

УДК 520.2

## Телескоп Zeiss-50 в Крыму. II

*Т.М. Рачковская*

НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Научный, АР Крым, Украина, 98409

Поступила в редакцию 20 декабря 2012 г.

Я остановлюсь прежде всего на работах наблюдателей – сотрудников КрАО, для которых 50" телескоп являлся основным и единственным до определенного времени (вступления в рабочее состояние ЗТШ) инструментом, на котором они в течение многих лет получали материал для научных исследований. Это И.М. Копылов, Л.С. Галкин, А.А. Боярчук, Р.Н. Кумайгородская, Т.С. Галкина, М.Е. Боярчук, Т.М. Рачковская, Э.А. Витриченко, А.Г. Щербаков. Здесь не обсуждаются полученные авторами результаты, и следует иметь в виду, что некоторые из них могут быть спорными в сравнении с современными исследованиями, когда при изучении атмосфер звезд мы располагаем наблюдениями высокой дисперсии, более точными атомными данными, более совершенными методами анализа.

Регулярные наблюдения на 50" рефлексоре начались в 1952 г. К тому времени телескоп был оснащен двумя спектрографами: щелевой однопризменный трехкамерный спектрограф со стеклянной оптикой (проект В.А. Альбицкого) и спектрограф с кварцевой оптикой. Наличие трех камер в призменном спектрографе позволяло получать спектры с обратной линейной дисперсией 23, 35 и 72 Å/мм у  $H_\gamma$  в диапазоне длин волн  $\lambda$  3600 –  $\lambda$  6800 Å. Кварцевый спектрограф предназначался для изучения ультрафиолетовой части спектра, линейная дисперсия составляла 162 Å/мм у  $H_\gamma$  и 65 Å/мм в длине волны  $\lambda$  3400 Å. Кварцевый спектрограф достаточно легко снимался и вместо него можно было подвешивать другую аппаратуру.

В 1961 г. вместо призменного был установлен спектрограф АСП-11 с двумя сменными дифракционными решетками, в результате чего появилась возможность получать спектры в двух порядках: в первом порядке – в диапазоне длин волн  $\lambda$  4800 –  $\lambda$  6700 с дисперсией 37 Å/мм и во втором – в диапазоне  $\lambda$  3600 –  $\lambda$  4800 с дисперсией 15 Å/мм.

Далее на основании публикаций авторов будут изложены в кратком варианте основные результаты их научных исследований на 50" рефлексоре.

**И.М. Копылов** – первый наблюдатель на 50" телескопе. В 1954 г. в 11-м томе «Известий КрАО» им была опубликована статья, в которой очень обстоятельно дано описание 50" рефлексора, его установки, двух спектрографов и вспомогательных приспособлений. Приведены также результаты исследования главного зеркала телескопа. Здесь же была напечатана первая статья трех авторов (Э.Р. Мустель, Л.С. Галкин, И.М. Копылов) по результатам наблюдений спектра Ве-звезды  $\gamma$  Кассиопеи.

Большая работа, выполненная И.М. Копыловым по наблюдениям на 50" телескопе, посвящена двумерной количественной спектральной классификации звезд спектральных классов O5–F2 и построению диаграммы спектр – абсолютная величина в системе Моргана-Киннана (МК). Самим Копыловым было получено свыше 1200 спектрограмм с дисперсией

75 Å/мм для более 200 звезд. Разработана система классификации на основе отношения эквивалентных ширин линий поглощения. В результате построена диаграмма спектр – абсолютная величина в интервале спектральных классов O5–F2 и в интервале абсолютных величин от +4<sup>m</sup> до -8.<sup>m</sup> Результаты этой работы позволили расширить число звезд на диаграмме Г–Р, уточнить по сравнению с имевшимся к тому времени данными о звездах и более детально проанализировать структуру диаграммы спектр – светимость. В дальнейшем совместно с сотрудниками обсерватории Т.С. Беякиной и Э.А. Витриченко количественная спектральная классификация была выполнена также для 26 «металлических» Am и 23 стандартных звезд классов светимости II–V в спектральном интервале A2–F5. Показано, что по положению на диаграмме спектр – абсолютная величина отсутствует резкое деление звезд на «металлические» и нормальные. Обнаружено, что степень «металличности» увеличивается с уменьшением длины волны, это связано с увеличением численности и интенсивности линий нейтральных элементов, и в первую очередь линий железа. В дальнейшем на основании этого богатого наблюдательного материала И.М. Копыловым были определены микротурбулентные скорости в атмосферах 68 звезд в спектральном интервале O6–B5. В результате чего обнаружено: турбулентная скорость возрастает с увеличением светимости звезды; кривые, выражающие зависимость микротурбулентности от спектрального класса, имеют четкие максимумы, приходящиеся для различных ионов и разных светимостей звезд на разные спектральные подклассы. Этот результат оказался в хорошем согласии с теоретическими оценками.

