

# **В.А. КОТЕЛЬНИКОВ И РАЗВИТИЕ РАДИОАСТРОНОМИИ**

*Н.С. Кардашев, А.Д. Кузьмин, Ю.Н. Парийский,  
Г.Я. Смольков, Б.А. Дубинский*

Мы хотим рассказать о периоде, когда Владимир Александрович Котельников (В.А.) был председателем Научного совета по комплексной проблеме «Радиоастрономия» (далее просто — Совета). Этот период совпал со становлением промышленной радиоэлектроники и созданием космических обсерваторий, что обеспечило гигантское расширение экспериментальных возможностей астрономии: от оптического диапазона (менее одного порядка по частоте) до исследований во всем электромагнитном диапазоне (от гамма лучей и до средневолнового радиодиапазона, около 20 порядков по частоте).

Уже в пятидесятые годы XX века появились первые каталоги космических радиоисточников. Астрономы и все человечество с удивлением узнало, что, кроме радиостанций на Земле, существует огромное количество далеких космических передатчиков, они транслируют какую-то информацию и об их природе совершенно ничего не известно. Перед учеными встал вопрос, как разобраться в том, что собой представляют те объекты, которые генерируют радиоволны, какие физические процессы обеспечивают это излучение, где эти объекты находятся и какое имеют отношение к объектам, исследованным методами оптической астрономии, как они меняются со временем. Для становления нового направления науки нужно было создать новое техническое направление, обеспечивающее создание крупнейших антенн и специальных радиоэлектронных устройств, а также разработать принципиально новые методы исследований. Наиболее острыми были и остаются проблемы чувствительности и углового разрешения. Поскольку длина волны в радиодиапазоне на 5 порядков больше, чем в оптическом, то казалось совершенно невыполнимо построить такого же качества изображения, какие получаются на оптических телескопах. Однако, вскоре было доказано, что это возможно. Были построены изображения и определены координаты радиоисточников с точностями даже более высокими, чем в оптическом диапазоне. Грандиозная эволюция антенной техники, электроники и вычислительной техники тесно связаны с продолжающимся феноменальным научно-техническим прогрессом, который в свою очередь определяется важнейшими достижениями физических наук. И фактически большая часть крупнейших радиоастрономических инструментов была построена за годы, когда работал Совет.

Он был учрежден в 1961 году. Вопрос о создании специального Радиоастрономического совета (по типу Астрономического совета АН СССР) был поставлен в академии за 2–3 года до этого. Необходимость такого координирующего органа была связана с крупными первыми успехами отечественной радиоастрономии и большими перспективами. Трудам отечественных радиоастрономов было посвящено шестое совещание по космогонии в 1957 г., организованное Астрономическим советом. На совещании была избрана комиссия под председательством крупнейшего специалиста по радиолокации и кибернетике и заместителя Министра обороны СССР по радиоэлектронике академика А.И. Берга. Комиссия в шутку называлась «Бергколлектив». Она-то и поставила вопрос о создании

Совета по радиоастрономии. Было ясно, что прогресс в радиоастрономии требует создания надлежащей инструментальной базы — крупных радиотелескопов. Творческие силы первого поколения радиоастрономов нашей страны уходили, большей частью, на то, чтобы найти подходящий радиолокатор и самостоятельно переделать его в радиотелескоп. Пришло время создавать специальные высокочувствительные радиоастрономические приемники и самые большие антенны на отечественной специализированной промышленной основе. Для их создания необходимы были совместные усилия астрономов и специалистов в области радиоэлектроники. Стало ясно, что радиоастрономия — это наука, которая находится на стыке астрономии и радиоэлектроники. Заминка в создании Совета была вызвана подбором кандидатуры председателя, который был бы очень энергичным и имел высокий научный и организаторский авторитет по обе стороны «стыка». Таких людей всегда найти очень трудно.

К этому моменту В.А., директор ИРЭ по рекомендации Берга, лично осуществляет научное руководство и принимает непосредственное участие в работах по созданию планетного радиолокатора и радиолокационному исследованию планет. По существу, им и под его руководством было создано новое направление в исследованиях космоса — планетная радиолокация. Эти исследования привели к увеличению точности измерения размеров Солнечной системы более чем в 100 раз, что имело исключительно важное значение и для астрономии и для управления полетами дальних космических кораблей. Эти работы под руководством В.А. активно продолжались и далее. Следующий выдающийся результат по планетной радиолокации был получен уже позже, в 1984 году, когда с помощью аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» была впервые получена радиолокационная карта поверхности Венеры с пространственным разрешением порядка 1 км (напомним, что атмосфера Венеры непрозрачна в оптическом диапазоне).

Блестящие результаты пионерского эксперимента по уточнению астрономической единицы, эффективно использующие достижения новейшей радиоэлектроники, показали, что В.А., как крупнейший авторитет отечественной радиотехники, теории информации и радиосвязи, талантливый организатор науки, ставший к тому времени Вице-президентом АН СССР, наиболее подходит, чтобы возглавить создаваемый в Академии Научный совет по комплексной проблеме «Радиоастрономия». Это предложение В.А. получил от Президента академии М.В. Келдыша в апреле 1961 г., от которого не мог отказаться, и в течение нескольких десятилетий, до 1989 года, он возглавлял работу Совета.

