

# О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ АСТРОНОМИИ

**Б. М. Шустов**

*Институт астрономии РАН*

Обсуждаются состояние и перспективы развития астрономии в России. На данный момент оно характеризуется значительным отставанием от мирового уровня, прежде всего в технологии наземных астрономических наблюдений. В целях выхода из этой ситуации проведена экспертиза проблемы и намечены наиболее перспективные инфраструктурные проекты. Для их реализации необходима поддержка государства. Также обсуждаются проблемы и перспективы участия российских астрономов в жизни Международного астрономического союза.

## ON THE STATE OF ART OF DEVELOPMENT OF ASTRONOMY IN RUSSIA

**B. M. Shustov**

*Institute of Astronomy of the RAS*

The state of art and prospects of development of astronomy in Russia are discussed. The current state is characterized by a considerable lag behind the world level, especially in the technology of the ground-based astronomical observations. Based on the results of expertise, the most promising infrastructure projects were selected. To implement them, state support is needed. The problems and prospects of participation of Russian astronomers in the life of the International Astronomical Union are also discussed.

## Введение

Общепризнано, что уровень развития страны в значительной степени определяется ее научным потенциалом, который, в свою очередь, определяется уровнем развития фундаментальной науки. Состояние астрономии как одной из важнейших фундаментальной наук — хороший индикатор общего развития страны. К сожалению, состояние российской астрономии нельзя назвать соответствующим

статусу крупной развитой державы. Особенно остро это чувствуется в наземной астрономии. В течение нескольких десятков лет поддержка астрономических исследований была явно недостаточной. В последние несколько лет ситуация, по-видимому, начинает понемногу меняться. По инициативе и при участии РАН, Научно-координационного совета при ФАНО России (НКС ФАНО), тогдашнего Министерства образования и науки, Управления Президента по научно-образовательной политике в 2015 г. была сформирована межведомственная рабочая группа (МРГ) экспертов по астрономии. Члены МРГ — эксперты в различных областях наблюдательной астрономии и астрофизики, работающие как в институтах РАН/ФАНО, так и в ведущих университетах. Группе было поручено провести анализ состояния и перспектив развития наземной экспериментальной базы астрономии и астрофизики в России, в которой приоритеты участия России в крупных зарубежных астрономических проектах были бы логистически и финансово согласованы с планами развития наземной астрономической инфраструктуры на территории РФ. В работе группы активно участвовало астрономическое научное сообщество России. Важной частью работы было проведение всеобъемлющего аудита существующих наземных астрономических средств в РФ и рассмотрение вопроса подготовки кадров. МРГ работала в течение 2015—2016 гг., результаты ее работы были доведены до астрономической общественности страны. Однако далеко не все российские астрономы, особенно научная молодежь, нашли возможность ознакомиться с этими важными материалами.

За последние годы, естественно, произошли некоторые изменения в ситуации. В том числе и весьма позитивные. Например, в программу школьного обучения возвращена дисциплина «Астрономия», согласно президентским указам существенно повышена зарплата научных работников в ряде регионов страны и т. д. Важно, что со стороны руководящих органов страны не угасло внимание к проблемам развития астрономии. Например, по поручению МОН РФ в 2018 г. работал Экспертный совет ОФН РАН по направлению «Астрономия, астрофизика, космические исследования». В результате были уточнены некоторые рекомендации по поддержке российских инфраструктурных проектов класса «мегасайенс».

Конечно, астрономия в России развивается в общемировой кооперации. Это очень важный фактор научного прогресса. Здесь у нашей астрономии пока больше перспектив, чем реального продвижения. В августе 2019 г. в Вене проходила Генеральная ассамблея

(ГА) Международного астрономического союза (МАС). Мне кажется необходимым осветить некоторые аспекты и перспективы работы российских астрономов (и особенно научной молодежи) в рамках этой международной организации.

В данной лекции кратко описаны основные результаты проведенной в последние годы работы по анализу состояния и перспектив российской астрономии, а также некоторые проблемы и перспективы участия российских астрономов в международной кооперации в свете результатов работы XXX ГА МАС. Автор в этой работе принимал самое непосредственное участие. Некоторые вопросы, затрагиваемые в лекции, более подробно описаны в [1, 2].

