

Расположенный в фокусе куде эшелле-спектрометр CEGS в 2004 и 2005 гг. использовался на протяжении 59 и 38 ночей соответственно. Наиболее длительные наблюдения на нем велись по программам:

- исследование переменности магнитных полей пекулярных звезд (В.Д. Бычков) – 36 ночей;
- спектральная переменность О звезд (С.Н. Фабрика) – 23 ночи.

Н.В. Борисов, секретарь программного комитета телескопа Цейсс-1000

In 2004 and 2005 the echelle spectrometer CEGS installed in the coude focus was used during 59 and 38 nights respectively.

The longest observations with it were by the following programs:

- study of variability of magnetic field of peculiar stars (V.D. Bychkov) – 36 nights;
- spectral variability of O stars (S.N. Fabrika) – 23 nights.

N.V. Borisov, secretary of the Program Committee of the telescope Zeiss-1000

МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

РАЗВИТИЕ ШИРОКОПОЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПОИСКА ОПТИЧЕСКИХ ТРАНЗИЕНТОВ

Совместно с НИИПП и Болонским университетом создана новая широкопольная камера с высоким временным разрешением TORTORA (рис. 16). В отличие от прототипа FAVOR в ней используется зеркальный объектив диаметром 12 см и автоматическая фокусировка переброса ЭОП – TVCCD. Новая камера обладает большим полем зрения (около 25°) и лучшим пространственным разрешением. Предусмотрен автоматический выбор режима ЭОПа и фокусировки.

OBSERVATIONAL METHODS

DEVELOPMENT OF WIDE-FIELD METHODS OF SEARCH FOR OPTICAL TRANSIENTS

A new wide-field camera with a high time resolution TORTORA was produced in collaboration with Research Institute Of Precision Instrumentation and the University of Bologna (Fig. 16). Unlike its prototype FAVOR, it contains a mirror objective of diameter 12 cm and an automatic focusing of the flip-over image intensifier – TVCCD. The new camera has a wide field of view (about 25°) and a better spatial resolution. An automatic choice of the image intensifier mode and focusing are provided for.

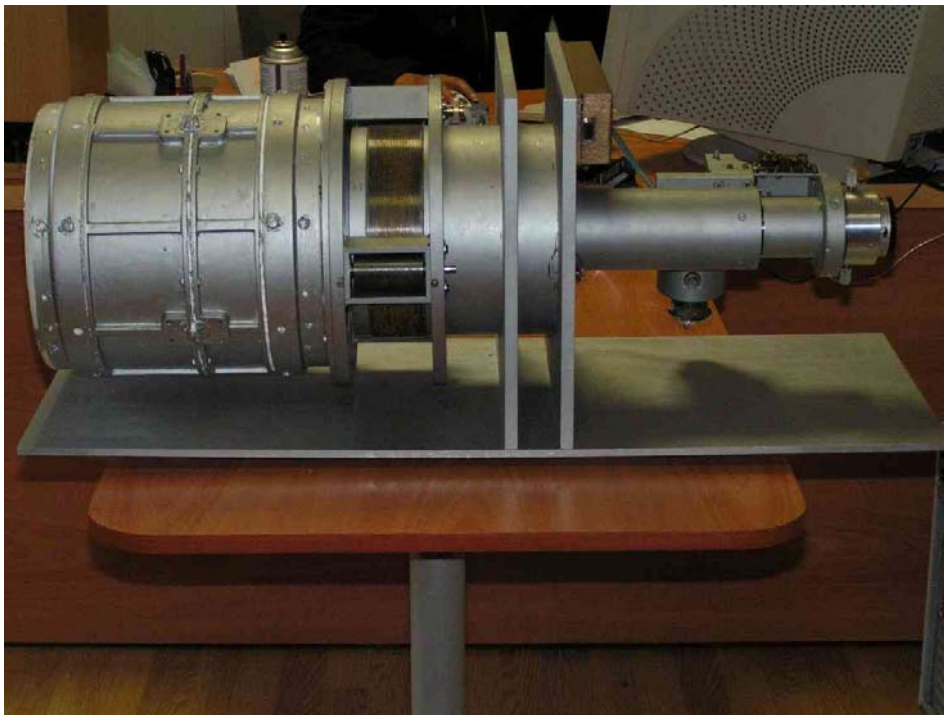


Рис. 16. Широкопольная камера высокого временного разрешения TORTORA

Fig. 16. A wide-field camera of high time resolution TORTORA

Отождествление переменных объектов на камерах FAVOR и TORTORA осуществляется в

Identification of variable objects with the cameras FAVOR and TORTORA is carried out in real time.

