



ПРОГРАММА

развития астрономических исследований в Российской Федерации на период до 2025 года

Содержание программы

В данной программе представлен анализ состояния мировой астрономии и тенденций ее развития на ближайшее десятилетие и на более отдаленную перспективу, дана характеристика состояния отечественной астрономической науки, аргументируется необходимость ликвидации значительного отставания нашей астрономии от мирового уровня, определены ключевые направления астрономических исследований в России и соответствующие пути развития отечественной инструментальной базы, перечислены наиболее важные крупномасштабные проекты (мегапроекты) в области астрономии на период до 2025 года, представлен план выведения астрономических исследований в России на мировой уровень, включая примерный план-график с конкретными этапами и ожидаемыми результатами. В программе не затрагиваются вопросы, связанные с развитием внеатмосферной астрономии, поскольку они изложены в существующих концептуальных документах, посвященных развитию космических исследований в России.

1. Современное состояние наземной астрономии в мире и в России

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.

В мире около 11 тысяч профессиональных астрономов с достаточно высоким международным рейтингом (членов Международного астрономического союза, МАС), примерно четверть из которых работает в США. Для развитых стран характерная пропорция – 7 -15 членов МАС на 1 миллион жителей. Крайне мало число профессиональных астрономов в большинстве стран Африки, Южной Америки, беднейших странах Азии.

Главной тенденцией развития астрономии в мире в последние годы и на следующие десятилетия является получение важнейших достижений в области наблюдательной астрономии с помощью крупных инструментов (европейские и американские оптические телескопы с зеркалами диаметром 8-10 метров, большие обзорные телескопы, крупные интерферометры миллиметрового диапазона и т.д.). Перспективные прорывные достижения в астрофизике планируются с использованием новых мега-установок. Среди них - проект 39-метрового европейского телескопа EELT, радиоинтерферометра ALMA на основе 70 высокоточных антенн, американского сверхширокоугольного 8-метрового телескопа LSST и другие. Стоимость этих инструментов очень высока, более 1 млрд. долларов, и даже страны с развитой экономикой не в состоянии реализовать их в одиночку. Поэтому магистральным путем развития мировой астрономии является международная кооперация. Страны, не участвующие в такой кооперации, обречены оставаться «во втором эшелоне», несмотря на наличие развитой структуры астрономических исследований на национальном уровне. Даже

богатейшая страна мира, США, ведет новые мега-проекты в сотрудничестве с другими государствами.

Важно отметить, что даже при самой глубокой международной кооперации должен поддерживаться достаточно высокий уровень астрономических исследований (и соответствующего образования) в рамках национальных программ, иначе невозможно обеспечить подготовку специалистов для полноценного использования возможностей международной кооперации в крупных проектах и программах. Высокоразвитая инфраструктура для астрофизических исследований поддерживается по этой причине в странах – членах крупнейшего международного астрономического консорциума Европейской южной обсерватории (ЕЮО) - Германии, Франции, Великобритании, Италии и др. Однако достижения мирового уровня получены учеными этих государств именно в рамках ЕЮО.

По числу профессиональных астрономов современная Россия позиционируется несколько ниже европейского уровня: 3 члена МАС на 1 млн. жителей. Общее число исследователей, занимающихся астрономией профессионально в институтах и вузах, равно примерно 1400. Еще около 3000 ученых-физиков, математиков, а в последние годы – и представителей биологии, геологии и других наук – занимаются исследованиями, близко примыкающими к астрофизике. Таким образом, по числу исследователей астрофизического профиля наша страна практически не уступает европейским государствам и США.

В СССР выросла целая плеяда всемирно известных ученых в области астрофизики, включая и нобелевских лауреатов. Среди них академики В.А.Амбарцумян, Я.Б.Зельдович, В.В.Соболев, А.Д.Сахаров, В.Л.Гинзбург, А.А.Боярчук, Р.А.Сюняев. Этот высочайший уровень научного авторитета страны в последние годы поддерживать трудно, так как трудно привлечь талантливую молодежь в область деятельности с низким уровнем

государственной поддержки, при том, что во всем мире поддержка фундаментальной науки лежит именно в сфере ответственности государства.