За время работы Совета в стране была создана современная инструментальная база радиоастрономии и заложены перспективные проекты ее дальнейшего совершенствования. На этой основе развивались интенсивные исследования по нескольким десяткам программ, входивших в пятилетние координационные планы академии.

К началу 90-х годов результаты радиоастрономических работ стали, как правило, рассматриваться в общем русле астрономической информации. В начале 1999 г. Президиум Российской академии наук принял постановление об объединении астрономических научных советов в единственный Научный совет по астрономии. Так завершилась история Научного совета по комплексной проблеме «Радиоастрономия», сыгравшего в развитии отечественной науки роль, которая обеспечила многие замечательные открытия, радикально изменившие наши представления о Вселенной. В.А. сыграл ведущую роль в этой истории.

Немного о стиле руководства В.А. Помимо организации Советом конференций, по предложению В.А., было решено проводить регулярно 1–2 раза

в год заседания Бюро и общие собрания членов Совета (около 50 человек) с рассмотрением возникающих вопросов. Заседания созывались по очереди на базе каждой радиоастрономической организации для того, чтобы члены Совета могли воочию, а не по отчетам, ознакомиться с достижениями и проблемами отдельных коллективов, чтобы помочь или использовать их опыт в работе других институтов. В.А. шутливо замечал, что научные сотрудники в своих отчетах и сообщениях часто употребляют такие формулировки, которые затрудняют понимание существа дела. Стиль деятельности Совета способствовал сплочению всех радиоастрономических коллективов страны в единую организацию, создавал в ней творческую атмосферу и способствовал повышению качества и темпов развития исследований. На заседаниях Совета оценивались результаты работ, определялись приоритеты и необходимые меры содействия Совета, а также возможности самих коллективов или их коопераций к созданию «хозяйственным способом» (т.е. без обращения за финансами к правительству) тех или иных приборов, в чем особо преуспевали радиоастрономы МВТУ (Москва), Нижнего Новгорода (Горького) и Харькова при строительстве своих радиоастрономических полигонов.

Напомним некоторые эпизоды истории отечественной радиоастрономии, участие В.А. в которых явилось ключевым. Первым крупным высокоточным отечественным радиотелескопом явился РТ-22 ФИАН, построенный в Пушкино в 1957 г. Этот радиотелескоп диаметром 22 м, работающий на волнах до 7 мм, более 10 лет являлся лучшим в мире радиотелескопом миллиметрового диапазона. На нем были выполнены пионерские исследования физических условий на планете Венера, «закрытой» для оптических телескопов непрозрачной атмосферой планеты. Полученные данные были использованы при создании космического аппарата «Венера-4», осуществившего первую в мире посадку на Венеру. В последующие годы он неоднократно модернизировался с целью уменьшения шумовой температуры и минимальной рабочей длины волны. Благодаря этому, телескоп более 10 лет держался в первых строках списков лучших в мире. Примерно через 10 лет после его создания при участии Совета был построен подобный же инструмент в Крыму, в Симеизе. Его зеркало было сделано еще более точным, он работает вплоть до минимальной волны 3 мм. Этот радиотелескоп, начиная с 1969 г., в частности, работает как элемент европейской и межконтинентальной сети радиointерферометров со сверхдлинными базами (РСДБ). Метод РСДБ впервые был описан в научной литературе советскими радиоастрономами в 1964 г. и В.А. лично играл определяющую роль в продвижении его в жизнь, помогая преодолевать организационные трудности периода «холодной войны». В результате — одна из первых экспериментальных работ с РСДБ между континентами была выполнена совместно с США, а затем с Австралией. С помощью РСДБ было реализовано угловое разрешение наблюдений вплоть до долей миллисекунды дуги.

С самого начала В.А. удалось тесным образом связать фундаментальные радиоастрономические исследования и программы обеспечения связи с космическими аппаратами, где также были необходимы большие наземные антенны и высокочувствительные приемники. В Евпатории в 1961 году были построены три антенны АДУ-1000, одна из которых, передающая, была использована В.А. для первой радиолокации планеты Венера. В.А. договорился, чтобы радиоастрономам разрешили использовать для наблюдений одну из приемных антенн. Большая эффективная площадь этой антенны при первых же наблюдениях

позволила сделать важное открытие — было обнаружено, что радиоизлучение далеких внегалактических радиоисточников не являются постоянными по потоку, а заметно изменяются со временем. Это сенсационное сообщение было опубликовано даже в газете «Правда», где было сказано, что впервые обнаружен сильно изменяющийся со временем радиоисточник СТА-102, который может быть внеземной цивилизацией. Дальнейшие исследования подтвердили переменность потока радиоизлучения этого и других подобных объектов в разных диапазонах волн и выяснилось, что это далекие квазары и обнаруженные изменения демонстрируют активные процессы в окрестностях сверхмассивных черных дыр в ядрах других галактик.

