

УДК 524.337

**К 90-летию К.К. Чуваева.**

## **Создание дифракционного спектрографа СПЭМ для ЗТШ и исследования на нем нестационарных звезд**

*Р.Е. Гершберг*

НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, Крым, Научный

Поступила в редакцию 2 ноября 2007 г.

**Аннотация.** К.К. Чуваев был одним из главных создателей дифракционного спектрографа с каскадным ЭОПом в качестве светоприемника – СПЭМа – для фокуса Нэсмита ЗТШ. В этом докладе излагается краткая история создания этого прибора и перечислены основные результаты, полученные на нем при изучении нестационарных звезд.

K.K. Chuvaev was one of the main founders of the diffraction spectrograph with the image tube as a detector – SPEM – for the Nasmyth focus of the Shajn reflector. The short history of the SPEM making and the main results obtained with it on the topic of non-stationary stars are given in this paper.

---

2.6-м зеркальный телескоп имени Г.А. Шайна (ЗТШ) начал работать в 1961 году. Первое выполненное на нем исследование состояло в получении и изучении прямых фотоснимков нескольких десятков галактик в различных спектральных областях (Бутслов и др., 1962). Это исследование было проведено с помощью установленной в прямом фокусе телескопа изготовленной в КрАО фильтровой насадки с набором светофильтров, в которой в качестве светоприемника использовался трехкаскадный электронно-оптический преобразователь (ЭОП) УМ-92. Изготовленный в НИИ прикладной физики в Москве, этот прибор был доведен в КрАО при решающем участии К.К. Чуваева (Бутслов и Чуваев, 1966; Чуваев, 1972; Гершберг и Чуваев, 1972) до состояния, пригодного для астрономических наблюдений.

Успешное применение УМ-92 для прямого фотографирования галактик породило идею изготовить с этим светоприемником щелевой спектрограф для прямого фокуса ЗТШ. Такой спектрограф был изготовлен в механических мастерских КрАО. Однако сложность необходимых манипуляций с затвором, щелью и решеткой, которые надо было проводить дистанционно, и гидирование с помощью установленных на переднем кольце телескопа оптических систем обнаружили неэффективность этого спектрографа. Поэтому было принято решение изготовить спектрограф с УМ-92 для фокуса Нэсмита. Такой прибор был спроектирован инженером Г.А. Мониним и изготовлен в механических мастерских КрАО. Весь узел светоприемника был снова выполнен под руководством К.К. Чуваева. В течение 1964 года были проведены испытания этого прибора на телескопе и со следующего года СПЭМ – спектрограф ЭОПный Монина – вошел в штатное оборудование ЗТШ. И он остается таковым вот уже более 42 лет.

На рис. 1 представлена схема СПЭМа. За входной зеркальной щелью спектрографа установлен зеркальный коллиматор – сферическое зеркало F/16. Сменные дифракционные решетки, помещенные в индивидуальные обоймы, устанавливаются на толстой поворотной шайбе. В качестве камеры спектрографа первоначально использовался линзовый объектив Кинон. Его высокая

