серверного программного обеспечения и интерфейсов пользователей ориентированных на локальные и удаленные варианты наблюдений.

Приводятся итоговые результаты, показывающие перспективность, эффективность и актуальность выбранного решения для модернизации малых и средних телескопов.

Телескопы Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН: состояние и перспективы

***Еселевич М.В., Амвросов А.Л., Караваяев Ю.С., Клунко Е.В.,
Коробцев И.В., Мишина М.Н., Тергоев В.И., Цуккер Т.Г., Чупраков С.А.***

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

E-mail: mesel@iszf.irk.ru

Саянская обсерватория ИСЗФ СО РАН имеет в своем составе два малых телескопа АЗТ-14 (0.5 метра) и Цейсс-600 (0.6 метра) и средний телескоп АЗТ-

ЗЗИК с диаметром зеркала 1.6 метра. Обсерватория оборудована необходимыми вспомогательными устройствами для поддержки астрономических наблюдений. Установленная на телескопах аппаратура и программное обеспечение позволяет проводить исследования по различным направлениям.

В докладе приводятся сведения об имеющихся инструментальных средствах, их возможностях и перспективах использования. Развитие наблюдательных средств обсерватории связано с введением в строй нового 1.6-метрового широкоугольного телескопа АЗТ-33ВМ для обзорных наблюдений, монтаж которого планируется начать в этом году.

Перспективы исследования малых тел Солнечной системы с малыми и средними телескопами

Иванова А.В.

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Голосеево, Украина

В настоящее время в мировой практике принято считать телескопы диаметром 2 – 4 м небольшими инструментами, но их роль в большой науке, в эпоху больших 4 – 8 м и очень больших 10 – 25 м телескопов, весьма значительная. Тем не менее, телескопы малых (0.35–0.8 м) и относительно небольших (1–3 м) размеров питающей оптики, в связи с повышением чувствительности приемников излучения и развитием роботехники, остаются, востребованы и на сегодняшний день. Огромное преимущество малых телескопов (в большинстве это «карманные» телескопы обсерваторий) состоит в возможности проводить длительный фотометрический мониторинг относительно ярких малых тел Солнечной системы (астероидов, комет и спутников планет) в отличие от телескопов больших диаметров, для которых практически невозможно получить время для длительного периода наблюдений. Длительный мониторинг объектов позволяет исследовать изменения различных физических параметров объектов в зависимости от геометрии наблюдений (гелио- и геоцентрического расстояния, фазовых углов, долгот) и времени.

Телескопы относительно небольших размеров зеркал (1 – 3 м) активно используются для спектральных и поляриметрических наблюдений ярких объектов Солнечной системы. Спектральные наблюдения позволяют исследовать химический состав, определить газо- и пылепродуктивность комет и активных астероидов. Поляриметрические наблюдения используются для определения альбедо, а, следовательно, и размеров астероидов, для уточнения моделей рассеяния света безатмосферными телами солнечной системы (астероидов и спутников планет). Длительные непрерывные периоды

наблюдений объектов с такими телескопами не всегда возможны. Однако, в сочетании с длительным фотометрическим мониторингом на малых телескопах, исследования с телескопами 1 – 3 м могут быть весьма эффективными.

В последние десятилетия развиваются прикладные аспекты изучения астероидов и комет, а именно исследование их динамических и физических характеристик в рамках решения проблемы астероидно-кометной опасности. В связи с этим разработаны и реализуются программы (LINEAR, NEAT, LONEOS и др.) патрулирования неба телескопами с малых диаметров, с целью выявления потенциально опасных объектов, сближающихся с Землей.

Основным ограничением использования телескопов малых и средних размеров, является яркость наблюдаемых объектов. Однако комплексное использование телескопов малых и средних размеров наряду с крупными телескопами позволяет эффективно изучать физику малых тел Солнечной системы, расширять программу исследования и получать длительные ряды наблюдательных данных.

ММТ - многоканальный мониторинговый телескоп с субсекундным временным разрешением

Карнов С.В.^{1,4}, Бескин Г.М.^{1,4}, Бирюков А.В.⁴, Бондарь С.Ф.², Иванов Е.А.², Каткова Е.В.², Перков А.В.², Сасюк В.В.^{3,4}

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

²НПК СПП, Москва, Россия;

³ООО “Параллакс”, Казань, Россия

⁴Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

В докладе описываются характеристики созданной в К(П)ФУ широкопольной 9-канальной системы оптического мониторинга неба с субсекундным временным разрешением Mini-MegaTORTORA (ММТ). Установленная в САО РАН недалеко от 6-м телескопа БГА, эта система позволяет проводить наблюдения небесной сферы с полем зрения вплоть до 900 квадратных градусов в BVR цветовых полосах, близких к джонсоновским, а также измерять поляризацию. Временное разрешение системы составляет 0.1 сек при проницании около 11 звёздной величины (фильтр V), при увеличении времени экспозиции соответствующим образом улучшается проницание. Снабженная мощным вычислительным комплексом и программным обеспечением, система проводит автоматизированный поиск, классификацию в реальном времени и исследование транзиентных явлений разной природы, локализованных как в окрестностях Земли, так и далеко за пределами Галактики.

В число объектов, массово обнаруживаемых при наблюдениях на ММТ, входят слабые метеоры и искусственные спутники Земли.

В докладе обсуждаются возможные астрономические задачи, которые можно решать с помощью ММТ, и описываются результаты первого года работы системы.

Современное состояние и развитие 2-м RCC телескопа фирмы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

Карпов Н.В., Сергеев А.В., Тарадий В.К.

Международный центр астрономических и медико-экологических исследований
НАНУ, Киев, Украина;

Терскольский филиал Института астрономии РАН, Терскол, Россия
(karpov@terskol.com, karpov@mao.kiev.ua)

Current Status and Development of 2-m RCC Telescope of Carl Zeiss in Observatory on Peak Terskol

Karpov N.V., Sergeev A.V., Tarady V.K.

International Centre for Astronomical, Medicine and Ecological Researches of NASU.
(karpov@mao.kiev.ua),

Terskol Branch of Institute of Astronomy of RAS. (karpov@terskol.com).

20 лет назад в обсерватории на пике Терскол вступил в строй последний 2-м зеркальный телескоп системы Ричи - Кретьена - куде производства фирмы Carl Zeiss. Удивительно, что несмотря ни на что, все эти годы телескоп успешно работает и заслужил хорошую репутацию в астрономическом сообществе. Телескоп был выпущен фирмой перед объединением Германии, развалом Советского Союза и социалистического блока, событиями, которые осложнили всю его установку. Но нужно отметить, что фирма учла опыт изготовления предыдущих инструментов, выпустила лучший из своих телескопов и провела основной монтаж оптики и механики. Рассмотрим состояние телескопа, его особенности и возможности.

Оптика и механика.

Оптика телескопа изготовлена из ситалла, главная система сертифицирована в вакуумной башне на заводе и имеет дифракционное качество. Проведены исследования качества оптики методом гартманогамм для фокусов Кассегрена и куде, определены погрешности (кома и др.). Оригинальным способом выполнена юстировка оптической системы. По расчету смещений положений звезд отъюстировано направление полярной оси.

Система управления.

До 2008г. телескоп 14 лет работал под системой управления VILATI. Эту систему пришлось смонтировать, запрограммировать и запустить в полном объеме своими силами. В 2008г. с помощью фирмы Projectsoft и оплате ИНАСАН была установлена новая система управления на базе промышленной линии SIMATIC фирмы SIEMENS. В настоящее время планируется второй этап работ по системе управления, направленный на повышение безопасности и улучшение технологии наблюдений.

Юстировка 2-м телескопа фирмы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

Карпов Н.В., Коничек В.В., Дудинов В.Н., Железняк А.П., Синельников И.Е.

Международный центр астрономических и медико-экологических исследований
НАНУ, Киев, Украина;

Терскольский филиал Института астрономии РАН. (karpov@terskol.com,
karpov@mao.kiev.ua), Терскол, Россия

Институт астрономии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина,
Харьков, Украина

Alignment of 2-m Telescope of Carl Zeiss in Observatory on Peak Terskol

Karpov N.V., Konichek V.V., Dudinov V.N., Zheleznyak A.P., Sinelnikov I.E.

International Centre for Astronomical, Medicine and Ecological Researches of NASU.
(karpov@mao.kiev.ua),

Terskol Branch of Institute of Astronomy of RAS. (karpov@terskol.com),
Institute of Astronomy of Kharkiv National University.

В настоящее время на малых и средних телескопах большую популярность приобрели методы обработки наблюдений с использованием PSF и требования к юстировке телескопов возросли. Классические методы юстировки по исследованиям с диафрагмой Гартмана или их модернизация с использованием датчика волнового фронта Шака-Гартмана не дают однозначного ответа на вопрос о том, что именно стало причиной нарушения юстировки телескопа, сдвиг или наклон вторичного зеркала.

Данный доклад посвящен юстировке 2-м телескопа на Пике Терскол. Телескоп системы Ричи-Кретьена относится к центрированным системам, его главное и вторичное зеркала - гиперболоиды вращения, и телескоп считается отъюстированным, когда оптические оси – оси симметрии обоих зеркал совмещены. Наш метод юстировки основан на обнаружении нарушений

симметрии поверхностей зеркал путем сканирования контрольным лучом лазера при вращении вокруг механической оси позиционного подшипника (ротатора).

Оптическая схема прибора представлена на рисунке. Свет от полупроводникового лазера с λ_0 0.65 мкм через лучеделительный кубик, коллимирующий объектив и юстируемые зеркала 2-5 падает на две зоны зеркала телескопа, отражается и возвращается на регистрирующую ПЗС - камеру, которая используется как двухкоординатный микрометр с растром 2.5 мкм. Весь прибор установлен на крепежном фланце ротатора. Во время измерений выполнялось сканирование по поверхности главного зеркала в двух кольцевых зонах с цифровым отсчетом положений ротатора.

Для выставления вершины вторичного зеркала и его наклона к механической оси ротатора были измерены отклонения заводской марки (креста) с помощью коллиматора, установленного на фланце ротатора. По результатам измерений положение зеркала откорректировано.

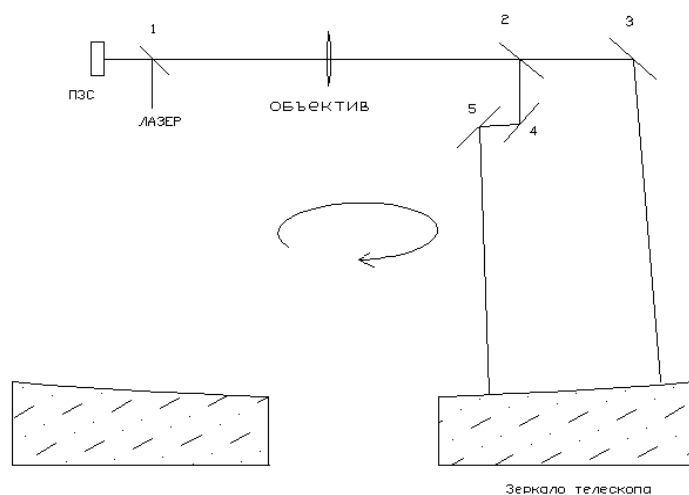


Рис. Оптическая схема прибора.

Цейсс-600 как средство АСПОС ОКП

Бондарь С.Ф., Иванов Е.А., Каткова Е.В., Орехова Н.В., Перков А.В.

СОН «Архыз», филиал АО «НПК СПП», Нижний Архыз, Россия

Для предупреждения опасных сближений между искусственными объектами околоземного пространства необходимо иметь актуальный каталог орбит ИСЗ. Для уточнения орбит ярких известных объектов целесообразно применять обзорные телескопы с большими полями зрения, но для поддержания и пополнения каталога мелкоразмерных фрагментов необходимы телескопы сопровождения. Цейсс-600 станции оптических наблюдений

“Архыз” является телескопом сопровождения, работающим с объектами высокоэллиптической и геостационарной областей.

Для выполнения поставленной задачи, т.е. получения угловых измерений слабых объектов, оптическая схема телескопа Цейсс-600 была изменена. Ахроматизированный в диапазоне 0.4-0.8 мкм линзовый корректор - редуктор фокуса, изготовленный в OptoTL, позволил укоротить фокус телескопа до 1.17 м. и увеличить поле зрения. В целях преодоления влияния шума считывания ПЗС-камеры CSDU285 был применен ЭОП типа ЭПМ102Г с арсенид-галлиевым фотокатодом и микроканальной пластиной. Объектив переброса Computar связывает ЭОП и ПЗС-камеру. Очевидно, что применение ЭОПа и объектива переброса – это несовременное решение, но на момент реконструкции телескопа (2008 год) данная схема была наиболее реализуемой. В результате подобной комбинации удалось получить поле зрения 40x30 угловых минут при угловом размере пиксела 1.8"/пиксел, что наилучшим образом согласуется с типичным размером ФРТ.

Объекты областей ВЭО и ГС имеют заметную угловую скорость, а как известно, проникающая сила телескопа быстро падает при увеличении видимой скорости движения объекта. Для увеличения проникновения используется сценарий работы с экспозицией, близкой к эффективной (времени пребывания объекта в одном пикселе), но при этом обнаружение объекта происходит не на отдельном кадре, а в результате анализа записанного кинофильма. Проникание телескопа Цейсс-600 доходит до 17.5 mag для объектов, имеющих угловую скорость до 12"/сек.

Обработка видеоинформации производится в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать в случае обнаружения некаталогизированных объектов. В 2014 году на телескопе Цейсс-600 был обнаружен и доведен до каталогизации 41 объект.

Фотометрическая активность V404 Cyg во время вспышки 2015 г.

Катышева Н.А.¹, Хохол Д., Шугаров С.Ю.

¹ Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

С помощью малых телескопов с диаметром зеркала 18–125 см, а также фото-объективом диаметром 6 см проведены фотометрические наблюдения рентгеновской новой – кандидата в ЧД, звезды V404 Cyg. Построены кривые блеска в *UBVRI*-полосах, показано наличие быстрой вспышечной переменности в течение ночи и отсутствие подобных вариаций блеска в спокойном состоянии. Приводится общая кривая вспышки 2015 г. Сравнивается ход кривой блеска в

последней вспышке с кривыми блеска во время прошлых вспышек в 1938 и 1989 гг.

Телевизионные подсмотры для малых и средних оптических телескопов

Комаров В.В.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

В САО РАН на 6-м телескопе БГА и 1-м телескопе Цейсс-1000 для контроля наведения телескопов на выбранный объект и слежения за ним в процессе наблюдений установлены 70-см телескоп на одной из плит «средника» БГА и 20-см телескоп на «подбрюшье» Цейсс-1000. Оптические оси телескопов-гидов параллельны осям труб основных телескопов.

БГА, изначально проектировавшийся с дистанционным режимом управления, был первоначально оснащен оптико-телевизионной системой гидирования на основе ТВ трубок. Первый телевизионный подсмотр БГА был сконструирован на отечественных элементах по схеме I-SIT и установлен на БГА в 1976 г. и, в дальнейшем, использовался в качестве телеподсмотра телевизионного сканера БГА.