реальном времени. В течение 0.4 секунды (3 кадра) определяется блеск и координаты оптического транзиента (ОТ), проводится поиск объекта с этими характеристиками в каталогах вспыхивающих источников и спутников и формируется код-идентификатор объекта. ОТ относится к одному из 4-х классов – спутник, метеор, астрономический объект, новая вспышка. В последнем случае информация передается в сети, а в остальных – в соответствующие рабочие каталоги. В настоящее время комплекс FAVOR –TORTORA работает в стандартном режиме.

Г. Бескин, С. Карпов совместно с С. Бондарем (НИИПП) и Болонским университетом

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ПЗС-КОНТРОЛЛЕРОВ

В лаборатории перспективных разработок завершено создание двух новых типов ПЗС-контроллеров последнего поколения из семейства DINACON (DSP based Intelligent Array Controller). Принципы построения таких контроллеров основаны на цифровой оптимальной фильтрации сигнала и коррекции нелинейности и нестабильностей передаточной характеристики “заряд - цифровые отсчеты” в реальном времени считывания ПЗС-матрицы. Такой подход обеспечивает снижение шума считывания на 30-40% по сравнению с указанным производителем, фотометрическую повторяемость не хуже 0.03% и нелинейность не хуже 0.03% при длительных наблюдениях.

Опыт эксплуатации на телескопах САО двух ПЗС-систем с контроллерами DINACON I и матрицами E2V CCD42-40 показал, что они обеспечивают высокую долговременную стабильность характеристик. Нами был произведен мониторинг нестабильности смещения «нуля» системы (bias) за 6 месяцев работы на 6-м телескопе, которая не превысила $1 e^-$. Анализ поведения ПЗС-системы за 2.5 года, выполненный В.Л. Афанасьевым, показал, что размах нестабильности «нуля» также не превышает $1 e^-$, шум считывания находится в пределах $1.7...2.0 e^-$, нестабильность температуры ПЗС-матрицы составила $\pm 0.2 ^\circ C$.

Новые контроллеры имеют многоканальную многопроцессорную архитектуру, основанную на цифровых сигнальных процессорах. DINACON II является модернизацией DINACON I, функциональные возможности которого описаны в Отчете САО 1999-2000, стр. 30. DINACON II предназначен преимущественно для работы с крупноформатными ПЗС-детекторами с большим числом видеовыходов. Основная цель - достижение предельно малого шума считывания. В контроллере применены более высокопроизводительные 32-разрядные процессоры ADSP-21161 для управления ПЗС-матрицей и обработки видеосигнала. С помощью 14-разрядных АЦП с частотой 25 МГц обеспечивается получение больших выборок при

During 0.4 sec (3 images) luminosity and coordinates of an optical transient (OT) are determined, the search of an object with these parameters in catalogs of burst sources and satellites is fulfilled, and an identifier code of the object is formed. The OT belongs to one of four classes – a satellite, a meteor, an astronomical object, a new burst. In the latter case information goes to network, in other cases – to corresponding work catalogs. At present the complex FAVOR – TORTORA operates in a standard mode.

G. Beskin, S. Karpov in collaboration with S. Bondar' (IPIE) and the University of Bologna

NEW DEVELOPMENTS OF CCD CONTROLLERS

The Laboratory of Advanced Design completed creation of two new types of the last generation CCD controllers from the DINACON (DSP based Intelligent Array Controller) class. Construction principles of such controllers are based on digital optimal filtration of signal and correction of non-linearity and an unstable transfer characteristics “charge – digital readings” in real time of CCD read-out. Such an approach guarantees a read-out noise decrease of 30-40% in comparison to what a producer indicates, a photometric repetition not worse than 0.03% and non-linearity not worse than 0.3% at long observations.

Operating experience of two CCDs with the DINACON I controllers and E2V CCD42-40 arrays at the SAO's telescopes showed that they provide high long-term stability of characteristics. We had monitored instability of the system “zero” bias during 6 months of operation at the 6 m telescope. It did not exceed $1 e^-$. Analysis of the CCD system behavior fulfilled by V.L. Afanasiev during 2.5 years showed that the “zero” instability amplitude also does not exceed $1 e^-$, the read-out noise is within $1.7...2.0 e^-$, a CCD temperature instability is $\pm 0.2 ^\circ C$.