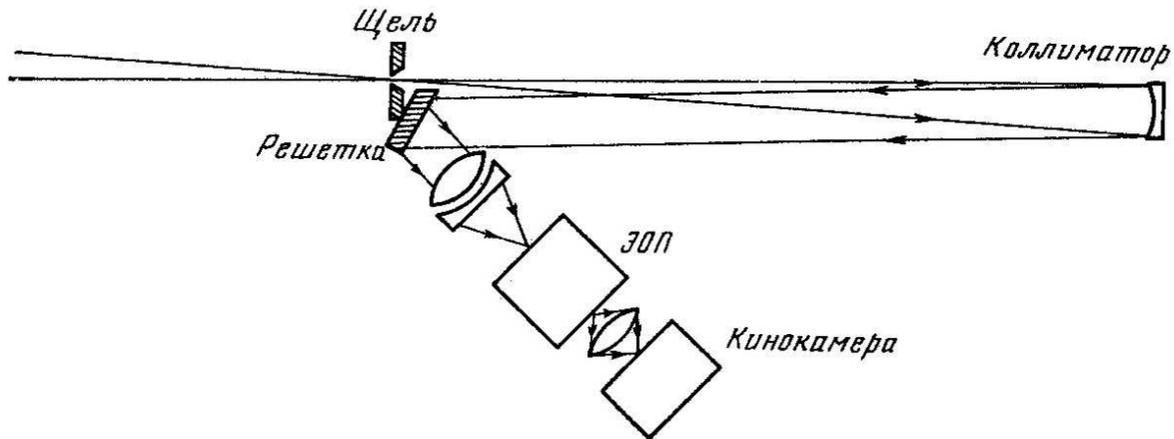


Рис. 1.

светосила  $F/1.4$  обеспечивала широкощельность спектрографа, но заметный хроматизм требовал перефокусировки при смене исследуемого диапазона длин волн. Поэтому вскоре Кинон был заменен зеркально-линзовым объективом, рассчитанным Г.М. Поповым и изготовленным им в оптической мастерской КрАО. Камера спектрографа строила спектр на входном окне ЭОПа УМ-92 и усиленное изображение спектра с экрана ЭОПа переносилось светосильной оптикой на пленку в кинокамере. Все работы по сочленению спектрографа с ЭОПом и ЭОПа с кинокамерой были проведены К.К. Чуваевым. Он же провел тщательный выбор режима работы трехкаскадного ЭОПа. В электротехнической реализации этого режима в лаборатории и на телескопе активное участие принимал инженер А.И. Смирнов.

На рис. 2 представлена фотография СПЭМа 1965 года, когда на нем были начаты регулярные наблюдения.

Описание СПЭМа было дано в статье (Боярчук и др., 1967); из нее взяты рисунки 1 и 2.

СПЭМ был одним из первых спектрографов с ЭОПом и, будучи установленным на 2.6-метровом ЗТШ, который в 60-е годы был третьим телескопом в мире, дал возможность проводить уникальные в то время астрофизические исследования – получать спектры слабых и быстро переменных объектов. На рис. 3 приведены первые спектрограммы, полученные на СПЭМе, также опубликованные в (Боярчук и др., 1967).

AG Peg – одна из наиболее ярких симбиотических звезд, детально изучавшаяся в то время А.А. Боярчуком. Ее отличие от других переменных этого типа – длительное состояние высокой светимости в течение многих десятилетий.

SS Cyg – одна из наиболее ярких карликовых новых звезд. В 1960–1961 гг. К.К. Чуваев (Чуваев, 1962) провел UVV-мониторинг ее блеска и зарегистрировал 4 сильные вспышки. Треки звезды во время этих вспышек позволили заподозрить применимость к ним небулярной модели, то есть заметный вклад газовой компоненты в общем свечении системы (Гершберг, 1964). Сложный характер фотометрических и колориметрических изменений звезды стимулировал значительный интерес К.К. Чуваева к этому объекту, и он получил много спектров SS Cyg на СПЭМе. К сожалению, эти материалы остались до конца не обработанными. (16 спектрограмм SS Cyg, полученных К.К. Чуваевым в 1972 году, были обработаны Н.Ф. Войханской (Войханская, 1976); она провела отождествление спектральных линий, измерила их эквивалентные ширины и подтвердила существование в системе протяженной газовой структуры.)

Два следующих спектра на рис. 3 – это спектры самой яркой на северном небе вспыхивающей красной карликовой звезды AD Leo во время сильной вспышки 18.05.65 г. и в спокойном состоянии

