

УДК 520.224

## Телескопы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

*Н.В. Карпов, А.В. Сергеев, В.К. Тарадий, М.В. Андреев*

Международный центр астрономических и медико-экологических исследований НАНУ,  
Терскольский филиал Института астрономии РАН  
*karpov@terskol.com, karpov@mao.kiev.ua*

Поступила в редакцию 20 декабря 2012 г.

**Аннотация.** Приводится история зеркальных телескопов, произведенных фирмой Carl Zeiss с 1955 г., и места их установки. В обсерватории на пике Терскол используются телескоп Zeiss- 600 с фокусом Кассегрена и телескоп Zeiss с 2-м зеркалом системы Ричи-Кретьена-куде. Описан ввод телескопов в работу и первые наблюдения. Рассмотрены системы управления телескопов и их модернизация. Приведены особенности систем, содействующих проведению качественных наблюдений. Отмечены вспомогательные устройства и системы телескопов. Для труднодоступной высокогорной обсерватории реализовано дистанционное управление телескопами через интернет. Рассматривается поддержка штатных инструментов и технологий наблюдений.

### 1 Введение

Решение о строительстве астрофизического филиала Главной астрономической обсерватории АН УССР на пике Терскол в Приэльбрусье было принято Президиумом АН УССР 30 апреля 1970 г. после исследования астроклимата семи возможных пунктов расположения.

Первая экспедиция на пике Терскол начала работу в июле 1971 г. с телескопом АЗТ-14 в металлическом павильоне.

Географическое положение Терскола с координатами:

- широта 43.2734 градуса,
- долгота 42.4994 градуса,

позволяет успешно участвовать в международной кооперации астрономических исследований.

В 1973 г. Президиум АН УССР принял два Постановления про необходимость оснащения ГАО АН УССР современным астрономическим оборудованием. Они обязывали заказать в Х пятилетке 2-м телескоп фирмы Carl Zeiss Jena взамен заказанного прежде 1.5-м телескопа ЛОМО. В результате переговоров с представителями фирмы Carl Zeiss в 1974 г. была согласована из ГДР поставка 2-м зеркального телескопа системы Ричи-Кретьена-куде с 20-м куполом и приемной аппаратурой. Подписание согласованного контракта произошло в конце 1981 г. К этому времени фирма Carl Zeiss построила и установила четыре телескопа с 2-м зеркалом, и наш телескоп, как оказалось, стал последним крупным телескопом фирмы.

## **2 Фирма Carl Zeiss и производство крупных астрономических телескопов с 1955 г. (историческая справка)**

Конструкторское бюро астрономических инструментов появилось в фирме Carl Zeiss в 1903 г. Самым крупным проектом был 1.22-м рефлектор, сконструированный в 1915 г. для Берлинско-Бабельсбергской обсерватории. Основная идея построить следующий большой телескоп возникла в Германии в конце 30-х годов. Интересной разработкой того времени был проект 2-м телескопа для Виндхука (Намибия), однако осуществить его не удалось.

В 1939 г. астроном Kienle в своем выступлении в Геттингене на заседании Академии наук Германии впервые сформулировал запрос на строительство крупных телескопов для расширения астрономических исследований.

Значительно позже в своей статье в *Jenaer Rundschau* 1960 г. Kienle вспоминал:

«В 1946/47 первоочередное внимание было уделено изготовлению нового зеркала телескопа в качестве замены для 122-см рефлектора Бабельсбергской обсерватории. Это было необходимо для продолжения в Потсдаме и Бабельсберге традиций спектральной и фотоэлектрической работы. Требовались параболические зеркала систем Ньютона, Кассегрена и, возможно, куде. Для исследования структуры Млечного Пути, звездных скоплений и внегалактических объектов было бы желательно создать большой телескоп Шмидта. С нашей стороны была идея создания классического телескопа-рефлектора, по крайней мере, 200-см диафрагмы. Наиболее благоприятным местом строительства в Германии считалась обсерватория в Таутенбурге».

Эти планы послужили основанием для выступления Kienle в Германской академии наук и решения Немецкой экономической комиссии в Берлине в июне 1949 г. заключить контракт на проектирование и строительство 2-м телескопа-рефлектора на предприятии Carl Zeiss, Jena. Под руководством главного конструктора Jensch в том же году начались работы по проектированию и строительству нового телескопа. Именно Jensch предложил новую опорную монтировку, при которой было обеспечено безопасное перемещение телескопа в подкупольном пространстве.