Следующий цикл работ И.М. Копылова, выполненных совместно с Т.С. Галкиной, Э.А. Витриченко, О.П. Голландским, посвящен количественному анализу атмосфер 25 горячих сверхгигантов спектральных классов O9–F2, спектры которых были получены с дисперсией 23 Å/мм на призменном спектрографе 50" телескопа. Основные результаты этих исследований следующие. Изучен характер зависимости микротурбулентных скоростей от спектрального класса. Обсуждены две возможные причины наличия двух максимумов этой зависимости, а именно: изменение глубины залегания конвективной зоны и глубины формирования спектральных линий в атмосфере. Подтверждена перенаселенность синглетного уровня гелия относительно триплетного в атмосферах сверхгигантов O6–A0. Не выявлено никаких аномалий относительного химического состава атмосфер изученных сверхгигантов по сравнению со «стандартным» химическим составом звезд и Солнца.

И.М. Копыловым была защищена кандидатская диссертация на тему «Двумерная количественная спектральная классификация 238 звезд O5–B7 и построение диаграммы спектр – абсолютная величина».

**Л.С. Галкин** под руководством Э.Р. Мустеля наблюдал и изучал звезды с усиленными линиями металлов Am-звезды. Спектральный материал был получен с дисперсией 23 Å/мм. Всего исследовано более 20 Am-звезд и звезд с нормальным содержанием химических элементов тех же спектральных классов – звезд сравнения. Изучались профили водородных линий и эквивалентные ширины линий других элементов. В итоге получено: химический состав Am-звезд меньше отличается от химического состава обычных звезд в области спектральных классов A4–A6, чем в области F0–F6; замечено, что отклонение абсолютных величин M<sub>v</sub> от значений, соответствующих главной последовательности, растет с продвижением в сторону более поздних спектральных классов. В диапазоне классов F0–F5 Am-звезды располагаются даже выше субгигантов и приближаются к ветви гигантов.

По наблюдениям спектра пекулярной звезды (Ar-звезды) 73 Дракона, для которой Бэбкоком было обнаружено магнитное поле, Л.С. Галкиным определены параметры атмосферы: электронная плотность, электронное давление, числа атомов нейтрального водорода над 1 см<sup>2</sup> звездной фотосферы, температура возбуждения и ионизации, турбулентные скорости.

Кроме звезд, Л.С. Галкин наблюдал некоторые планеты, в том числе спектр Юпитера в 1962–1964 годах. Им было замечено, что вдоль полярного диаметра планеты потемнение к

краю больше, чем вдоль экваториального диаметра. Высказано мнение, что это связано с большим поглощением в ультрафиолетовой части спектра для областей планеты, расположенных около полюса, и различием в структуре атмосферы в районе полюсов и экватора. В разные годы результаты оказались несколько различны, что могло быть связано с активностью Юпитера.

Л.С. Галкин защитил кандидатскую диссертацию по результатам изучения спектров Am-звезд.

**А.А. Боярчук**, будучи аспирантом Э.Р. Мустеля, изучал Ве-звезды с эмиссионными линиями. Задача состояла в том, чтобы выяснить, представляют ли собой Ве-звезды особую группу среди других В-звезд или же они являются определенной эволюционной стадией, через которую должны проходить все В-звезды. Для этого было необходимо установить различие и сходство атмосфер Ве- и В-звезд. Получены спектрограммы 20 Ве- и 10 В-звезд с дисперсией  $23 \text{ \AA}/\text{мм}$ , на основании которых изучались контуры водородных и эквивалентные ширины всех наблюдаемых линий. Проведенное сравнение показало, что химический состав и турбулентная скорость в атмосферах Ве- и В-звезд одинаковы, также не существует различия в величинах электронной плотности. Звезды Ве и В отличаются друг от друга в среднем скоростями вращения, которые для Ве-звезд на 100–150 км/сек больше. Для Ве-звезд, у которых наблюдались линии поглощения оболочек, были изучены их свойства. В результате оказалось: оболочки Ве-звезд в частотах бальмеровских линий непрозрачны, но прозрачны за пределами бальмеровской и более высоких серий; радиусы оболочек в среднем равны 2.5 радиусам звезды. Была обнаружена определенная зависимость между мощностью оболочки и величиной скорости вращения, т. е. показано, что вращение играет существенную роль в образовании оболочки. Изучение движения оболочек показало, что они в среднем не расширяются и выброшенная из звезд материя, вероятно, возвращается обратно на поверхность звезды.

Более детально была изучена Ве-звезда  $\xi$  Тау, в спектре которой оказались многочисленные линии различных химических элементов, принадлежащих оболочке.