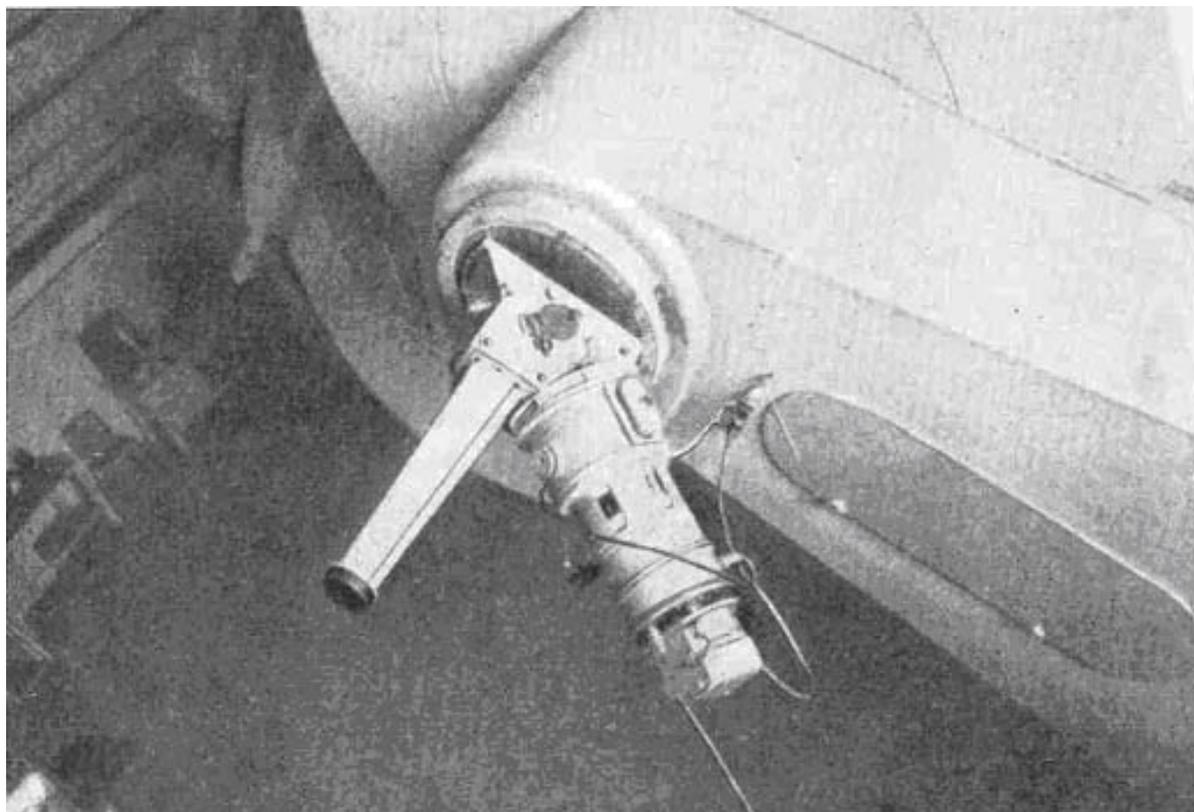


Рис. 2.

(Гершберг и Чугайнов, 1966). Благодаря СПЭМу, в этой вспышке впервые удалось получить спектры такого скоротечного процесса с временным разрешением в десятки секунд, тогда как раньше были известны аналогичные данные лишь усредненные на интервалах во много минут. Цикл исследований вспышек красных карликовых звезд, проведенный со СПЭМом в течение нескольких лет, дал толчок к всестороннему изучению этих процессов и активности солнечного типа на звездах нижней части главной последовательности в целом (Гершберг, 2005).

На пятой и шестой спектрограммах на рис. 3 даны репродукции ниточных спектров уникальной переменной AE Aqr, которая не вписывается в стандартную классификацию переменных звезд, и Новой Геркулеса 1963. Как и в случае с SS Cyg, К.К. Чуваев не закончил их количественный анализ. Та же судьба постигла многочисленные спектры и другой уникальной переменной HM Sge.

На последней спектрограмме рис. 3 дана репродукция спектра одного из первых открытых в начале 60-х годов квазаров 3C273. По-видимому, это был один из первых спектров внегалактических объектов, полученных К.К. Чуваевым на СПЭМе.

С начала 70-х годов К.К. Чуваев сосредоточился на спектральных исследованиях активных внегалактических систем (см. доклад В.И. Проника). Еще лишь дважды он обращался к изучению нестационарных звезд. С Н.С. Полосухиной и В.П. Маланушенко К.К. Чуваев провел исследования двух химически пекулярных магнитных звезд (см. доклад Н.С. Полосухиной), а в середине 1980 года он включился в исследования симбиотической новой PU Vul – пекулярного объекта Кувано.