New controllers have multi-channel multi-processor architecture based on digital signal processors. The DINACON II processor is a modernization of DINACON I whose functional capabilities were described in the SAO Report 1999-2000, p.30. The DINACON II is predominantly destined for operation with large CCD detectors with a big number of video outputs. The prime objective is to achieve a limit low read-out noise. To control CCD and to process a video signal the more efficient 32-digit processors ADSP-21161 are used in the controller. 14-digit 25-MHz ADCs provide obtaining large samples in processing a single pixel with re-discretization. The number of video channels can reach 16. The maximum CCD read-out frequency is 3 Mpixel/s per channel with a 16-digit

обработке сигнала единичного пиксела с передискретизацией. Число видеоканалов – до 16-ти. Максимальная частота считывания ПЗС-матрицы составляет 3 Мпиксел/с/канал с 16-разрядным динамическим диапазоном. С применением такого контроллера изготовлены две ПЗС-системы с матрицами E2V CCD42-90 с 2048 x 4608 пикселов (рис. 17). Одна из матриц имеет тонкую подложку, вторая – высокорезистивную. Внедрение этих систем на 6-м телескопе будет выполнено в 2006 г.

Архитектура DINACON III существенно отличается от предыдущих вариантов. Он предназначен в первую очередь для высокоскоростного считывания небольших детекторов. В частности, это могут быть ПЗС-детекторы с внутренним усилением, а также детекторы для задач регистрации волнового фронта. Возможна работа с инфракрасными детекторами. Контроллер позволяет считывать одновременно с четырех видеовыходов со скоростью до 16.5 Мпиксел/с/канал с 14-разрядным динамическим диапазоном. Наряду с этим он может управлять и большими детекторами с числом выходов до четырех, обеспечивая 16-разрядное считывание с малым шумом.

Особенность DINACON III – функции формирования управляющих последовательностей и цифровой обработки сигнала вынесены из камеры в модуль системного контроллера, который выполнен в виде адаптера, вставляемого в стандартную шину PCI управляющего компьютера. Это стало возможным за счет использования оптоволоконной линии связи GigaSTaR 1.32 Гбит/с, соединяющей камеру и системный контроллер. В результате существенно сократился объем электроники на камере, что увеличило надежность системы. В системном контроллере применена комбинация из двух процессоров ADSP-21161 и ADSP-BF535. Первый выполняет задачи управления детектором, второй обрабатывает цифровой сигнал и передает результат непосредственно в память управляющего компьютера.

На основе контроллера DINACON III разрабатывается система с ПЗС-детектором с внутренним усилением E2V CCD97 512 x 512 пикселов, которая позволит достичь эквивалентного шума считывания значительно меньше $1 e^-$.

С применением новых контроллеров изготовлены также три ПЗС-системы на разных матрицах для других обсерваторий.

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

dynamic range. Two CCD systems with E2V CCD42-90 of 2048 x 4608 pixels were produced with this controller, Fig. 17). One of the CCDs has a thin undercoat. The undercoat of the second CCD is high resistive. These systems will be implemented at the 6 m telescope in 2006.

The DINACON III controller architecture considerably differs from previous variants. It is meant first of all for a high-speed read-out of small detectors. In particular, these can be CCD detectors with internal amplification and the detectors for tasks of registration of wave front. A work with infrared detectors is possible. The controller allows reading from four video outputs simultaneously at a speed of up to 16.6 Mpixel/s per channel with a 14-digit dynamic range. Besides, it can control also big detectors with a number of outputs up to four providing a 16-digit reading with a low noise.

A distinctive feature of the DINACON III controller is the fact that the functions of forming control sequences and digital processing of signal are removed from a camera to a module of the system controller which is produced as an adapter inserted into a standard PCI bus of a control computer. It became possible due to usage of the fiber-optic line GigaSTaR 1.32 Gbit/s connecting the camera and the system controller. As a result, the volume of electronics in the camera reduced considerably what made the system more reliable. A system of two processors ADSP-21161 and ADSP-BF535 is applied in the system controller. The first processor controls the detector, and the second one processes a digital signal and transfers a result directly to memory of the controlling computer.

On a basis of the controller DINACON III a system with a CCD detector with internal amplification E2V CCD97 512 x 512 pixels is being developed which will allow us achieving an equivalent read-out noise of much less than $1 e^-$.