Кроме кадрового потенциала в настоящее время уровень развития любой науки определяется еще и уровнем технологий, а, значит, объемом вкладываемых в новейшую технику средств. В России в последние несколько десятков лет этой составляющей внимание практически не уделялось. Последнее крупное вложение в развитие методов и техники наземной астрономии было сделано страной в 70-е годы прошлого века: были построены самый большой на то время оптический 6-м телескоп БТА и кольцевой радиотелескоп РАТАН-600 диаметром 600 м. Сегодня крупнейший в ту эпоху оптический телескоп по своим размерам и, соответственно, по возможностям уже замыкает вторую десятку работающих в мире инструментов. Начиная с 80-х годов в России не реализован ни один крупный проект для задач наземных астрономических исследований. Созданный в последние два десятилетия радиоинтерферометрический комплекс КВАЗАР используется главным образом для координатно-временного обеспечения страны и не решает задачи фундаментальной науки. Строящийся 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 ко второму по величине на территории России 2-м оптическому телескопу российско-украинской обсерватории на пике Терскол в Кабардино-Балкарии.

Аналогичная, если не более удручающая картина с наземными российскими радиотелескопами, предназначенными для астрономических исследований. И РАТАН-600 (в САО РАН) и РТ-22 (на станции ФИАН в Пушкино) и другие инструменты в состоянии выполнять отдельные задачи, но не являются, и не могут быть конкурентно способными в современную эпоху. Четким показателем уровня радиоастрономии является тот факт, что в стране нет ни одного современного радиотелескопа миллиметрового

диапазона, тем более интерферометра, а эти инструменты относятся к основным средствам наблюдательной астрономии в мире.

Финансирование российской наземной астрономии в последние годы не позволяет не только поддерживать современный технологический уровень отечественных средств, но и участвовать в серьезной международной кооперации. Бюджетное финансирование наземных астрономических исследований в России оценивается примерно в 2,0 млрд. руб. в год. Из них примерно 1,2 млрд. руб. – это финансирование, выделяемое на специализированные астрономические научные учреждения РАН, в числе которых:

- Специальная астрофизическая обсерватория РАН (Н. Архыз),
- Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН (С. Петербург),
- Институт астрономии РАН (Москва),
- Институт космических исследований РАН (Москва),
- Институт прикладной астрономии РАН (С. Петербург),
- Институт солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск),
- Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН (Якутск).

Астрофизические исследования выполняются и отдельными лабораториями и отделами академических институтов физического профиля:

- Физического института им. Лебедева РАН,
- Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН,
- Института прикладной физики РАН,
- Физико-технического института им А.Ф.Иоффе РАН,
- Института прикладной математики РАН,
- Институт теоретической и экспериментальной физики Росатома и др.

Кроме того, до 500 млн. руб. в год составляет регулярное бюджетное финансирование вузовской астрономии, исследовательские силы которой сосредоточены в соответствующих подразделениях:

- Московского государственного университета (ГАИШ МГУ),
- Санкт-Петербургского государственного университета,
- Казанского (Приволжского) федерального университета,
- Уральского федерального университета,
- Южного федерального университета,
- Томского государственного университета,
- Иркутского государственного университета.

Для сравнения приведем показатели годового финансирования лишь некоторых астрономических исследовательских центров в США: выделенный федеральными властями только на содержание бюджет Национальной оптической астрономической обсерватории (NOAO) в 2012 г. составил 26.1 млн. долларов, Национальной радиоастрономической обсерватории – 71.7 млн. долларов.

На одного исследователя-астронома в год в России тратится около 1 млн. руб., что в десятки раз меньше чем в США. Эта диспропорция обусловлена не столько разницей в зарплатах (несколько раз), сколько разницей в затратах на технологии и обеспечение исследований. В США - это абсолютно главная статья расходов, тогда как в России она составляют очень малую долю.

В целом можно констатировать, что созданные в нашей стране более полувека назад астрономические инструменты морально и технически устарели и не соответствуют требованиям современной науки.