Как известно, после медленного подъема блеска в 1978 году примерно на 5 звездных величин, объект Кувано около года имел спектр AF и блеск на уровне около 9 звездной величины, а весной 1980 года начал быстро ослабевать. Как показали наши наблюдения (Боярчук и др., 1980; Гершберг и др., 1982; Белякина и др., 1982), по мере быстрого ослабления блеска объекта спектр

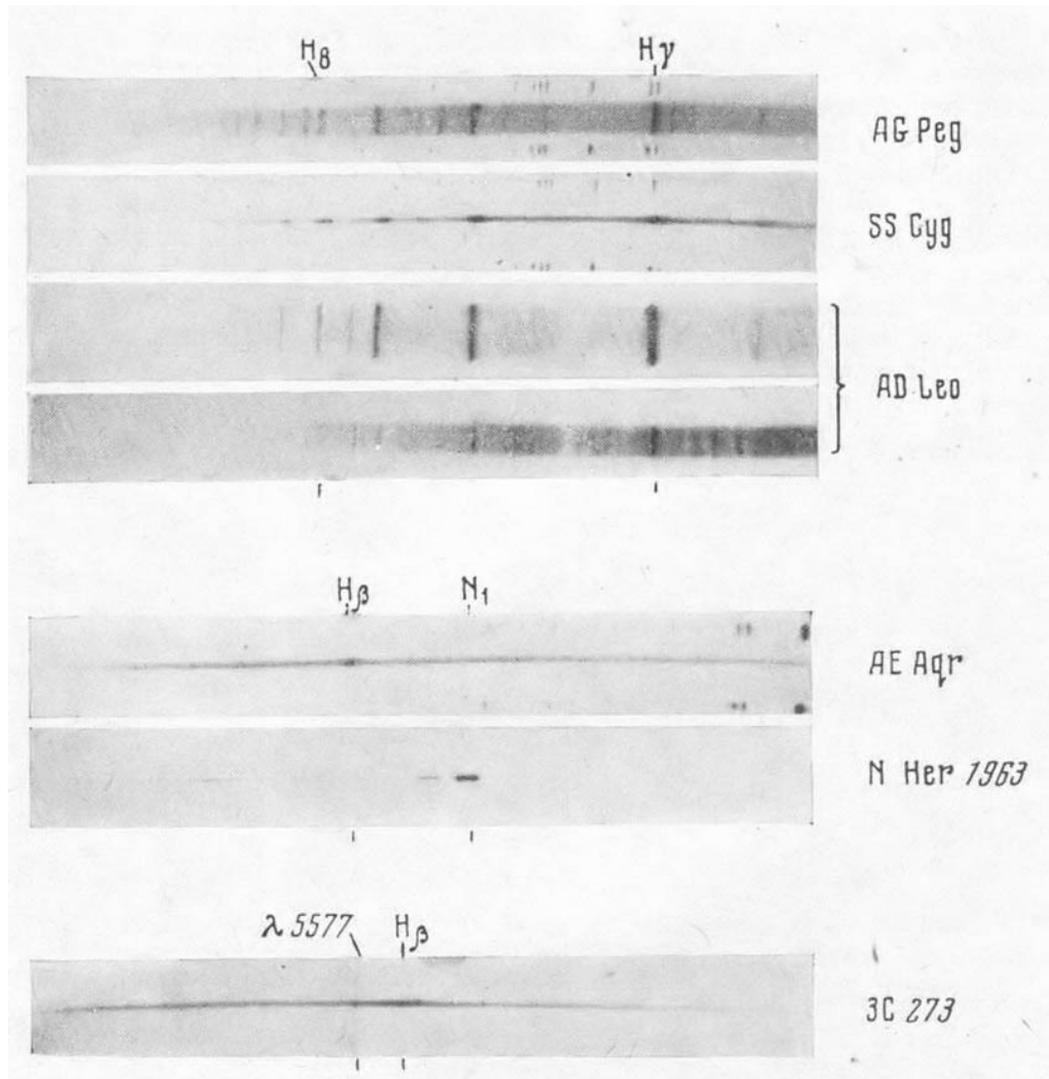


Рис. 3.