В 1956 г. на пленарном заседании Германской академии наук в Берлине был учрежден совет по строительству 2-метрового телескопа-рефлектора.

Разработка и изготовление такого телескопа предъявили высокие требования к проектированию и производству оптических телескопов в фирме Carl Zeiss.

Официальное открытие 2-м телескопа после завершения последних работ состоялось в обсерватории им. Карла Шварцшильда в Таутенбурге 19 октября 1960 г. Первый 2-м телескоп начал астрономические наблюдения, а фирма Carl-Zeiss-Jena подтвердила свою репутацию ведущей фирмы в мировой оптике.

Первый универсальный 2-м телескоп-рефлектор с крупнейшей камерой Шмидта в мире и на сегодняшний день имеет сферическое зеркало с фокусным расстоянием 4 м и корректор диаметром 134 см. В системе Кассегрена фокус составляет 21 м, система куде имеет фокусное расстояние 92 м. Общая масса телескопа – 65 тонн, труба на вилке оси склонения имеет массу 26 тонн. Подшипник часовой оси образуется в сфере, где на 2 подушки подается давление масла 20 бар. Масляная пленка имеет толщину около 0.05 мм. 20-м купол телескопа массой 180 тонн открывает щель шириной 5 метров. В 1986 г. Carl Zeiss заменил зеркала телескопа на ситалловые.

В результате этого успеха появились новые заказы на изготовление 2-м универсального зеркального телескопа.

В 1966 г. для астрономов Шемахинской обсерватории установили 2-м телескоп с фокусом 9 м и аналоговой системой управления. Обсерватория расположена на высоте 1435 м на горе Пиркули в 150 км от Баку, Азербайджан.

В 1967 г. такой же 2-м телескоп был установлен в Ондржейовской обсерватории (Чехия).

Телескоп используется только для спектральных работ в фокусе куде. В 1986 г. телескоп был обновлен с установкой цифровой системы управления венгерской фирмы VILATI. В 2007 г. была установлена новая система управления чешской фирмы "ProjectSoft".

В начале 1970 г. был заключен договор между болгарским Внешнеторговым объединением "Электроимпекс" и предприятием Carl Zeiss, Jena на поставку 2-м телескопа. Детали купола были доставлены в Рожен в начале 1976 г., а монтаж купола закончен в 1978 г. В 1976 г. 2-м телескоп прошел заводские испытания, о чем болгарская (с участием советских консультантов), немецкая и венгерская стороны подписали приемочный протокол.

Новым в этом телескопе был переход от классической системы Кассегрена на систему Ричи-Кретьена с большим полем изображения и система цифрового управления VILATI. Монтаж 2-м телескопа начался в 1978 г. Во второй половине 1979 г. были начаты пробные наблюдения и освоение телескопа. С начала сентября 1980 г. 2-м телескоп начал выполнять наблюдательные программы.

Официальное открытие Национальной астрономической обсерватории «Рожен» с 2-м телескопом состоялось 13.03.1981 г., когда Болгария праздновала свое 1300-летие.

Ниже приведена таблица мест установки всех зеркальных телескопов, произведенных фирмой Carl Zeiss в Йене с 1955 г. (Келлер, 1987).

Зеркальные телескопы из Карл Цейсс Йены производства с 1955 г.
Гамбург-Бергедорф, ФРГ. 1.2-м телескоп Шмидта 1955 г.
Таутенбург / ГДР. 2-м универсальный зеркальный телескоп 1960г.
Рига, СССР. 1.2-м телескоп Шмидта 1964 г.
Шемаха, СССР. 2-м телескоп прямофокусный, Кассегрена-куде 1965 г.
Ондржейов, ЧССР. 2-м телескоп прямофокусный, Кассегрена-куде 1967 г.
Наинитал, Индия. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1971 г.
Капвалур, Индия. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1972 г.
Пискештете, ВНР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1974 г.
Душанбе, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1975 г.
Алма-Ата, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1977 г.
Рожен, НРБ. 2-м телескоп Ричи-Кретьена-куде 1978 г.
Куньмин, КНР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1979 г.
Майданак, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1980 г.
Майданак, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1980 г.
Симеиз, Крым, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1982 г.
Нижний Архыз, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1983 г.
Алма-Ата, СССР. 1-м телескоп Кассегрена-куде 1984 г.
Терскол, СССР. 2-м телескоп Ричи-Кретьена-куде 1987 г.