В настоящее время, подсмотровые системы БГА и Цейсс-1000 выполнены с использованием ПЗС-камер, передающих телевизионный сигнал с черезстрочной разверткой. Кроме подсмотровых телескопов на БГА и Цейсс-1000 используется до десятка подсмотровых систем во всех фокусах телескопов. Для унификации телевизионных подсмотров были проведены исследования различных ПЗС-камер как отечественного, так и зарубежного образцов, с целью определения оптимальных параметров систем для задач контроля наведения, отождествления и сопровождения исследуемых объектов в реальном времени.

В данной работе содержатся исследования, которые были проведены на различных телескопах, как малого размера: 20-см гида Цейсс-1000, 10" Meade, 70-см гида БГА, так и непосредственно на 1-м телескопе Цейсс-1000. В результате проведенного исследования предложены и внедрены методы и устройства для унификации телевизионных подсмотров на БГА и Цейсс-1000, позволившие повысить надежность отождествления и, практически, достигнуть потенциальной точности гидирования. Получены аналитические зависимости определения оптимальных параметров пространственно-временной дискретизации в фотоприемнике для ТВ подсмотров больших оптических телескопов.

Сделаны численные оценки по выбору оптимального времени накопления, для которого сохраняется возможность управления параметрами

телеподсмотра в реальном времени и, которое, с учетом инерционности системы управления телескопа, составляет около 2/3 сек.

Пакет программ для автоматической обработки эшелельных спектров, полученных на оптоволоконном спектрографе

Крушинский В.В.

Уральский Федеральный Университет им. первого Президента Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия

Разработан пакет программ на языке Python позволяющий автоматически выполнять первичную обработку кадров, удаление следов космических частиц и рассеянного света, экстракцию спектров несколькими способами, идентификацию линий калибровочной лампы и построение дисперсионной функции. Выходные данные представляются в виде фитс-файла в соответствии с форматом WCS. Дополнительно создается фитс-файл с оценками отношения сигнал/шум для каждого пикселя. Также в пакете имеются две программы для интерактивного построения дисперсионной функции и проведения континуума.

Экстракция спектров выполняется одним из трех способов: суммирование интенсивностей пикселей в апертуре, оптимальна экстракция с учетом PSF поперек направления дисперсии эшелле [1], экстракция относительно спектра лампы непрерывного спектра [2].

Для редактирования и запуска программы рекомендуется использовать среду IDLE 3.3.2, особенно для работы с интерактивными модулями. Пакет программ тестировался в операционных системах Win7/64bit (Python 3.3.2, matplotlib-1.2.1, numpy-MKL-1.7.1, pyfits-3.1.2, scipy-0.12.0.) и Ubuntu Linux 14.04 (Python 3.4, matplotlib-1.3.1, numpy-1.8.2, pyfits-3.2).

Программы, тестовые данные и описание размещены на сайте Коуровской астрономической обсерватории по адресу <http://optlab.astro.usu.ru/PySex/>.

Литература

Horne K. An optimal extraction algorithm for CCD spectroscopy. // PASP. – 1986 – vol. 98 – p. 609-617.

Zechmeister M. et al. Flat-relative optimal extraction. A quick and efficient algorithm for stabilised spectrographs. // A&A. – 2014. – vol. 561 – A59.

Особенности структуры турбулентности в обсерваториях юга Сибири

Носов В.В., Носов Е.В., Лукин В.П., Торгаев А.В.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

Email: lukin@iao.ru

Обобщаются данные, полученные в экспедициях «Астроклимат Сибири». Проведение экспедиции обеспечивает: продолжение многолетних рядов экспериментальных исследований по изучению особенностей развития астроклимата юга Сибири, включая районы горной котловины оз. Байкал, обсерватории Монды и Алтая; изучение влияния подстилающей поверхности на интенсивность и структуру атмосферной турбулентности в условиях влияния обширной водной поверхности, неоднородностей рельефа подстилающей поверхности в различных синоптических условиях.

Изучение системы «атмосфера–подстилающая поверхность» как канала генерации турбулентности, исследование приземных особенностей структуры турбулентности и ее трансформации в вертикальном столбе атмосферы осуществлялось с помощью астрономических телескопов средних размеров путем комплексных исследований дистанционными и локальными средствами, исследование особенностей формирования когерентных ветровых и температурных полей в различных регионах юга Сибири с наземных постов. Также были проведены натурные сопоставительные измерения уровня турбулентности акустическими метеостанциями, дифференциальным измерителем турбулентности и датчиком волнового фронта. Анализ данных говорит о том, что во время измерений была обнаружена достаточно сильно развитая приземная турбулентность. Измерения выполнялись (в Саянской солнечной обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН) на **автоматизированном горизонтальном солнечном телескопе (АСТ)**, в Байкальской астрофизической обсерватории на **1-метровом Большом солнечном вакуумном телескопе (БСВТ)**. В качестве фотоприемника использовался фотоэлектрический датчик Брандта. Одновременно с оптическими измерениями состояние атмосферы контролировалось мобильной ультразвуковой метеосистемой.

В 2014 были продолжены работы по набору данных оптических измерений. На рис. 1 приведены результаты измерений стандартного (среднеквадратического) отклонения углового дрожания астрономического изображения края солнечного диска. Видно, что полученные для колмогоровского типа турбулентности данные (светлые точки) показывают хорошее согласие с традиционной колмогоровской теорией (теоретическая

кривая 1). В этих наблюдениях также удалось зарегистрировать *нестандартное* для дневного времени направление ветра со стороны Саянских гор.

Измерения производились после полудня и представлены на рис. 2. За время измерений (около часа) произошла смена типа турбулентности с когерентной (темные треугольники) на колмогоровскую турбулентность (светлые точки). Как видно из рис. 2 стандартное отклонение дрожания изображения края солнечного диска в когерентной турбулентности оказывается меньшим, по сравнению с теоретической кривой 1 для случая некогерентной колмогоровской турбулентности (более, чем в 2 раза). Это подтверждает сделанные нами в 2010-2014 выводы об ослаблении фазовых флуктуаций оптического излучения в когерентной турбулентности по сравнению с колмогоровской (вследствие обедненности мелкомасштабными неоднородностями). Поэтому с целью повышения качества изображений, для установки наземных астрономических телескопов можно рекомендовать районы (см. [1-3]), над которыми во время измерений имеется области когерентной турбулентности.

Для измерений 2014, а также прошлых лет, времена жизни турбулентности разных типов приведены в Табл. 1.

В наших наблюдениях (12.08.2014) при стабильных метеорологических условиях и ветре со стороны Саянского хребта временной период присутствия (время жизни) когерентной турбулентности в атмосфере, за который она не меняется на колмогоровскую турбулентность, составил в среднем 18 минут.

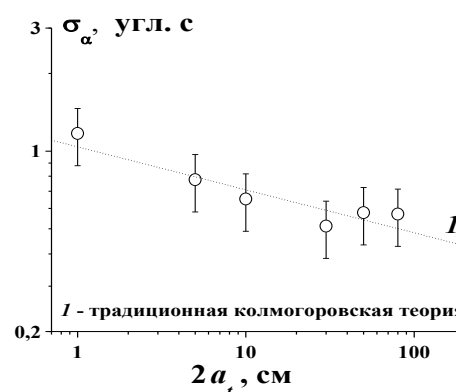


Рис. 1. Стандартное отклонение $\square\square$ углового дрожания изображения края солнечного диска в зависимости от диаметра апертуры

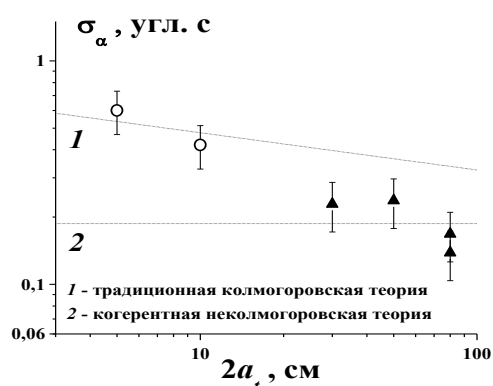


Рис. 2. Стандартное отклонение $\square\square$ углового дрожания изображения края солнечного диска в зависимости от диаметра апертуры телескопа $2a_t$. Саяны, 12.08.2014.

Табл. 1. Зарегистрированные в оптических измерениях средние времена жизни турбулентности разного типа					
Время измерений	Направление ветра, град	Скорость горизонт. ветра, м/с	Температура, °С	Время непрерывной регистрации:	
				когерентной турбулентности	колмогоровской турбулентности
19.06.2010	190-230	4.4	19.0	6-14 мин	8-33 мин
04.08.2011	20-40	1.9	19.5	7-12 мин	8-15 мин
14.07.2012	40-70	1.7	9.4	18-39 мин	7-29 мин
25.09.2013	180-200	6.0	8.5	10-26 мин	6-7 мин
12.08.2014	5-79	1.7	17.7	18 мин	7 мин
13.08.2014	202-229	4.1	18.1	2 мин	79 мин

Было зарегистрировано четыре точки при когерентной турбулентности. При этом среднее время жизни колмогоровской турбулентности в 2-3 раза меньше и составляет 7 мин. В наблюдениях 13.08.2014 при стабильном направлении ветра со стороны ровной подстилающей поверхности время жизни колмогоровской турбулентности оказалось значительно больше, чем для когерентной турбулентности. Из Таблицы видно, что при направлении ветра со стороны ровной подстилающей поверхности время жизни колмогоровской турбулентности более чем в 2 раза больше времени жизни когерентной турбулентности. При противоположном ветре со стороны Саянских гор больше до 2-3 раз становится период присутствия когерентной турбулентности.

Данные Табл. 1 иллюстрируют проявление эффекта перемежаемости дрожания астрономических изображений. Эффект *возникает* при переносе ветром сформировавшихся в атмосфере областей неколмогоровской когерентной турбулентности, *заключается* в периодическом ослаблении и усилении фазовых флуктуаций оптического излучения (с интервалами от 6 до 39 мин), и *обусловлен* наличием большого числа областей когерентной турбулентности с наветренной стороны (и их последующим ветровым переносом).

Измерения 2013-2014 [4-7] подтверждают существование эффекта перемежаемости и уточняют условия его проявления. Как видно из Табл. 1, возникновение областей неколмогоровской когерентной турбулентности, перемещающихся затем в точку наблюдения ветром, зависит от сезона года, направления ветра и типа подстилающей поверхности.

Исследование в 2015 году было выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-20013).

ЛИТЕРАТУРА

1. Nosov V.V., Kovadlo P.G., Lukin V.P., Torgaev A.V. Atmospheric coherent turbulence // Atmospheric and Oceanic Optics. 2013. V.26. No.3. p.201-206.

2. Lukin V.P., Bol'basova L.A., Nosov V.V. Comparison of Kolmogorov's and coherent turbulence // Applied Optics. 2014. V.53. No.10. p. B231-B236.
3. Lukin V.P., Nosov V.V., Torgaev A.V. Features of optical image jitter in a random medium with a finite outer scale // Applied Optics. 2014. V.53. No.10. p. B196-B204.
4. Nosov V.V., Grigoriev V.M., Kovadlo P.G., Lukin V.P., Nosov E.V., Torgaev A.V. Intermittency of the astronomical images jitter in the high-mountain observations // Proc. SPIE. 2014. V.9292. p.9292OV.
5. Носов В.В., Григорьев В.М., Ковадло П.Г., Лукин В.П., Носов Е.В., Торгаев А.В. Временная перемежаемость дисперсии дрожания астрономических изображений // III Всероссийская конференция «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». Санкт-Петербург. 2014. Т.1. С. 292-297.
6. [Bolbasova L.A.](#), [Kovadlo P.G.](#), [Lukin V.P.](#), [Nosov V.V.](#), [Torgaev A.V.](#) Features of optical image jitter in a random medium with a finite outer scale // Proc. 6th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers. Sudak. Ukraine. 2013. p.325-328.
7. Носов В.В., Григорьев В.М., Ковадло П.Г., Лукин В.П., Носов Е.В., Торгаев А.В. Временная перемежаемость дисперсии дрожания астрономических изображений // III Всероссийская конференция «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды». Санкт-Петербург. 2014. Т.1. С.292-297.

Исследование неоднородностей кривой блеска оптического послесвечения космического гамма-всплеска GRB 030329

Мазаева Е.Д.¹, Позаненко А.С.¹, Румянцев В.В.² от имени коллектива наблюдателей

¹ Институт космических исследований РАН, Москва, Россия;

² НИИ Крымская Астрофизическая Обсерватория, Научный, Россия

Несмотря на то, что космический гамма-всплеск GRB 030329 был зарегистрирован уже более 12 лет назад, он до сих пор является самым ярким в оптическом диапазоне на момент времени ~ 1.3 часа после его регистрации в гамма-диапазоне [Kann et al, 2010] (до этого момента наблюдения в оптическом диапазоне не проводилось [Tóth, 2003]). Физика гамма-всплесков развивается, в основном, на ярких, статистически обеспеченных, гамма-всплесках.

Этот всплеск имеет наиболее плотный ряд фотометрических данных, полученных для какого-либо из наблюдавшихся послесвечений гамма-всплесков [напр., Lipkin et al, 2004]. Одной из особенностей всплеска является немонотонная кривая блеска оптического послесвечения. Немонотонности встречаются в кривых блеска некоторых всплесков, однако их исследование

возможно лишь в случае хорошей статистической обеспеченности. В работе представлены ранее не опубликованные данные, полученные обсерваториями КрАО, Майданак, SPM, VLT и дополняющие уже известные фотометрические ряды. Добавлено 1811 новых фотометрических точек в белом свете (CR) и UVVRI-фильтрах, начиная с 5.78 часа и до 357 дня после начала всплеска. Построены подробные многоцветные кривые блеска. Исследуются немонотонности кривой блеска, и обсуждается их природа. Благодаря новым данным, в дополнение к ранее найденным немонотонностям, мы обнаружили три дополнительных поярчания на масштабах всего несколько часов в период с 3.5 по 4.4 дня.

Существует несколько физических моделей, которые могли бы быть ответственны за немонотонность кривой блеска послесвечения, в том числе: микролинзирование, когда звезда находится на луче зрения между источником всплеска и наблюдателем [Garnavich et al., 2000]; распространение джета сквозь среду с большими вариациями плотности [Berger et al., 2000]; структурированный джет (гамма-фактор зависит от угла относительно оси джета) [Berger et al., 2003]; продленная активность «центральной машины» гамма-всплеска [Rees & Meszaros, 1998]. Рассмотрены все эти возможные модели, и приведены свидетельства, что для GRB 030329A наиболее вероятна комбинация нескольких механизмов, а именно, наличие структурированного джета и продленная активность «центральной машины».

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Berger, E.; Sari, R.; Frail, D. A. et al., *The Astrophysical Journal*, 545, 56 (2000)
- 2) Berger, E.; Kulkarni, S. R.; Pooley, G. et al., *Nature*, 426, 154 (2000)
- 3) Torii, K., GCN notice #1986 (2003)
- 4) Garnavich, P. M.; Loeb, A.; Stanek, K. Z., *The Astrophysical Journal*, 544, L11 (2000)
- 5) Kann, D. A.; Klose, S.; Zhang, B.; et al., *The Astrophysical Journal*, 720, 1513 (2010)
- 6) Lipkin, Y. M.; Ofek, E. O.; Gal-Yam, A.; et al., *The Astrophysical Journal*, 606, 381 (2004)
- 7) Rees, M. J.; Meszaros, P., *The Astrophysical Journal*, 496, L1 (1998)

Спектральная эволюция импульсов гамма-всплесков

Минаев П.Ю., Позаненко А.С.