**А.А. Боярчук** и **И.И. Проник** в последующие годы продолжили наблюдения и исследования  $\xi$  Тау в числе других восьми Ве-звезд. Основные полученные ими результаты: найдено, что крылья эмиссионной линии  $\text{H}\alpha$  в звездах HD 217050,  $\xi$  Тау,  $\phi$  Per, 11 Cam и C Per определяются затуханием вследствие излучения. Сделано заключение, что оболочки Ве-звезд сплюснуты у полюсов и вытянуты в экваториальной плоскости. Найдено, что излучение практически всех изученных авторами Ве-звезд несколько краснее обычных звезд тех же спектральных подклассов, что вызвано наличием оболочки. Степень покраснения у разных звезд различна. Бальмеровский декремент в спектрах X Per и  $\chi$  Ori оказался более пологим, чем у туманностей. Высказано предположение, что это вызвано большой оптической толщиной оболочки Ве-звезд для излучения в бальмеровских линиях. Для  $\xi$  Тау обнаружена переменность турбулентной скорости. Найдена корреляция между величиной турбулентной скорости и характером эмиссионных водородных линий. Для этой же звезды показано, что масса оболочки уменьшилась к концу 1965 г. почти в два раза по сравнению с 1964 г. Показано, что система AX Mon состоит из горячей звезды B1 IV и холодной звезды KOIII, которые окружены асимметричной оболочкой. Оболочка образуется вследствие истечения материи с поверхности горячей компоненты со скоростью  $\sim 10$  км/с. Показано, что особенности соотношений интенсивностей линий поглощения горячей компоненты объясняются дефицитом водорода в ее атмосфере.

А.А. Боярчук в рамках международной программы в 1958 г. выполнил серию спектрографических наблюдений  $\beta$  Лиры – затменной спектрально-переменной звезды. Изучен химический состав атмосферы яркого компонента  $\beta$  Лиры и нескольких стандартных звезд. Обнаружено, что в атмосфере  $\beta$  Лиры водорода в 5 раз меньше, а гелия в 50 раз больше, чем у нормальных звезд. Для объяснения этих аномалий высказано предположение, что эволюция

$\beta$  Лиры протекает с полным перемешиванием. На основании изменения эквивалентных ширинок с фазой изменения блеска сделан вывод о том, что структура атмосферы яркого компонента  $\beta$  Лиры несколько меняется по поверхности звезды.

А.А. Боярчук защитил кандидатскую диссертацию на тему «Спектрофотометрическое изучение Ве-звезд».

**Р.Н. Кумайгородская.** Основной темой исследований являлись горячие ( $T_{\text{eff}}$  в интервале от 34000 до 50000 К) звезды спектрального класса О, у которых не наблюдались эмиссии в спектрах, и Of-звезды с эмиссионными линиями. Спектральные наблюдения были выполнены с дисперсиями 14, 23 и 33 Å/мм. Всего изучено более 20 звезд. Основные результаты сводятся к следующему.

В Of-звездах выявлена нерегулярная в течение нескольких месяцев переменность как эмиссионных, так и некоторых абсорбционных линий. В результате сопоставления характеристик звезд получено, что звезды О постепенно по мере увеличения светимости переходят в Of-звезды. Т. е. сделан вывод, что основные характеристики звезды – температура и светимость либо непосредственно, либо косвенным образом сильно влияют на характер эмиссионного спектра в Of-звездах. Of-звезды аналогично звездам Вольф-Райе (WR) по эмиссионному спектру можно условно разделить на две последовательности: «азотную» и «углеродную». По водородному спектру определены электронные плотности в атмосферах О-звезд. По линиям HeI и HeII методом кривых роста вычислены микротурбулентные скорости. Скорости макротурбулентных движений, найденные по контурам спектральных линий, оказались по крайней мере в 2–3 раза больше скоростей микротурбулентных.

Р.Н. Кумайгородская защитила кандидатскую диссертацию на тему «Спектрофотометрическое исследование О-звезд».

**Т.С. Галкина.** Выше упомянуты ее совместные с другими авторами работы. Основная тема исследований Т.С. Галкиной посвящена тесным двойным звездам ранних спектральных классов на разных ступенях эволюции. Материал наблюдений – спектры с дисперсией 15 и 37 Å/мм. Изучено пять двойных систем, принадлежащих к различным эволюционным группам, в спектрах которых наблюдаются линии обоих компонентов. В зависимости от фаз периода сделаны оценки спектральных классов компонентов, изучено поведение контуров линий поглощения, а также поведение эмиссий, если они наблюдались. Уточнены значения спектральных классов и светимостей, что заметно изменили их прежние положения на диаграмме Г-Р. Обнаружена переменность спектральных классов главных компонентов у систем HD 47129 и AO Cas. Относительно этих же систем, равно как и других, где наблюдались эмиссионные линии меняющейся интенсивности, дано качественное объяснение структуры контуров в рамках модели движущейся оболочки неравномерной плотности. Оценки некоторых физических параметров (электронная плотность, числа атомов водорода и гелия над  $1 \text{ cm}^2$  фотосферы) не показали отличий от одиночных звезд.

