

The gated viewing night vision binocular

V. M. Belocone, M. A. Bajucansky, V. G. Volkov, V. L. Salicov, S. A. Ukrainsky
Federal State Unitary Enterprise "Alpha", Moscow, Russia

Electro-optical scheme and technical details of portative Gated Viewing Night Vision Binocular are presented. Recognition distance of man figure in passive mode at star night conditions is reached up to 500 m and in active-impulse mode – up to 800 m. Binocular's field of view is equal to 10° in passive mode and 1,5×0,75° in active-impulse mode. Accuracy of range determination is equal to ±10 m. Mass of device is less than 1.2 kg, DC power supply voltage equals to 12 V and consumption 5 W.

УДК 621.397

ТВ-система "Все Небо" для мониторинга ночной облачности

В. В. Комаров, А. Ф. Фоменко, В. С. Шергин

Специальная астрофизическая обсерватория (САО) РАН, п. Н.-Архыз, Россия

ТВ-система "Все Небо" предназначена для дистанционного компьютерного контроля наблюдений на оптических телескопах САО состояния ночной облачности в реальном времени одновременно по всей небесной полусфере в районе телескопов. Рассмотрены особенности создания подобных систем. Приведены технические характеристики устройств системы, программные интерфейсы, принцип работы.

На больших оптических телескопах астроном не располагается рядом с ним и светоприемной аппаратурой, а проводит наблюдения из аппаратного помещения, куда поступает вся необходимая информация о состоянии телескопа и наблюдательной аппаратуры. В процессе наблюдения астроном должен принимать оперативные решения, в том числе и связанные с погодной обстановкой в районе телескопа. Данные о прозрачности атмосферы и облачности должны поступать непрерывно.

На российском 6-метровом оптическом телескопе БТА эта проблема вначале решалась с помощью высокочувствительных систем, на входе которых располагался электронно-оптический преобразователь [1]. Недостатками конструкции были небольшое поле зрения, чтобы уверенно наблюдать звезды до 4-звездной величины, и большая вероятность прожигания люминофора фотокатода при яркой засветке. В дальнейшем стали применяться ПЗС-камеры [2], но из-за их невысокой чувствительности приходилось делать минутные накопления для уверенного наблюдения до 4-звездной величины. В настоящее время в САО на базе малоформатных высокочувствительных ПЗС-камер фирмы ЭВС (С.-Петербург) разработа-

на камера внешнего обзора [3], которая работает в автоматическом режиме круглосуточно. Поле зрения данной камеры составляет 40°. Чувствительность камеры дает возможность наблюдать звезды до 6-звездной величины при времени накопления на ПЗС до 2/3 с, а поворотное устройство позволяет перенаводиться по всей небесной полусфере в районе телескопов. Такая система решает проблему получения информации о состоянии ночного неба в квазиреальном времени. При этом астроному необходимо перенаводить камеру внешнего обзора для получения реальной картины всего неба, в то время как ему необходима визуальная оценка облачности сразу по всей небесной полусфере без потерь времени на это перенаведение.

Авторами работы была разработана и внедрена в эксплуатацию ТВ-система "Все Небо" (ВН), которая позволила решить данную проблему. В данной статье рассматриваются особенности создания системы ВН для дистанционного мониторинга в реальном времени состояния облачности. Приведены технические характеристики разработанной ПЗС-камеры, устройство и принцип работы системы, описываются программные интерфейсы для дистанционного доступа к изображениям ночного неба.

Технические проблемы создания ПЗС-камеры "Все Небо"

Основной технической проблемой создания ПЗС-камеры ВН является широкоугольный (180°) объектив, способный сформировать изображение всего неба на сверхчувствительных ПЗС-матрицах Sony формата 1/3" и 1/2" и оптически-прозрачное окно, защищающее объектив от внешнего воздействия. С нашей точки зрения, оптимальным решением по параметру цена/качество является применение составного 180°-объектива, состоящего из широкоугольного (90—100°) ССТV-объектива с автоирисовой диафрагмой и широкоугольной оптической насадкой 0,4—0,5 типа "рыбий глаз". При этом автоирис выполняет роль автоматического затвора днем.

Первоначально был создан макет камеры ВН [4], где были использованы ССТV-объектив $f = 3,5$ мм, F1.2 с автоирисом DD и насадка от объектива "рыбий глаз" Зенитар-K2.8/16. Для уверенного наблюдения ночного неба в ПЗС-камере должен быть предусмотрен режим накопления и охлаждения ПЗС-матрицы до $-25 \div -30$ °С. В макете использовалась ПЗС-камера VNI-743 1/3" с автоматической экспозицией от 1/30000 до 1 с, холодильник Пельтье не включался, так как испытания камеры ВН проводились при полнолунии.

