

## Международная астрономическая конференция

В 2016 г. ведущий центр наземной наблюдательной астрономии России – Специальная астрофизическая обсерватория РАН – отмечала свое 50-летие (Земля и Вселенная, 2016, № 5). В рамках празднования юбилея Обсерватория организовала 3–7 октября 2016 г. международную конференцию, посвященную обсуждению вопросов, связанных с астрофизикой звезд и звездных систем. За последнее десятилетие получены новые высокоточные наблюдательные данные, построены более совершенные модели процессов во Вселенной и написаны мощные компьютерные программы, позволившие значительно улучшить методику анализа звездных атмосфер и фундаментальных параметров звезд (масс, температур, светимостей, скоростей вращения).

Изучение физики звезд – одно из основных направлений научной



Постер Конференции.

работы в нашей обсерватории. 6-м телескоп БТА САО РАН стал основным поставщиком спектрального материала для изучения физики таких объектов и единственным телескопом в России и СНГ, где выполняется интерферометрия звезд. Сотрудники САО РАН публикуют ежегодно более 50 научных работ по звездной тематике. У нас выполняются: фотометрия звезд с целью изучения их переменности,

химического состава и фундаментальных параметров; измерения магнитных полей, интерферометрия с целью поиска и изучения двойных и кратных систем.

Познакомиться с программой и докладами можно на сайте Конференции (<http://agora.guru.ru/sao50years>) или на сайте САО РАН (<http://www.sao.ru>) в разделе Международная астрономическая конференция “Физика звезд: от коллапса до коллапса”.

Для участия в Конференции были приглашены научные сотрудники и аспиранты институтов РАН, преподаватели и студенты астрономических отделений вузов, зарубежные ученые.

В Оргкомитет вошли ведущие ученые России и ряда зарубежных стран, активно работающие в области физики звезд: академики Ю.Ю. Балегга (САО РАН, председатель), Л.М. Зелёный (ИКИ РАН) и А.М. Черепашук (ГАИШ МГУ),



*Участники Конференции у входа в здание САО РАН. В работе Конференции приняли участие более 150 астрономов. 3 октября 2016 г.*

члены-корреспонденты РАН Б.М. Шустов (ИНАСАН) и А.В. Степанов (ГАО РАН), доктора физико-математических наук Г.М. Бескин и И.И. Романюк (САО РАН), профессора Ю.Н. Гнедин (ГАО РАН), Н.А. Сахибуллин (Казанский университет), Н.Е. Пискунов (Университет Уппсала, Швеция), Т. Киппер (Университет Тарту, Эстония), Р. Фуа (Лионская обсерватория, Франция), С.Н. Фабрика, В.Г. Клочкова и В.Е. Панчук (САО РАН), кандидат физико-математических наук А.Н. Ростопчина-Шаховская (КраО РАН). Местный оргкомитет

возглавил доктор физико-математических наук И.И. Романюк.

Конференция вызвала большой интерес среди астрономической общественности; для участия в ее работе зарегистрировалось 185 человек, что, по нашим оценкам, составляет более 50% активно работающих в России специалистов в области физики звезд.

Хозяева Конференции (САО РАН) были представлены более чем 30 участниками – сотрудниками трех лабораторий и двух групп, в которых развивается звездная тематика. Наиболее представительные делегации прибыли в

САО РАН из Крымской астрофизической обсерватории РАН (22 человека), Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН (16 человек), ГАИШ МГУ (14 человек), Казанского (Приволжского) университета (10 человек). Из стран бывшего СССР сделали по два доклада ученые из обсерваторий в Бюракане и Шемахе и по одному – из университетов Одессы и Тарту. Из дальнего зарубежья к нам приехали астрономы из Чешской Республики, Словакии, Индии, Израиля, Таиланда, Швеции, ЮАР. Конференция проводилась в поселке



*Приветственное слово научного руководителя Обсерватории академика Ю.Ю. Балегги. 3 октября 2016 г.*

Нижний Архыз в конференц-залах Специальной астрофизической обсерватории.