Другое направление наблюдений Галкиной – это наблюдения Ве-звезд, отождествляемых с рентгеновскими источниками, в том числе звезда  $\gamma$  Кассиопеи, которая была первой звездой, наблюдаемой на 50" телескопе. По этой теме Т.С. Галкина в основном изучала изменение сложной структуры бальмеровских линий, результаты представлялись в виде качественного описания.

Т.С. Галкина защитила кандидатскую диссертацию на тему «Спектрофотометрическое исследование некоторых тесных двойных звезд ранних спектральных классов».

**М.Е. Боярчук.** Темой исследования являлись звезды спектрального класса F разных светимостей с целью проследить поведение различных параметров атмосфер в зависимости от светимости звезды. Были проведены наблюдения 29 сверхгигантов, гигантов и звезд главной последовательности, в том числе трех переменных звезд –  $\delta$  Sct,  $\delta$  Del и  $\rho$  Cas. Спектры получены с дисперсией 13 и 23 Å/мм. Результаты изучения спектров показали, что с

увеличением светимости средняя турбулентная скорость растет от 3 км/с для звезд-карликов до 10 км/с для сверхгигантов. Величины турбулентной скорости меняются с оптической глубиной в атмосферах звезд: для сверхгигантов скорость растет довольно быстро с уменьшением оптической глубины, у звезд-гигантов этот рост несколько меньше, звезды же главной последовательности практически не показывают изменения скорости с оптической глубиной.

В атмосферах сверхгигантов температура возбуждения меняется с оптической глубиной, тогда как в атмосферах карликов это изменение практически отсутствует. Было найдено, что линии водорода в атмосферах сверхгигантов смещены относительно линий ионизованных металлов и высказано предположение, что это связано с тем, что наряду с турбулентностью в атмосферах звезд существуют упорядоченные движения.

В атмосферах звезд разных групп не обнаружено существенных различий в относительном содержании химических элементов. Исключение составили лишь стронций, барий и иттрий, которых в сверхгигантах оказалось несколько больше, чем в атмосферах карликов.

Показано, что отношение содержания водорода к металлам в 1.8 раза больше в звездах высокой пространственной скорости, чем в атмосферах звезд малой скорости. Отношение содержания углерода к металлам в 2.4 раза больше в звездах высокой скорости.

М.Е. Боярчук защитила кандидатскую диссертацию на тему «Спектрофотометрическое изучение атмосфер F-звезд».

**Т.М. Рачковская** занималась изучением спектров неправильных переменных звезд типа RW Aur и типа Ia (классификация согласно первым изданиям каталога Кукаркина и др.). К тому времени спектральные наблюдения имелись лишь для единичных звезд этого типа, а для звезд, у которых не наблюдалась эмиссия, таких наблюдений не было совсем. Наблюдения выполнены с дисперсией 15 и 36 Å/мм для 10 переменных и 13 звезд сравнения в диапазоне спектральных классов В0–В9. В связи с тем, что изучаемые звезды имеют большие скорости вращения от 120 км/с до 300 км/с, удалось измерить лишь самые сильные линии в их спектрах. В основном это линии водорода и гелия. Основные, полученные автором, результаты.

В атмосферах переменных и звезд сравнения электронная плотность оказалась одного порядка. Также в сравниваемых звездах не выявлено различий в отношениях содержания водорода к содержанию гелия.

Выяснено, что эмиссия в водородных линиях и в линиях  $\lambda$  3726 и  $\lambda$  3729 [ОII], наблюдаемая в спектрах NU Ori и V372 Ori, обязана туманности NGC 1982, окружающей эти звезды. Оценена электронная плотность туманности.

Обнаружена эмиссия в линии H $\alpha$  в звезде o Her. В течение года прослежено изменение эмиссии в водородных линиях в спектре AB Aur. В спектре V 923 Aql, кроме эмиссии в водородных линиях, наблюдались линии поглощения металлов, принадлежащих оболочке, благодаря чему удалось оценить некоторые характеристики оболочки.

Согласно нашим оценкам спектрального класса и класса светимости положение исследуемых звезд оказалось в границах главной последовательности диаграммы Г-Р.

Другая тема исследований автора – это спектрофотометрическое изучение затменно-переменных звезд. Выполнены наблюдения и изучены спектры 19 тесных двойных систем типа Алголя и  $\beta$  Лиры, у которых обе звезды или только главный компонент – звезды ранних спектральных классов (В или А), и 13 звезд сравнения. Затменные системы включали в себя три группы: разделенные системы РГП, полуразделенные ПР и контактные системы ранних спектральных классов КР.

Продолжительность наблюдений в общей сложности составила более 600 часов. Спектры получены в разные фазы орбитального периода.

Перечислим основные, и в большинстве случаев они оказались новыми, результаты этой работы.

Выполнена двумерная спектральная классификация (Sp, Mv), которая позволила уточнить положение исследуемых звезд на диаграмме Г-Р. При этом использовались критерии, разработанные А.А. Боярчуком и И.М. Копыловым.