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Одно из важных свойств активной фазы космических гамма-всплесков – спектральная эволюция, то есть изменение спектральных свойств со временем. Несмотря на то, что в последнее время спектральная эволюция активно исследуется [например, Ukwatta et al., 2012], результаты анализа, полученные различными авторами, не всегда согласуются друг с другом [например, Peng et al., 2011]. Возможная причина подобной неоднозначности заключается в следующем. Кривые блеска гамма-всплесков, как правило, имеют сложную структуру и состоят из нескольких перекрывающихся между собой импульсов. Спектрально-временные свойства отдельных импульсов даже одного и того же гамма-всплеска могут различаться [Hakkila et al., 2011], поэтому при исследовании спектрально-временной переменности всплеска, представляющего собой суперпозицию нескольких импульсов, можно получить результат, зависящий не от природы гамма-всплеска, а от свойств отдельных импульсов. Для выяснения механизмов излучения гамма-всплесков целесообразно провести исследования отдельных импульсов, формирующих кривую блеска гамма-всплеска. Отдельные импульсы, вероятно, являются элементарными структурами и формирующими кривую блеска. Однако в случае существенного наложения импульсов друг на друга исследование спектральной эволюции затруднено, а иногда и совсем невозможно. Такое наложение аналогично приборным эффектам типа эффекта нагромождения (pile-up) при регистрации, например, больших потоков фотонов сцинтилляционными детекторами.

В работе проведено выделение отдельных импульсов ярких гамма-всплесков, зарегистрированных космическими обсерваториями Fermi, Swift, INTEGRAL, и сделан анализ их спектральной эволюции в максимально возможном широком энергетическом диапазоне (от оптического до гамма-диапазона).

Показано, что как для всплесков состоящих из одного импульса, так и для отдельных импульсов многоимпульсных событий зависимость спектрально-временной задержки от энергии описывается логарифмической функцией $\text{lag} \sim A \log(E)$, причем параметр A (индекс задержки) всегда имеет положительное значение [Минаев и др., 2014]. Для гамма-всплеска GRB070912 подобный характер зависимости прослеживается в широком энергетическом диапазоне (от долей до сотен кэВ) [Минаев и др., 2012], из чего можно сделать предположение, что рентгеновское и гамма-излучение активной фазы всплеска имеют одну и ту же природу. В работе рассмотрена модель, объясняющая эволюцию энергетического спектра некоторых гамма-всплесков от «мягкого» к

«жесткому» эффектом наложения отдельных импульсов, составляющих гамма-всплеск, друг на друга.

Для расширения энергетического диапазона, в котором исследуются импульсы, необходимы наблюдения оптического излучения гамма-всплесков в их активной фазе. Такие наблюдения не носят систематического характера из-за их сложности (длительность активной фазы редко превышает 100 сек). Отдельные удачные наблюдения [Rykoff et al., 2009; Racusin et al., 2008], рассмотренные в работе, не дают однозначного ответа о корреляции оптического и гамма-излучения в активной фазе гамма-всплеска. Подобные исследования можно реализовать с помощью телескопов малой апертуры двумя методами: 1) с помощью телескопов, способных в течение активной фазы всплеска (10 - 20 сек) автоматически наводиться на исследуемый источник; 2) с помощью широкопольных телескопов / массива телескопов, проводящих мониторинг широкого поля зрения (~ 30 градусов и более) какого-либо космического гамма-телескопа (например, BAT/Swift). Второй способ предпочтителен, поскольку позволяет проследить за активной фазой гамма-всплеска в самой начальной его стадии.

Литература

- 1) Ukwatta T.N., Dhuga K.S., Stamatikos M. et al., *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, 419, 614 (2012).
- 2) Peng Z.Y., Yin Y., Bi X. W. et al., *Astronomische Nachrichten*, 332, 92 (2011).
- 3) Hakkila J., Preece R. D., *The Astrophysical Journal*, 740, 104 (2011).
- 4) Минаев П.Ю., Позаненко А.С., Гребенев С.А., и др., *Письма в Астрономический журнал*, 40, 271 (2014).
- 5) Минаев П.Ю., Гребенев С.А., Позаненко А.С., и др., *Письма в Астрономический журнал*, 38, 687 (2012).
- 6) Rykoff E.S., Aharonian F., Akerlof C.W. et al. *The Astrophysical Journal*, 702, 489 (2009).
- 7) Racusin J. L., Karpov S.V., Sokolowski, M. et al. *Nature*, 455, 7210, 183 (2008).

Методы исследования компактных областей звездообразования на 2.6 м телескопе Бюраканской обсерватории

Мовсеян Т.А., Магакян Т.Ю.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А. Амбарцумяна НАН РА,
Армения

Узкополосный обзор. Начиная с 1998 года на 2.6 метровом телескопе Бюраканской обсерватории проводится обзор компактных областей звездообразования в темных облаках с целью поиска объектов Хербига-Аро (HN). Так как объекты HN образуются в результате направленного истечения из звезд на самых ранних стадиях их эволюции, то наличие этих объектов в темных облаках свидетельствует о процессе активного звездообразования в данной области [1]. Поэтому поиск объектов HN очень важно для исследования направленных истечений, а также для нахождения новых областей активного звездообразования.

Объекты HN представляют собой компактные эмиссионные туманности с характерными линиями водорода и запрещенными линиями низкого возбуждения. Для поиска объектов HN использовался стандартный метод сравнения изображений, полученных с узкополосными фильтрами H α и [SII] и изображений полученных с фильтром I. Этот метод был впервые предложен ван ден Бергом [2] в 1975 году и используется до нашего времени.

В результате данного обзора было обнаружено более сотни объектов HN и джетов из молодых звезд, а также компактные области звездообразования [4,5,6,7]. На рис. 1 приведены прямые изображения области Наго 6-19 в фильтрах соответствующих эмиссиям и континууму.

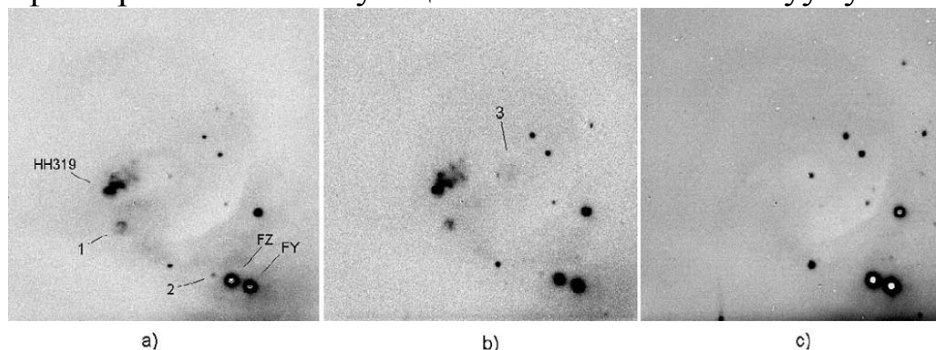


Рис. 1 Прямые изображения объекта Наго 6-19 (HN 319) в эмиссиях H α (a), [SII] (b) и I (c). Эмиссионные объекты видны только на изображениях, полученных в фильтрах, пропускающих линии, характерные для объектов Хербига-Аро.

Бесщелевая спектроскопия. Другим признаком процесса активного звездообразования является присутствие звезд с H α эмиссией, которая представляет собой одну из характерных особенностей звезд на ранних стадиях эволюции.

С целью поиска звезд с $H\alpha$ эмиссией был разработан метод использования гризмы в параллельном пучке спектральной камеры SCORPIO. Для исключения перекрытия спектров в поле камеры данный диапазон выделялся узкополосным фильтром, пропускающим линию $H\alpha$ ($\lambda_c=6550$, $\Delta\lambda=85\text{\AA}$). Данная система оказалась весьма эффективной для поиска эмиссионных звезд до 21-ой величины и слабее в зависимости от эквивалентной ширины линии [8,9]. На рис. 2 приведен пример компактной области звездообразования с отмеченными эмиссионными звездами.

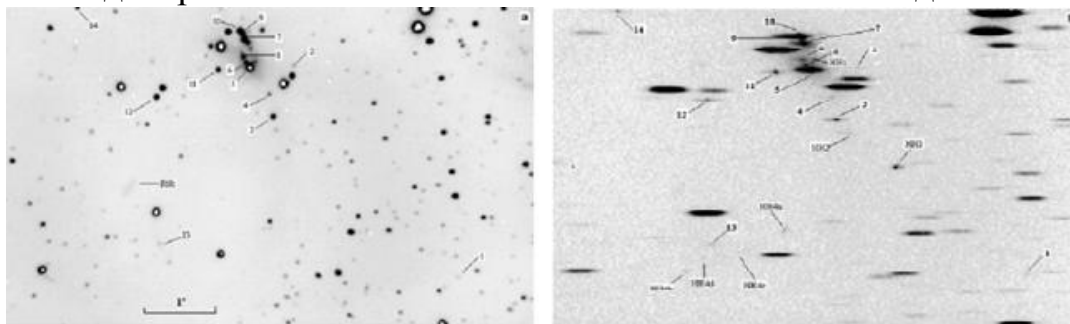


Рис. 2 Изображение области RNO 7 в фильтре I (верхняя) и бесцелевое спектральное изображение с отмеченными эмиссионными звездами.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. Reipurth and J. Bally, 2001, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 39, 403
2. S. van den Bergh, 1975, Publ. Astron. Soc. Pacif. 87, 405
3. T. Movsessian and T. Magakian, 1999, in: Optical and Infrared Spectroscopy of Circumstellar Matter, ASP Conference Series 188, 49
4. T. Yu. Magakian, T. A. Movsessian, K. Ogura, V. L. Afanasiev, 2002, A&A, 383, 598
5. T. Yu. Magakian, T. A. Movsessian, E. G. Nikogossian, 2008, Astrophys., 51, 7
6. T. A. Movsessian, T. Yu. Magakian, E. H. Nikogossian, J. Bally, 2008, Ap., 51, 181
7. T. Yu. Magakian, T. A. Movsessian, E. G. Nikogossian, 2004, Ap., 47, 162
8. T. Yu. Magakian, T. A. Movsessian, E. G. Nikogossian, 2003, Ap., 46, 1(a,b)
9. T. Yu. Magakian, T. A. Movsessian, E. G. Nikogossian, 2004, Ap., 47, 519(b)

Сеть НСОИ АФН/ISON, результаты и перспективы

Молотов И.Е., Юдин А.Н.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

В 2004-2010 гг. была создана международная сеть оптических телескопов НСОИ АФН/ISON, перекрывающая все долготы вокруг земного шара. В составе сети наблюдают 37 обсерваторий с 80 телескопами апертурой от 12,5 см до 1 м в 16 странах мира. Основной задачей Сети является наблюдение околоземных космических объектов техногенного и естественного происхождения.

Для переоснащения обсерваторий, участвующих в проекте, было организовано производство новых телескопов с большими полями зрения и автоматизированных опорно-поворотных устройств (ОПУ) к ним, а также систем привязки времени измерений, разработан типовой комплекс программного обеспечения для обработки ПЗС-кадров и управления монтировками и ПЗС-камерами. Наблюдатели всех обсерваторий Сети прошли переобучение.

Были разработаны следующие телескопы - 12,5-см VT-53e (с полем зрения 12 градусов), 19,2-см VT-78a (с полем зрения 7 градусов), 22-см SRT-220 и ОРИ-22 (с полем зрения 4 градуса), 25-см ОРИ-25 и ГАС-250 (с полем зрения 3 градуса), 40-см ОРИ-40 и САНТЕЛ-400А (с полем зрения 2 градуса), 40-см ЧВ-400 (с полем зрения 1,2 градуса), 50-см ОРИ-50 (с полем зрения 2,5 градуса) и 50-см ЧВ-500 (с полем зрения 1 градус), и 65-см САНТЕЛ-650 (с полем зрения 2,2 градуса). Также проводилась модернизация (установка линзового корректора и автоматизация ОПУ) уже существующих инструментов класса 60-см — 80-см. По заказу Роскосмоса были созданы специализированные оптико-электронные комплексы для наблюдения космического мусора, объединяющие в систему несколько разных телескопов — ЭОП-1 (2xVT-78a, ОРИ-25 или ГАС-250, ОРИ-40 или САНТЕЛ-400А) и ЭОП-2 (4xVT-78a, ОРИ-40 и САНТЕЛ-650А).

Из телескопов Сети было сформировано несколько разных подсистем — для обзоров геостационарной области, для расширенных обзоров геостационарной области, для обзоров области высокоэллиптических орбит, для наблюдений ярких объектов по целеуказаниям, для наблюдений слабых объектов по целеуказаниям, для астероидно-кометных обзоров и для фотометрических наблюдений астероидов. Планирование наблюдений производится централизованно из ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

С 2004 года в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, где был создан Центр сбора, обработки и анализа информации по техногенным объектам в околоземном космическом пространстве, получено уже более 35 миллионов астрометрических измерений по более чем 4500 космическим объектам (КО), в том числе 1500 ранее неизвестным. Были получены уникальные результаты по малоразмерным фрагментам космического мусора на высоких орбитах, включая объекты с большим отношением площади к массе. Количество подобных объектов оказалось столь велико, что требуется пересмотр существующих моделей динамического распределения космического мусора в околоземном пространстве и оценок опасности для функционирующих спутников.

В настоящее время сеть НСОИ АФН обеспечивает 97% отечественных оптических данных по КО на высоких орбитах, превосходя по своим показателям все зарубежные аналоги. На основе ежедневно обновляемой базы данных в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН поддерживается каталог точных орбит высокоорбитальных космических объектов, организован и функционирует в режиме службы Сегмент мониторинга опасных ситуаций в области ГСО, ВЭО

и СВО для проекта Роскосмоса АСПОС ОКП (Автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве), ежедневно выполняются баллистические расчеты в интересах обеспечения безопасности российских космических аппаратов, анализа космической обстановки, исследования популяции космического мусора.

С 2010 г. проводится поиск новых астероидов и комет, в рамках которого отрабатывается концепция обзоров т.н. «второго эшелона» (полный обзор небесной сферы каждые сутки малыми телескопами с большим полем зрения с целью обнаружения быстрых АСЗ, пропущенных специализированными поисковыми инструментами), а также проводятся фотометрические наблюдения АСЗ для исследования их физических свойств. В 2012 году вклад обсерваторий НСОИ АФН, среди всех обсерваторий бывшего СССР, превысил 80% от общего числа измерений малых тел Солнечной системы и более 74%, от всех открытых новых объектов (получения предварительного обозначения). С 2009 года обсерваториями Сети получено свыше 820000 позиционных измерений малых тел, открыто более 1700 новых объектов, включая 5 комет, 11 ОСЗ (в том числе один потенциально-опасный астероид), свыше 20 троянцев Юпитера, 4 астероида семейства Хильды и 3 Кентавра. Кадры, полученные на удаленных телескопах, перекачиваются в Москву и централизованно обрабатываются в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

В части изучения физических свойств АСЗ проводятся регулярные наблюдения, как только открытых близких астероидов, так и многоопозиционные наблюдения прочих АСЗ. Получено свыше 300 кривых блеска, измерены периоды обращения нескольких десятков АСЗ, что позволило открыть 9 двойных астероидов и 2 астероида с YORP-эффектом.