Three CCD systems with different CCDs with application of the new controllers were also produced for other observatories.

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



Рис.17. ПЗС-камера с матрицей CCD42-90

Fig.17. The CCD camera with CCD42-90

ПРИМЕНЕНИЕ VPH-РЕШЕТОК ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИИ СО SCORPIO

Ранее спектральные наблюдения с универсальным прибором SCORPIO на БТА проводились с помощью прозрачных решеток с профилированным штрихом с плотностью штрихов от 300 до 1200 на мм, представляющих собой реплики с нарезных решеток, изготовленных в ГОИ им. С.И. Вавилова (С.-Петербург). При работе с этими решетками максимальная квантовая эффективность системы (телескоп + SCORPIO + ПЗС) составляла 30% для спектров низкого ($\delta\lambda=15-20 \text{ \AA}$) и всего 3-5% для спектров более высокого ($\delta\lambda=5-6 \text{ \AA}$) разрешения.

В 2004 г. удалось значительно расширить набор используемых гризм за счет приобретения объемных фазовых голографических решеток (VPHG) с высоким коэффициентом пропускания и малым уровнем рассеянного света. Число штрихов имеющихся VPHG составляет от 550 до 3000 на мм, при этом достигается квантовая эффективность 20-50% как с низким, так и с высоким разрешением (вплоть до $\delta\lambda=2 \text{ \AA}$). Таким образом, удалось в несколько раз увеличить квантовую эффективность SCORPIO в спектральных наблюдениях. Основной набор VPH-решеток был изготовлен фирмой Wasath Photonics (USA) и предоставлен для наблюдения на БТА Институтом астрономии РАН, две решетки были любезно предоставлены университетом г. Падуи (Италия).

Хорошим тестом новых возможностей

APPLICATION OF VPH GRISMS FOR SPECTROSCOPY WITH SCORPIO

Spectral observations with the BTA universal device SCORPIO were previously carried out with transparent profile-grooved grisms of density from 300 to 1200 grooves per mm which were replicas of ruled gratings produced by the St-Petersburg Vavilov State Optical Institute. The maximum quantum efficiency of the system (the telescope + SCORPIO + CCD) in the work with such grisms was 30% for spectra of low resolution ($\delta\lambda=15-20 \text{ \AA}$) and only 3-5% for spectra of higher ($\delta\lambda=5-6 \text{ \AA}$) resolution.

In 2004 we managed to considerably enlarge the set of used grisms due to acquisition of volume phase holographic grisms (VHPG) with a high transmission factor and low level of scattered light. Available VPHGs have from 550 to 3000 grooves per mm. The quantum efficiency therewith achieves 20-50% both for low and high resolution (up to $\delta\lambda=2 \text{ \AA}$). Thus, the SCORPIO quantum efficiency in spectral observations has been gained several times. The main set of VPH grisms was produced by the Wasath Photonics (USA) and given for BTA observations by the Institute of Astronomy of RAS. Two grisms were kindly given by the Padua University (Italy).

The task of studying kinematics of stellar galactic

спектрографа является задача по изучению кинематики звездных дисков галактик, поскольку здесь для областей низкой поверхностной яркости требуется получать абсорбционные спектры с относительно высоким отношением с/ш и с $\delta\lambda=2-4\text{\AA}$. На рис. 18 приведен пример измерения параметров звездной кинематики вдоль большой оси линзовидной галактики с перемычкой NGC3412. За 1.5 часа суммарной экспозиции на SCORPIO с применением голографической решетки VPHG2310 удается измерить лучевые скорости и дисперсию лучевых скоростей звезд для областей с поверхностной яркостью 23^m с квадр. сек. дуги.

В.Л. Афанасьев, А.В. Моисеев. Опубликовано в ПАЖ, 2005, т. 31, с. 214

disks is a good test for new spectrograph's opportunities since here it is necessary to obtain absorption spectra with a relatively high signal/noise ratio and with $\delta\lambda=2-4\text{\AA}$ for areas of low surface brightness. Fig. 18 shows an example of measurement of stellar kinematics parameters along the major axis of the barred lens galaxy NGC3412. During 1.5 hours of SCORPIO sum exposure with VPHG2310 it is possible to measure radial velocities and stellar radial velocity dispersion for areas with surface brightness of 23^m per sq.arc.sec.