Не обнаружено существенных различий в физических характеристиках параметров атмосфер и относительного содержания гелия и водорода в компонентах затменных систем и одиночных звезд спектрального класса В.

Для атмосфер главных компонентов спектрального класса А, которые были исследованы методом кривых роста, получено, что микротурбулентные скорости этих звезд показали ту же самую тенденцию изменения со спектральным классом, что была получена ранее разными авторами для одиночных А и Am-звезд.

Для А-компонентов сделаны оценки содержания химических элементов, в результате обнаружены аномалии содержания некоторых из них. Отмечено, что главный компонент RR Lyr уверенно показывает признаки металличности.

На основании сравнения скоростей вращения компонентов затменных систем и скоростей обращения по орбите сделана попытка проверить существование синхронизма вращения и обращения в исследуемых системах. Высказано предположение о нарушении синхронизма в системах EM Cep, V822 Aql, U Sge и AN And.

Для EM Cep и V822 Aql этот факт подтвердился спектральными особенностями. В результате дополнительных наблюдений автором спектра с более высокой дисперсией (ЗТШ), а также блеска, описана модель EM Cep, согласно которой EM Cep можно представить как контактную систему, состоящую из двух звезд близких спектральных классов, окруженных достаточно устойчивой оболочкой. В системе происходят нерегулярные выбросы материи.

Т.М. Рачковской защищена кандидатская диссертация на тему «Спектрофотометрическое изучение некоторых затменно-переменных звезд».

**Э.А. Витриченко.** Выше были названы работы, в которых он принимал участие совместно с другими авторами. Но его основная научная работа посвящена исследованию аномально-быстрых звезд ранних спектральных классов с целью проверки гипотезы А. Блау. Согласно этой гипотезе один из компонентов двойной системы взрывается, и обе звезды разлетаются в противоположные стороны с орбитальными скоростями 100–200 км/с, что в 10–20 раз больше пекулярных скоростей плоской составляющей Галактики. Если гипотеза Блау верна, то у быстрых ОВ-звезд двойственность должна наблюдаться реже, чем у медленных.

Э.А. Витриченко изучил 13 звезд с аномально быстрыми пространственными скоростями и 5 стандартных звезд. Полученные им результаты будут изложены в его сообщении.

Э.А. Витриченко защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование аномально-быстрых ОВ-звезд».

**А.Г. Щербаков.** В 1973 г. на 50" телескопе начались наблюдения в ближней инфракрасной области (0.7–1.2 мк) с помощью фотоконтактного ЭОП типа ФКТ-1А(S1).

Установка была помещена в спектрографе АСП-11. Возможность использования трех дифракционных решеток позволяла получать спектры с дисперсиями 15, 48 и 168 Å/мм. Диаметр экрана ЭОП составлял 10 мм. Установка была разработана А.Г. Щербаковым совместно с Э.А. Витриченко и сотрудником Астрономического института АН УзССР Г.И. Шаниным.

Инженером КрАО А.П. Кульчицким была изготовлена блок-схема электронной части данной системы. При разработке аппаратуры А.Г. Щербаков получал полезные советы от П.В. Щеглова, В.Ф. Есипова, Е.А. Колотилова – сотрудников ГАИШ.

Самим Щербаковым, а также совместно с сотрудниками КрАО (Э.А. Витриченко, В.П. Маланушенко, П.П. Петров, С.И. Плачинда, Н.С. Полосухина, А.Е. Тарасов) и сотрудниками других астрономических учреждений (В.И. Волков, Г.И. Шанин, В.С. Шевченко, В.И. Исаков, В.Ф. Криворотов – Астрономический институт АН Узбекской ССР;

Телескоп Zeiss-50 в Крыму. II

М.Ю. Скульский, М.Б. Гирняк – Обсерватория Львовского государственного университета; В.Д. Бычков – САО АН СССР) были получены новые результаты исследования спектров нестационарных объектов.

Впервые предложен метод количественной спектральной классификации звезд в ближней инфракрасной области по линиям поглощения высоких членов пашеновской серии водорода и инфракрасного триплета ионизованного кальция.

Разработана методика поиска холодных спутников у спектрально-двойных систем с невидимым вторичным компонентом.

Совокупность полученных данных по переменности с фазой пашеновской серии линий водорода, инфракрасного триплета CaII ( $\lambda$  8498,  $\lambda$  8542,  $\lambda$  8662) и линии гелия  $\lambda$  10830 в спектре цефеиды  $\xi$  Gem позволили высказать предположение о том, что причиной указанных изменений являются распространяющиеся в ее атмосфере ударные волны.

Интенсивности и контуры эмиссионных линий триплета CaII в оболочках Новых и Ве-звезд указывают на низкие температуры возбуждения, что может быть следствием высокой плотности оболочек и их структуры, которая определяет стратификацию излучения.