Сеть НСОИ АФН/ISON фактически функционирует в режиме центра коллективного пользования. Был создан архив для хранения ПЗС-кадров, получаемых на телескопах сети НСИ АФН, который, в частности, используется для обнаружения и исследования переменных звезд.

Дальнейшее развитие сети НСОИ АФН связано с разработкой матричных многотелескопных систем для панорамного обзора больших участков небесной сферы, обеспечивающих квази-непрерывный мониторинг с целью получения измерений по всем находящимся в зоне или проходящим через нее КО.

Наблюдения сверхновых и послесвечений гамма-всплесков

Москвитин А.С.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Программа поиска и мониторинга послесвечений космических гамма-всплесков проводится на метровом телескопе CAO РАН с 2003 года по настоящее время. За эти годы в ходе проведения срочных наблюдений боксов ошибок гамма-всплесков было открыто несколько оптических послесвечений, а также проведён мониторинг блеска многих ранее обнаруженных компаньонов. Данные алертных наблюдений сразу же публиковались в сети GCN для оповещения других астрономов о состоянии объекта. После организации удалённых наблюдений на Zeiss-1000 появилась возможность в течение ночи быстро наводиться по координатам боксов ошибок всплесков с орбитальных гамма- и рентгеновских детекторов. Это позволяет получать фотометрию более ранних фаз события, что, несомненно, важно для понимания происхождения гамма-всплесков.

Особый интерес для исследований представляют всплески, связанные со сверхновыми. Среди сотен таких событий с открытыми оптическими компаньонами и тысяч сверхновых обнаруживается взаимосвязь между двумя этими классами явлений на примере нескольких объектов. Часть из них наблюдалась в CAO в том числе и на метровом телескопе: GRB 030329 / 2003dh (Sokolov et al., 2003, BSAO, 56, 5), GRB/XRF 060218 / SN 2006aj (Sonbas et al., 2008, Astr. Bull. 63, 228), XRF 080109 / SN 2008D (Moskvitin et al., 2010, Astr. Bull., 65, 132), GRB 090618 (Cano et al., 2011, MNRAS, 413, 669, см. Рис. 7 из этой статьи с максимумом от сверхновой на кривых блеска гамма-всплеска в фильтрах Rc и i), GRB 130427A / SN 2013cq. Кривые блеска таких событий отличаются от степенных законов обычных послесвечений присутствием поярчания или выраженного максимума спустя около 10 дней после начала события. Эти признаки говорят о наличии вклада от сверхновой, что в некоторых случаях подтверждалось спектроскопически. Широкополосные фотометрические данные с метрового телескопа CAO РАН и других телескопов (Zeiss-2000, Zeiss-600 пика Терскол и др.) использовались не только для построения многоцветных кривых блеска, но и для проверки калибровок спектров, что имеет значение при разделении вклада компонент и построении модели взрыва.

Ещё одной из задач, доступной для телескопов среднего диаметра, является поиск и фотометрия родительских галактик гамма-всплесков и сверхновых. Целями таких наблюдений являются разделение вклада галактики и объекта, изучение морфологии и свойств галактики, таких как светимость, масса, темп звездообразования и др.

За время работы с использованием данных метрового телескопа было

опубликовано около 30 циркуляров и несколько полноценных рецензируемых статей.

Новая система автоматического гидирования зеркального телескопа академика Шайна

Назаров С.В., Кутков О.

Крымская астрофизическая обсерватория, Научный, Россия

Автоматическое гидирование телескопа позволяет компенсировать целый ряд ошибок, возникающих при сопровождении объектов: систематические погрешности часового ведения, гнутые трубы телескопа, атмосферную рефракцию, низкочастотные вибрации самого телескопа и другие. Оно особенно важно при больших фокусных расстояниях и значительных экспозициях. Авторы провели анализ старой конструкции автогида ЗТШ ("фотогид"), выявив неисправность схемы управления двигателями тонкого движения, грубые нарушения принципов проектирования микропроцессорных устройств и морально устаревшие компоненты. Было принято решение разработать новый контроллер и новую силовую часть в виде блока контроллера на современном и ультрадешевом чипе Attiny2313. Следующим этапом стала разработка и сборка двух силовых модулей – H-мостов на MOSFET транзисторах, управляемых ШИМ сигналом коробки-контроллера. Финальным этапом был разработан и изготовлен блок питания 110/12/5 вольт с микроконтроллерным управлением. Испытания показали работоспособность новой системы, в результате чего в несколько раз улучшилась точность сопровождения объектов и соотношение сигнал-шум для спектрографа в фокусе Нэсмита.

Автоколлимационный дифракционный спектрограф

Панчук В.Е.^{1,2}, Верич Ю.Б.¹

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Разработан для телескопа Celestron CPC 1100 (D=279мм, F=2800мм), Шмидт-Кассегрен. Объектив коллиматора/камеры D=45мм, F=275мм, решетка 1800 штр/мм, размер заштрихованной области 50x50мм², первый порядок дифракции. Макет спектрографа испытан в лаборатории. Обратная линейная дисперсия в области желтого дублета ртути P~10Å/мм. Максимальное

(теоретическое) двухпиксельное (20мкм) спектральное разрешение $R=28900$, что соответствует ширине щели 1.4 угловой секунды. Спектрограф предназначен для мониторинга избранных линий в спектрах ярких ($m_v < 6$) переменных звёзд разных типов, с разрешением, типичным для Основного звездного спектрографа БТА ($R=14000$). Исследование поддержано РФФИ (проект 13-02-00029).

Спектроскопия высокого разрешения на телескопах умеренного размера

Панчук В.Е.^{1,2}, Клочкова В.Г.¹

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

В течение десятилетий авторы занимаются исследованиями звезд с высоким спектральным разрешением. Привлечение к этим работам студентов и молодых сотрудников сдерживается низким уровнем спектроскопической подготовки начинающих астрономов. Причин тому несколько. Во-первых, лишь незначительная доля университетов обладает соответствующей спектроскопической базой. Если практически каждый университет имеет возможность выполнять фотометрические наблюдения на современном уровне (для чего достаточен телескоп диаметром 20-40см, оснащенный матрицей ПЗС), то для спектроскопии требуются дополнительные затраты и квалификация. Как правило, для спектроскопических наблюдений необходимо использовать отдельный телескоп. Во-вторых, обработка спектроскопических наблюдений является более сложным делом, чем обработка наблюдений фотометрических. В-третьих, информативность спектров на порядки выше, интерпретация сложнее, и выход научной информации затягивается. В тех случаях, когда спектроскопия на телескопах умеренных и средних размеров все-таки проводится, это, преимущественно, спектроскопия со средним разрешением. Мы считаем, что изучение спектров звезд следует начинать с высокого разрешения, где основные детали интерпретируются однозначно. Использование при этом малых телескопов представляется достаточным.

Преимуществом использования малых телескопов в научных исследованиях является, прежде всего, возможность выполнять плотные (ограниченные только погодными условиями), ряды спектроскопических наблюдений. Малый телескоп доступен для наблюдений одного типа, с одним прибором.

Поэтому, как в образовательных, так и в научных целях, нам необходимо создать линейку спектральных приборов высокого разрешения, адаптированных к телескопам различных диаметров ($1.0 > D > 0.2$ м).

В обзоре приведены сведения о спектральных приборах высокого разрешения ($R > 15000$), предназначенных для использования на телескопах в интервале диаметров ($1.0 > D > 0.4$ м). Менее 3% телескопов диаметром ($1.0 > D > 0.5$ м) оснащено спектрографами фокуса *coudé*. Ввод в строй таких спектрографов закончился, в основном, к середине 70-х. С начала 70-х получает распространение конструкция подвешенного спектрографа, работающего в высоких порядках дифракции. В течение 20 лет было введено в эксплуатацию около десятка подвесных эшелле спектрографов (широкощельность ~ 1), использовавшихся последовательно с различными многоканальными приемниками. Значение диаметра коллимированного пучка d составляло, в основном, два дюйма, спектральное разрешение $135000 > R > 30000$. С конца 60-х и до начала 90-х были разработаны одноканальные корреляционные фотометры (3 для фокуса *coudé* и 5 подвесных). Обратная линейная дисперсия на маске таких приборов ($P \sim 2 \text{ \AA}/\text{мм}$) является типичной для систем высокого разрешения. Двухканальные системы высокой дисперсии представляет “гелиевый” спектрофотометр, разработанный специально для изучения содержания гелия в атмосферах звезд рассеянных скоплений. С середины 80-х появляются спектрографы ($90000 > R > 20000$), имеющие оптоволоконное сочетание с телескопом. Восемь стационарно установленных спектрографов имеют значения $d = 210 \div 48$ мм. В оптоволоконном сочетании с телескопом $D = 0.9$ м испытан интерференционно-дифракционный спектрограф. Системы высокого спектрального разрешения, используемые на телескопах с $D > 1$ м, упомянуты в других обзорах (АБ **66**, 382, 2011; Изв. КрАО **109**, 187, 2013), здесь дополнительно перечисляем модели спектрографов для телескопов $0.4 > D > 0.2$ м. Стоимость таких приборов, выпускаемых малыми сериями, сравнима со стоимостью используемых телескопов.

Анализ развития систем высокого разрешения и накопленный опыт соответствующих разработок позволил приступить к созданию оптоволоконного спектрографа высокого разрешения ($R = 45000$) для метрового телескопа САО (АБ **70**, 237, 2015), детали проекта представлены на данной конференции. Кроме того, рассматриваем и другие технические решения, которые могут быть интересны для владельцев телескопов $1.0 > D > 0.2$ м.

Оценим перспективы обсуждаемого жанра ($D < 1.0$ м, $R > 16000$). Уровень потерь на оптике спектрографов скрещенной дисперсии доведен до предельного (в ряде случаев), здесь прогресс возможен только за счет применения принципиально новых схем (например, интерферометра с постдисперсией, см. АБ **65**, 78, 2010). Потери на центральном экранировании телескопа можно понизить, так как для сочетания с оптическим волокном достаточным является одно зеркало, строящее хорошее изображение на оптической оси. Стоимость такого коллектора сравнима со стоимостью спектрографа. Высокий уровень автоматизации наблюдений также возможен только на специализированном инструменте (телескоп + спектрограф). Использование специализированного инструмента сокращает срок

«окупаемости» спектрографа, снижает эксплуатационные расходы и расширяет круг возможных задач спектроскопии звезд. Перспективным представляется переход на одномодовые волокна, на телескопах малого диаметра это произойдет раньше. Определенный выигрыш обеспечит и развитие систем обработки эшелле-изображений, т.к. на малом телескопе последние недооценены в направлении скрещенной дисперсии.

Исследование поддержано РФФИ (проект 13-02-00029).

Спектрограф скрещенной дисперсии для 10-дюймового телескопа

Панчук В.Е.^{1,2}, Клочкова В.Г.¹, Комаров В.В.¹, Марченко Д.В.³

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия;

³Северо-Кавказский Федеральный Университет, Ставрополь, Россия

Разработан эшелльный спектрограф, ориентированный на исследование звезд $m_v < 6$. В качестве питающей оптики предполагается использовать телескоп Meade LXD55 ($D=254\text{мм}$, $F=1016\text{мм}$). Диаметр коллимированного пучка спектрографа $d=30\text{мм}$, используется эшелле R2 (угол блеска $\Theta_b=63.5^\circ$), плотность нарезки 75 штр/мм. Двухпиксельное спектральное разрешение составляет $R=16000$, при ширине нормальной щели $s=4.4$ угл.сек. Эшелле работает в автоколлимации ($\alpha=\beta=\Theta_b$, вне главной плоскости, т.е., $\gamma \neq 0$). В этом случае зависимость концентрации энергии вдоль порядка изменяется более резко, достигая в максимуме величины, на 20-30% большей, чем в случае ($\alpha > \Theta_b > \beta$, и $\gamma=0$, т.е., в главной плоскости). Узлом скрещенной дисперсии является решетка 300 штр/мм, работающая в первом порядке. Последнее позволило конструктивно предусмотреть изменение γ (половина угла 2γ , измеряемого между осью коллиматора и линией «центр эшелле» - «центр решетки скрещенной дисперсии»), с целью выведения избранной линии в максимум кривой концентрации энергии в эшелльном порядке. Например, при изменении угла γ от 6° до 8° , центральная длина волны в порядке с номером $m=36$ изменяется от $\lambda_c=6593\text{\AA}$ до $\lambda_c=6564\text{\AA}$. Для такой конструкции оптимальной является эшелле R2 с плотностью 37.5 штр/мм, где длина порядка вдвое короче и диапазон изменения γ будет вдвое меньшим. Формат доступного светоприемника не позволяет регистрировать эшелле-изображение с полным перекрытием длинноволновых соседних спектральных порядков. Макет спектрографа испытан в лабораторных условиях.

Исследование поддержано РФФИ (проект 13-02-00029).

Подвесной спектрограф скрещенной дисперсии

Панчук В.Е.^{1,2}, Клочкова В.Г.¹, Сачков М.Е.³, Верич Ю.Б.¹, Юшкин М.В.¹,
Якопов Г.В.¹

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия;

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия;

³Институт астрономии РАН, Москва, Россия

Сообщается о разработке спектрографа скрещенной дисперсии, предназначенного для телескопов диаметром 0.6÷1.0м. Двухпиксельное спектральное разрешение составляет $R \sim 40000$. Одновременно регистрируемый диапазон (350÷800 нм) определяется не форматом кадра, а кривой спектральной чувствительности приемника. Перекрытие соседних спектральных порядков полное. Широкощельность спектрографа равна 2.2, увеличение на эшелле отсутствует ($\alpha = \beta$). Угловая ширина нормальной щели, согласованной с элементом разрешения, составляет 1.6 и 1 угл.сек., на телескопах 0.6м и 1.0м, соответственно. Калибровка изображений осуществляется лампой с полым катодом (торий+аргон) и лампой непрерывного спектра. Математический аппарат экстракции одномерных векторов из двумерных эшелле-изображений, используемый на НЭС БТА, доработан с учетом того обстоятельства, что элементом скрещенной дисперсии является призма.

Спектрограф пригоден для мониторинга переменных звезд разных типов. Исследование поддержано РФФИ (проект 13-02-00029).

Контроль оптики 2.5 метрового телескопа ГАИШ МГУ

Потанин С.А., Белинский А.А., Возякова О.В., Горбунов И.А.,
Додин А.В., Корнилов В.Г., Корнилов М.В., Ламзин С.А.,
Маланчев К.Л., Саввин А.Д., Сафонов Б.С., Черепашук А.М.,
Черясов Д.В., Шатский Н.И.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: potanin@sai.msu.ru

В 2007 году было начато изготовление оптики 2.5 метрового телескопа ГАИШ МГУ на предприятии REOSC (Франция). Оптическое производство гарантировало соответствие параметров (радиус кривизны, коническая постоянная) для оптических элементов в отдельности. Однако контроль всего оптического тракта (Главное зеркало + вторичное) на производстве не был возможен. Для приемочных испытаний телескопа в ГАИШ был создан

специальный прибор - датчик волнового фронта Шака-Гартмана с высокоэффективным оптоволоконным калибровочным узлом. Датчик позволил провести приемочные испытания оптической системы в сборе по реальным звездам на длине волны 532 нм.