типа AF с многочисленными абсорбционными линиями H, Ba, Fe, Si, Ca и других элементов сменился спектром типа M с четкой эмиссией в линиях водорода и натрия. Этот наблюдательный факт – быстрая и существенная смена спектрального типа без промежуточных состояний – позволил установить двойственность объекта Кувано и отнести его к обширному классу новых и родственных им систем. В глубоком минимуме осенью 1980 года, когда блеск объекта опустился до 13.6 величины, в его спектре появились эмиссионные линии [OIII] и [NII]. В фазе выхода из минимума, которая продолжалась до осени 1981 года, развился совершенно уникальный состав эмиссионного спектра с преобладанием линий ионов ScII, LaII, YII и NdII при сравнительной бедности линий железа. В этом спектре было отождествлено около 300 линий, которые, как позднее стало ясно, формируются в расширяющейся оболочке белого карлика и возмущенной атмосфере и звездном ветре позднего M-гиганта (Белякина и др., 1985). После выхода из глубокого минимума блеск объекта Кувано в течение нескольких лет находился в относительно спокойном состоянии, но профили ряда спектральных линий претерпевали при этом заметные вариации; К.К. Чуваев принимал участие в спектральных наблюдениях PU Vul на этой фазе, и полученные им результаты

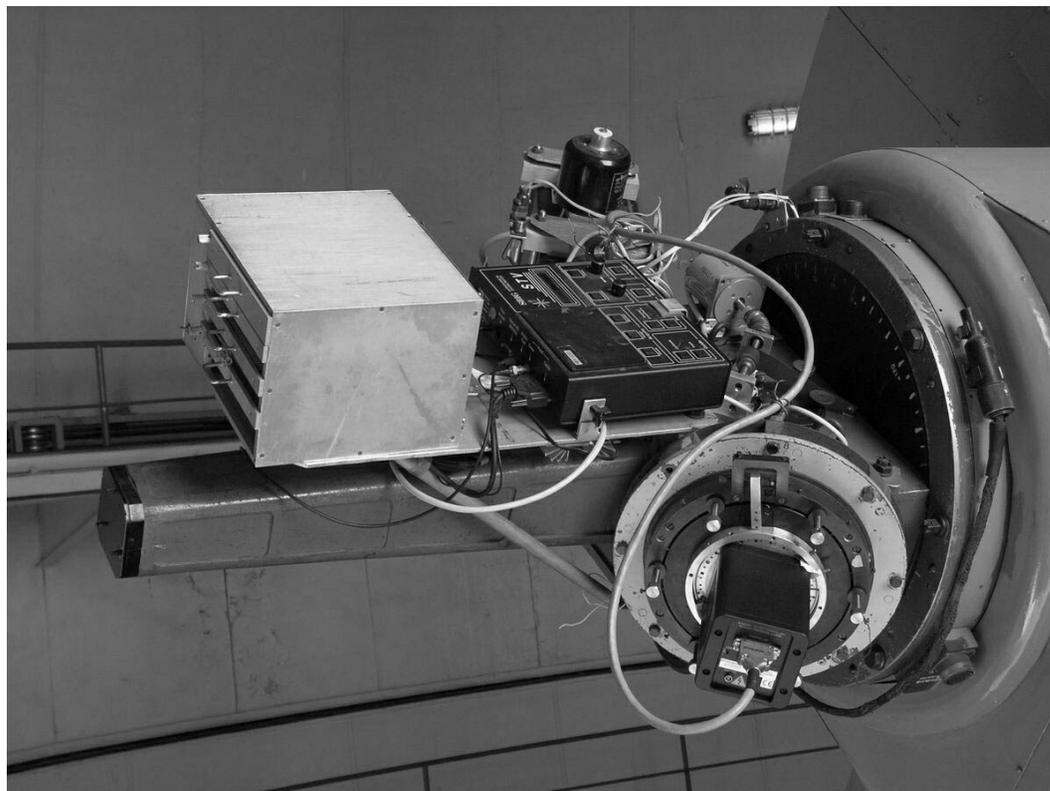


Рис. 4.