### 3 История приемки и доставки 2-м телескопа системы Ричи-Кретьена-куде на пик Терскол

В 1982 г. был составлен комплексный план по разработке технического задания и установке телескопа. Тогда же была согласована первая научная программа астрофизических исследований с применением 2-м телескопа на пике Терскол.

Первым из фирмы Carl Zeiss в 1982 г. был транспортирован 20-м купол. Конструкции погрузили на корабль и отправили вокруг Европы по маршруту Ростов–Новороссийск. Из Новороссийска по железной дороге на 48 низких платформах купол доставили на Промбазу Нальчика, а затем и в поселок Терскол.

Строительство башни 2-м телескопа было выполнено по проекту Ереванского института «Армгоспроект» в мастерской архитектора С.А. Гурздяна. Строительство велось строительным управлением СУ-9 Каббалпромстроя.

Телескопы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

Фундамент телескопа углублен на 3.5 метра в скалу горной вершины и не связан с фундаментом самой башни. Комнаты куде выполнены висящими на фундаменте с двойными стенками и тамбурами. Строительство продолжалось с сентября 1985 г. по осень 1988 г. Летом 1988 г. монтировали конструкции купола и механизм его щели.

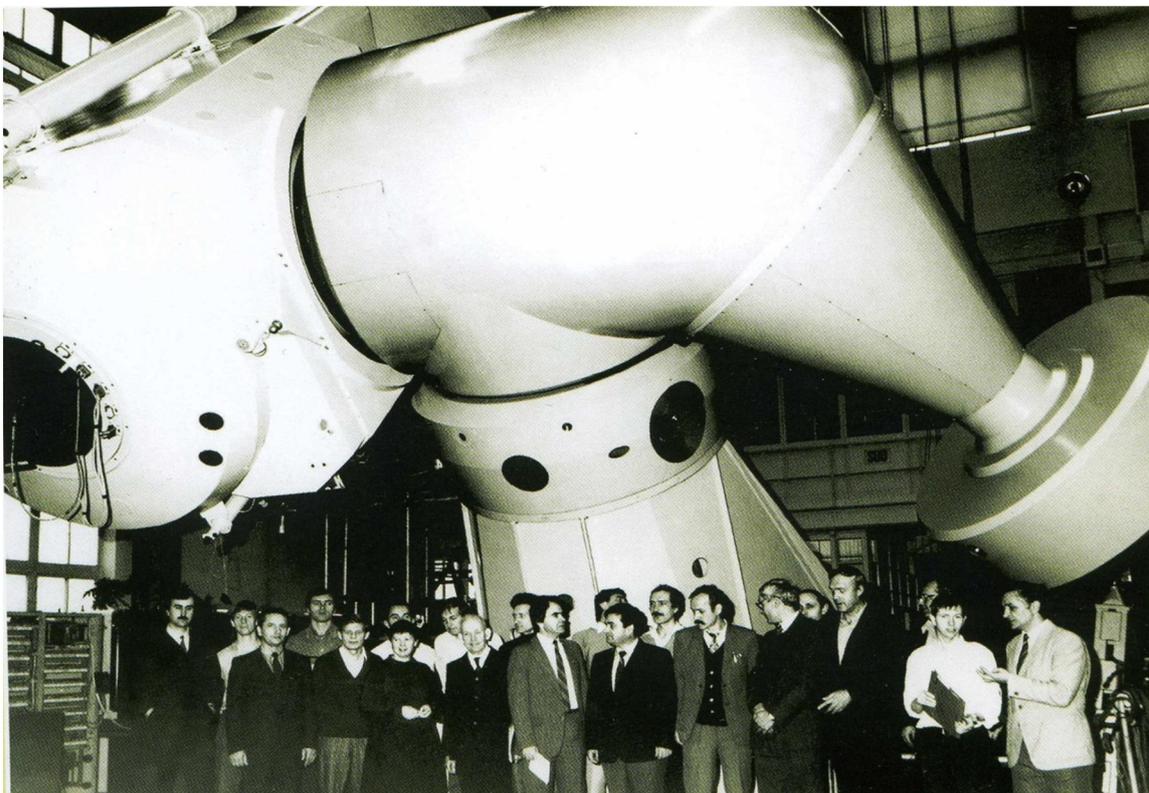


Рис. 1.