Характер переменности эмиссионных линий и ионизованного кальция в инфракрасных спектрах звезд типа UV Кита, Т Тельца и холодного гиганта HR 1105 позволил сделать вывод о значительной поверхностной неоднородности областей образования этих линий.

Инфракрасные наблюдения показали, что ряд особенностей магнитной переменной звезды  $\beta$  СтВ можно понять в рамках модели неоднородностей физических условий по поверхности, связанных с конфигурацией магнитного поля.

А.Г. Щербаков защитил кандидатскую диссертацию на тему «Спектроскопическое изучение нестационарных звезд в ближней инфракрасной области».

**Г.Н. Шарапова**, работая лаборантом группы спектроскопистов, не являлась непосредственно наблюдателем на 50" телескопе, но без ее участия, пожалуй, не проходил ни один шаг научных исследований, связанных с этим телескопом. В обязанности Г.Н. Шараповой входило нарезание фотоматериалов (пластинки, пленки) для наблюдений, составление проявителя и фиксажа, оформление рисунков к статьям, и самое главное – большая помощь в обработке материала наблюдений. В те времена обработка спектрограмм представляла длительный и трудоемкий процесс: запись на фотобумагу в почернениях на микрофотометре типа Молля, затем с использованием характеристической кривой и палетки перевод почернений в интенсивности. Лишь в 1965 г. инженером КрАО Б.П. Абражевским был создан функциональный преобразователь к микрофотометру МФ-4, который позволял записывать спектрограмму на бумаге в интенсивностях. Основными инструментами Г.Н. Шараповой, с помощью которых она, как и все научные сотрудники, делала расчеты, были канцелярские счеты, арифмометр, логарифмическая линейка, и лишь позже – достаточно примитивные счетные машины. Она, имея высшее образование, не астрономическое, успешно выполняла свою работу, вникала в ее суть. Тексты авторов научных статей заканчивались выражением благодарности Г.Н. Шараповой.

Ярким событием в астрономическом мире, также и в КрАО, была вспышка Новой звезды в созвездии Лебедя 29 августа 1975 г. Поскольку звезда была открыта на Южной станции ГАИШ, то информацию об этом событии астрономы нашей обсерватории получили первыми и сразу же наблюдения начались на всех телескопах КрАО, в том числе и на 50" рефлекторе. В результате в Крымской обсерватории был получен обширный спектральный материал Новой Лебедя 1975 = V 1500 Cyg. Почти в течение года, наряду с наблюдениями на ЗТШ, на 50" телескопе проводились спектральные наблюдения звезды как в видимом  $\lambda$  3550 –  $\lambda$  6800 (А.А. Боярчук, Т.С. Галкина, Р.Е. Гершберг, В.И. Краснобабцев, Т.М. Рачковская, Н.И. Шаховская), так и в ближнем инфракрасном диапазоне OI  $\lambda$  8446 и HeI  $\lambda$  10830 (В.П. Маланушенко, Г.И. Шанин, А.Г. Щербаков).

В результате удалось проследить все фазы развития спектра звезды от предмаксимальной стадии до небулярной. Новая Лебеда 1975 г. оказалась быстрой Новой. Особенно в первые дни наблюдений спектр очень быстро менялся. 29 августа 1975 г. он напоминал спектр нормального сверхгиганта типа B2 Ia<sup>+</sup> без эмиссионных линий. Анализ химического состава обнаружил значительный избыток гелия и элементов группы C, N, O при нормальном содержании кремния. 30 и 31 августа 1975 г. в спектре Новой появились линии, профили которых имели вид звезд типа P Cyg, спектр звезды соответствовал спектральному типу A2 Ia<sup>+</sup>. С 1 сентября линии стали чисто эмиссионными с ярко выраженными четырьмя компонентами, на которые накладывались более мелкие структурные детали. Обнаружено также различие в эволюции ширины разрешенных и запрещенных линий.

Кроме спектральных наблюдений на 50" телескопе были выполнены абсолютные спектрофотометрические наблюдения Новой Лебеда 1975 с помощью сканирующего спектрофотометра СФ-68, установленного на месте кварцевого спектрографа. Прослежена эволюция Новой в основных эмиссионных линиях и трех участках непрерывного спектра. Из анализа этих данных (А.А. Боярчук, В.И. Бурнашев, Р.Е. Гершберг) следовало, что газовая оболочка и звезда в первые две недели после вспышки вносили сравнимый вклад в общее излучение. Излучение оболочки в значительной степени было обусловлено возбуждением столкновениями. Хотя полученные данные не позволили построить полную и однозначную модель оболочки Новой, тем не менее, авторы отметили два новых качественных результата о вкладе звезды и роли ударного возбуждения.