Была зарегистрирована вся динамика облачности с оцифровкой и сохранением видеoinформации с интервалом в 20 с. На рис. 1 приведены примеры изображения ночного неба во время большой облачности (см. рис. 1, а) и ухода облаков с открытием зенитной области (см. рис. 1, б).

Разработка и создание ПЗС-камеры для ТВ-системы ВН

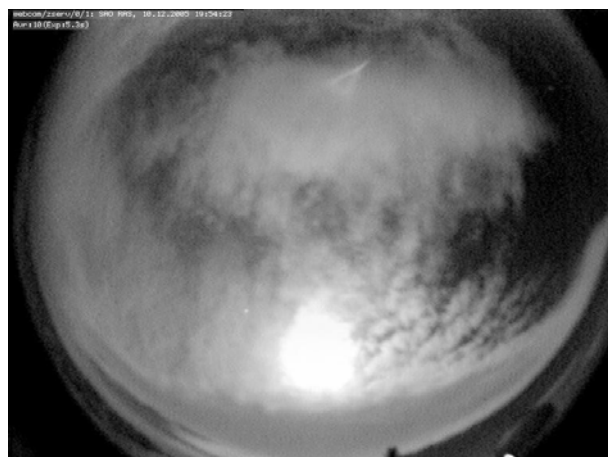
В системе использована ПЗС-камера VNI-743 (ЭВС, С.-Петербург), имеющая:

автоматический электронный затвор ПЗС-камеры, который в зависимости от яркости ночного неба работает в диапазоне экспозиций от 1/30000 до 1 с (100-кратный ночной режим);

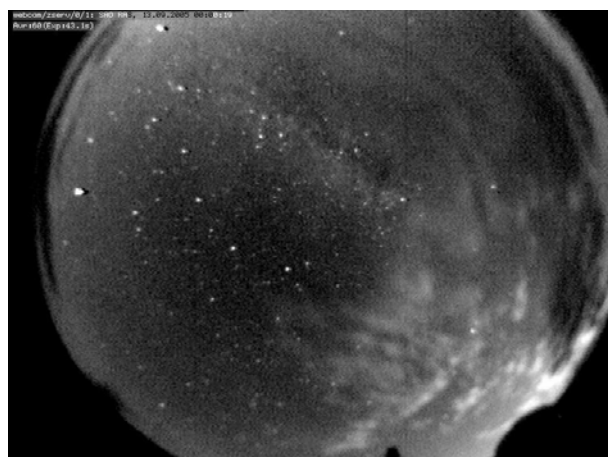
ПЗС-камеру, которая имеет чересстрочный режим развертки, разрешение 570 ТВ-линий, корректор четкости для работы с видеокабелем до 100 м, видеоразмахом 1 В на 75 Ом проходного видеоконтрольного устройства (ВКУ), преобразователь кадровой памяти для стандартного ВКУ.

Были разработаны и изготовлены:

система обогрева и вентиляции иллюминатора, которая обеспечивает работу ПЗС-камеры от -40 до $+40$ °С;



а



б

Рис. 1. Изображения ТВ-системы ВН ночного облачного неба:

а — большая облачность с подсветкой от Луны;
б — звезды над БТА

система охлаждения с помощью термоэлектрической батареи, которая обеспечивает снижение порога чувствительности ПЗС-матрицы Sony;

электронный узел для автоматического закрытия и открытия затвора в утреннее и вечернее сумеречное время в целях защиты ПЗС от солнечного света;

программное обеспечение получения и обработки цифровых видеоизображений, которое увеличивает проникающую способность ТВ-системы.

Основные технические характеристики ТВ-камеры ВН приведены ниже.