В конце 1987 г. группа астрономов и специалистов из ГАО АН УССР во главе с В.К. Тарадием с привлечением Л.И. Снежко из САО и Н.Н. Михельсона из ГАО участвовала в заводской приемке 2-м телескопа в Йене (см. фото на рис. 1.). Приемка прошла довольно успешно, но все же доработка телескопа и устранение замечаний осуществлялись в 1988 г. Затем телескоп был упакован и отправлен вокруг Европы по морям по маршруту Йена – Росток – Новороссийск – Нальчик – Терскол – пик Терскол. Транспортировка представляла большую проблему. По дороге из Нальчика в Баксанском ущелье 17 мостов через реку с неизвестной грузоподъемностью. Последние 10 км крутого и извилистого подъема по горной дороге на пик были самыми трудоемкими. Ящики с деталями телескопа перевозили мощными гусеничными тягачами. В 1988 г. все узлы 2-м телескопа были доставлены в ангар на пике Терскол. Кроме того, для монтажа телескопа был нужен особый подъемный кран с электронным управлением для точной и аккуратной работы. Таких кранов типа КБ-674 с грузоподъемностью 30 т на прямой стреле длиной 30 м было в СССР не более десятка. Доставка крана и подкрановых путей на пик (а потом и демонтаж его) тоже составили сложную проблему.

#### 4 Монтаж 2-м телескопа

После того как Советский Союз развалили, а Германия объединилась, монтаж телескопа оказался под большим вопросом. Исчезла ГДР, с которой был заключен контракт, и венгерская фирма VILATI, которая должна была монтировать систему управления, перестала существовать. Сама фирма Carl Zeiss Jena стала подразделением JENOPTIK, которая объединила и заводы Carl Zeiss в Oberkochen. Удалось доказать, что контракт находился в стадии выполнения и правительство ФРГ выделило 1 млн марок для JENOPTIK на монтаж только оптики и механики телескопа. Систему управления объявили не существующей. Монтаж астрономического инструмента в 1994–1995 гг. вели около 10 немецких специалистов из астрономической группы фирмы Carl Zeiss (Андреас Риттер, Хельмут Цанднер, Гердт Геблер, Ханс Юрген Тимэ, Йенц Терф, Клаус Малер, Вольфганг Хейлеманн, Лютц Мюллер и др.).



Рис. 2.

возможность предоставил Институт астрономии РАН.

Контракт на выполнение работ был заключен с известной чешской фирмой Projectsoft. Именно она выполнила установку новой системы управления для 2-м телескопа в астрономической обсерватории в Ондржейове.

Важным требованием было сокращение времени остановки наблюдательных программ на телескопе до 4–6 недель в летнее время. Модернизация была успешно выполнена с 20 августа по 20 сентября 2008 г., и телескоп передан в эксплуатацию.

Эта же фирма в 2010 г. заменила систему управления 2-м телескопа Национальной обсерватории БАН в Рожене, Болгария и с ноября этого года проводит замену системы управления 2-м телескопа Шемахинской обсерватории в Азербайджане.

Наша задача заключалась в том, чтобы вместо бригады 6 венгерских специалистов наладить и запрограммировать систему управления с кое-какой документацией на венгерском языке. Очень важно было вводить в действие подсистемы телескопа одновременно с монтажом оптики и механики специалистами Carl Zeiss. Это удалось выполнить своими силами и, к радости всех участников монтажа, в 1996 г. последний 2-м телескоп Carl Zeiss приступил к пробным астрономическим наблюдениям.

В гидросистему телескопа заправляется 300 л масла для холодильных компрессионных установок. Нам пришлось заменить поставленное масло HLP-22 с температурой хлопьеобразования  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  на британское масло фирмы BP типа LPT-46 с рабочей температурой до  $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На фото (рис. 2) представлены основные участники всех работ (слева направо): А.В. Сергеев, В.К. Тарадий и Н.В. Карпов на фоне Эльбруса, крана, башни телескопа и ангара (за краном).

В 2008 г., после 12 лет успешной работы, представилась возможность заменить систему управления телескопа и обновить всю технологию проведения на нем астрономических наблюдений. Эту воз-

Телескопы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

## 5 Штатные приборы

С 1996 г. на 2-м телескопе было выполнено много интересных наблюдательных программ, и он сумел заслужить хорошую репутацию в астрономическом сообществе.