В своей приветственной речи участникам Конференции научный руководитель Специальной астрофизической обсерватории академик **Ю.Ю. Балегга** сказал, что звездная астрофизика в нашей стране начиналась с исследований, выполнявшихся после окончания Великой Отечественной войны в нашем флагманском на тот период учреждении – Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Родоначальник звездной астрофизики Г.А. Шайн и его соратники С.Б. Пикельнер, Э.Р. Мустель и В.Ф. Газе использовали трофейные немецкие инструменты – 1,2-м телескоп фирмы “Цейсс”

и сдвоенный 40-см астрограф для решения широкого круга задач по изучению вращения звезд, лучевым скоростям звезд, спектроскопическим исследованиям газовых туманностей. Выдающиеся результаты по спектральной классификации звезд и их вращению были получены И.М. Копыловым (Земля и Вселенная, 2017, № 1). Новый свет на природу симбиотических звезд был пролит исследованиями академика А.А. Боярчука (Земля и Вселенная, 2001, № 3).

Далее Юрий Юрьевич остановился на работах по звездной тематике, выполненных в Санкт-Петербурге (в университете и в ГАО РАН), в Москве (в ГАИШ МГУ, ИНАСАН и ИКИ РАН), в Казанском и Ростовском университетах. Ю.Ю. Балегга отметил ведущих ученых этих научных учреждений, внесших большой вклад в развитие исследований по физике звезд, выполненных в нашей стране. Он также поприветствовал прибывших на конференцию астрономов из Азербайджана, Армении, Украины и Эстонии.

В завершение было отмечено, что в САО РАН звездное направление исследований является одним из основных. Начало было положено работами первого директора И.М. Копылова по спектральной классификации звезд.

В дальнейшем в этих исследованиях важнейшую роль стала играть В.Г. Клочкова, работы которой посвящены преимущественно звездам высокой светимости на поздних стадиях эволюции. Звезды очень высокой светимости, LBV и ULX, стали предметом изучения группы астрономов под руководством С.Н. Фабрики. Большое число новых данных по магнитным полям звезд получено лабораторией, основанной Ю.В. Глаголевским и в настоящее время возглавляемой И.И. Романюком. Обнаружено более 200 новых магнитных звезд и накоплено треть всех мировых данных по звездному магнетизму. Наконец, обсерватория ведет большую работу по оснащению нашего 6-м телескопа БТА новой техникой для спектроскопии звезд. Здесь ведущая роль принадлежит В.Е. Панчуку.

Работа Конференции проводилась в шести секциях: “Звездообразование и межзвездная среда” (сопредседатели В.П. Гринин и Б.М. Шустов), “Атмосферы звезд и звездный магнетизм” (В.Г. Клочкова и Н.А. Сахибуллин), “Звездная активность” (Г.М. Бескин и А.В. Степанов), “Кратные звездные системы и экзопланеты” (Ю.Ю. Балегга и Л.М. Зелёный), “Звезды после ядерного горения”

(С.Н. Фабрика и А.М. Черепашук), “Методы и инструменты звездной астрофизики” (В.Е. Панчук и Р.Е. Гершберг).

Участниками Конференции было прочитано 7 пленарных, 125 устных секционных и представлено около 60 стендовых докладов. На Конференции выступили с докладами представители известной во всем мире школы В.А. Амбарцумяна – Т.Ю. Магакян и Т.А. Мовсисян, которые получают выдающиеся результаты наблюдений молодых звездных объектов, звезд типа Т Тельца и Хербига-Аро. Во всем мире известны Одесская школа исследователей переменных звезд, основанная В.П. Цесевичем (Земля и Вселенная, 1984, № 4) и школа по изучению эволюции звезд в Тарту (Эстония), возглавляемая Т.А. Киппером.