## **Структура астрономических исследований в России**

### **Организационно-правовые формы и количество российских научных организаций, ведущих астрономические исследования**

34 научных учреждения России, в которых проводятся астрономические исследования, имеют две организационно-правовые формы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) и подразделение (астрономическая кафедра, лаборатория, обсерватория, институт) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) Министерства науки и высшего образования РФ (Минобрнауки России).

### **Научные кадры**

Общая численность исследователей, согласно данным проведенного аудита, на начало 2016 г. составляла около 1 300 человек, из них около 20 % имеют ученую степень доктора наук, 35 % — кандидата наук.

Отметим сравнительно неплохой показатель российских астрономов (членов МАС) по продуктивности научной работы, определяемый здесь как количество публикаций в рецензируемых изданиях на одного члена МАС в год: в России — 2.3, в США — 2.3, в Германии — 3.9, в Китае — 2.0, в Японии — 1.6 (по данным Web of Science по разделу Space Science за 2016 г.). По этому показателю

Россия не уступает другим странам. Важный качественный показатель научных исследований — цитируемость научных работ российских астрономов. Согласно тому же источнику количество ссылок на работы российских астрономов, членов МАС, составляет в среднем 8 на одну публикацию за 10 лет. Средняя цитируемость научных работ всех российских астрономов гораздо ниже. Для сравнения: средний показатель для работ авторов из США, Германии, Англии — 21, Японии — 17, Китая — 8 (данные 2016 г.).

### Научно-исследовательская инфраструктура

27 из 34 астрономических учреждений имеют собственную инфраструктуру для проведения наземных астрономических наблюдений. Это оптические телескопы, радиотелескопы, полигоны, специальные аппаратные комплексы и др. В 2016 г. объектов со статусом УНУ (уникальная научная установка) насчитывалось 11. Шесть объектов инфраструктуры являлись центрами коллективного пользования (ЦКП), 4 из них одновременно представляли собой УНУ.

Как уже отмечалось, в России в последние несколько десятков лет развитию наблюдательных средств астрономии внимание практически не уделялось. Последнее крупное вложение было сделано в 70-е гг. прошлого века: были построены самый большой на то время оптический 6-м телескоп БТА и кольцевой радиотелескоп РАТАН-600 диаметром 600 м. Сегодня наш крупнейший в ту эпоху оптический телескоп по размерам (и соответственно по возможностям) уже замыкает вторую десятку работающих в мире инструментов. Начиная с 1980-х гг. в России не реализован ни один по настоящему крупный проект для задач наземных астрономических исследований. Недавно введенный в строй под Кисловодском 2.5-м оптический телескоп МГУ должен стать важным средством для подготовки научных кадров, однако с точки зрения важнейших астрофизических наблюдательных программ его возможности будут весьма скромными. Это же относится и к 2-м оптическому телескопу российско-украинской обсерватории на пике Терскол в Кабардино-Балкарии.

Аналогичная картина с наземными российскими радиотелескопами, предназначенными для астрономических исследований. И РАТАН-600 (в САО РАН), и РТ-22 (на станции ФИАН в Пущино), и другие инструменты в состоянии выполнять отдельные задачи, но не являются и не могут быть конкурентоспособными в прорывных исследованиях в современную эпоху. Созданный в последние два де-

ятилетия радиоинтерферометрический комплекс КВАЗАР используется главным образом для координатно-временного обеспечения страны. Показателем уровня развития радиоастрономических наблюдательных средств является тот факт, что в стране нет ни одного современного радиотелескопа миллиметрового диапазона, тем более интерферометра миллиметрового диапазона, а эти инструменты в наши дни относятся к основным средствам наблюдательной астрономии в мире.

### **Финансовые инструменты поддержки астрономических исследований в Российской Федерации**

Базовые бюджеты астрономических учреждений в России, как правило, почти полностью расходуются на зарплату (ставки) и коммунальные услуги. Инфраструктурные расходы на сопровождение и развитие астрономических инструментов осуществляются из внебазовых бюджетных финансовых инструментов, таких как Федеральные целевые программы (ФЦП), Программы РАН и МОН, гранты государственных научных фондов, в основном Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Российского научного фонда (РНФ). Дополнительное финансирование определяется объемом работ, выполняемых главным образом по космическим проектам из средств контрактов Роскосмоса, по договорам с заинтересованными министерствами и ведомствами, а также по грантам негосударственных фондов.