Отсутствие современной наблюдательной базы не только снижает научный потенциал, но и приводит к существенному оттоку самых энергичных молодых талантливых исследователей за рубеж. В связи с большим оттоком молодых исследователей за рубеж в 90-е годы прошлого и первой декаде этого века произошло значительное качественное истощение

кадрового потенциала институтов. В последние годы ситуация несколько стабилизировалась, однако кадровый провал для наиболее продуктивного для научной работы возраста 35-50 лет по-прежнему остается.

Приведем основные показатели, характеризующие положение с кадрами в российской астрономии:

- Средний возраст научных кадров в крупных астрономических центрах составляет от 43 до 50 лет. Средний возраст существенно снизился в последние годы, благодаря реформе оплаты труда научных сотрудников, проведенной в конце прошлого десятилетия и некоторому повышению привлекательности труда ученого для молодежи. Однако тяжелейшей проблемой остается возрастной провал в диапазоне 35 – 50 лет.
- Отметим сравнительно неплохой показатель российских астрономов 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, Германии - 3.9, Китае -2.0, Японии – 1.6 (по данным Web of Science по разделу Space Science). По этому показателю Россия не уступает другим странам.
- Важный качественный показатель научных исследований – цитируемость научных работ российских астрономов - заметно хуже мирового. Согласно тому же источнику ссылаемость на работы российских астрономов – в среднем 8 ссылок на одну публикацию за 10 лет. Для сравнения – для работ авторов из США, Германии, Англии – 21, Японии -17, Китая - 8. Низкая цитируемость связана не только с научным качеством публикаций, но и с традиционной обособленностью отечественной астрономии от мировой интеграции и сравнительно невысокими характеристиками ряда отечественных

астрономических инструментов по сравнению, например, с инструментами ЕЮО.

В целом, приходится констатировать, что за последние десятилетия наша страна серьезно отстала от мирового уровня в области астрономических исследований.

2. Приоритетные направления фундаментальных исследований в области астрономии на ближайшие два десятилетия

В области астрофизических исследований России необходимо ориентироваться на решение приоритетных, т.е. важнейших перспективных задач. По прогнозам на ближайшее десятилетие и далее, составленных ведущими мировыми экспертами, и в ходе многочисленных обсуждений российской астрономической и физической научной общественностью (в частности, Научным советом РАН по астрономии) составлен список наиболее перспективных направлений исследований в области астрономии. Такими приоритетными направлениями фундаментальных исследований в области астрономии являются:

1. Изучение происхождения и эволюции Вселенной - от стадии Большого взрыва и инфляции до современной эпохи;
2. Выяснение природы темной материи и темной энергии;
3. Изучение процессов формирования и эволюции галактик и звезд;
4. Исследования компактных и релятивистских объектов;
5. Изучение Солнца и солнечно-земных связей;
6. Исследование Солнечной системы;
7. Исследование планетных систем у других звезд, поиск проявлений жизни во Вселенной.

Кратко охарактеризуем научную значимость, каждого направления, необходимые средства наблюдений (особое внимание средствам наземного

базирования), а также и потенциал российских ученых по обеспечению достойного вклада в исследования по направлению.

1. *Изучение происхождения и эволюции Вселенной.* Это основная задача космологии. В настоящее время космология является одним из передовых направлений астрономии и физики, в частности, физики элементарных частиц, физики процессов, протекающих при экстремально высоких энергиях и плотностях. В последние десятилетия благодаря существенному прогрессу наблюдательной астрономии, как в оптической области, так и при исследованиях с помощью космических аппаратов, космология стала "наблюдательной" наукой. Российские ученые внесли очень важный вклад в развитие теоретических исследований в космологии, но в наступившую эпоху наблюдательной космологии для поддержания высокого авторитета российской науки необходимо участие на новом уровне. Ожидается, что осуществление отечественные космических проектов (в первую очередь, проекта «Спектр-РГ») отчасти обеспечит высокий уровень такого участия, но что касается имеющихся в России наземных средств наблюдений как в оптическом, так и в радиодиапазонах, следует признать, что они устарели и не могут соответствовать мировому уровню.