Предлагаем краткий обзор пленарных докладов.

Член-корреспондент РАН **Б.М. Шустов** в докладе “Молекулы и звездообразование” рассмотрел объекты, отличающиеся по размерам на десятки порядков – молекулы, звезды и межзвездные облака. Борис Михайлович рассказал о том, что роль крошечных молекул в образовании самых первых звезд оказалась ключевой. Молекулы водорода ( $H_2$ ) были единственным охладителем первичных



*Выступление члена-корреспондента РАН Б.М. Шустова.*

водородно-гелиевых облаков, и именно в результате этого охлаждения смогли образоваться первые очень необычные, массивные звезды. В результате ядерных реакций в них сформировались элементы тяжелее гелия (по традиции называют их металлами). Атомы этих тяжелых элементов в результате взрывов первых Сверхновых были рассеяны в межзвездном пространстве, и там началось образование молекул. К настоящему времени астрономы наблюдают в космосе около двухсот видов молекул и несколько сотен их изомеров. Общая масса молекул невелика, но они играют огромную роль в химико-динамической эволюции плотных молекулярных облаков, в которых рождаются звезды. Спектры молекул наблюдаемые в радио-, ИК- и УФ-диапазонах – главный источник информации о процессах

рождения звезд (Земля и Вселенная, 2016, № 6). Изложены современные методы извлечения данных о параметрах молекул из наблюдений их спектров.

Академик **А.М. Черепашук** выступил с докладом “Новые возможности наблюдений эффектов сильной гравитации вблизи звездных и сверхмассивных черных дыр”. Анатолий Михайлович сообщил, что в последнее время благодаря открытию на обсерватории LIGO гравитационных волн от слияния черных дыр в двойных системах появилась уникальная возможность доказательства наличия горизонта событий у черных дыр звездных масс путем наблюдений гравитационно-волновых сигналов от квазинормальных мод колебаний пространства–времени черной дыры, образовавшейся в



*Академик А.М. Черепашук посвятил свой доклад сверх-массивным черным дырам в ядрах галактик.*

результате слияния двух черных дыр меньших масс. С другой стороны, наблюдения сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик с помощью радиоинтерферометров на коротких волнах самого большого Телескопа горизонта событий (Event Horizon Telescope, EHT – объединение из 12 радиотелескопов мира). Российский проект “Миллиметр” с разрешением лучше  $10^{-5}$  секунды дуги позволит получить изображение “тени” от черной дыры и доказать отсутствие наблюдаемой ее поверхности. Первые результаты наблюдений на EHT, вступившего в строй в ноябре 2015 г., обнадеживают.

Академик **Ю.Ю. Балега** с коллегами представил доклад о результатах обзора кратности ярких звезд в ближайших OB-ассоциациях (Земля и Вселенная, 2017, № 1) с применением спекл-интерферометрии на 6-м телескопе БТА. Исследовано шесть ближайших ассоциаций, входящих в Пояс Гулда (Per OB2, Per OB3, Cas-Tau, Ser OB2, Ser OB6, Lac OB1). Целью программы было обнаружение близких спутников (предел разрешения – 0,02 угл. секунды) и оценка кратности среди звезд ассоциаций. В общей сложности в список для наблюдений вошли 395 звезд, отобранных голландским астрономом

Т. де Зеу (1999) по результатам астрометрии, выполненной спутником “Гиппарх” (“Hipparcos”, ESA; Земля и Вселенная, 2003, № 5). Подавляющая часть звезд принадлежит к спектральному классу В. Установлено, что средняя доля компаньонов, обнаруживаемых в ассоциациях, составляет 23%, то есть примерно у четверти звезд наблюдается близкий спутник. С учетом спектрально-двойных, затменно-двойных и широких астрометрических пар доля кратных систем достигает 60%. Авторы не обнаружили разницы в проценте кратных систем в молодых (2–3 млн лет) и старых (50 млн лет) ассоциациях, то есть динамическая эволюция слабо влияет на кратность массивных членов ассоциаций на масштабах в 50 млн лет. С учетом существования ненаблюдаемых спутников доля кратных систем близка к единице. Авторы сделали заключение, что любой сценарий формирования массивных звезд должен “использовать” кратность как отдельный параметр модели.