Телескоп оснащен современными наблюдательными приборами:

1. Трехкамерный эшелле-спектрограф фокуса кудэ (до 11 зв. вел.): диапазон спектра 280–1000 нм, спектральное разрешение  $R_z = 45\ 000, 120\ 000, 500\ 000$ . CCD Wright Instruments 1242 x 1152 с пикселом 22.5 x 22.5 мкм и охлаждением жидким азотом. Готовится четвертая камера спектрографа для ультрафиолета.
2. Многорежимный эшелле-спектрограф фокуса Кассегрена (до 16 зв. вел.). Диапазон 300–1000 нм. CCD Wright Instruments 1242 x 1152 с пикселом 22.5 x 22.5 мкм и охлаждением жидким азотом. Спектральное разрешение  $R_z = 4000–25\ 000$ .
3. Фокальный редуктор-фотометр UBVR в системе GUNN (до 23 зв. вел.). CCD FOTOMETRICS 512 x 561 с пикселом 27 x 27 мкм и охлаждением жидким азотом.
4. Скоростной 2-канальный UBV-фотометр (на охлаждаемых ФЭУ) с GPS-регистрацией времени – 1 мкс. Скорость регистрации до 100 000 изм/сек.
5. Камера позиционных измерений – КПИ с CCD FLI PL4301 2048\*2048 поле 11' \* 11'.

Поддержку эффективных наблюдений обеспечивают системы подсмотров и гидирования на CCD, система офсетного гидирования, промышленный компьютер на трубе телескопа, проводные и Wi-Fi сети. Вспомогательное оборудование:

- 1) криогенная станция фирмы CRYOMECH inc., USA типа CP-415 для получения 10 л/сутки жидкого азота в автоматическом режиме (с молекулярной мембраной);
- 2) установки ЗИФ-1002 для получения жидкого азота;
- 3) турбомолекулярные насосы для откачки вакуума криостатов CCD-камер – RFEIFFER-BALZERS типа TPH170, Germany и BOC EDWARDS типа WRG-D, England;
- 4) автоматическая метеостанция VAISALA;
- 5) камеры All-Sky и Seeing Monitor.

## 6 Фокальный редуктор МРАЕ

В 1996 г. на пик Терскол был доставлен двухканальный фокальный редуктор Института аэронауки М. Планка для наблюдений на 2-м телескопе. Этот инструмент был тогда единственным прибором для получения электронных изображений CCD-камер.

Интерес к наблюдениям на Терсколе проявил профессор МРАЕ Dr. Klaus Jockers (см. фото на рис. 3.), который на протяжении семи лет всегда сам участвовал в наблюдениях, и которому мы очень благодарны за постановку дисциплины наблюдений, техническую помощь и плодотворное сотрудничество.

Используя комплекс «2-м телескоп – 2-канальный фокальный редуктор», астрономы Германии, России, Украины и Болгарии изучали состояние газа и пыли в кометах, проводили панорамную поляриметрию астероидов и кометного газа, выполняли астрометрические исследования и фотометрию спутников Юпитера. В условиях высокой прозрачности атмосферы на пике Терскол исследована морфология и светимость плазменного тора спутника Юпитера Ио с целью определения его физических характеристик. Хорошим началом были наблюдения кометы Hale-Bopp весной 1997 г. (Йокерс, 2003).

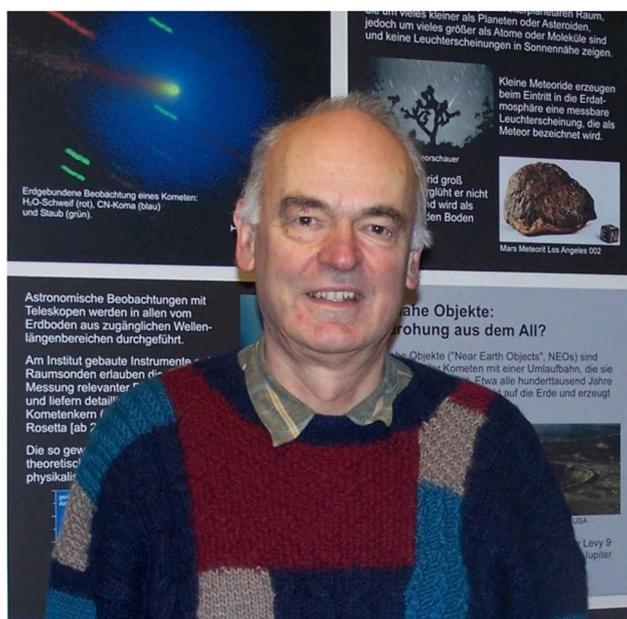


Рис. 3.