2. *Объяснение природы темной материи и темной энергии.* Феномен т.н. темного вещества – величайший вызов науке. По современным представлениям темное вещество, ненаблюдаемое никакими средствами, но проявляющее себя посредством гравитационных влияний, - гораздо более распространено во Вселенной, чем обычное (барионное). Проводятся многочисленные физические эксперименты, масштабные астрономические проекты, предложено множество гипотез о природе темного вещества, но вопрос остается открытым. Несомненно, усилия астрономов и физиков, направленные на решение этой проблемы будут только нарастать, хотя решение может быть найдено еще нескоро. Для проведения таких

наблюдений в оптическом диапазоне (например, наблюдения микролинзирования) нужны мощные инструменты, такие как 8-м широкоугольный телескоп LSST (строится в США). Что касается темной энергии, то хотя за открытие этого феномена уже присуждена Нобелевская премия, основная работа как по доказательству реальности этого явления, так и по его детальному изучению – дело ближайшего десятилетия. Ясно, что российская наука не может быть в стороне от этих магистральных направлений. Исследования в этих направлениях возможны только с использованием новейших мега-инструментов – предельно далекие галактики, вспышки сверхновых на космологических расстояниях доступны только инструментам 10-м класса и выше.

3. *Изучение процессов формирования и эволюции галактик и звезд.* Это направление – главное направление исследований в наиболее крупном разделе астрономии – астрофизике, так что уровень исследований в этом направлении определяет состояние астрофизики. Для этого направления характерна многоплановость исследований, что определяет и довольно обширный список приоритетных задач (например, выяснение механизмов формирования первых звезд, галактик и их скоплений, исследование ядер галактик и высокоэнергичных выбросов из них; процессов рождения и эволюции звезд, а также всевозможных проявлений их нестационарности), и широкий спектр применяемых методов. В России имеются признанные в мире специалисты как теоретического, так и практического (наблюдательного) профиля, но инструменты для проведения этих астрофизических наблюдений на высоком уровне практически ограничиваются возможностями 6-м телескопа БТА, и, до некоторой степени, существующих радиотелескопов. К сожалению, технологии коррекции атмосферных искажений (адаптивная оптика), дающие существенный выигрыш при оптических исследованиях в этой области и с

успехом применяемые в передовых обсерваториях мира, в нашей стране пока находятся на стадии лабораторных экспериментов.

4. Исследования компактных и релятивистских объектов. К таким объектам относятся, в частности, как уже давно изучаемые нейтронные звезды и черные дыры, так и, например, гипотетические夸ковые звезды. Изучение этих астрономических объектов чрезвычайно важно в связи с тем, что они реализуются абсолютно недостижимые в земных экспериментах условия: экстремальные гравитационные поля, плотности, температуры, магнитные поля, влияние сверхсильных релятивистских эффектов, необычные уравнения состояния вещества, возможно проявление квантово-гравитационных эффектов. Астрономические методы позволяют использовать эти «небесные лаборатории» для изучения поведения материи в экстремальных условиях. На Земле такие лаборатории создать либо принципиально невозможно, либо это требует нереально высоких затрат. В России создана прекрасная (одна из ведущих в мире) научная школа по изучению таких объектов. Это лидерство нужно удерживать, что возможно лишь при использовании самых современных инструментов как наземного, так и космического базирования.

5. Изучение Солнца и солнечно-земных связей. Исследования Солнца, позволяют углубить понимание физических свойств и строения звезд - этих основных объектов Вселенной. Они также чрезвычайно важны для понимания процессов, оказывающих непосредственное и глубокое влияние на нашу жизнь на Земле. Хотя в последнее время большой объем новой информации об активных явлениях в атмосфере Солнца, особенно в корональной области, был получен с помощью космических аппаратов, по-прежнему крайне необходимыми остаются регулярные и длительные наблюдения на наземных солнечных телескопах. В России для таких наблюдений имеется большой опыт, некоторая экспериментальная база и

существенные перспективы развития, особенно в регионе Сибири, обусловленные серьезной государственной поддержкой в последнее время.

6. Исследование Солнечной системы. Это комплексное направление имеющее не только фундаментальное, но и огромное прикладное значение. Здесь нашли применение как астрономические науки (небесная механика, планетология и т.д.), так и физические науки (физика плазмы, физика космических лучей и т.д.). Россия (ранее СССР) всегда занимала здесь ведущие позиции. Утратить их недопустимо.