Общий годовой бюджет российской астрономии равен сумме всех бюджетов астрономических учреждений с учетом указанных выше составляющих. Базовый бюджет на 2014 г. был равен 1 323 млн руб., «внебазовая» часть — 460 млн руб. Дополнительное финансирование оценочно составляло до 50 % от суммы базовой и внебазовой частей. В последние два года финансирование несколько возросло, но в основном все это увеличение уходит на повышение зарплат научных сотрудников.

### **Перспективные проекты развития наземной астрономии в России**

МРГ собрала и рассмотрела 18 инфраструктурных предложений (проектов), присланных со всей России. Были представлены проекты

двух типов — фундаментальные и проекты, имеющие как фундаментальную, так и выраженную прикладную направленность.

Фундаментальные проекты были разделены при рассмотрении на три группы:

- **международные мега-проекты.** Доля финансового участия России составляет менее 50 % от полной стоимости, при этом сумма участия — более 1 млрд руб. на год рассмотрения. В этом разделе первый приоритет у проекта «Участие России в Европейской южной обсерватории (ЕЮО/ESO)». Несмотря на общую поддержку, типичное мнение астрономов состоит в том, что вряд ли этот проект будет поддержан, в частности, из-за кажущейся высокой «цены вопроса». И все же этот вопрос остается на столе руководства страны. Академик Ю. Ю. Балега, действующий вице-президент РАН, постоянно контактирует с правительством по данной теме. Приоритет 2 — у проекта «Участие России в проекте телескопа размером квадратный километр (SKA)»;
- **российские мега-проекты.** Доля участия России более 50 % от полной стоимости, при этом сумма участия более 1 млрд руб. на год рассмотрения. Здесь приоритет 1 у проекта 4-м оптического телескопа с широким полем зрения для постановки в Северном полушарии. Приоритет 2 — у проекта завершения строительства 70-м радиотелескопа на плато Суффа. В самое последнее время этот проект вызывал повышенное внимание у руководства страны. На момент написания статьи не было известно о принятии кардинальных решений по этому вопросу;
- **российские проекты среднего уровня.** Доля России более 50 % от полной стоимости, при этом сумма участия менее 1 млрд руб. на год рассмотрения. Приоритет 1 у проекта нейтринного телескопа «Байкал». Приоритет 2 — у проекта длинноволнового радиотелескопа широкого поля зрения.

Три проекта, имеющих прикладную направленность, рекомендованы для софинансирования при условии основного финансирования со стороны заинтересованных министерств и ведомств:

- создание Российской службы Солнца;
- создание научной наземной астрономической инфраструктуры для наземного сегмента Российской системы предупреждения и противодействия космическим угрозам;
- фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение России.

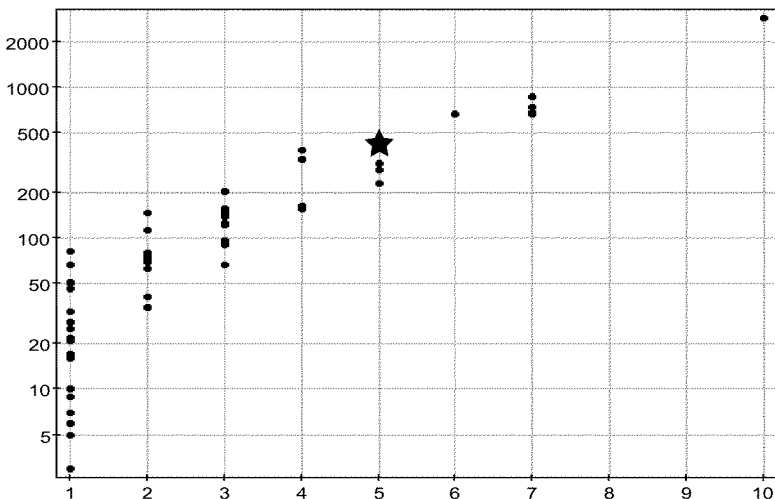
Все эти приоритеты были подтверждены в результате экспертизы, проведенной в сентябре 2018 г. Экспертным советом ОФН РАН по направлению «Астрономия, астрофизика, космические исследования».

## Россия и МАС

Россия является членом МАС с 1992 г. (СССР — с 1935 г.). Генеральная ассамблея МАС проводилась у нас единственный раз, в 1958 г., в Москве и имела статус мероприятия государственного значения. В астрономическом сообществе России обсуждается инициатива провести одну из следующих ГА МАС в нашей стране. Пока что две следующие ГА пройдут в других странах: в 2021 г. — в г. Пусан (Южная Корея), а в 2024 г. — в г. Кейптаун (Южная Африка).