Основные результаты наблюдений:

1. Определение скорости образования воды в кометах по наблюдениям  $\text{H}_2\text{O}^+$ .
2. По результатам наблюдений нескольких комет (Wirtanen, Tabur, Giacobini-Zinner и C/1999 J3) этот метод дал хорошо согласованные результаты для понимания физики процессов, происходящих в кометах.
3. Определение отношения  $\text{CO}^+/\text{H}_2\text{O}^+$  в кометах. Это отношение обеспечивает важные данные для понимания космогонии комет и Солнечной системы. Осенью 1998 г. был выполнен первый однозначный эксперимент по измерению  $\text{CO}^+$  в короткопериодической комете (Giacobini-Zinner).
4. Двухцветная поляриметрия кометной пыли. Эти наблюдения позволили получить сведения по составу и структуре кометной пыли. Получены данные и определена зависимость поляризации от длины волны для кометы Giacobini-Zinner, которая существенно отличается от других комет.
5. Поляриметрия слабых астероидов. Астероид Ra-Shalom наблюдался в большом фазовом угле. Это измерение продлило известную кривую поляризации к большим фазовым углам. Выполнены наблюдения астероида Анжелины в сентябре 1999 г. при очень маленьких фазовых углах до 0.5 градусов.
6. Астрометрия и фотометрия внутренних спутников Юпитера: Thebe, Amalthea и Methis. Из-за их близости к планете Юпитер внутренние спутники Юпитера являются очень трудными объектами для изучения с поверхности Земли. Высокогорное расположение обсерватории (высота 3100 м) существенно облегчает такие наблюдения. Улучшенная маскировка изображения Юпитера позволила проводить наблюдение Methis и кольца Юпитера.

7. Пространственная структура, температура и плотность тора Ю. Тор Ю состоит из ионизированной материи (главным образом сера и кислород), испущенной с поверхности спутника Юпитера Ио. Тор успешно наблюдался с помощью фокального редуктора для исследования его свойств различными методами, доступными на этом комплексе. Пере-страиваемый интерферометр Фабри-Перо фокального редуктора разрешает линии красного дублета S+ для определения электронной плотности и разделения красной линии S++ от запрещенной линии кислорода. Новые наблюдения по изучению пространственного распределения S+ , S++ электронной температуры и плотности проводились одновременно с полетом космического корабля Galileo.
8. Исследования малых тел Солнечной системы, принадлежащих областям за пределами орбиты Юпитера и мигрирующих из них. В 1999 г. были начаты наблюдения объектов пояса Койпера, яркость которых слабее 22 звездной величины. Комплекс 2-м телескопа позволяет выполнять обнаружение и позиционные измерения с погрешностью лучше 1.5" астероидов пояса Койпера с блеском слабее, чем 22.5 звездной величины. Совместно с ИНАСАН проведено исследование полей для поиска малых тел Солнечной системы в особых точках орбит больших планет.
9. Цикл наблюдений кометы Хейла-Боппа в Терскольской обсерватории был признан лучшим и наиболее полным в мире по заключению комиссии МАС.

## 7 Эшелле-спектроскопия высокого разрешения



Рис. 4.

В поставку 2-м телескопа входил классический трехкамерный спектрограф для фокуса куде. Криволинейные кассеты для фотопленки, деротатор и коллиматор, механизмы переключения камер и т. д. Желание построить для куде эшелле-спектрограф хорошего разрешения появилось еще при поставке телескопа, но фирма не имела такой возможности. Большой удачей для 2-м телескопа стал интерес к этому прибору Фаига Мусаева – профессионала спектроскописта из САО РАН (см. фото на рис. 4). Он составил проект трехкамерного эшелле-спектрографа с высокими характеристиками и реализовал его. В проекте он в максимальной степени использовал имевшиеся узлы и оптику куде спектрографа Carl Zeiss. Этот факт, мастерство и помощь САО РАН при изготовлении позволили получить первый эшелле-спектр уже 29 августа 1997 г.

Большую помощь CCD-камерами и эшелле-решетками оказал профессор Jacek Krelowski из Center for Astronomy, N. Copernicus University, Польша. С этого момента было получено 600 спектров (в диапазоне 3,500–10,100 Å) с разрешением 45000, 120000 и 500000. Составлена база данных для 121 ОБ звезд (крупнейшая в мире для таких объектов). Опубликовано более 40 работ в ведущих журналах (MNRAS, ApJ, PASP, A&A)

Направления исследований:

- Исследования межзвездной среды по линиям поглощения в спектрах горячих звезд.
- Определение  $7\text{Li}/6\text{Li}$  в атмосферах красных гигантов.
- Тяжелые элементы как индикатор эволюции звезд.
- Эволюционные изменения химсостава желтых сверхгигантов.
- Исследования аккреционных течений двойных рентгеновских компонент.
- Поиск периодичностей в хромосферной активности звезд с планетными системами.
- Спектроскопия гамма-всплесков.
- Исследования звезд солнечного типа.
- Исследования динамических и физических характеристик комет.
- Спектры астероидов до 15 зв. вел.
- Спектральные наблюдения активных галактических ядер.