Отметим, что роль астрономических методов в последние годы особенно возросла в связи с необходимостью решения проблемы астероидно-кометной опасности. Создание системы обнаружения и мониторинга опасных небесных тел (ОНТ), а также определения риска столкновений – важнейшая практическая задача, поставленная человечеством перед фундаментальной наукой астрономией. Эффективные астрономические средства обнаружения ОНТ – это сложные и дорогие инструменты. Но хотя бы несколько из них должно быть построено России, особенно с учетом наших гигантских территорий.

7. Исследование планетных систем у других звезд, поиск проявлений жизни во Вселенной. Экспериментальное подтверждение того факта, что Солнечная система не уникальна и за ее пределами существует множество планет, вращающихся вокруг своих звезд, изменило приоритеты в списке основных задач современной астрономии. На открытие и изучение планет вокруг других звезд (экзопланет) направлены огромные силы (и средства) мирового астрономического сообщества. Результатом этих усилий стало открытие к середине 2013 г. свыше 900 экзопланет в более чем 700 звездных системах. Десяток из них принадлежит к классу планет земного типа, что стимулирует их исследование с точки зрения поиска внеземной жизни. Очевидно, что число открытий экзопланет будет расти возрастающими темпами, и за

ближайшее десятилетие в каталоги будет внесено более 10 тысяч таких объектов. Отметим, что до сих пор российскими астрономами было открыто лишь 2 кандидата в экзопланеты.

Вклад хотя российских теоретиков в решение обсуждаемых задач пока еще высок, но отсутствие необходимой экспериментальной базы приводит к тому, что основные идеи, выдвигаемые российскими учеными, реализуются на западе, главным образом в странах – членах Европейской Южной обсерватории и США.

3. Возможности России в решении актуальных задач астрономии

В России достаточно специалистов, успешно работающих в области теории и интерпретации астрономических данных, но, как видно из представленного выше обсуждения основных перспективных направлений астрономических исследований, дальнейших прогресс обусловлен развитием средств наблюдений. Для обеспечения высокой эффективности перечисленных исследований необходимы мощные высокоинформационные инструменты наземного и космического базирования, работающие в широком спектральном диапазоне электромагнитного излучения.

В последние годы государство уделяет возрастающее внимание поддержке космических исследований, в том числе и в области внеатмосферной астрономии. В наземной же наблюдательной астрономии ситуация гораздо хуже. Наша страна не может реализовать новые современные проекты для наземной наблюдательной астрономии по ряду причин:

- Объем средств на создание новых мега-инструментов, позволяющих осуществлять прорывные исследования в астрономии, заведомо превышает возможности России. Даже рядовой по нынешним временам 8-м телескоп с его инфраструктурой стоит около 150 млн. евро. Стоимость же мегателескопа нового поколения превышает 1 млрд. евро.

- Отсутствует технологическая база для создания новых инструментов мега-класса. После ввода в строй 40 лет назад (!) 6-метрового телескопа БТА (сконструирован и построен Ленинградским оптико-механическим объединением «ЛОМО», зеркало изготовлено на Лыткаринском заводе оптического стекла «ЛЗОС») в стране не реализован ни один крупномасштабный астрономический проект. В России практически отсутствуют технологии для создания современных приемников излучения, и все системы регистрации приобретаются за рубежом. Отставание в этой области критическое.
- В силу географических причин в стране нет районов с приемлемым астроклиматом для эффективной работы оптических и инфракрасных телескопов. Даже районы со сравнительно неплохими характеристиками – Северный Кавказ или Алтай – по числу ясных ночей и качеству изображений в 2-3 раза уступают лучшим мировым астрономическим центрам, таким как высокогорные пустыни на севере Чили или вулканические вершины на Гавайских островах. По этой причине мы будем вынуждены кооперироваться с другими странами для создания новых современных обсерваторий.

Как уже отмечалось в разделе 1, ведущие государства мира в развитии научных исследований выбрали другой путь – все мега-установки создаются в тесной международной кооперации. А их размещение проводится в наиболее подходящих точках нашей планеты на базе широкого международного сотрудничества.