V.L. Afanasiev, A.V. Moiseev. Published in Pis'ma v AZh, v.31, p.214.

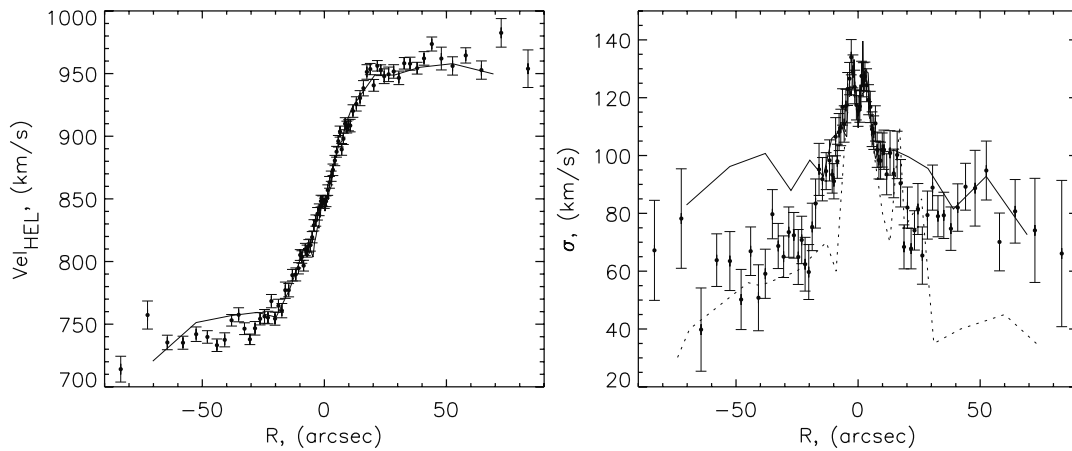


Рис. 18. Кинематика звездного компонента в галактике NGC3412: распределение вдоль большой оси лучевых скоростей (слева) и дисперсии лучевых скоростей (справа). Сплошной линией показаны опубликованные измерения Aguerrri et al. (2003), пунктиром - Neistein et al. (1999).

Fig.18. Kinematics of the stellar component in the galaxy NGC3412: distribution of radial velocities (left) and radial velocity dispersion (right) over the major axis. The solid line shows the measurements by Aguerrri et al. (2003), the dotted line is for measurements by Neistein et al. (1999).

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С УНИВЕРСАЛЬНЫМ ПРИБОРОМ SCORPIO

В 2004 г. внедрен режим спектрополяриметрических наблюдений в первичном фокусе 6-м телескопа с помощью универсального спектрографа SCORPIO. В качестве анализатора поляризации используется пластина Савара, разводящая пучки взаимно перпендикулярной поляризации на $9''$ в фокальной плоскости. Анализатор может вращаться вокруг оси, принимая два фиксированных положения с углами поворота 0 и 45° . Перед щелью SCORPIO устанавливается маска, которая формирует пунктирную щель и на выходе спектрографа получается серия пар спектров, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Вместо использования $\lambda/2$ -пластины мы сравниваем спектры, полученные при повороте анализатора на 0 и 45° . Для измерения циркулярной поляризации

POLARIZATION MEASUREMENTS WITH A MULTIPURPOSE INSTRUMENT SCORPIO

In 2004 a spectropolarimetric observational mode with a multipurpose spectrograph SCORPIO was introduced in the primary focus of the 6 m telescope. A Savart plate separating mutually perpendicular polarizations to $9''$ in focal plane is used as a polarization analyzer. The analyzer can revolve on its axis with two fixed positions of angle 0 and 45° . A mask forming a dotted slit is set before the SCORPIO slit, and at the spectrograph exit we have a set of pairs of spectra polarized in mutually perpendicular planes. Instead of using a $\lambda/2$ plate we compare spectra obtained at the analyzer twisting at 0 and 45° . To measure the circular polarization a $\lambda/4$ plate is introduced before the analyzer. Beside a reading statistics a true accuracy of measurement of degree of polarization depends also on the value of scattered light in the spectrograph, the accuracy of spectra correction for flat field, the presence

перед анализатором вводится пластина $\lambda/4$. Реальная точность измерения степени поляризации в спектре, помимо статистики отсчетов, зависит от величины рассеянного света в спектрографе, точности исправления спектров за плоское поле, наличия “духов” в анализаторе (их величина около 0.2%) и точности процедуры экстракции спектров из изображения.