были включены в кооперативную статью Беякиной и др. (Беякина и др., 1990).

Проводя интенсивные астрофизические наблюдения, К.К. Чуваев продолжал поддерживать СПЭМ в рабочем состоянии, внося различные усовершенствования в оптико-механическую и ЭОПные части. Во время наблюдений объекта Кувано он провел на СПЭМе сравнение эффективности ЭОПа УМ-92 и спектракона (ЭПИ) и пришел к выводу о преимуществах первого. Но когда появились ПЗС-системы, К.К. Чуваев убедился в преимуществах этих новых светоприемников, и в начале 1988 года ЭОП на СПЭМе был заменен на матрицу ПЗС.

В середине 2005 года на СПЭМе была установлена американская ПЗС-система, полученная по гранту CRDF. В.И. Проник, С.Г. Сергеев и инженер Н.Н. Охмат провели существенную модернизацию спектрографа, на котором теперь можно проводить подавляющее большинство операций – гидирование, работу с затвором, смену спектрального диапазона, впечатывание спектра сравнения и плоского поля – дистанционно с компьютера; подниматься на тележке к спектрографу теперь надо только для смены решетки и для подключения общего питания спектрографа в начале наблюдательного сета в Нэсмите и его выключения в конце такого сета. Современный вид СПЭМа представлен на рис. 4.

## Литература

- Беякина Т.С., Бондарь Н.И., Гершберг Р.Е., Гриц Л., Грыгар И., Ефимов Ю.С., Краснобабцев В.И., Пиурола В., Поутанен М., Саванов И.С., Туоминен И., Хохол Д., Чуваев К.К., Шаховская Н.И., Шаховской Н.М., Шенаврин В.И. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1990. Т. 81. С. 28.
- Беякина Т.С., Бондарь Н.И., Гершберг Р.Е., Ефимов Ю.С., Краснобабцев В.И., Петров П.П., Пиурола В., Саванов И.С., Чуваев К.К., Шаховская Н.И., Шаховской Н.М., Шенаврин В.И.

- // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1985. Т. 72. С. 3.
- Белякина Т.С., Гершберг Р.Е., Ефимов Ю.С., Краснобабцев В.И., Павленко Е.П., Петров П.П., Чуваев К.К., Шенаврин В.И. // Астрон. журн. 1982. Т. 59 С. 302.
- Боярчук А.А. и др. (Boyarchuk A.A., Belyakina T.S., Chuvaev K.K., Gershberg R.E., Petrov P.P.) // IAU Circ. 1980. N3494.
- Боярчук А.А., Гершберг Р.Е., Лиморенко К.Я., Манин Г.А., Чуваев К.К. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1967. Т. 36. С. 277.
- Бутслов М.М., Копылов И.М., Никонов В.Б., Северный А.Б., Чуваев К.К. // Астрон. журн. 1962. Т. 39. С. 315.
- Бутслов М.М. и Чуваев К.К. // Электронно-лучевые и фотоэлектрические приборы. 1966. Т. 11. С. 233.
- Войханская Н.Ф. // Астрофизические исследования (Известия САО). 1976. Т. 8. С. 3.
- Гершберг Р.Е. // Активность солнечного типа звезд главной последовательности. Одесса: Астропринт. 2002. (R.E. Gershberg. Solar-type activity in main-sequence stars. Springer. 2005.)
- Гершберг Р.Е. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1964. Т. 32. С. 133.
- Гершберг Р.Е. и Чуваев К.К. // Электронно-оптические преобразователи и их применение в науке и технике. 1972. Серия В. Выпуск 1. С. 201.
- Гершберг Р.Е. и Чугайнов П.Ф. // Астрон. журн. 1966. Т. 43. С. 1168.
- Гершберг Р.Е., Краснобабцев В.И., Петров П.П., Чуваев К.К. // Астрон. журн. 1982. Т. 59. С. 6.
- Чуваев К.К. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1962. Т. 28. С. 141.
- Чуваев К.К. // Электронно-оптические преобразователи и их применение в науке и технике. 1972. Серия В. Выпуск 1. С. 197.