Объектив.....	типа "рыбий глаз" (составной)
Входная линза	передняя линза объектива MC ZENITAR-K2.8/16
Фокусное расстояние, мм.....	3,5
Относительное отверстие (светосила)....	1,4
Включение/выключение затвора	автоматическое
Угол поля зрения, град	180
ПЗС-матрица	1/3" SONY ICX259AL
Размер элемента, мкм	6,2×6,3

Число элементов	582×752
Размер матрицы, мм.....	3,6×4,8
Время накопления на ПЗС, с.....	1/100000—2,5
Режим выбора времени накопления	автоматический
Температура ПЗС-матрицы, °С.....	-20
Рабочая температура, °С	-20÷+35
Размеры (диаметр×высота), мм	∅ 250×300
Масса, кг	4
Режим подогрева окна	автоматический

Устройство и принцип работы ТВ-системы обзора ВН

Гермобокс обзора ВН установлен на крыше однометрового телескопа (рис. 2). Блок питания расположен в подкупольном пространстве телескопа. В гермобоксе смонтирован 180-градусный объектив, состоящий из выпукло-вогнутой линзы объектива "рыбий глаз" Зенитар 2.8/16 и светосильного объектива $f = 3,5$ мм, F1.4 с автоматической диафрагмой.

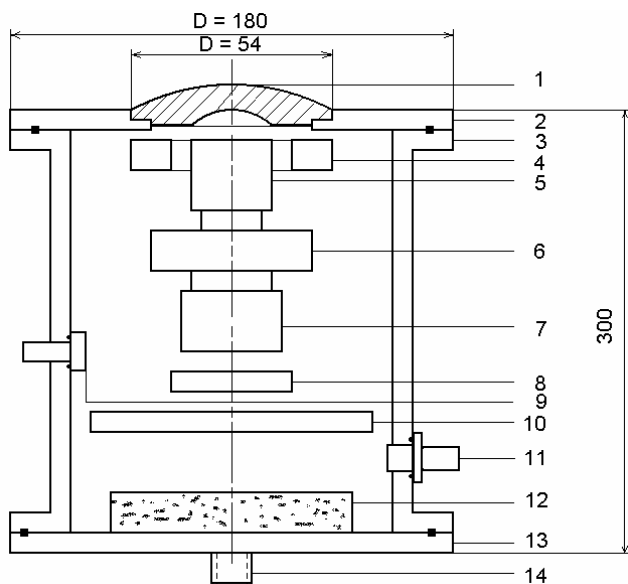


Рис. 2. ТВ-камера "Все Небо" наружного исполнения:

- 1 — выпукло-вогнутая линза; 2 — крышка; 3 — корпус;
- 4 — обогреватель; 5 — объектив $f = 3,5$ мм, F1.4;
- 6 — термоохлаждающий модуль; 7 — ПЗС-камера VNI-743-127; 8 — вентилятор; 9 — фотодатчик; 10 — плата электроники; 11 — герморазъем; 12 — силикагель; 13 — дно;
- 14 — крепежный болт

Выпукло-вогнутая линза служит входным окном обзора ВН. К объективу стыкуется ПЗС-камера VNI-743 с прошивкой 127 (максимальное время накопления на ПЗС $127 \times 0,02$ с). В гермобоксе установлены автоматический блок включения/выключения затвора (диафрагмы) объектива вечером/утром и узел термостабилизации и обогрева входного окна. Сигнал видео через цепи коммутации поступает на ВКУ в аппаратной и далее на вход видеокарты в сервере телескопа. Изображение неба можно наблюдать как на ВКУ в анало-

говом режиме, так и на дисплее любого сетевого персонального компьютера Web-браузером через страницу обзора неба (All-Sky) на Web-сайте САО РАН (рис. 3).

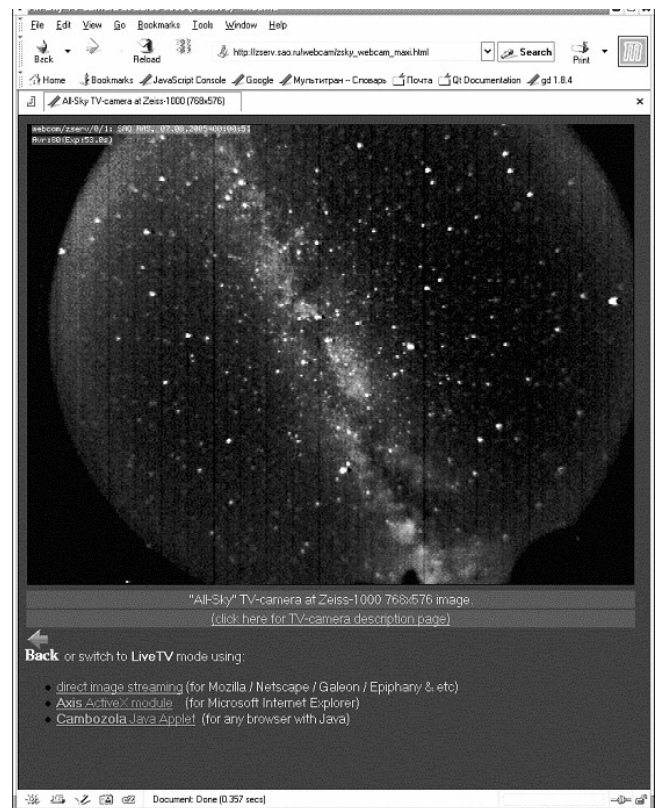


Рис. 3. Web-страница ТВ-системы ВН с изображением ночного неба

ПЗС-камера работает в автоматическом режиме выбора времени накопления на ПЗС от $1/100000$ до $127 \times 0,02$ с.