В результате проведенных за период 2014-2015 гг испытаний показано, что 2.5 метровый телескоп имеет превосходное качество оптики, при всех рабочих положениях телескопа соответствующее концентрации 80% энергии в изображении звезды в круге диаметром менее 0.3 угловой секунды. Это полностью соответствует требованиям технического задания на телескоп.

Адаптация стратосферного солнечного телескопа Сатурн для астрометрических наблюдений. Первые результаты

Рощина Е.А., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Ершова А.П., Бикулова Д.А., Баляев И.А., Петюр В.В., Шумилов А.А., Максимова Л.А., Оськина К.И., Анетян А.А., Куликова А.М.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

Метровый зеркальный телескоп «Сатурн» был изготовлен Казанским оптико-механическим заводом в начале 70-х гг. прошлого века. Совершил успешный полет в стратосферу в 1973 г. в составе стратосферной солнечной станции «Сатурн». После выполнения научных задач телескоп был законсервирован. В конце 2014 года в Пулковской обсерватории инструмент был адаптирован для астрометрических наблюдений. В прямом фокусе главного зеркала была размещена ПЗС-камера S2C (FOV — 14x14 угл. мин., масштаб — 0.824 угл.сек./пиксел, размер — 1046 на 1146 пикселей, размер пиксела — 16 мкм). Телескоп установлен на альт-азимутальной монтировке и приводится в движение с помощью шаговых двигателей с редуктором. Для наведения и гидирования используется камера CANON с большим полем зрения и длиннофокусный объектив (F=300 мм). Снимки автоматически распознаются с помощью специально разработанного программного обеспечения. Это дает возможность работать в режиме автоматического гидирования.

С января 2015 г. были проведены первые наблюдения в тестовом режиме, которые включали в себя наблюдения избранных далеких спутников Юпитера (Гималии, Эллары, Пасифе и Карме). Съемка осуществлялась сериями (10 - 20 кадров) со временем накопления одного кадра 10 с., 20 с. и 30 с. Для определения параметров изображений спутников и опорных звезд на каждом кадре использовалось shapelet-разложение (Massey, Refregier, 2005).

Для редукции использовался астрометрический каталог URAT1 (Zacharias et al, 2015), содержащий звезды до 19^m на эпоху 2013 года. Это дало возможность корректно учесть ошибки координат слабых опорных звезд и избавило от зависимости итоговых данных от качества собственных движений. Рис. 1 показывает зависимость остаточных разностей пиксельных координат опорных звезд от блеска. Из Рис.1 следует, что наиболее точно измеряются объекты до 16^m (разности находятся в пределах ± 0.25 пикселя). Для более слабых объектов точность измерения существенно ниже, есть зависимость разностей от блеска, наиболее заметная по оси Y, что обосновывает необходимость более аккуратного выявления и учета систематических ошибок координат звезд. Была выявлена зависимость невязок координат опорных звезд от положения в кадре, составлены векторные поля искажений. Перед окончательной редукцией в пиксельные координаты опорных звезд и спутников вносились соответствующие поправки, зависящие от положения в кадре и блеска звезды, затем редукция производилась методом 6-ти постоянных. Количество опорных звезд менялось от серии к серии в пределах от 10 до 60. Ошибки единицы веса варьировались от 0.04 до 0.20 угл. сек.

На пробные наблюдения далеких спутников Юпитера было отведено шесть ночей, всего было получено пять средних положений Гималии, четыре - для Эллары, три - для Пасифе и одно - для Карме. Полученные координаты были сравнены с эфемеридами и выполнены оценки точности. В качестве планетной теории использовалась EPM-2011. Эфемериды спутников были обеспечены сервисом MULTI-SAT <http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm> (Emel'yanov, Arlot, 2008). Внутренняя точность средних положений Гималии лучше 0.05 угл. сек. Для более слабых спутников точность несколько ниже, но почти во всех случаях лучше 0.1 угл. сек.. Значения (O-C) также не превосходят 0.1 угл. сек. в большинстве случаев, что вполне соответствует характерным значениям, получаемым в ходе подобных наблюдений на разных телескопах мира (Gomes-Júnior et al, 2015).

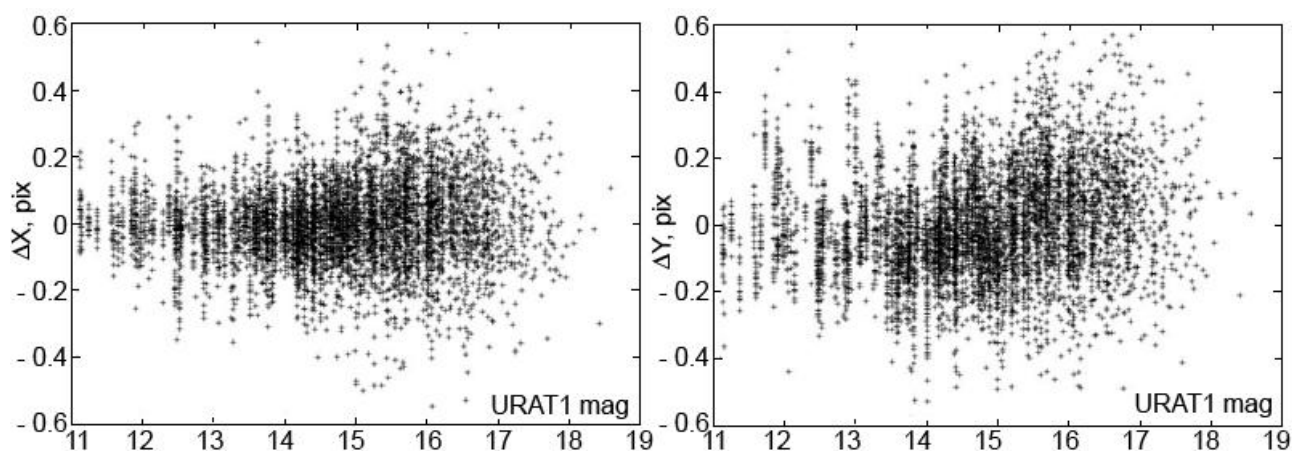


Рис 1.

Анализ полученного наблюдательного материала и систематических ошибок координат звезд показал, что изначально эти систематические ошибки невелики, что характеризует телескоп “Сатурн” как инструмент, позволяющий уверенно получать качественные в астрометрическом смысле данные для объектов 12^m - 18^m . В дальнейшем, проникающая сила телескопа может быть увеличена за счет переалюминирования зеркала и усовершенствования оборудования, а также есть перспективы для улучшения точности наблюдений.

Результаты наблюдений доступны в Пулковской астрометрической базе данных <http://www.puldb.ru>

Работа выполнена в рамках проектов наблюдений спутников больших планет и частично поддержана грантом РФФИ 12-02-00675-а и Программами №22 и №9 Президиума РАН.

Исследование горячих, массивных звезд на малых телескопах

Рзаев А.Х.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Представлены исследования звезд сверхгигантов α Cyg A2Ia, 55Cyg B2.5Ia и массивной молодой двойной звезды θ^1 Ori_C. Спектры получены на 1м телескопе САО РАН с разрешением $R=35000$ и отношением сигнал на шум $250 \leq S/N \leq 500$ и на 2м телескопе ШАО НАНА с $R=35000$ и $250 \leq S/N \leq 500$. Фотометрические и позиционные параметры линий измерялись по пакетам программ DECH 20. Ошибки измерений лучевой скорости контролировались по теллурическим линиям. Контроль систематических ошибок измерений лучевых скоростей осуществлялся по измерениям положения теллурических (H_2O и O_2) и межзвездных линий Na I and Ca II. Среднеквадратическое отклонение от среднего, найденное по теллурическим линиям не превышало $|0.3| \pm 0.4$ км/с, а по межзвездным линиям ± 0.5 км/с.

α Cyg: Переменности профилей и лучевой скорости линий ионов HeI обусловлены движениями типа пульсаций. Для линий HeI и ионов колебания происходят в основной фундаментальной моде, с периодом около 12.0 дней и амплитудой 5.0 км/с. Их продолжительность для линий ионов около 35 дней. Далее, вследствие появления разницы между лучевыми скоростями сильных и слабых линий ионов постепенно происходит затухание этих колебаний в течение примерно 6.0 дней. Переменности ветровых линий H β и H α обусловлены нерадиальными пульсациями. Параметры переменности (период P и амплитуда A) лучевой скорости для синей и красной половин контура абсорбции отличаются. Таким образом, переменность звездного ветра в области его зарождения частично обусловлена нерадиальными пульсациями нижележащих слоев атмосферы.

55Cyg: Показано, что переменность лучевой скорости и профилей линий тяжелых элементов вызвана движениями типа радиальной пульсации. Для линий HeI эти переменности обусловлены нерадиальными пульсациями. В случае линий H β и H α картина и характер переменности различаются для разных периодов наблюдений. В основном переменность этих линий вызвана фотометрической и позиционной переменностью абсорбционного и эмиссионного компонентов профилей. На профилях этих линий наблюдаются дополнительные эмиссионные компоненты, которые двигаются от их синего к красному крылу, что свидетельствует о клочковатой структуре оболочки звезды.

θ^1 Ori_C: Впервые нами была построена 3D орбита молодой, двойной системы, на основе интерферометрических данных и лучевых скоростей, полученных в течение 20 лет для обоих компонентов. В течение 5 месяцев с октября 2013 по февраль 2014 во время прохождения звезды периастры были получены около 240 спектров на 1м телескопе САО. Уточнены параметры орбиты и эволюционные параметры обоих компонентов.

Наблюдательная астрономия на Камчатке: история и перспективы

Рыбак А.Л.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт-Петербург, Россия

Email: solarfish@alexeyryback.ru

В середине 2007 года на Камчатку была организована совместная экспедиция ГАО РАН и УАФО ДВО РАН, целью которой было проведение пробных наблюдений геостационарной орбиты на территории ИКИР РАН в Паратунке при помощи телескопа MEADE LXD75. Тестовые наблюдения оказались успешными, однако запустить регулярный обзор неба не удалось ввиду сложных климатических условий в окрестностях Тихоокеанского побережья Камчатского полуострова.

Полгода спустя наблюдения на Камчатке были возобновлены. Наблюдательная площадка была выбрана в 20 км от села Мильково, которое расположено в центре полуострова. Центральнокамчатская низменность обрамлена Срединным хребтом и Восточным хребтом, защищающих её от ветров и влажных воздушных масс. Ввиду этого климат на территории низменности похож на сухой резко континентальный климат внутренних районов Восточной Сибири. Средняя температура января достигает -20 С, а летом средняя температура нередко превышает +20 С. Количество осадков невелико: не более 400 мм в год.

Основной проблемой, которая препятствовала успешным наблюдениям зимой 2008 года, являлась непрочная монтировка телескопа MEADE LX75. Пластмассовые детали монтировки не выдерживали на морозе постоянных поворотов трубы двадцатисантиметрового телескопа. В марте в Мильково была доставлена монтировка EQ6Pro, которая была установлена на зацементированную колонну, а на саму монтировку была подвешена труба от телескопа MEADE LX75. Результаты этих манипуляций не замедлили себя ждать: в ночь на 5 апреля было проведено около одной тысячи измерений по космическим объектам в пятидесяти проводках.

Успешный опыт астрономических наблюдений на Камчатском полуострове усилиями малых телескопов выносит на повестку дня новые задачи. Астроклиматические особенности данного региона нашей страны связаны не столько с географическим положением, сколько с пересечённым рельефом самой Камчатки. Наличие хорошо изолированной от влажных воздушных масс и резким континентальным климатом Центральнокамчатской низменности указывает на необходимость наращивания наблюдательной группировки на этой территории. Небольшие телескопы можно было бы разместить с севера на юг как в самой долине, так и на невысоких сопках, расположенных на территории низменности.

Перспективы создания сети широкоугольных телескопов в ИНАСАН и первые астрофизические результаты

***Саванов И.С.¹, Пузин В.Б., Наливкин М.А., Нароенков С.А.,
Крючков С.В., Теребиж В.Ю., Дмитриенко Е.С., Карпов С.В.,
Бескин Г.М., Бирюков А.В., Бондарь С.Ф., Иванов Е.А.,
Каткова Е.В., Орехова Н., Перков А.В., Стасюк В.В.***

¹Институт астрономии РАН (ИНАСАН), Москва, Россия

В первой части доклада представлено текущее состояние и перспективы развития сети широкоугольных телескопов, создаваемой в ИНАСАН. В настоящее время функционирует автоматизированный телескоп «Officina Stellare's Veloce RH200» апертурой 200 мм. Идут работы по установке широкоугольного телескопа VT72L с апертурой 400 мм, изготовленного в НИУ ИТМО по расчетам В.Ю. Теребижа.

Во второй части доклада представлены результаты фотометрических наблюдений ряда хромосферно-активных звезд на первых телескопах сети ИНАСАН, наблюдений в рамках программы автоматического широкоугольного мониторинга высокого временного разрешения с помощью многоканального мониторингового телескопа (ММТ) Mini-MegaTORTORA, а так же результаты

синхронных спектральных наблюдений на 2-х метровом телескопе «Цейсс-2000».



Рис.1 Телескоп «Officina Stellare's Veloce RH200»



Рис.2 Купол одного из телескопов сети

На основании фотометрических наблюдений для звезд LO Peg, FK Com, HD199178 построены карты поверхностных температурных неоднородностей и определены долготы запятненных областей. Увеличение общего количества фотометрических данных позволило уточнить периоды активности для звезд LO Peg и FK Com. Во время фотометрических наблюдений звезды FK Com проводились спектральные наблюдения высокого разрешения. По линиям бальмеровской серии проведен анализ активности звезды и сопоставлен с фотометрическими данными. Для звезд кандидатов в звезды типа FK Com из поля зрения телескопа Кеплер получены спектры умеренного разрешения, по которым проведено сравнение полученных спектров со спектрами звезд типа FK Com.