4. Общая концепция перехода России на новый уровень участия в мировых астрономических исследованиях

Для выхода России на мировой уровень в астрономических исследованиях необходима реорганизация системы этих исследований в стране и

обеспечение активного участия в мировой кооперации. Основными задачами (шагами) в этом направлении являются:

1. Проведение аудита научного потенциала всех астрономических институтов и центров России, включая следующие мероприятия:
 - а) полная аттестация научных и научно-технических кадров;
 - б) полная инвентаризация научного оборудования;
 - в) критический анализ научной направленности и результативности исследований.
2. Реформирование структуры астрономических исследований:
 - а) интеграция в систему европейской астрономии - вступление в ЕЮО;
 - б) выделение и укрепление базовых астрономических научных центров РАН и университетов, необходимых для эффективной подготовки научных работников в работе на новом уровне;
 - в) выделение и поддержка наиболее важных направлений астрономических исследований, имеющих прикладное значение общегосударственного характера;
 - г) реорганизация и ликвидация неэффективно работающих научных подразделений и учреждений, кадровые изменения;
 - д) вывод из эксплуатации устаревшего оборудования и соответствующих служб.
3. Решение проблемы подготовки высококвалифицированных кадров.

Для организации рационального проведения аудита (п.1) астрономических учреждений и подразделений РАН можно и нужно использовать результаты комплексных проверок институтов РАН, проведенных в 2012 г. Возможно, что сначала нужно будет выработать единую для астрономических центров систему критериев, которая будет использоваться при аудите.

Наиболее сложным и требующим значительных усилий, в том числе и по принятию решений, является п.2. Выполнение задач, перечисленных в этом пункте, связано с решением следующих организационных и технических вопросов:

1. Вступление России в Европейскую Южную Обсерваторию – крупнейший и самый современный международный центр наземной астрономии; это позволит скачкообразно и с наименьшими затратами преодолеть углубляющийся разрыв между отечественным и мировым уровнями астрономических исследований - ключевой момент всей концепции. Он подробнее описан в разделе 5.
2. Обновление кадров. Для стимулирования к выходу на пенсию возрастных ученых (в том числе и астрономов), потерявших производительность, необходимо создать систему материальной и моральной поддержки. Например, разработать и узаконить возможности материальной поддержки пенсионеров из специальных фондов РАН или университетов, а также сохранить возможность их дальнейшего участия в научной работе.
3. Организация программы целевой поддержки наиболее эффективных из существующих отечественных наземных инструментов,
4. Развитие астрономической поддержки отечественной координатно-временной системы обеспечения, ее применение для прогнозирования сейсмических и геологических явлений, развитие сети радиотелескопов «Квазар»;
5. Создание системы контроля и предупреждения астероидно-кометной опасности;

Примерный план-график проведения реформы и ожидаемые результаты представлены в таблице.

Табл. 1. Примерный план-график проведения реформы и ожидаемые результаты

Этап	Сроки	Ответственные организации	Ожидаемые результаты
Подготовка и согласование (дополнительных) критериев общего аудита астрономических центров и подразделений	январь-март 2014	Минобрнауки, ОФН РАН	Выработка согласованных критериев оценки деятельности астрономических учреждений
Проведение общего аудита астрономических учреждений и подразделений	апрель-июнь 2014	Минобрнауки, ОФН РАН	Результаты аудита в соответствии с согласованными критериями лягут в основу плана реструктуризации
Вступление в ЕЮО	июль 2014-декабрь 2015 гг. декабрь 2015 г.	Минобрнауки, РАН, Минфин, Минэкономразвития МИД Правительство РФ	Создание межведомственной рабочей группы для подготовки документов и проведения переговоров. Подписание межправительственного договора о вступлении России в ЕЮО
Реструктуризация	декабрь 2015 гг.	Минобрнауки, РАН	Реструктуризация системы астрономических исследований в России
Переходный период.	2016 – 2020 гг.		Переход на новые мировые стандарты научной работы в области астрофизических исследований