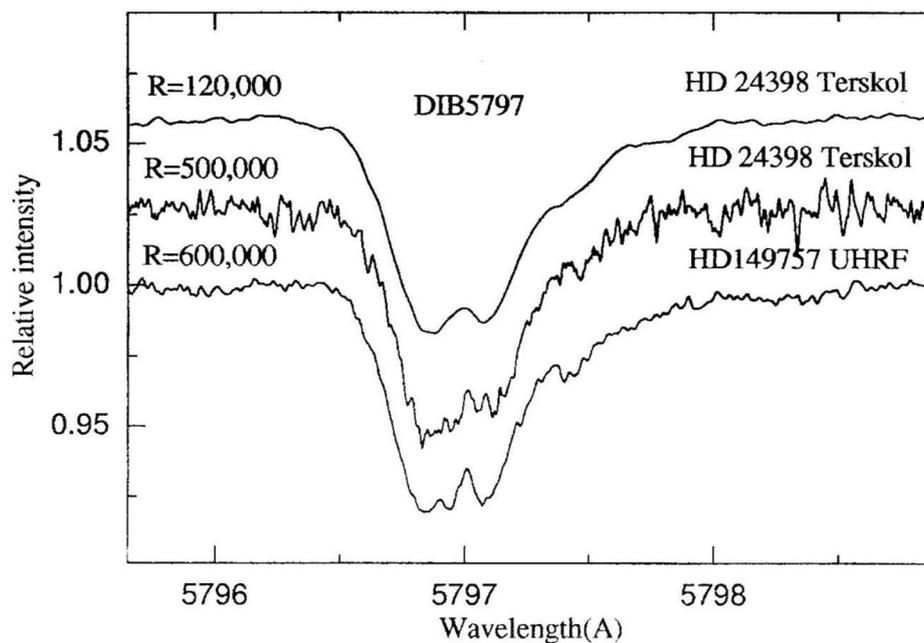


Рис. 5. Профили линии 5797 для сравнения (UHRF – Siding Springs Observatory)

В 2006 г. на базе UAGS из комплекта поставки Фаиг Мусаев изготовил многорежимный эшелле-спектрограф фокуса Кассегрена (MMCS). Параметры MMCS приведены в разделе штатных приборов телескопа.

## 8 Телескоп Zeiss-600

Телескоп был установлен в 1984 г. как многоцелевой инструмент. Основные параметры: диаметр зеркала – 600 мм, фокус Кассегрена – 7800 мм, диаметр вторичного зеркала – 183 мм, поле зрения – 20 минут.

Штатные приборы: UBVR-фотометр PixelView на CCD 1К x 1К, матрица составлена из 4-х квадрантов формата 512 x 512 с размером пиксела 24 x 24 мкм, которые считываются одновременно по оптоволокну. Глубина выборки 16 бит, термоохлаждение Пельтье 55 °С.

Телескопы Carl Zeiss в обсерватории на пике Терскол

Искатель имеет поле зрения  $1.4^\circ$  и CCD-камеру S1C.

Служба времени: 10 мс.

Светоприемники: ST-6, S1C.

За период работы использовался для синхронных наблюдений быстрой переменности и вспышечной активности звезд, фотометрии множества комет, поиска и регистрации гамма-всплесков и др. Например, наблюдения V466 And – катаклизмической системы типа WZ Sge. Объект был первоначально обнаружен в сентябре 2008 г. уже на спаде блеска, и предполагалось, что это Новая. Однако спектральные наблюдения показали его принадлежность к классу звезд типа WZ Sge. Подтверждение переменности было сделано в обсерватории на пике Терскол одними из первых в мире. Результаты позднее были подтверждены словацкими и японскими астрономами.

На базе телескопа Ц-600 создан астрономический комплекс для исследования методами динамической спектроскопии параметров оптического излучения небесных объектов (переменные звезды, малые тела Солнечной системы, фрагменты космического мусора).