Программное обеспечение (ПО)

ПО представляет собой адаптированную к специфике камеры версию программы *webcam* (С) 1999 Gerd Knorr (получение кадров с видеокамер, формирование JPEG-файлов и передача их по ftp).

Программа формирует JPEG-картинки форматов 106×80 , 320×240 и 768×576 и обеспечивает усреднение до 255 полей с результирующей экспозицией до ~ 175 с. Обычно программа работает в автоматическом режиме, делая накопление от 1 до 80 полей (с результирующей экспозицией до 1 мин) в зависимости от яркости неба.

Версия программы учитывает специфику камер типа VNI-743 (ЭВС) с автоматическим выбором экспозиции на ПЗС-матрице. В программе реализованы новый принцип регулирования накопления кадров (по шумовой характеристике снимка) и вычитание темного фона.

Разработана программа *bta_sky*, в алгоритме которой подобран приблизительный расчет геометрических искажений камеры. Реализован интерфейс с возможностью наложения оверлея аннотации с сеткой RA/Dec, созвездиями и звездами из каталога FK5.

Программа может формировать изображение координатной сетки, конфигурации созвездий и положение основных звезд из каталога FK5. Изображение либо рисуется прямо в JPEG-картинке камеры, либо создается "прозрачная" PNG-картинка для последующего вложения в Web-браузер.

Разработана процедура архивирования и сохранения ежечасных ночных кадров за последний месяц. Реализованы оперативные архивы с ежечасными изображениями полного формата и анимацией малого формата за последний час (через 5 мин).

Дистанционный доступ

Визуальный дистанционный доступ к цифровым изображениям ТВ-системы "Все Небо" в реальном времени и к архивным снимкам возможен с любого компьютера как в локальной сети САО, так и с доступом из внешнего Интернета через проху-ретрансляцию Web-сайтом САО.

Данный интерфейс представляет собой оцифрованное изображение ТВ-камеры "Все Небо" в формате 320×240. Изображение обновляется каждые 15 с. На данной странице можно перейти на полноформатное изображение, которое обновляется каждые 60 с.

Доступен режим реального времени с обновлением изображений в формате 320×240 до нескольких кадров в секунду. Для этого необходимо выбрать соответствующий браузер, обеспечивающий данную моду на компьютере. Так как ПЗС-камера работает в автоматическом режиме, то время экспозиции кадра зависит от количества света на входе. Поэтому ночные экспозиции доходят до 2,5 с.

Таким образом, изображения в реальном времени обновляются через интервал времени, равный времени экспозиции.

Заключение

Разработана и создана ночная ПЗС-камера с полем зрения 180° автоматической коррекцией ее основных параметров для работы в необслуживаемом режиме.

Разработана версия программы *webcam*, учитывающая специфику ПЗС-камеры. Программа обработки получаемых видеоизображений использует принцип регулирования накопления кадров (по шумовой характеристике снимка) и вычитания темного фона.

Разработана программа *bta_sky*, в алгоритме которой подобран приблизительный расчет геометрических искажений камеры. Реализован интерфейс с возможностью наложения координатной сетки RA/Dec, конфигурации созвездий и положения основных звезд из каталога FK5. Изображение либо рисуется прямо в JPEG-картинке камеры, либо создается "прозрачная" PNG-картинка для последующего вложения в Web-браузер.

Разработана процедура архивирования и сохранения ежечасных ночных кадров за последний месяц. Информация о состоянии облачности передается непрерывно в течение темного времени суток на домашнюю страницу сервера *zserv.sao.ru*. Каждый час оцифрованные изображения сохраняются в архиве для последующего просмотра с сохранением в течение последних 30 календарных суток.