5. Вступление в ЕЮО как ключевой масштабный проект

ЕЮО - крупнейшая астрономическая организация, объединяющая 15 стран Европы, имеющая в своем распоряжении три обсерватории в высокогорных районах Чили с исключительными климатическими

условиями. Высокий уровень и мощные темпы развития гарантируют, что ЕЮО есть и долгие годы будет оставаться лидером мировой астрономии. Обсерватория располагает четверкой 8-метровых оптических телескопов Very Large Telescope (VLT) и системой телескопов миллиметрового диапазона Atacama Large Millimeter Array (ALMA), состоящей из 66 антенн диаметром 12 м и 7 м. Кроме того, в ЕЮО работает ряд инструментов 4-м класса, включая и широкоугольные системы для обзоров больших областей неба.

В 2009 году руководство ЕЮО предложило России стать членом этой организации и включиться в работы по ее развитию.

Стратегической задачей ЕЮО в настоящий период является создание нового мега-телескопа E-ELT (European Extremely Large Telescope) с составным зеркалом диаметром 39 м примерной стоимостью около 1,5 млрд. евро. Присоединившись к ЕЮО в ближайшем будущем, Россия могла бы участвовать в создании этого инструмента. Например, часть сегментов составного зеркала и вторичные зеркала гигантского телескопа могут быть изготовлены на Лыткаринском заводе оптического стекла, крупные металлоконструкции телескопа могут изготавливаться на наших машиностроительных заводах и т.д.

Участие России в крупных проектах ЕЮО не ограничивается созданием оптики 39-м телескопа. Проведенный анализ российских возможностей показал, что в случае принятия нашей страны в ЕЮО, российская промышленность сможет получить работу в объеме 250-300 млн.евро как в рамках проекта создания 39-м телескопа, так и в других проектах, планируемых к реализации в ЕЮО. Таким образом, участие в ЕЮО даст мощный толчок к развитию отечественной промышленности, включая участие в разработке и освоении новейших технологий.

С момента вступления в ЕЮО представители России войдут в Совет ЕЮО и будут участвовать в формировании научной и финансовой стратегии

организации. Основные преимущества от вступления России в ЕЮО состоят в следующем:

1. Получение отечественными учеными наблюдательного времени на всех инструментах ЕЮО. Квота времени составит около 10%, пропорционально вложению средств.
2. Возможность для российских ученых участвовать в решении самых актуальных задач современной науки. Участие в Совете ЕЮО позволит на десятилетия вперед формировать научную стратегию в области мировых астрофизических исследований.
3. Доступ к новейшим инновационным технологиям: малошумящие усилители с предельными характеристиками, системы связи, детекторы излучения в инфракрасном диапазоне, методы обработки сигналов, обнаружение и слежение за слабосветящимися объектами, контроль ближнего космоса и др.
4. Включение нашей оптико-механической и электронной промышленности в работы по созданию крупнейших в мире инструментов. Важно отметить, что каждая из стран-членов ЕЮО имеет свою квоту (пропорционально взносам) на вклад внутри данной страны в промышленные проекты по созданию современной технической базы для наблюдений.
5. Позиции в ЕЮО для молодых ученых и аспирантов – основа для формирования научных кадров.
6. Возможность для наших специалистов занять до 10% научных и технических позиций в обсерваториях и технических центрах ЕЮО.

Вступительный взнос для нашей страны, рассчитанный по методике ЕЮО, составит 120 млн. евро. Кроме того, государства-члены ЕЮО платят ежегодные взносы. ЕЮО может предоставить России 10-летнюю рассрочку по оплате вступительного взноса, обсуждать вопрос о замене уплаты части взносов участием России в строительстве 39-метрового телескопа E-ELT, а также снизить в два раза ежегодные взносы на период в несколько первых

лет. В период с 2014 г. по 2025 г. выплаты за членство в организации составят по данным ЕЮО (в млн. евро):

Год:	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Сумма:	12.4	17.6	21.3	22.2	22.5	24.2	24.5	24.7	26.6	26.9	16.2	16.2

Такое расходование средств представляется наиболее оптимальным с точки зрения эффективности их использования: сразу после осуществления первого взноса российские ученые получат доступ к уже работающим инструментам ЕЮО, а после ввода в строй телескопа E-ELT он также станет инструментом общего пользования.