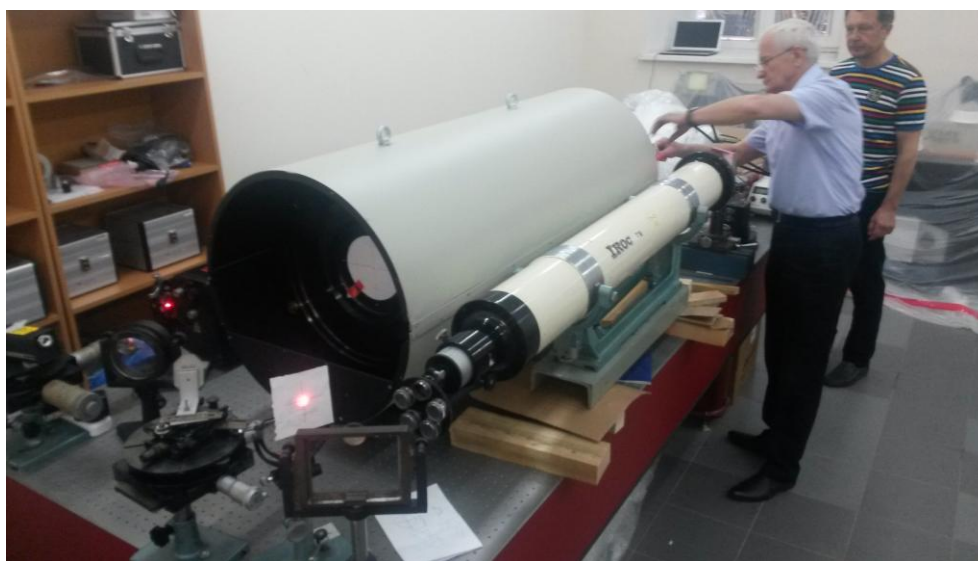


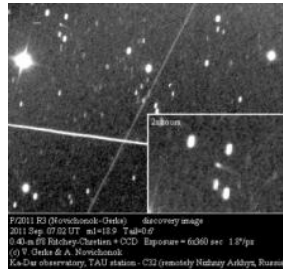
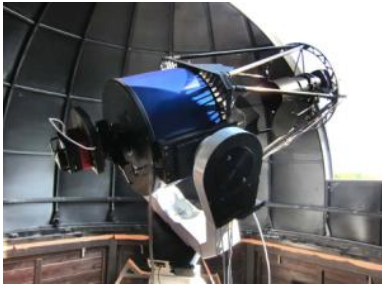
Рис.3 Широкоугольный телескоп VT72 в НИУ ИТМО.

Телескопы «АСТРОСИБ». 20 лет использования и развития.

Савельев А.

ООО «АСТРОСИБ», Новосибирск, Россия

В этом году, компании АСТРОСИБ исполнилось 20 лет. Сегодня, можно сказать, построено уже более 100 небольших обсерваторий, по всему миру с нашими телескопами, которые используются для наблюдений по многим научным программам и для астрофотографии, открыто множество астероидов, здесь, на горе «Пастухова» открыта комета «Новичонок-Герке».



До недавнего времени, наши телескопы, разных диаметров, строились только по системе «Ричи-Кретьена», которые можно использовать без корректора и с корректором, увеличивающем поле, как минимум в 2 раза, до 70 мм.

В 2006 году сплошная труба была заменена карбоновой фермой, которая минимизирует термоуход фокуса и разработана оригинальная конструкция фокусирующего устройства на вторичном зеркале, которое оставляет изображение абсолютно неподвижным во время фокусирования. Позже были разработаны автоматические крышки на главном, вторичном зеркалах и даже на центральной бленде для защиты от пыли линз корректора или сенсора камеры.

К нашим телескопам, мы разработали множество принадлежностей, позволяющих устанавливать любое оборудование с высокой жесткостью. В числе аксессуаров: внеосевые гиды, в том числе двойные, а также устройство, позволяющее быстро переключать фокальную плоскость на другое оборудование, например, спектрограф.



Две мощные крепёжные пластины, с двух сторон телескопа, уже имеют отверстия, адаптированные к наиболее популярным монтировкам **ASTRO-PHYSICS 1600GTO**, **Paramount ME II**, **Mathis Instruments MI-750**, **WS240**. Для нашего самого маленького телескопа RC360 может быть использована новая не дорогая монтировка **EQ-8** фирмы Sky Watcher.

В настоящее время происходит очередное существенное улучшение конструкции наших телескопов. Мы имеем новый единый контроллер, управляющий всей электроникой:

1. Фокусирующим устройством, с функцией автоматической термокомпенсации
2. Автоматическими крышками на главном, вторичном зеркалах и на центральной бленде
3. Управляемым или автоматическим охлаждением главного зеркала
4. Управляемым или автоматическим подогревом вторичного зеркала от выпадения росы
5. Ротатором (деротатором) поля *

Плата контроллера установлена внутри крепёжной пластины, к которой нужно подключить только провод питания 12 VDC и управление от компьютера по USB или RS232. Питание камеры и колеса фильтров тоже предусмотрено от контроллера. Телескоп больше не будет опутан висящими проводами, время от времени ломающимися на морозе.

Менее года назад, на выставке астрономической техники в Париже, мы, вместе с нашим французским дилером, представляли новую двухфокусную модель *ASTROSIB RC500* с переключением главного фокуса с корректором F/2.7 и эквивалентным F/8. Эта конструкция позволит за пару минут, без отвёрток, ключей и другого инструмента длиннофокусный телескоп превратить в светосильный, поисковый телескоп с полем, диаметром 2 градуса (для сенсора с максимальным размером 37x37 мм). Сейчас этот телескоп вводится в эксплуатацию во Франции.

В наших ближайших планах создание 600 мм светосильного телескопа.

Полярострометрия видимого диапазона – демонстрация на 70-см телескопе

Сафонов Б.С.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: safonov@sai.msu.ru

Полярострометрия - метод измерения расстояния между фотоцентрами поляризованного и неполяризованного потока. В качестве основной наблюдаемой величины метода - полярострометрического сигнала - предлагается использовать отклонение центроида поляризованного потока Q (U) от центроида полного потока, умноженное на соответствующий безразмерный параметр Стокса $q(u)$. Метод был опробован на практике при испытаниях макета спекл-поляриметра на 70-см телескопе АЗТ-2. Была достигнута точность определения полярострометрического сигнала 60-70 мксек дуги при полном числе накопленных фотоэлектронов 10^9 . Для звезд главной последовательности неполяризованных и поляризованных за счет поглощения на межзвездной пыли значимого сигнала обнаружено не было. Для двух Мирид χ 1 Cyg и α Cef сигнал был обнаружен на уровне 4 сигма, что свидетельствует об асимметрии распределения поляризованного потока. Метод полярострометрии будет реализован на 2.5 м телескопе КГО ГАИШ МГУ в ближайшее время с помощью специализированного инструмента - спекл-поляриметра, который также сможет работать в режиме спекл-интерферометра, поляриметра и быстрого фотометра.

Probing the chemical peculiarities of A and B stars with small telescopes

Semenko E.

Special astrophysical observatory RAS, N. Arkhyz, Russia

Only about 15% of all A and B stars show the presence of abnormally strengthened or weakened lines in their spectra. These stars are the only type of the Main Sequence objects that allow to study atomic diffusion in stellar atmospheres and its interaction with strong well-organized magnetic field. The number of known CP stars is continuously growing. The latest discoveries mostly produced by the photometric surveys. Combination of the mid-band photometry with low-resolution spectroscopy on small telescopes is able to improve the efficiency of the searches.

Here, I present the results of test observations aimed the check of the type of peculiarities for the limited sample of A and B stars. This work had been carried out with 1-m telescope Zeiss of SAO RAS in the first half of 2015 and has confirmed its advantages.

Создание международного наблюдательного проекта по поиску экзопланет на основе наблюдений известных транзитных внесолнечных планет

Соков Е.Н., Сокова И.А., Балувев Р.В.

Главная (Пулковская) Астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

На сегодняшний день методом транзитных прохождений планеты по диску родительской звезды открыто чуть менее 2000 внесолнечных планет в более чем 1200 планетных системах. Несмотря на точность предоставляемых наблюдательных данных космических телескопов таких, как Kepler, Corot, а также наиболее успешных проектов, которые ищут экзопланеты транзитным методом – SuperWASP, HATNet, KELT и др., очень часто удаётся открыть лишь самую близкую к родительской звезде экзопланету и в большинстве случаев такими планетами являются «горячие Юпитеры».

В 2005 году был предложен передовой метод поиска новых внесолнечных планет, основанный на регистрации серединного момента прохождений уже открытой планеты по диску родительской звезды. В англоязычной литературе этот метод получил название – Transit Timing Variations (TTVs).

Этот метод поиска новых экзопланет сейчас начинает приобретать популярность с накоплением наблюдательных данных. Для более точного результата применения данного метода необходимо получить максимально

плотный ряд наблюдений с хорошей точностью, что, увы, не под силу только лишь одной обсерватории. Для этих целей в Пулковской обсерватории был создан и активно развивается международный наблюдательный проект (длительная наблюдательная кампания), целью которого является получение точных наблюдательных данных с минимизацией пропусков между ними для наилучшего анализа тайминга транзитов избранных экзопланет. В рамках данного проекта уже участвует около 30 обсерваторий с использованием телескопов от 20 см до 2.6 метров, расположенных в России, странах СНГ, странах Европы, Южной и Северной Америки, Австралии и на острове Раротонга. Данный проект активно развивается и увеличивается число участников проекта.

У ряда транзитных экзопланет обнаружен тайминг (TTV сигнал) в регулярном прохождении планет по дискам родительских звёзд. Определены предварительные параметры обнаруженных вариаций на основе проведённого частотного анализа наблюдательных данных.

Результаты исследований эволюции катаклизмических переменных звезд на телескопах НИИ КраО

Сосновский А.А.

Крымская астрофизическая обсерватория, Научный, Россия

В НИИ КраО на нескольких телескопах – 2.6 м. ЗТШ, 1.25 м. АЗТ-11 и 38-см. К-380. уже более 15 лет ведутся исследования поздней стадии эволюции звезд, которые являются одной из наиболее актуальных областей астрофизики.

Катаклизмические переменные (КП) -- это компактные двойные системы звезд, являющие собой уникальную лабораторию для изучения особенностей поздней эволюции через изучение процессов аккреции и ее воздействие на компоненты системы. КП состоит из звезды позднего спектрального класса, заполняющей полость Роша и теряющей вещество через внутреннюю точку Лагранжа на соседний компонент – белый карлик/нейтронную звезду/черную дыру. Потеря вещества приводит к образованию аккреционного диска вокруг компактного компонента (при отсутствии у него сильного магнитного поля) и взрывным процессам в этих системах, вызванных либо термоядерным взрывом во внешних слоях белого карлика (классические новые) либо аккрецией вещества диска на компактный компонент.

Из наиболее ярких результатов за последние годы можно выделить следующие:

-- Открытие трех карликовых новых в «пробеле периодов»: MN Dra и V725 Aq1 и 1RXS003828. До этого в «пробеле периодов» была известна только одна карликовая новая NY Ser. Сейчас «пробел» насчитывает около 30 карликовых новых.

-- Открытие нодальной прецессии аккреционного диска вокруг белого карлика у MN Dra и обнаружение влияния сильных аккреционных событий на изменение периода прецессии. Этот новый эффект был впоследствии обнаружен и у другой КП V1504 Cyg по данным космического телескопа «Кеплер» японскими астрофизиками Като и Осаки.

-- Проведение международной кампании по исследованию во вспышке (впервые обнаруженной авторами проекта) карликовой новой EZ Lyn вблизи минимума орбитальных периодов, идентификация ее как «Затменная карликовая новая типа WZ Sge с повторными поярчаниями».

-- Открытие у EZ Lyn нерадиальных пульсаций белого карлика. Детальные наблюдения этой системы на протяжении 8-и лет позволили нам впервые обнаружить вход белого карлика в полосу неустойчивости после вспышки 2006 г., выход из нее и повторный вход после вспышки 2010 г. Мы также обнаружили исчезновение одних пульсационных мод и появление других. Используя оригинальный метод двумерных периодограмм статистического анализа, разработанный в университете Киото, мы впервые обнаружили, что период пульсаций может дрейфовать не только в течение нескольких суток, но и в течение нескольких часов. Это принципиальное открытие является первым среди 14-и аккрецирующих белых карликов, входящих в состав катаклизмических переменных. Данный эффект не имеет пока объяснения и бросает вызов теоретикам.

-- Открытие нового типа катаклизмических переменных, объединяющего свойства систем с высоким темпом потери вещества звездой-донором (до «пробела периодов») и низким темпом (после «пробела»). Такой тип воплощен в карликовой новой NY Ser. Авторы предложили еще несколько кандидатов в системы типа NY Ser.

-- Так же, наша команда одна из первых начала наблюдения вспыхнувшей в июне 2015 года V404 Cyg., которая ранее вспыхивала около 25 лет назад. Вспышка 2015 г. с первых часов после обнаружения «Свифтом» стала активно исследоваться астрофизиками в разных диапазонах длин волн. Возможность наблюдать рентеновский объект скромными оптическими средствами, блеск которого в оптике достиг 11-й зв. величины, сделала исследования V404 Cyg одними из самых актуальных в современной наблюдательной астрофизике.

Исследования и первые наблюдения с инфракрасной камерой-спектрографом ASTRONIRCAM на 2.5м телескопе

Наджип А.Э., Татарников А.М.¹, Шатский Н.И.

¹ Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В мае 2015 г. увидела первый свет инфракрасная камера ближнего ИК-диапазона ASTRONIRCAM. Камера установлена в фокусе Несмита 2.5-метрового телескопа КГО ГАИШ и предназначена для получения прямых снимков астрономических объектов или их спектров в диапазоне длин волн от 0,9 до 2,5 мкм. В камере установлен детектор Hawaii-2RG формата 2Кх2К. В спектральном режиме ширина щели от 1" до 10", разрешение $R=1500$ (для щели 1"), режимы длинной щели и скрещенной дисперсии. Поле зрения камеры в фотометрическом режиме 5 угловых минут, масштаб изображения 0.3"/пиксель.

Исследования в лаборатории показали, что установленный в камере детектор имеет низкий темновой ток (~ 0.02 e-/s при 80К), нелинейность около 10% при 95% заполнении ячейки и заметный эффект послесвечения: за 100 сек темновой экспозиции накапливается около 0.5% от уровня сигнала предыдущей в рабочей экспозиции. Рассмотрены методы учёта этого эффекта.

Первые наблюдения показали, что для одиночного кадра при FWHM $\sim 1.5''$ и S/N=10 предельная звездная величина в полосе J=17 mag при времени накопления 100s.

Бесщелевой водородный магнитометр для телескопа Цейсс-1000

Чунтонов Г.А.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Разработан бесщелевой водородный магнитометр для телескопа Цейсс-1000. Магнитометр содержит поворачивающуюся ахроматическую четверть-волновую фазовую пластинку, лучеразводящую пластину Савара, прозрачную решетку 600 штр/мм. Двойной спектр регистрируется матричным фотоприемником ПЗС 2Кх2К. При обратной дисперсии 1.5 А/пиксел на матрице помещаются линии Н-бета и Н-альфа. Проведены пробные наблюдения.

Slitless hydrogen magnetometer for telescope Zeiss-1000.

It was designed slitless hydrogen magnetometer for telescope Zeiss-1000. The magnetometer includes a rotatable a chromatic quarter-wavephase plate, beam

splitting Savart plate, transparent grating of 600 lines / mm. Double spectra are recorded by CCD 2Kx2K . At the dispersion 1.5 Å / mm the hydrogen lines H-beta, and H-alpha fit on CCD. The pilot observations were made.

Матобеспечение новой системы управления Цейсс-1000

Шергин В.С.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Новая система управления Цейсс-1000 находится в штатной эксплуатации с лета 2013 года. Реализован архитектурный принцип «клиент-сервер». Главная часть МО выполнена как сетевой сервер на *Java* под ОС *Linux*. Она загружается вместе с ней и работает непрерывно. Клиентские приложения написаны на разных языках программирования.

Основной интерфейс для наблюдателей и инженеров *ZeissGUI* написан на *Java*. Это графический клиент взаимодействующий по локальной сети с сервером системы управления Цейсс-1000. Он позволяет получать основную информацию о состоянии системы и выполнять управление работой телескопа во время наблюдений или сервисного обслуживания.