Литература

1. Комаров В. В., Витковский В. В., Власюк В. В., Фоменко А. Ф., Шергин В. С. Цифровой телевизионный комплекс БТА САО РАН: Препринт САО N150T, 2002.
2. Komarov V. V., Vitkovskij V. V., Vlasyuk V. V., Fomenko A. F., Shergin V. S. A digital TV-complex of the 6 m optical telescope BTA for identification of astronomical objects and guiding//Bull. Spec. Astrophys. Obs. 2002. № 53. P.134—143.
3. Komarov V. V., Vitkovskij V. V., Fomenko A. F., Fomenko N. A., Shergin V. S. Inside/Outside dome monitoring video system of the 6m optical telescope BTA//Bull. Spec. Astrophys. Obs. 2002. № 54. P. 134—139.
4. Комаров В. В., Фоменко А. Ф., Шергин В. С. Разработка ночной системы "Все Небо" для дистанционного мониторинга в реальном времени состояния облачности//XIX Междунар. науч.-технич. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения: Тез. докл. — М., 2006. С. 172—173.

Статья поступила в редакцию 30 сентября 2006 г.

TV-system "All Sky" for real-time remote monitoring of night cloud condition

V. V. Komarov, A. F. Fomenko, V. S. Shergin

Special Astrophysical Observatory of Russian Academy of Sciences, N-Arkhyz, Russia

The system is intended for real-time remote computer control of cloud condition during observations with the optical telescopes of SAO simultaneously all over the sky hemisphere at the 6 m telescope site environment. This work demonstrates technical problems of constructing such systems. The technical parameters of the system devices are given along with description of its work principle.

УДК 681.7.02

Применение новых пленкообразующих материалов — цирконата гадолиния и цирконата лютеция для получения высококачественных оптических покрытий

М. Ф. Васильева, А. К. Герасюк, А. И. Гоев, В. В. Потелов, Б. Н. Сенник, А. Б. Сухачев
ФНПЦ ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева", г. Красногорск, Московская обл., Россия

В. В. Кириленко, И. Ю. Золотов
НТЦ "Спектр" РАН АИН РФ, Москва, Россия

А. В. Ноздрачев
Счетная Палата РФ, Москва, Россия

Приведена перспектива промышленного освоения покрытий нового поколения — градиентных оптических покрытий и толстых коррекционных слоев, способных изменять ход лучей в оптической среде и требующих синтеза новых пленкообразующих материалов. Изготовлены оптические покрытия с применением цирконата гадолиния ($Gd_2Zr_2O_7$) и цирконата лютеция ($Lu_2Zr_2O_7$), отличающиеся повышенными оптическими параметрами по сравнению со стандартными и обладающие высокой механической, лучевой и термической стойкостью.

Оптические тонкие пленки получили широкое распространение в оптико-электронном приборостроении, космической и лазерной технике, в спектроскопии и других отраслях науки и техники [1—15]. Современная технология изготовления вакуумных тонкопленочных покрытий — это сложный физико-химический процесс, функционирование которого определяется многими факторами:

- давлением остаточных газов в вакуумной камере;
- температурой подложки;
- скоростью нанесения слоя;
- составом и качеством пленкообразующих материалов.

Первые три условия зависят от качества работы вакуумного оборудования, и при достаточной стабильности работы этого оборудования (например, в условиях промышленного производства) на первое место выходит фактор состава и качества пленкообразующих материалов.

Известно, что одно из ведущих мест среди веществ, используемых в тонкопленочной технологии, занимают оксиды металлов, так как они не поглощают излучение в широком спектральном диапазоне, обладают высоким показателем преломления, имеют высокую лучевую прочность,

повышенную адгезию к подложке, высокую механическую и химическую стойкость [4, 6]. Однако получение покрытий из таких материалов связано с определенными трудностями, так как в большинстве случаев оксиды металлов испаряются с диссоциацией, интенсивно взаимодействуют с материалом испарителя, имеют фазовые переходы и пр. [7, 11].

В целях стабилизации и повышения оптико-эксплуатационных характеристик оптических покрытий функционального назначения представляет интерес создание композиционных материалов (КМ) на основе соединений оксидов металлов (М) с редкоземельными элементами (РЗЭ) типа М+РЗЭ. Свойства подобных соединений в значительной мере зависят от состава и концентрации составляющих компонентов.

Работа по поиску и созданию нового поколения пленкообразующих материалов (ПОМ), отвечающих уровню современных высоких технологий, была проведена Научно-технологическим центром "Спектр" РАН и АИН РФ [13] совместно с ФНПЦ ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева". В результате выполненных работ были получены новые пленкообразующие материалы, полностью отвечающие современным технологиям промышленного производства.