В докладе “Холодные сверхгиганты на переходе к белым карликам” профессор **В.Г. Клочкова** (САО РАН) рассмотрела важнейшие проблемы и сведения, касающиеся заключительных стадий эволюции звезд

промежуточных масс и процессов синтеза химических элементов. Приведены основные результаты, полученные на 6-м телескопе спектрального исследования выборки пекулярных сверхгигантов, отождествляемых с галактическими ИК-источниками. Основным аспектом программы является поиск эволюционных изменений химического состава звезд, прошедших стадию AGB и третье перемешивание, а также анализ спектральных проявлений кинематических процессов в их протяженных атмосферах и оболочках. Наиболее важным результатом программы является обнаружение избытков тяжелых металлов у нескольких post-AGB-звезд, что эмпирически подтверждает теорию эволюции звезд данного типа (Земля и Вселенная, 2016, № 5). У трех этих звезд впервые обнаружен вынос тяжелых металлов в околозвездные оболочки. Результаты исследования кинематики атмосфер и оболочек послужат уточнению баланса вещества, производимого звездами на стадии AGB и поставляемого в межзвездную среду.

Программа мониторинга сверхгигантов различной природы относится к предельным для спектроскопии высокого спектрального разрешения даже на самых крупных

телескопах. С наблюдательной точки зрения задача усложняется необходимостью многократных наблюдений переменных объектов, а также высокими требованиями к стабильности аппаратуры и, в частности, к высокой точности позиционных измерений. Для дальнейшего изучения звезд высокой светимости с избытком инфракрасного излучения необходимо обеспечить сверхвысокое разрешение и возможность спектроскопии. Программа стимулирует дальнейшее развитие и совершенствование спектрального комплекса БТА, систем обработки спектральных данных и методов их анализа.

Член-корреспондент РАН **М.Р. Гильфанов** прочитал доклад “Проблема предшественников Сверхновых типа Ia”. Важную роль в современной космологии играют Сверхновые типа Ia. С их помощью было продемонстрировано, что Вселенная расширяется с ускорением и сделан вывод о существовании темной энергии. Однако их природа точно неизвестна, так как, в отличие от сверхновых коллапсаров, до сих пор не удалось детектировать их предшественников. Почти нет сомнений, что Сверхновые Ia являются результатом термоядерного взрыва углеродно-кислородного белого карлика, достигшего массы



*Член-корреспондент РАН  
М.Р. Гильфанов.*

Чандрасекара, но не ясно, за счет чего растет его масса. В двух наиболее популярных сценариях взрыв может произойти либо в результате постепенного увеличения массы белого карлика, аккрецирующего вещество нормальной звезды-донора, либо слиянием двух белых карликов в тесной двойной системе. Эти два сценария кардинально отличаются по уровню электромагнитного излучения, предшествующего Сверхновой.

Аккреция вещества нормальной звезды белым карликом сопровождается термоядерным горением водорода на его поверхности, который становится мощным источником ультрафиолетового и мягкого рентгеновского излучения в течение примерно нескольких миллионов лет до взрыва Сверхновой. Это излучение может

быть обнаружено, как непосредственно (например, в виде яркого протяженного рентгеновского гало у эллиптических галактик), так и по его взаимодействию с окружающей межзвездной средой (например, благодаря вкладу аккрецирующих белых карликов в ионизирующий ультрафиолетовый фон в галактиках). Сравнение этих и других предсказаний теории с наблюдениями внешних галактик орбитальными обсерваториями “Чандра”, “Спитцер” и наземными оптическими телескопами позволяет “наложить” важные ограничения на вклад различных сценариев в наблюдаемую популяцию Сверхновых Ia.