## **9 Телескопы Carl Zeiss Терскольской обсерватории в синхронных наблюдениях объектов и процессов во Вселенной в разных диапазонах волн и энергий**

Особый интерес представляет синхронизация наблюдений астрофизических объектов и явлений в широких диапазонах длин волн и энергий. Баксанская нейтринная обсерватория Института ядерных исследований РАН (БНО) находится в 12 км от пика Терскол. Телескоп «Андырчи» размещен на склоне горы Андырчи над Баксанским подземным сцинтилляционным телескопом (БПСТ), а около входа в штольню горы работает установка «Ковер».

Установки БНО ИЯИ РАН для регистрации космических лучей работают в режиме непрерывного набора информации и позволяют проводить поиск и определение координат всплесков космического гамма-излучения в широком диапазоне энергий гамма-квантов: от 1 ТэВ (БПСТ) до 80 ТэВ («Андырчи» и «Ковер»). Согласование астрономических координат обеих обсерваторий осуществляется по тени Луны.

Поиск и уточнение координат оптических партнеров обнаруженных в космических лучах событий проводится в реальном времени с помощью автоматических телескопов Meade LX200 и Celestron GPS на пике Терскол. Затем на телескопах Carl Zeiss выполняются синхронные наблюдения этих объектов.

Послесвечение космической гамма-вспышки GRB081203A в полосе R было впервые зафиксировано на пике Терскол на телескопе Цейс-600 М. Андреевым, Ю. Бабиной (КрАО) и А.В. Сергеевым. В мире получено лишь несколько разрозненных оценок блеска послесвечения в видимом спектре. На пике Терскол получена 81 оценка блеска на протяжении 11 часов в интервале от 15 до 20 звездной величины в полосе R.

В целом в обсерватории на пике Терскол проведено около 50 наблюдений гамма-всплесков GRB (из них с зарегистрированным оптическим послесвечением 15).

Количество наблюдений и затраченного наблюдательного времени:

- Телескоп Цейс-600 – 37 GRB (~ 48 часов);
- Телескоп Цейс-2000 – 11 GRB (~ 18 часов).

## **10 Общие итоги работы Терскольской обсерватории**

Терскольская обсерватория в интернете: сайт Терскольской обсерватории – <http://www.terkol.com/>

На сайте обсерватории можно ознакомиться с описаниями штатных приборов и увидеть: [www.terkol.com/sky/](http://www.terkol.com/sky/) – все небо над обсерваторией в реальном времени.

[www.terskol.com/meteo/](http://www.terskol.com/meteo/) – данные автоматической метеостанции (интервал 5 мин).

[www.terskol.com/traffic/](http://www.terskol.com/traffic/) – кто и когда был на пике.

[www.terskol.com/dome/](http://www.terskol.com/dome/) – видео под куполом 2-м телескопа (при включенной подсветке).

[www.terskol.com/timetable.htm](http://www.terskol.com/timetable.htm) – расписание работы телескопов на текущее полугодие.

За прошедшее время успешно выполнены три международные программы:

**«Фундаментальные и прикладные исследования проблем астрономии, экологии и медицины в высокогорных районах Приэльбрусья 1999–2003 гг.»:**

- Общий объем программы – 25 проектов;
- Около 15 институтов из России, Украины, Болгарии, Польши, Германии, Южной Кореи и других стран;
- Более 10 стран-участниц.

**«Астрокосмические исследования в Приэльбрусье 2004–2008 гг.»:**

- Общий объем программы – 33 проекта;
- 14 направлений исследований в области астрономии и геодинамики;
- Около 30 институтов из России, Украины, Болгарии, Польши, Германии, Южной Кореи и других стран;
- Более 16 стран-участниц.

**«Астрономия в Приэльбрусье 2010–2014 гг.»:**

- Общий объем программы – 42 проекта фундаментальных, прикладных и поисковых исследований;
- 38 институтов из России, Украины, Болгарии, Польши, Германии, Южной Кореи и других стран;
- 9 университетов Евразийской ассоциации и 8 университетов стран дальнего зарубежья.

Ознакомиться с основными научными результатами, полученными по наблюдениям на телескопах Carl Zeiss в Терскольской обсерватории, можно на сайте в разделе [www.terskol.com/papers/](http://www.terskol.com/papers/).

## Литература

Йокерс (Jockers K.) // *Kinem. Phys. Celest. Bodies. Suppl.* 2003. № 4. P. 37.

Келлер Петер, Гутке Дитрих, Теске Ганс-Иоахим // *Производству телескопов в Йене – 90 лет. Йенское обозрение.* 1987/4. С. 189.