На начало 2018 г. членами МАС были 437 наших соотечественников, т. е. примерно 3 на каждый миллион жителей страны. В развитых странах этот показатель выше в два-три раза. Уставом и Положением о МАС установлены градации уровня участия Национальных организаций (Национальных членов) в МАС по так называемым категориям. Раздел VII.25 Устава МАС определяет размер ежегодных взносов Национальных членов в зависимости от их категории в единицах минимального взноса (устанавливаемого для первой категории членства). Размер единицы взноса на предстоящие три года определяется Генеральной ассамблеей МАС. От категории членства страны в МАС размер взноса зависит весьма существенно. Число членов МАС от данной страны определяется категорией (хотя жесткого правила здесь нет, и в пределах одной категории разброс может быть заметным).

Россия принадлежит к 5-й категории (см. рисунок). К этой же категории принадлежат Канада, Индия и Нидерланды. Для сравнения: Китай является членом МАС категории 6; Италия, Соединенное королевство, Япония, Франция и Германия — категории 7; США — категории 10. Предложения ряда научных организаций России о существенном увеличении количества наших астрономов в МАС пока невозможно выполнить без существенного повышения категории и соответственно увеличения ежегодного взноса. Этот финансовый вопрос постоянно поднимается Национальным комитетом российских астрономов (НКРА) перед руководящими структурами нашей страны. Отметим также, что при голосовании в МАС по финансовым вопросам количество голосов зависит от категории членства.



Зависимость числа членов МАС данной страны от категории членства для стран — членов МАС. Звездочкой показано положение России. Наивысшая категория — у США

Представители России участвуют в жизни МАС — в организации и проведении ГА МАС, симпозиумов и других научных мероприятий. Советские, а затем российские ученые неоднократно избирались в руководящие органы МАС. Так, В. А. Амбарцумян в 1961–1964 гг. и А. А. Боярчук в 1991–1994 гг. были Президентами МАС. Вице-президентами МАС были А. А. Михайлов, Б. В. Кукаркин, А. Б. Северный, Э. Р. Мустель. В более поздние годы (2000–2003) вице-президентом МАС был Н. С. Кардашев (АКЦ ФИАН), а Б. М. Шустов (ИНАСАН) является вице-президентом МАС с 2015 г. Многие астрономы из СССР и России возглавляли на протяжении истории МАС тематические комиссии и рабочие группы. В Новейшее время М. Я. Маров (ГЕОХИ РАН) избирался президентом Дивизиона III Planetary Systems Sciences (2000–2003). Возглавляли комиссии МАС М. Я. Маров (ГЕОХИ РАН) — Physical Study of Planets & Satellites (1994–1997), О. Б. Длужневская (ИНАСАН) — Documentation & Astronomical Data (1997–2003), Н. Н. Самусь (ИНАСАН) — Astronomical Telegrams (2009–2012), И. И. Кум-



кова (СПбГУ) — *Astrometry* (2006—2009), Л. И. Машонкина (ИНАСАН) — *Atomic & Molecular Data* (2012—2015). Избирались президентами комиссий МАС и россияне, работающие за рубежом: Н. Е. Пискунов, А. А. Токовинин, А. Г. Косовичев. В настоящее время Д. В. Бисикало (ИНАСАН) является президентом комиссии B1 *Computational Astrophysics*, М. Я. Маров — комиссии *World Heritage and Astronomy*; выполняют обязанности членов оргкомитетов комиссий МАС: *Rotation of the Earth* — В. Е. Жаров (ГАИШ), *Meteors, Meteorites and Interplanetary Dust* — Г. О. Рябова (Томский ГУ), *Stellar and Planetary Atmospheres* — Л. И. Машонкина (ИНАСАН), *Solar System Ephemerides* — Е. В. Питьева (ИПА РАН). И все же, по мнению автора, для такой страны, как Россия, представительство в руководящих структурах МАС является недостаточным.

После распада СССР Российская академия наук, как правопреемница Академии наук СССР, взяла на себя все обязательства по участию в международных союзах. Национальный комитет российских астрономов (председатель — Б. М. Шустов), как координатор взаимодействия между российскими астрономами и МАС, участвует в научно-организационной работе МАС и представляет в МАС не только академическую, но также вузовскую и ведомственную науку.