Главная часть МО разработана на языке *Java* как XML-RPC сервер. Протокол XML-RPC работает поверх стандартного HTTP. Это один из первых протоколов Web-сервисов. Он достаточно старый и распространенный. Поддержка его имеется для большинства языков и ОС. Это позволяет разрабатывать клиентские приложения на разных языках в разных ОС. Они могут работать как на том же управляющем компьютере, так и на разных компьютерах в сети.

Основной пользовательский интерфейс *ZeissGUI* для управления телескопом также разработан на языке *Java*, но уже как XML-RPC клиент. Теоретически, он может запускаться на любой машине в локальной сети под разными ОС, если в них установлена исполняемая система *Java (JVM)*. И даже предусмотрена возможность в будущем запускать его как *Java-applet* в Web-браузере. Но на практике он пока работает только на управляющем компьютере *zics*, а пользователи вызывают его либо на рабочем столе этой машины, либо через сеть по протоколу X11, либо на удаленном рабочем столе по протоколу RDP. В основу интерактивного взаимодействия с пользователем положены следующие принципы. Окно на экране должно быть одно и не занимать много места. Для различных видов работы разрабатываются отдельные интерфейсные панели. Все они объединяются в одном окне как вкладки (*tabs*). Если пользователю все же нужно одновременно видеть две панели, ему придется запустить два интерфейса.

В связи [новыми разработками](#) появились и новые возможности для организации наблюдений с использованием программ *zeiss_list*, *Stellarium*, *XEphem*, а также [клиента GCN](#).

За последние годы было разработано несколько программ для быстрой координатной привязки изображений в FITS-файлах. Координатная привязка выполняется путем сравнения выделенных на снимке объектов с опорным каталогом. Точность координатной привязки составляет от 0.2-0.9 угловой секунды в зависимости от размера пикселя, плотности объектов поля и предела звездной величины выбранного опорного каталога. Результатом является новый FITS-файл с добавленными в заголовок параметрами WCS. Программы установлены на основные общедоступные серверы САО. Для облегчения их использования разработаны два типа Web-интерфейсов. Также они включены в состав [Web-интерфейса Архива САО](#).

Космические телескопы небольшой апертуры: и/или?

Шустов Б.М.

Институт астрономии РАН, Москва, Россия

Рассматривается и критически анализируется несколько довольно распространённых представлений о сравнительной ценности для науки космических и наземных телескопов. Рассмотрение проводится для космических телескопов оптического, ближнего и среднего инфракрасного, ближнего и дальнего ультрафиолетового диапазонов и наземных оптических телескопов, конструктивные характеристики которых довольно близки.

Общепринято, что космические телескопы, предназначенные для решения научных задач, имеют лишь одно, но фундаментальное преимущество – возможность наблюдений в диапазонах длин волн, в которых земная атмосфера непрозрачна. Также считается, что в оптическом диапазоне мощный парк наземных телескопов всегда может перекрыть возможности космического телескопа. Однако для ряда задач, размещение оптического телескопа в космосе позволяет решать задачи, которые невозможно решить с наземными инструментами любого размера. В качестве примера рассмотрены проекты космических телескопов для обнаружения и изучения небесных тел, приближающихся к Земле с дневного неба.

Столь же распространённое представление состоит в том, что будущее «Большой науки» связано с крупноапертурными инструментами как наземного так и космического базирования. Это не так и для наземной астрономии (главная тема конференции), так и для т.н. внеатмосферной астрономии. Рассмотрены примеры осуществлённых и проектируемых мало(средне)

апертурных космических телескопов оптического + ультрафиолетового диапазонов.

Обсуждается ещё одно представление об относительно «большей продвинутой» космических технологий по сравнению с наземными при создании астрономических инструментов. Вывод здесь прост – прогресс идет по линии «взаимного обогащения» наземных и космических технологий. В качестве примера рассмотрены мультиапертурные системы наземного и космического базирования, применение современных керамических материалов в оптике и т.д.

Проект спектрографа высокого разрешения для 1-метрового телескопа САО. I. Оптическая схема.

***М.В. Юшкин¹, В.Е. Панчук^{1,2}, В.Г. Клочкова¹,
Ю.Б. Верич¹, Г.В. Якопов¹.***

¹)– САО РАН, ²) – Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Наблюдения с высоким спектральным разрешением на 1-метровом телескопе САО проводятся на кудэ-эшелле спектрографе. Зеркала и виньетирование в тракте кудэ, дополнительное зеркало в схеме спектрографа, френелевские потери на дюжине оптических поверхностей спектрографа, – приводят к ощутимым потерям света, что делает доступными для спектроскопии только звезды, видимые невооруженным глазом. Оценка квантовой эффективности системы «телескоп + спектрограф + светоприемник» по реальным спектрам дает величину $Q < 0.1\%$. Как мировой, так и наш личный опыт создания и эксплуатации спектральной аппаратуры высокого разрешения, показал, что концепция установки спектрографа в фокусе кудэ с целью температурной и механической стабилизации прибора, – оправдала себя лишь частично. Главным фактором, снижающим точность измерения лучевых скоростей, при наблюдении как в фокусе Нэсмита, так и в фокусе кудэ, остается нестабильность освещения входной щели спектрографа. Это утверждение справедливо и для той современной навесной аппаратуры, устанавливаемой в первичном или кассегреновском фокусе, у которой механические деформации сведены к минимуму. (На БТА нестабильность освещения входной щели спектрографа НЭС в значительной мере снижается за счет работы локального корректора с резателем изображения оригинальной конструкции). Одним из способов повышения стабильности освещения входной щели спектрографа является оптоволоконное сочетание телескопа и спектрографа. За 20 лет существования метод получил широкое распространение на телескопах

умеренного диаметра. Кроме улучшения характеристик спектров (по сравнению с классическими спектрографами высокого разрешения), метод обладает рядом эксплуатационных преимуществ и пониженными требованиями к уровню подготовки астронома-наблюдателя, вплоть до устранения последнего в роботизированных системах. К тому же использование оптического волокна для передачи света из первичного или кассегреновского фокуса телескопа на вход спектрографа высокого разрешения, установленного в термо- и вибро- стабилизированном объеме, позволяет миновать дополнительные зеркала оптического тракта фокуса Нэсмита или кудэ.

Для 1-метрового рефлектора САО РАН мы разработали оптоволоконный спектрограф высокого разрешения, далее речь пойдет об особенностях оптической схемы. В отличие от спектрографа UFES (Astrophys. Bull. 66, 355, 2011), изготовленного в САО для 1.2-метрового телескопа Коуровской обсерватории в короткие сроки и в «бюджетном» варианте, здесь мы применили ряд технических решений, требующих увеличения затрат, в т.ч., и времени на изготовление большинства оптических элементов. Одной из особенностей данного проекта является повышение проникающей способности и других характеристик спектрографа, по сравнению с UFES. Практически все оптические поверхности имеют высокоэффективные отражающие или просветляющие покрытия. Применение оптического волокна диаметром 100мкм обеспечит спектральное разрешение $R > 40000$. Увеличение R , причем одновременно с понижением «сигнал/шум», S/N , является самым экономичным путем увеличения точности измерения эквивалентных ширин и положений спектральных линий, подробнее см. в (Bull. SAO 44, 127, 1998). Спектрограф предназначен для наблюдений звезд $m_v < 13$ в диапазоне $\lambda\lambda$ 380÷1080нм. Уже в процессе создания спектрографа принято решение дополнить схему вариантом спектрополяриметрии, что усложнило оптическую схему, как подвесной части, так и оптоволоконного входа в стационарную часть спектрографа. Сейчас предусмотрено два варианта работы спектрографа: двухволоконная спектроскопия (одновременная регистрация спектра звезды и спектра сравнения) и спектрополяриметрия. Указанный диапазон удастся разместить на приемнике форматом 2048x2048 элементов, причем каждый спектральный порядок изображается дважды. Равномерное разведение порядков обеспечено применением призмы. Подвесная часть спектрографа содержит редуктор светосилы, для согласования апертуры светового пучка в фокусе Кассегрена с числовой апертурой оптического волокна; оптический позиционер, совмещающий изображение звезды и входной торец оптического волокна; камеру подсмотра; калибровочный блок; стабилизатор изображения на входе в волокно; а также модуль анализатора линейной и круговой поляризации. Стационарная часть представляет собой собственно спектрограф высокого разрешения, где роль входной щели выполняет торец оптического волокна. Мы применили схему белого зрачка, которая, во-первых, позволяет использовать эшелле-решетки с большим углом блеска, работающие в автоколлимации, а во-

вторых, переносит зрачок, формируемый эшелле-решеткой, на элемент скрещенной дисперсии, расположенный близко к камере спектрографа. Применение эшелле-решетки с большим углом блеска позволяет получить более высокое спектральное разрешение при меньшем диаметре коллимированного пучка, что уменьшает габариты и стоимость оптических элементов спектрографа. Стационарная часть спектрографа содержит микролинзовый объектив, формирующий входную щель спектрографа от трех волокон (в каждом варианте работают только два волокна), двойной зеркальный коллиматор, эшелле-решетку, призму, линзовую камеру и светоприемник. Оптическая схема опубликована (*Astrophys. Bull.* 70, 123, 2015), на блок подготовки спектра сравнения получен патент. Из нововведений отметим также применение градиентного светофильтра (регистрируемый диапазон длин волн превышает одну октаву). Для точного определения центра тяжести экспозиции мы разработали схему фотоэкспонетра. Разработана технология сборки и юстировки спектрографа.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

B

Benni P. · 26

C

Chochol D. · 3, 51

G

Gabdeev M.M. · 36

J

Joshi S. · 3

K

Karmakar S. · 4

Krushevskaya, V. · 3

P

Pandey S.B. · 4

S

Semenko E. · 80

V

Volkov, I. · 3

A

Абдулкадыров М.А. · 7, 13, 42

Абдуллоев С. · 32

Аввакумова Е. · 12

Азербайбаев А.А. · 13

Амвросов А.Л. · 45

Амирханян В.Р. · 44

Апетян А.А. · 71

Ардиладанов В.И. · 10

Афанасьев В.Л. · 9, 44

Афанасьева И.В. · 9, 10

B

Байбарат Т. · 32

Балануца П.В. · 15

Балуев Р.В. · 80

Баляев И.А. · 71

Барсукова Е.А. · 17, 38

Белинский А.А. · 70

Белоусов С.П. · 7, 13

Бескин Г.М. · 19, 47, 75

Бикмаев И.Ф. · 20

Бикулова Д.А. · 71

Бирюков А.В. · 19, 47, 75

Большасова Л.А. · 21

Бондарь С.Ф. · 19, 47, 50, 75

Борисенко А.Н. · 10

Борисов Н.В. · 17, 38

Бурданов А.Ю. · 26

Буренков А.Н. · 17, 38

Буянхишиг Р. · 32

Бычков В.Д. · 27

Бычкова Л.В. · 27

B

Валеев А.Ф. · 17, 28, 29, 38

Валявин Г.Г. · 28, 29

Варда Д. · 32

Вдовин В.Ф. · 10

Верич Ю.Б. · 29, 66, 70, 86

Владимиров Н.М. · 42

Власюк В.В. · 32, 45

Возякова О.В. · 70

Волков И.М. · 38

Вольнова А. · 32, 34

Воропаев В. · 32

Г

Габриелян В.В. · 36, 44
Гадельшин Д.Р. · 28, 29
Горанский В.П. · 17, 38
Горбунов И.А. · 70
Горда С.Ю. · 40
Граужанина, А.О. · 29
Гузий С. · 34
Гулямов М. · 32

Д

Дмитриенко Е.С. · 75
Добриков Н.С. · 42
Додин А.В. · 70
Додонов С.Н. · 44
Драбек С.В. · 28, 29, 45
Дудинов В.Н. · 49

Е

Еленин Л. · 32
Ерофеева А. · 32
Ершова А.П. · 71
Еселевич М.В. · 45

Ж

Жарова А.В. · 17, 38
Железняк А.П. · 49

З

Захарова П.Е. · 40

И

Иванов А. · 32
Иванов Е.А. · 19, 47, 50, 75
Иванов К.И. · 26

Иванова А.В. · 46
Иващенко Н.Г. · 10
Игнатов А.Н. · 7, 13, 42
Измайлов И.С. · 71
Инасаридзе Р. · 32
Ирсмамбетова Т.Р. · 38

К

Караваев Ю.С. · 45
Карпов Н.В. · 48, 49
Карпов С.В. · 19, 47, 75
Каткова Е.В. · 19, 47, 50, 75
Катышева Н.А. · 51
Клочкова В.Г. · 67, 69, 70, 86
Клунко Е. · 34
Клунко Е.В. · 45
Комаров В.В. · 28, 29, 45, 52, 69
Конишек В.В. · 49
Корнилов В.Г. · 70
Корнилов М.В. · 70
Коробцев И.В. · 45
Круглый Ю. · 32
Крушинский В.В. · 12, 26, 53
Крючков С.В. · 75
Кузнецов Э.Д. · 40
Куликова А.М. · 71
Куприянов В. · 32
Кутков О. · 66

Л

Ламзин С.А. · 70
Линьков В. · 32
Литвиненко Е. · 32
Лукин В.П. · 21, 54

М

Магакян Т.Ю. · 61
Магницкий А.К. · 38
Мадей Ю. · 27
Мазаева Е. · 32, 34

Мазаева Е.Д. · 57
Максимова Л.А. · 71
Маланчев К.Л. · 70
Малков О. · 12
Маркелов С.В. · 10
Марченко Д.В. · 69
Маткин А. · 32
Метлов В.Г. · 38
Метлова Н.В. · 17, 38
Минаев П.Ю. · 59
Миникулов М. · 32
Митиани Г.Ш. · 10
Мишина М.Н. · 45
Мовсесян Т.А. · 36, 44, 61
Молотов И. · 32
Молотов И.Е. · 62
Москвитин А.С. · 29, 65
Мурзин В.А. · 10
Мухаммедзянов Т.Р. · 13

Н

Наджип А.Э. · 83
Назаров С.В. · 66
Наливкин М.А. · 75
Нароенков С.А. · 75
Невский В. · 32
Носов В.В. · 54
Носов Е.В. · 54

О

Орехова Н.В. · 50, 75
Оськина К.И. · 71

П

Павленко Е.П. · 38
Панчук В.Е. · 29, 66, 67, 69, 70, 86
Патрикеев А.П. · 7
Патрикеев В.Е. · 7, 42
Перков А.В. · 19, 47, 50, 75
Петюр В.В. · 71

Позаненко А.С. · 32, 34, 57, 59
Попов А.А. · 12, 26
Потанин С.А. · 70
Притыченко М.А. · 10
Пузин В.Б. · 75

Р

Рева И. · 32
Рзаев А.Х. · 73
Рощина Е.А. · 71
Румянцев В.В. · 57
Рыбак А.Л. · 74

С

Саванов И.С. · 75
Саввин А.Д. · 70
Савельев А. · 77
Сасюк В.В. · 19, 47
Сафонов Б.С. · 70, 79
Сачков М.Е. · 70
Семенов А.П. · 7, 42
Сергеев А.В. · 48
Синельников И.Е. · 49
Синяков Е. · 32
Синянский С.И. · 28
Слюсарев И. · 32
Соков Е.Н. · 26, 80
Сокова И.А. · 80
Соколов В.В. · 32
Сосновский А.А. · 81
Стасюк В.В. · 75
Степура А. · 32