Доктор физико-математических наук **Р.Е. Гершберг** (КрАО РАН) рас-



*Доктор физико-математических наук Р.Е. Гершберг рассказывает об исследованиях вспыхивающих красных карликовых звезд и активности звезд.*

сказал об исследованиях вспыхивающих красных карликовых звезд и активности звезд солнечного типа, выполненных за полвека в Крымской астрофизической обсерватории. Показаны результаты фотометрии и спектроскопии красных карликовых звезд, звезд типа Т Тельца и других. Показаны многочисленные примеры, указывающие на то, что переменность вызвана вращением пятнистой звезды.

Профессор **Ю.Н. Гнедин** (ГАО РАН) представил доклад “Будущее рентгеновской астрономии: поляризация жесткого электромагнитного излучения черных дыр звездных масс в тесных двойных системах”. Поляризация – определенное направление электрического поля пучка рентгеновского излучения; является эффективным инструментом для изучения основных физических характеристик таких оригинальных астрономических объектов, как черные дыры (являются объектами, рождающимися из звезд; их вторая космическая скорость равна скорости света). Эти объекты, входящие в состав двойных систем, являются исключительно мощными энергетическими машинами. В докладе продемонстрировано, как будущая рентгеновская астрономия откроет нам



*Директор САО РАН В.В. Власюк поздравляет коллег с юбилеем.*

физические законы, согласно которым действуют эти мощные космические источники энергии.

Директор САО РАН **В.В. Власюк** в докладе “Стратегия взаимодействия телескопов САО РАН в едином информационном пространстве по наблюдениям оптических отождествлений гамма-всплесков” сделал акцент на необходимости смены парадигмы наблюдений за алертными событиями (гамма-всплесками, Сверхновыми) с использованием 6-м телескопа и другими наблюдательными системами САО РАН. Успех таких наблюдений складывается из возможности быстрого наведения на ту область неба, где зарегистрировано событие в более жестком диапазоне спектра.

Перечислим некоторые секционные докла-

ды. На секции “Звездообразование и межзвездная среда” выступили: Д.З. Вибе (“Области звездообразования в Орионе как лаборатория исследования эволюции пыли”), А.М. Соболев (“Современная парадигма образования звезд в Галактике”), И.И. Зинченко (“Мульти-волновое изучение формирования звезд больших масс на переменных шкалах времени”), В. Элбакян (“Природа объектов очень низкой светимости”), К.Н. Гранкин (“Звезды типа Т Тельца: физические параметры и эволюционный статус”), В.П. Гринин (“Звезды типа UX Ori”), Т.А. Мовсесян (“Коллимация и расширение джетов от молодых звездных объектов”).

Прозвучали доклады на секции “Атмосферы звезд и звездный магнетизм”: Е.А. Барсукова (“Феномен ярких красных новых”), А. Арет (“Связь между желтыми гипергигантами и В[e] сверхгигантами”), И.И. Романюк (“Магнитные звезды в молодых скоплениях и ассоциациях”), З. Микулешек (“О природе вариаций периода вращения магнитных звезд”).

Выступили на секциях: *Звездная активность* – А.В. Степанов (“Природа интенсивного радиоизлучения от коричневых карликов”); *Кратные звездные системы и экзопланеты* – О.Ю. Малков



*На секционном заседании (первый ряд): профессор Ю.Н. Гнедин, академик А.М. Черепашук, член-корреспондент РАН А.В. Степанов, профессора В.Г. Клочкова и В.Е. Панчук, академик Ю.Ю. Балега. 5 октября 2016 г.*

(“База данных двойных звезд BDB”); *Звезды после ядерного горения* – Д.В. Бисикало (“Процессы аккреции в тесных двойных звездах”), Н.Р. Ихсанов (“Аккреция в массивных рентгеновских двойных”), П. Бакланов (“Сверхсветимые Сверхновые и яркие красные Новые: сценарий для воспроизведения высокой светимости”), С.Н. Фабрика (“Ультраяркие рентгеновские источники”), М.Р. Гильфанов (“Комптонизация в рентгеновских двойных – дихотомия между черными дырами