Одним из наглядных примеров успешного и выгодного сотрудничества российских астрономов в проекте, поддерживаемом МАС, является Международная виртуальная обсерватория (МВО). Проект создания Российской виртуальной обсерватории (РВО) — члена МВО — ставит основной целью предоставление российским астрономам прямого и бесплатного доступа к мировым ресурсам астрономических данных. В создании РВО принимают участие большинство астрономических учреждений России. Другим важным проектом МАС, в котором Россия занимает лидирующие позиции, является создание и поддержка Общего каталога переменных звезд.

Важно, что МАС — организация, не застывшая в организационных формах прошлого. Особое внимание уделяется научной молодежи. На ГА МАС, состоявшейся в Вене в августе 2018 г., был введен новый вид членства в МАС — *Junior Members* (молодые члены). Отличие *Junior Member* от обычного (регулярного) членства состоит только в том, что этот новый вид членства временный. Максимум через шесть лет исследователь должен определиться со своим будущим, и, если он остается в астрономии (жизнь не проста, и, по данным европейской статистики, около 80 % исследователей в первые три года после получения PhD уходят из науки), то может перейти

в состав регулярных членов МАС. Активные молодые исследователи, защитившие диссертации не ранее, чем за три года до очередной ГА МАС, могут подать заявление на вступление в МАС в качестве Junior Member. Наша молодежь использовала эту возможность, и в списке кандидатов в члены МАС от России включены 40 регулярных и 46 молодых членов. Все наши кандидаты были утверждены! Это очень хорошо, к тому же и в отношении гендерной статистики (МАС уделяет вопросам равноправного представительства значительное внимание) россияне выглядят неплохо: доля женщин — кандидатов в члены МАС — 32 %, в то время как в настоящее время женщины составляют лишь 23 % членов МАС. Еще один способ для молодых ученых показать себя — участие в конкурсе PhD, который начал проводиться во всех девяти дивизионах МАС. Победители получают и уже использовали в Вене право выступить с большим докладом на ГА МАС. Победителям оказывается финансовая поддержка для участия в этом мероприятии. Рекомендуем следить за информацией на сайте МАС (<https://www.iau.org/>). Очень хорошие перспективы роста дает победа на конкурсе на Груберовскую стипендию. Победители конкурса получают до 50 000 долл. на поддержку своих исследований и, что намного важнее, очень существенное репутационное продвижение.

Еще одно новшество — введение статуса почетного члена МАС (Honorary Member of the IAU). Этот статус присваивается Генеральной ассамблеей начиная с 2018 г. (по рекомендациям национальных комитетов астрономов) людям, не являющимся профессиональными астрономами, но оказавшим весьма существенную поддержку развитию астрономии в своих регионах. Приятно, что среди шести почетных членов, избранных в Вене, есть россиянка. Это министр просвещения РФ — О. Ю. Васильева. Российские астрономы признательны Ольге Юрьевне за возвращение астрономии в школы, и это почетное членство — хороший знак признания.

## Заключение

На данный момент российская астрономия (прежде всего ее наблюдательная инфраструктура) отстает от мирового уровня. В целях выхода из этой ситуации проведена экспертиза проблемы и намечены наиболее перспективные инфраструктурные проекты. Для их реализации необходима поддержка государства. Но здесь нужна постоянная поддержка и соответствующая активность всех астрономов

(ибо «под лежащий камень...»). Необходимо также постоянно работать над усилением представительства России в МАС. Здесь многое зависит от активности и (хороших) амбиций самих астрономов.

Автор выражает благодарность всем членам Межведомственной рабочей группы, Экспертного совета ОФН по направлению «Астрономия, астрофизика, космические исследования» и членам Национального комитета российских астрономов, вместе с которыми была проведена большая работа, основные результаты этой работы представлены в данной статье.

## Библиографические ссылки

1. *Шустов Б. М.* О состоянии и перспективах развития наземной астрономии в России // Сборник трудов мемориальной конференции 2018 г., посвящен. памяти акад. А. А. Боярчука : науч. тр. Ин-та астрономии РАН, 2018 г. — М. : Янус-К, 2018. — С. 422.
2. *Шустов Б. М., Длужневская О. Б., Малков О. Ю., Ковалева Д. А.* Российские астрономы в Международном астрономическом союзе // Сборник трудов мемориальной конференции 2018 г., посвящен. памяти акад. А. А. Боярчука : науч. тр. Ин-та астрономии РАН, 2018 г. — М. : Янус-К, 2018. — С. 428.