Согласно модели, предложенной ранее Э.Р. Мустелем и А.А. Боярчуком, оболочки Новых звезд состоят из экваториального кольца и полярных шапок. А.А. Боярчук и Р.Е. Гершберг, проанализировав спектральные и фотометрические данные наблюдений Новой Лебеда 1975 в рамках этой модели, пришли к выводу, что плоскость экваториального кольца оболочки звезды составляла угол  $\sim 60^\circ$  с направлением на Землю, а отношение внешнего диаметра экваториального кольца к его толщине – 5–10.

Сотрудники других астрономических учреждений Советского Союза постоянно приезжали наблюдать на 50" телескопе.

### Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория АН СССР

**Н.А. Козырев** регулярно наблюдал на 50" рефлекторе начиная с 1953 г. почти в течение 20 лет. Предметом его исследований, можно сказать, были почти все планеты Солнечной системы. Кроме открытия вулканической деятельности на Луне, о чем особый рассказ, отметим, на наш взгляд, наиболее интересные результаты, изложенные в его статьях.

«О свечении ночного неба Венеры». В эпоху, близкую к нижнему соединению, был получен спектр свечения ночного неба Венеры, на котором обнаружены слабые полосы молекулы азота, характерные для спектров полярных сияний земной атмосферы. Полная яркость свечения ночного неба Венеры оказалась около пятидесяти раз больше яркости ночного неба Земли.

«Молекулярное поглощение в фиолетовой части спектра Венеры». Проведено подробное фотометрическое сравнение спектра Венеры со спектром Солнца в интервале длин волн  $\lambda 3800 - \lambda 6500 \text{ \AA}$ . Обнаружено, что с уменьшением длины волны поглощение постепенно растет и к длине волны  $\lambda 3800 \text{ \AA}$  увеличивается на 1.5 звездной величины. Показано, что фиолетовое поглощение молекулярного происхождения. Высказано предположение, что обнаруженная, но не отождествленная многоатомная молекула играет в атмосфере Венеры такую же основную роль, как водяной пар на Земле.

«О присутствии в атмосфере Земли и других планет неоттождествленной молекулы атмосферы Венеры». Фотометрическое сравнение спектров Венеры и Солнца, снятых при одинаковом зенитном расстоянии, позволило обнаружить в спектре Венеры две слабые полосы



Телескоп Zeiss-50 в Крыму. II

поглощения  $\lambda$  4372 Å и  $\lambda$  4120 Å. Эти же полосы присутствовали и в спектре Солнца. Их интенсивности говорят о том, что содержание создающей их молекулы в земной атмосфере почти в 10 раз меньше, чем в атмосфере Венеры. В спектрах Марса и Юпитера указанные полосы не обнаружены.

«Ночное свечение нижних слоев атмосферы Венеры». Спектрофотометрическое исследование фона неба около серпа Венеры показало существование собственного свечения нижних слоев темной, не освещенной Солнцем, стороны Венеры. Полосы, обнаруженные в спектре этого свечения, с большой вероятностью отождествляются с полосами формальдегида. Яркость наблюдавшегося свечения нижних слоев атмосферы Венеры оказалась порядка освещенности полной Луны на Земле.

«Спектральные признаки существования снега и льда в атмосфере Марса». Фотографическое сравнение спектров материка, моря, полярной шапки и края диска Марса показало, что атмосфера Марса имеет повышенную отражательную способность в области спектра между триплетом Mg I ( $\lambda$  5184) и H $\beta$  ( $\lambda$  4861).

«Водяной пар в кольце Сатурна и его тепличный эффект на поверхности планеты».

### **Астрономический Совет АН СССР**

В.Л. Хохлова, Л.И. Антипова и Т.А. Рябчикова на 50" рефлекторе выполняли спектральные наблюдения магнитных пекулярных звезд. В частности, Т.А. Рябчиковой получены спектры звезды CU Vir (HD 124224), на основании которых ею и В.Л. Хохловой был проведен детальный анализ переменности линий водорода, нейтрального гелия и ионизованного кремния. Это позволило им впервые построить карты распределения химических элементов по поверхности Ар-звезды CU Vir. В дальнейшем эти наблюдения вместе с другими спектральными и фотометрическими данными использовались для исследования переменности периода вращения CU Vir.

### **Тартуская астрофизическая обсерватория им. В. Струве АН ЭССР**

Сотрудники обсерватории регулярно наблюдали на 50" телескопе в течение 1964–1970 гг. Перечислим некоторые научные результаты, изложенные в статьях авторов.

**Л.С. Лууд.** По наблюдениям, полученным в 1964–1966 гг., изучен линейчатый спектр звезды Р Лебеда. В спектре профили линий показали сложную структуру – на линии поглощения, обусловленные атмосферой звезды, налагались эмиссионные компоненты, которые формируются в протяженной оболочке в результате переизлучения. В результате получено, что химический состав Р Лебеда не отличается от сверхгигантов класса В, кроме азота, который оказался в избытке. Температура ионизации (19400–21800 К) Р Лебеда хорошо соответствует спектральному классу В1. Из-за высокой массы звезда пульсационно нестабильна, что вызывает истечение вещества, в результате атмосфера становится весьма протяженной и возникает эмиссионный спектр.