Т

Тарадий В.К. · 48
Татарников А.М. · 83
Тергоев В.И. · 45
Теребиж В.Ю. · 75
Торгаев А.В. · 54
Тунгалаг Н. · 32, 34

Ф

Фабрика С.Н. · 28, 29
Фатхуллин Т.А. · 28, 29

Х

Ховричев М.Ю. · 71

Ц

Цуккер Т.Г. · 45

Ч

Черепашук А.М. · 70
Черясов Д.В. · 70
Чунтонов Г.А. · 83
Чупраков С.А. · 45

Ш

Шатский Н.И. · 70, 83
Шергин В.С. · 28, 45, 84
Шмальц С. · 32
Шугаров С.Ю. · 3, 17, 38, 51
Шумилов А.А. · 71
Шустов Б.М. · 85

Ю

Юдин А.Н. · 62
Юшкин М.В. · 29, 70, 86

Я

Якопов Г.В. · 29, 70, 86

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>Chochol, D., Shugarov, S., Krushevskaya, V., Volkov, I.</u> <i>Multicolour photometry of the slow nova V2659 Cygni and its nightly monitoring using the small telescopes</i>	3
Santosh Joshi. <i>The Current and Up-Coming Observational Facilities in India</i>	3
Subhajeet Karmakar <i>LO Peg : Spot-topographic evolution, Surface Differential Rotation and Flares</i>	4
Pandey S.B.et al. <i>3.6 m Telescope at Devasthal and Study of Transients</i>	4
<u>Абдулкадыров М.А., Белоусов С.П., Игнатов А.Н., Патрикеев А.П., Патрикеев В.Е., Семенов А.П.</u> <i>Прогресс в развитии технологии изготовления и контроля оптики малых и средних телескопов за последнее десятилетие</i>	7
Афанасьев В.Л. <i>Перспективы спектроскопии умеренного разрешения на 1-2 м телескопах – Задачи и инструменты</i>	9
Афанасьева И.В. <i>Комплекс программ для быстродействующих систем регистрации, разработанных в ЛПП САО РАН по программе Роскосмоса</i>	9
<u>Ардиланов В.И., Мурзин В.А., Вдовин В.Ф., Афанасьева И.В., Борисенко А.Н., Иващенко Н.Г., Притыченко М.А., Митиани Г.Ш., Маркелов С.В.</u> <i>Современные системы регистрации изображений для малых и средних телескопов</i>	10
<u>Аввакумова Е., Крушинский В., Попов А., Малков О.</u> <i>Первые результаты наблюдений нескольких затменных двойных звезд на телескопах Коуровской астрономической обсерватории</i>	12
<u>Азербайев А.А., Абдулкадыров М.А., Белоусов С.П., Игнатов А.Н., Мухаммедзянов Т.Р.</u> <i>Установка для нанесения отражающих покрытий на детали диаметром до 4 м</i>	13
Балануца П.В. <i>Открытия оптических транзиентов сетью телескопов-роботов МАСТЕР</i>	15
<u>Барсукова Е.А., Горанский В.П., Валеев А.Ф., Метлова Н.В., Борисов Н.В., Буренков А.Н., Жарова А.В., Шугаров С.Ю.</u> <i>Спектральные и фотометрические исследования красных новых</i>	17
<u>Бескин Г.М., Бирюков А.В., Бондарь С.Ф., Иванов Е.А., Карпов С.В., Каткова Е.В., Перков А.В., Сасюк В.В.</u> <i>Проект многоканального оптического телескопа SAINT</i>	19
Бикмаев И.Ф. <i>Наземная поддержка орбитальных обсерваторий по наблюдениям на 1.5-м телескопе РТТ-150</i>	20
<u>Большасова Л.А., Лукин В.П.</u> <i>Работа систем адаптивной оптики при сильных турбулентных флуктуациях в условии применения лазерной опорной звезды</i>	21
<u>Бурданов А.Ю., Крушинский В.В., Paul Benni, Попов А.А., Соков Е.Н., Иванов К.И.</u> <i>Поиск новых транзитных экзопланет в рамках проекта Kourouka Planet Search</i>	26
<u>Бычков В.Д., Бычкова Л.В., Мадей Ю.</u> <i>Магнитный мониторинг избранных Ар-звезд на 1-м телескопе САО РАН</i>	27
	93

Валявин Г.Г., Фабрика С.Н., Валеев А.Ф., Гадельшин Д.Р., Драбек С.В., Комаров В.В., Синянский С.И., Шергин В.С., Фатхуллин Т.А. <i>Линейка из шести автоматических робот-телескопов в САО РАН (проект)</i>	28
<u>Валявин Г.Г.</u> , Валеев, А.Ф., Гадельшин Д.Р., Фатхуллин Т.А., Москвитин, А.С., Граужанина, А.О., Фабрика С.Н., Драбек С.В., Комаров В.В., Синянский С.И., Шергин В.С. <i>Экзопланетные исследования САО РАН: первые результаты, перспективы</i>	29
<u>Верич Ю.Б.</u> , Якопов Г.В., Юшкин М.В., Панчук В.Е. <i>Проект спектрографа высокого разрешения для 1-метрового телескопа САО. II. Система управления</i> ...	29
<u>Власюк В.В.</u> , Соколов В.В. <i>Комплекс оптических телескопов САО как инструмент исследования транзиентных явлений во Вселенной</i>	32
<u>Вольнова А.</u> , Позаненко А., Мазаева Е., Еленин Л., Литвиненко Е., Рева И., Ерофеева А., Маткин А., Степура А., Иванов А., Варда Д., Синяков Е., Невский В., Линьков В., Инасаридзе Р., Шмальц С., Круглый Ю., Слюсарев И., Тунгалаг Н., Буянхишиг Р., Байбарат Т., Миникулов М., Гулямов М., Абдуллоев С., Куприянов В., Воропаев В., Молотов И. <i>Наблюдения оптического послесвечения гамма-всплесков в сети ISON</i>	32
<u>Вольнова А.</u> , Позаненко А., Мазаева Е., Тунгалаг Н., Гузий С., Клунко Е. <i>Исследование астроклимата Монголии</i>	34
Gabdeev M.M. <i>Photometric observations of polars</i>	36
<u>Габриелян В.В.</u> , Мовсесян Т.А. <i>Модернизация метрового телескопа Шмидта Бюраканской обсерватории</i>	36
<u>Горанский В.П.</u> , Волков И.М., Жарова А.В., Ирсамбетова Т.Р., Магницкий А.К., Метлов В.Г., Метлова Н.В., Шугаров С.Ю., Барсукова Е.А., Буренков А.Н., Борисов Н.В., Валеев А.Ф., Павленко Е.П. <i>Спектральные и фотометрические исследования рентгеновских источников в оптическом диапазоне</i>	38
<u>Горда С.Ю.</u> , Захарова П.Е., Кузнецов Э.Д. <i>Основные спектральные исследования, выполненные в течение первых пяти лет работы 1.2-м альт-азимутального телескопа Коуровской астрономической обсерватории Уральского федерального университета</i>	40
<u>Добриков Н.С.</u> , Абдулкадыров М.А., Владимиров Н.М., Игнатов А.Н., Патрикеев В.Е., Семенов А.П. <i>Оптимизация конструкции астрономических и космических зеркал</i>	42
<u>Додонов С.Н.</u> , Афанасьев В.Л., Амирханян В.Р., Мовсесян Т.А., Габриелян В.В. <i>Спектрофотометрия звезд и галактик в среднеполосных фильтрах на 1-м телескопе Шмидта Бюраканской обсерватории : инструментальные возможности и задачи</i>	44
Власюк В.В., <u>Драбек С.В.</u> , Комаров В.В., Шергин В.В. <i>Комплексная модернизация 1-м телескопа Zeiss-1000 САО РАН</i>	45
<u>Еселевич М.В.</u> , Амвросов А.Л., Караваев Ю.С., Клунко Е.В., Коробцев И.В., Мишина М.Н., Тергоев В.И., Цуккер Т.Г., Чупраков С.А. <i>Телескопы Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН: состояние и перспективы</i>	45

<u>Иванова А.В.</u> <i>Перспективы исследования малых тел Солнечной системы с малыми и средними телескопами</i>	46
<u>Карпов С.В.</u> , <u>Бескин Г.М.</u> , <u>Бирюков А.В.</u> , <u>Бондарь С.Ф.</u> , <u>Иванов Е.А.</u> , <u>Каткова Е.В.</u> , <u>Перков А.В.</u> , <u>Сасюк В.В.</u> <i>ММТ-многоканальный мониторинговый телескоп с субсекундным временным разрешением</i>	47
<u>Карпов Н.В.</u> , <u>Сергеев А.В.</u> , <u>Тарадий В.К.</u> <i>Современное состояние и развитие 2-м RСС телескопа фирмы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол</i>	48
<u>Карпов Н.В.</u> , <u>Коничек В.В.</u> , <u>Дудинов В.Н.</u> , <u>Железняк А.П.</u> , <u>Синельников И.Е.</u> <i>Юстировка 2-м телескопа фирмы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол</i>	49
<u>Бондарь С.Ф.</u> , <u>Иванов Е.А.</u> , <u>Каткова Е.В.</u> , <u>Орехова Н.В.</u> , <u>Перков А.В.</u> <i>Цейсс-600 как средство АСПОС ОКП</i>	50
<u>Катышева Н.А.</u> , <u>Хохол Д.</u> , <u>Шугаров С.Ю.</u> <i>Фотометрическая активность V404 Cyg во время вспышки 2015 г.</i>	51
<u>Комаров В.В.</u> <i>Телевизионные подсмотры для малых и средних оптических телескопов</i>	52
<u>Крушинский В.В.</u> <i>Пакет программ для автоматической обработки эшельных спектров, полученных на оптоволоконном спектрографе</i>	53
<u>Носов В.В.</u> , <u>Носов Е.В.</u> , <u>Лукин В.П.</u> , <u>Торгаев А.В.</u> <i>Особенности структуры турбулентности в обсерваториях юга Сибири</i>	54
<u>Мазаева Е.Д.</u> , <u>Позаненко А.С.</u> , <u>Румянцев В.В.</u> <i>от имени коллектива наблюдателей Исследование неоднородностей кривой блеска оптического послесвечения космического гамма-всплеска GRB 030329</i>	57
<u>Минаев П.Ю.</u> , <u>Позаненко А.С.</u> <i>Спектральная эволюция импульсов гамма-всплесков</i>	59
<u>Мовсесян Т.А.</u> , <u>Магакян Т.Ю.</u> <i>Методы исследования компактных областей звездообразования на 2.6 м телескопе Бюраканской обсерватории</i>	61
<u>Молотов И.Е.</u> , <u>Юдин А.Н.</u> <i>Сеть НСОИ АФН/ISON, результаты и перспективы</i>	62
<u>Москвитин А.С.</u> <i>Наблюдения сверхновых и послесвечений гамма-всплесков</i>	65
<u>Назаров С.В.</u> , <u>Кутков О.</u> <i>Новая система автоматического гидирования зеркального телескопа академика Шайна</i>	66
<u>Панчук В.Е.</u> , <u>Верич Ю.Б.</u> <i>Автоколлимационный дифракционный спектрограф</i>	66
<u>Панчук В.Е.</u> , <u>Ключкова В.Г.</u> <i>Спектроскопия высокого разрешения на телескопах умеренного размера</i>	67
<u>Панчук В.Е.</u> , <u>Ключкова В.Г.</u> , <u>Комаров В.В.</u> , <u>Марченко Д.В.</u> <i>Спектрограф скрещенной дисперсии для 10-дюймового телескопа</i>	69
<u>Панчук В.Е.</u> , <u>Ключкова В.Г.</u> , <u>Сачков М.Е.</u> , <u>Верич Ю.Б.</u> , <u>Юшкин М.В.</u> , <u>Якопов Г.В.</u> <i>Подвесной спектрограф скрещенной дисперсии</i>	70
<u>Потанин С.А.</u> , <u>Белинский А.А.</u> , <u>Возякова О.В.</u> , <u>Горбунов И.А.</u> , <u>Додин А.В.</u> , <u>Корнилов В.Г.</u> , <u>Корнилов М.В.</u> , <u>Ламзин С.А.</u> , <u>Маланчев К.Л.</u> , <u>Саввин А.Д.</u> , <u>Сафонов Б.С.</u> , <u>Черепашук А.М.</u> , <u>Черясов Д.В.</u> , <u>Шатский Н.И.</u> <i>Контроль</i>	

<i>оптики 2.5 метрового телескопа ГАИШ МГУ</i>	70
<u>Рощина Е.А.</u> , Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Ершова А.П., Бикулова Д.А., Баляев И.А., Петюр В.В., Шумилов А.А., Максимова Л.А., Оськина К.И., Апетян А.А., Куликова А.М. <i>Адаптация стратосферного солнечного телескопа Сатурн для астрометрических наблюдений. Первые результаты</i>	71
Рзаев А.Х. <i>Исследование горячих, массивных звезд на малых телескопах</i>	73
Рыбак А.Л. <i>Наблюдательная астрономия на Камчатке: история и перспективы</i>	74
<u>Саванов И.С.</u> , Пузин В. Б., Наливкин М.А., Нароенков С.А., Крючков С.В., Теребиж В.Ю., Дмитриенко Е.С., Карпов С.В., Бескин Г.М., Бирюков А.В., Бондарь С.Ф., Иванов Е.А., Каткова Е.В., Орехова Н., Перков А.В., Стасюк В.В. <i>Перспективы создания сети широкоугольных телескопов в ИНАСАН и первые астрофизические результаты</i>	75
Савельев А. <i>Телескопы «АСТРОСИБ». 20 лет использования и развития.</i>	77
Сафонов Б.С. <i>Полярострометрия видимого диапазона – демонстрация на 70- см телескопе</i>	79
Semenko E. <i>Probing the chemical peculiarities of A and B stars with small telescopes</i>	80
<u>Соков Е.Н.</u> , Сокова И.А., Балугев Р.В. <i>Создание международного наблюдательного проекта по поиску экзопланет на основе наблюдений известных транзитных внесолнечных планет</i>	80
Сосновский А.А. <i>Результаты исследований эволюции катаклизмических переменных звезд на телескопах НИИ КрАО</i>	81
Наджиб А.Э., <u>Татарников А.М.</u> , Шатский Н.И. <i>Исследования и первые наблюдения с инфракрасной камерой-спектрографом ASTRONIRCAM на 2.5м телескопе</i>	83
Чунтонов Г.А. <i>Бесцелевой водородный магнитометр для телескопа Цейсс-1000</i>	83
<u>Щергин В.В.</u> <i>Матобеспечение новой системы управления Цейсс-1000</i>	84
<u>Шустов Б.М.</u> <i>Космические телескопы небольшой апертуры: и/или?</i>	85
<u>Юшкин М.В.</u> , Панчук В.Е., Клочкова В.Г., Верич Ю.Б., Якопов Г.В. <i>Проект спектрографа высокого разрешения для 1-метрового телескопа САО. I. Оптическая схема.</i>	86
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	89