Как показывают наши оценки, порог измерения степени линейной поляризации в SCORPIO составляет 0.2-0.3%, а точность измерения 0.1-0.3% (в зависимости от длительности экспозиции). На рис. 19 показан пример суммарного спектра центральной области сейфертовской галактики 2-го типа Mrk 573, полученного по время тестовых наблюдений в августе 2004 г. Приведена зависимость степени линейной поляризации от длины волны. Спектры были получены при качестве изображения 2" с решеткой VPHG550G (дисперсия 2 Å/px). Была сделана серия экспозиций по 10 минут в последовательных положениях угла поворота анализатора. Полная экспозиция составила 2 часа, интегральная яркость ядра галактики в щели около 16^m в полосе V. На рис.19с в степени поляризации выделяется широкая компонента водородных линий. Полученный результат находится в удовлетворительном согласии с результатами наблюдений других авторов (Nagao et al., 2004, AJ, 128, 109).

В.Л. Афанасьев

Опубликовано в ПАЗ, 2005, т. 31, с. 214

of “ghosts” in the analyzer (its value is about 0.2%) and the accuracy of a procedure of spectra extraction from the image.

As our estimates show, the measurement threshold of degree of linear polarization in SCORPIO is 0.2-0.3%, and the measurement accuracy is 0.1-0.3% (depending on exposure). Fig.19 presents an example of the sum spectrum of a central region of the Seyfert galaxy of the second type Mrk 573 obtained during test observations in August 2004. A relation between the degree of linear polarization and wavelength is added. The spectra were obtained as a 2" image with the grid VPHG550G (dispersion 2 Å/px). A set of 10-minute exposures in consecutive positions of the analyzer rotation angle was made. The sum exposure was 2 hours; the integral slit brightness of the galaxy nucleus in the V band was about 16^m. In Fig. 19c a wide component of hydrogen lines stands out in the degree of polarization. The obtained result is in reasonable agreement with results of observations by other authors (Nagao et al., 2004, AJ, 128, 109).

V.L. Afanasiev

Published in PAZh, 2005, v. 31, p. 214

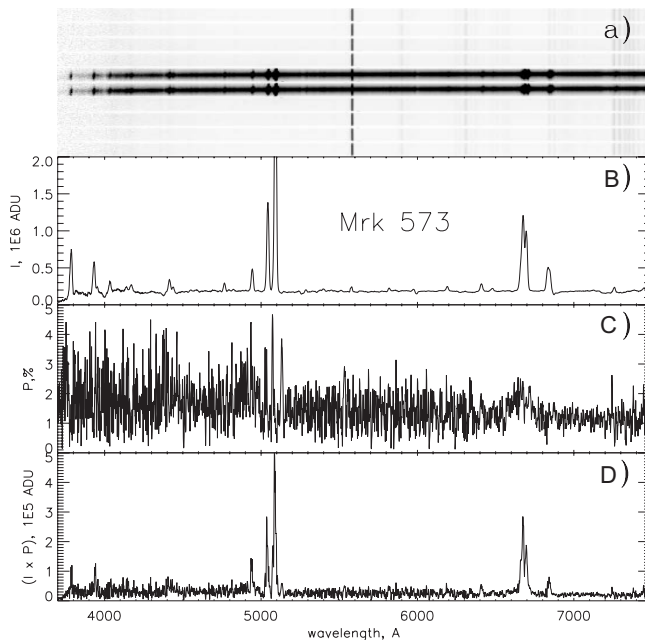


Рис.19. Спектрополяриметрия активного ядра галактики Mrk573. Призма VPHG550G, экспозиция 120 мин., щель 1x7.5": a) – исходный спектр, с анализатором в позиции 0°; b) – интегральный спектр ядра, за вычетом спектра окружающей галактики (I); c) – степень поляризации ядра (P); d) – спектр ионизованного излучения (IxP). Единица ADU= 0.5e⁻.

Fig. 19. Spectropolarimetry of active nucleus of the galaxy Mrk573. The prism is VPHG550G, the exposure is 120 minutes, the slit is 1x7.5": a) an initial spectrum with the analyzer in position 0°; b) an integral spectrum of nucleus minus the spectrum of a surrounding galaxy (I); c) a degree of polarization of nucleus (P); d) the spectrum of ionized radiation (IxP). An ADU unit = 0.5e⁻.