**Л.С. Лууд, Т.А. Нугис, Я.А. Ситска.** Изучен химический состав семи сверхгигантов спектральных классов В0 I – В3 I. Цель работы – получение однородных данных об атмосферах сверхгигантов для их сравнения с данными об атмосферах звезд типа Р Лебеда.

**Т.А. Нугис, Л.С. Лууд** исследовали спектры оболочек звезд Вольфа–Райе. Выводы: химический состав оболочек звезд Вольфа–Райе, по-видимому, аномальный; в одной из звезд найдено повышенное содержание углерода. Исследована стратификация разных ионов.

**Т.А. Киппер.** Найдено, что в атмосферах красных гигантов содержание лития монотонно убывает в сторону поздних спектральных классов.

**М. Руузалепп, Л.С. Лууд** по спектрограммам, снятым в околорядовой и небулярной стадиях, определили химический состав оболочки Новой Дельфина 1967 г. Получено, что линии поглощения около максимума и эмиссионные линии небулярного спектра дают качественно сходный результат, а именно, избыток гелия, углерода, азота и кислорода.

#### **Астрофизический институт АН Казахской ССР**

**А.Х. Маматказина, З.Н. Чумак, И.Д. Купо, Л.М. Сапаргалиева** наблюдали Ве-звезды с целью изучения переменности физических параметров в атмосферах и оболочках Ве-звезд. **Ю.В. Глаголевский** наблюдал спектры Ар-звезд.

#### **Астрономическая обсерватория Одесского университета**

Сотрудники АО Одесского университета – это самые активные и многочисленные из приезжих, самое продолжительное время наблюдавшие на 50". Об их успехах отдельное сообщение.

#### **Главная астрономическая обсерватория АН УССР**

Некоторое время наблюдали на 50" М.Я. Орлов, А.В. Шаврина, Л.А. Бугаенко, О.И. Бугаенко, А.В. Мороженко.

Кроме упомянутых выше, назовем учреждения СССР, сотрудники или студенты-практиканты которых получали наблюдения или проходили практику на 50". Это Шемахинская астрофизическая обсерватория АН Азербайджанской ССР, Астрономическая обсерватория Ленинградского университета, Ростовский государственный университет, Радиофизическая обсерватория АН Латвийской ССР, Ульяновский пединститут и другие.

**Ученые Болгарской Академии Наук Секции астрономии** в течение длительного времени работали на 50".

**Б.Ж. Ковачев.** По спектрам, полученным на 50" телескопе, определены параметры атмосферы и химический состав двух сверхгигантов  $\rho$  Льва (B1 Ib) и  $\alpha$  Кассиопеи (B1 Ia).

Относительно  $\rho$  Льва сделан вывод – параметры атмосферы не отличаются от таковых для звезд OB, химический состав близок к среднему химическому содержанию для OB-звезд, за исключением заметного различия в содержании неона.

Содержания химических элементов в атмосфере  $\alpha$  Кассиопеи по наблюдениям в разные годы оказались несколько различны.

**Б.М. Добричев** получил спектры металлических Am, пекулярных Ar и нормальных A и F-звезд, всего 91 звезды. Измерены профили линии кальция K CaII. Вывод: профили K линии металлических Am-звезд в отличие от пекулярных Ar-звезд не показывают каких-либо особенностей. Результаты опубликованы в виде каталога, где приведены полуширина профиля для фиксированного значения глубины линии, центральная глубина и эквивалентная ширина.

**Д.В. Райкова.** По наблюдаемым 8, 9, 26 августа и 26 сентября 1967 г. спектрам проведен анализ условий в оболочке Новой Дельфина 1967 г. в предмаксимальной стадии. Установлено, что температура возбуждения в оболочке в этот период монотонно падала. Относительный химический состав для 12 элементов оказался солнечным. Содержание хрома понижено, а содержание азота и кислорода повышено. Высказано предположение о том, что содержание элементов C, N и O в оболочке меняется в течение предмаксимальной стадии.

**З.Т. Крайчева** получила спектры спектрально-двойной звезды HD 698 с целью исследования химического содержания и лучевых скоростей этой звезды.

Хотелось бы отметить, наблюдать на 50" рефлекторе было непросто физически, телескоп сложный в эксплуатации. Тем не менее, работа была поставлена так, что простой телескопа был

## Телескоп Zeiss-50 в Крыму. II

лишь тогда, когда происходили поломки. Кстати о поломках. Если это случалось ночью, даже если оставалось 1–2 часа темного времени, астроном тут же вызывался механик или электрик, которые обязаны были не откладывая заняться ремонтом. Успешно и безотказно в разное время обслуживали телескоп электрики М.И. Лиморенко, В.С. Попченко, Г.С. Чербунин, механики Г.Е. Захарченко, А.П. Власов, М.В. Куликов.