Для начала переговоров по вопросу вхождения в ЕЮО необходимо в ближайшее время создать рабочую группу из заинтересованных организаций и ведомств (Минобрнауки, РАН, Минэкономразвития, Минфин, МИД и др.) с целью выработки позиции России. Переговоры с руководством ЕЮО должны быть организованы не позднее 2014 года, так как возможное участие в мега-проектах ALMA и E-ELT актуально именно в данный период.

Вступление в ЕЮО будет способствовать научному росту молодых астрономов и физиков, за которыми стоит будущее отечественной науки. Понятно, что, как показывает опыт других стран, уже вступивших в ЕЮО, переходный (после вступления в ЕЮО) период будет непростым. Предполагается, что для ускорения и облегчения перехода на новый (мировой) уровень проведения исследований будет создан национальный комитет пользователей, который будет оказывать профессиональную поддержку российским астрономам, в первую очередь молодым.

Вступление в ЕЮО позволит существенно повысить авторитет современной российской науки и России в целом, поскольку именно уровень развития наук физического профиля определяет инновационный потенциал страны и, соответственно, ее международный авторитет. Немаловажно, что вступление в ЕЮО будет серьезным шагом к интегрированию российских и

европейских интересов, что в современной геополитической обстановке поможет противостоять гегемонии одной страны (США).

6. Развитие астрономических исследований помимо рамок участия в ЕЮО.

Вступление в международную организацию не должно означать закрытия всех «автономных» отечественных средств и соответствующих научных групп. Без активно работающих в стране институтов и кафедр университетов вступление в ЕЮО лишено смысла. В частности, Специальная астрофизическая обсерватория РАН могла бы стать базовой для подготовки отечественных астрономов к эффективному участию в крупнейших проектах ЕЮО. В стране необходимо сохранить научно-технологической среду и возможность подготовки национальных кадров высшей квалификации, которые будут соответствовать уровню работ в ЕЮО.

Необходима организация программы целевой поддержки наиболее эффективных из существующих отечественных наземных инструментов, чьи результаты востребованы мировой наукой: крупнейшего оптического 6-метрового телескопа БТА, радиотелескопа РАТАН-600, антенной решетки БСА Пушкинской радиоастрономической обсерватории, Сибирского солнечного радиотелескопа ССРТ для диапазона 5.7 ГГц, Баксанской и Байкальской нейтринных обсерваторий.

Отметим, что относительно астрономических средств, расположенных в Сибири, уже начала выполняться крупная государственная программа поддержки, предусматривающая строительство новых инструментов мирового уровня для исследований в области физики Солнца и солнечно-земных связей.

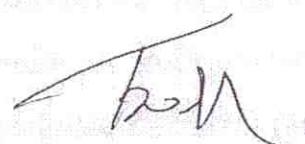
Наряду с вступлением в ЕЮО обсуждались и обсуждаются также перспективы участия российских астрономов в других международных проектах, требующих вложения значительных материальных средств и

организационных усилий. Прежде всего, к ним относятся затянувшийся на десятилетия российско-узбекский проект радиотелескопа РТ-70 на плато Суффа и радиоастрономический проект SKA в Южной Африке и Австралии. Для завершения строительства РТ-70 понадобится около 40-50 млн. долларов. При плановом финансировании телескоп может вступить в строй не ранее 2017-2018 гг. Участие в проекте радиотелескопов SKA, строительство которого может начаться в 2016 г., предполагает долевое участие стран, сравнимое с вступительным взносом в ЕЮО, т.е. порядка 100 млн. евро. В настоящее время в консорциум SKA входит 7 государств при общей стоимости проекта около 1,5 млрд. долларов.

Однако, несмотря на обсуждение подобных перспектив, на ближайшие десятилетие-два абсолютный приоритет имеет ключевой крупномасштабный проект, необходимый для осуществления представленной выше концепции развития отечественной астрономии. Это - вступление в Европейскую Южную Обсерваторию и реализация намеченной научной космической программы.

«Согласовано»

Заместитель академика-секретаря
Отделения физических наук РАН
академик



А.А.Боярчук

19.09.2013