и нейтронными звездами”); *Методы и инструменты звездной астрофизики* – Н.Е. Пискунов (“GRIRES+ – основной спектрометр высокого разрешения в ближней инфракрасной области для VLT”), М.Е. Сачков (“Проект “Спектр-УФ”: перспективы для изучения физики звезд и звездных систем»), М.В. Юшкин (“Математическая модель орбитального и наземного спектрографов скрещенной дисперсии”).

Отметим здесь несколько приглашенных секционных докладов о результатах исследований, вы-

полненных в САО РАН. **С.Н. Фабрика** сделал доклад на тему “Ультраяркие рентгеновские источники”. Это – необычные объекты, в рентгеновском диапазоне они излучают в тысячи раз больше, чем самые яркие черные дыры нашей Галактики. Такие объекты были предсказаны в других галактиках как новый тип рентгеновских источников на основе уникального объекта SS 433 – единственного в Галактике сверхкритического аккреционного диска с черной дырой. **И.И. Романюк** рассказал



об исследовании магнитных полей звезд в молодых скоплениях и ассоциациях, выполненных на 6-м телескопе с помощью специально разработанной аппаратуры. Результаты этих работ доказывают, что магнитные поля В- и А-звезд Главной последовательности не генерируются во время пребывания звезды на ней, а образуются во время мощных нестационарных процессов, которые происходят в звезде во время эволюции на

стадиях, предшествующих Главной последовательности.

Комфортная теплая осенняя погода способствовала проведению различных экскурсий и являлась прекрасным фоном при проведении дискуссий. Кроме большой научной программы участники Конференции имели возможность посетить 6-м телескоп БТА, радиотелескоп РАТАН-600, древние храмы X–XI вв. в Нижнем Архызе. Казачий ансамбль песни и пляски

“Ставрополье” выступил с отличным концертом для участников конференции.

По мнению участников, Конференция прошла на высоком научном и организационном уровне.

*И.И. РОМАНЮК,  
доктор физико-математических наук*

*А.Ф. ВАЛЕЕВ,  
кандидат физико-математических наук*

*САО РАН*

*Фото Е.А. Борисенко*

---

## *Информация*

---

### **Туманность, похожая на корабль из “Стартрека”**

Полученное 1 октября 2016 г. космической обсерваторией “Спитцер” инфракрасное изображение туманностей NGC 1701 (IRAS 19340 + 2016) и NGC 1701-D (IRAS 19343 + 2026) в диске нашей Галактики (см. стр. 4 обложки) доставило особое удовольствие любителям научно-

фантастического сериала “Стартрек” (“Звездный путь”), приуроченное к 50-летию создания фильма. Туманности – области формирования звезд с протопланетными дисками в созвездии Лисички, они находятся в 11 тыс. св. лет от нас. На новом снимке видны расположенные рядом две области активного звездообразования, которые напоминают вымышленный корабль “Энтерпрайз” из этого сериала, по сюжету которого написаны книги и созданы компьютерные игры. На снимке удалось запечатлеть детали в глубине газопылевых облаков, скрывающих свет рождающихся звезд.

Изображение синтезировано из многих снимков: использованы данные больших обзоров Млечного Пути GLIMPSE и MIPS GAL, выполненные обсерваторией “Спитцер”. Фотографии получены в диапазонах 3,5 мк (синий цвет), 8 мк (зеленый) и 24 мк (красный). Зеленый цвет показывает органические молекулы в облаках пыли, освещенные под воздействием излучения звезд, красный указывает на тепловое излучение, испускаемое очень горячими газопылевыми областями.

*Пресс-релиз NASA,  
8 октября 2016 г.*