И в дальнейшем, благодаря авторитетной позиции В.А., крупнейшие центры дальней космической связи в Евпатории и Усурийске (космическое агентство), «Медвежьих озерах» и Калязине (ОКБ МЭИ, где В.А. был первым директором — организатором) оснащались с прицелом также и на радиоастрономию. При существенной поддержке В.А. был реализован проект создания очень крупных полноповоротных зеркал, работающих в сантиметровом и дециметровом диапазонах. Рефлекторная антенна диаметром 70 м (П-2500) была построена в 1975 г. около Евпатории, такой же инструмент был установлен в 1985 г. около Усурийска. Они сразу же включились в обеспечение космических исследований, в работы по радиолокации планет и частично по радиоастрономии. Антенны диаметром 64 м (ТНА-1000) ОКБ МЭИ были построены в 1982 и 1992 годах в «Медвежьих Озерах» под Москвой и около г. Калязин. Они также очень эффективно используются в интересах радиоастрономии.

Крупные радиотелескопы метрового диапазона длин волн были построены на радиоастрономической обсерватории ФИАН в Пушино. Здесь был сооружен крестообразный радиотелескоп ДКР-1000 (два перпендикулярных друг другу параболических цилиндра длиной 1000 м), первая его очередь вошла в действие в 1965 г. Из небольшого числа существующих в настоящее время столь крупных радиотелескопов в этом диапазоне волн он отличается способностью работать в широком диапазоне частот 30–120 МГц.

Радиотелескоп БСА был построен на радиообсерватории ФИАН в Пушино по решению Совета специально для исследования пульсаров после подробных консультаций с В.А. Это было сделано в относительно короткие сроки и без постановлений правительства. Введен в действие в 1974 г. Он представляет собой антенное поле сфазированных диполей, настроенных на длину волны около трех метров. Преимуществами радиотелескопа являются большая площадь антенны ( $187 \times 384 \text{ м}^2$ ), высокая помехозащищенность (все конструкции прижаты к земле) и возможность одновременно формировать несколько диаграмм направленности а, следовательно, одновременно принимать сигналы от нескольких объектов. В принципе, эта система позволяет, при дальнейшем развитии электроники, охватить значительную часть небесной сферы, т.е. держать под контролем почти все небо над горизонтом и контролировать поведение всех расположенных на нем источников (Солнца, планет, галактических и внегалактических объектов). Правда, это еще не сделано — это задача ближайшего будущего. В настоящее время уже имеется 16 лучей, которые могут смотреть на разные источники.

Радиотелескоп УТР-2 около г. Граков на Украине (Г-образная синфазная решетка с длиной полотен в направлении север–юг 1800 м и запад–восток 900 м) был построен в 1972 г. для исследований в диапазоне наиболее длинных волн (частоты от 10 до 30 МГц), на которых космические сигналы могут регулярно

наблюдаться наземными средствами. Кураторская роль Совета и тесный контакт В.А. с руководителем работ выдающимся радиофизиком академиком С.Я. Брауде имели решающее значение в создании этого замечательного инструмента. Благодаря В.А. АН СССР поддержала ходатайство о создании в Харькове Радиоастрономического института, который теперь продолжает успешно развивать радиоастрономические исследования на этом радиотелескопе, непревзойденном до сих пор по ряду характеристик. С помощью этого инструмента впервые в мире был составлен каталог нескольких десятков тысяч объектов, излучающих в декаметровом диапазоне длин волн.

Идея и первая конструкция зеркальных многоэлементных антенн (антенн переменного профиля — АПП) впервые была реализована в Пулковской обсерватории в 1956 г.

В частности, наблюдениями на этом радиотелескопе, одновременно с наблюдениями на РТ22, ДКР-1000, УТР-2, охвативших весь диапазон от декаметровых до миллиметровых длин волн, были открыты в межзвездной среде высоковозбужденные атомы водорода, гелия и углерода гигантских размеров (до 0,1 мм). Все эти атомы находятся на высоких квантовых уровнях и излучают сотни спектральных линий во всех радиодиапазонах.

Гигантскую антенну типа АПП (диаметр 3 км, площадь рефлектора 100 тыс. м<sup>2</sup>) намеревались построить для обеспечения связи с космическими аппаратами и для радиоастрономии. Однако реализовать это не удалось. Тем не менее, Академия наук совместно с МГУ под многолетним личным контролем В.А. успешно осуществила создание антенны этого типа, хотя и значительно меньшего размера — кольцо диаметром 600 м. Первая очередь этой антенны вошла в строй в 1974 г. Антенна была построена недалеко от того же места, где предлагалось соорудить гигантскую АПП. Радиотелескоп назвали РАТАН-600, и это до сих пор крупнейший по размерам рефлекторный телескоп. На РАТАН-600 впервые удалось осуществить глубокий обзор неба на сантиметровых волнах. Было установлено, что поверхностная плотность источников превышает миллион объектов на стерадиан. В ранней Вселенной были выявлены гигантские галактики с черными дырами, масса которых до миллиарда солнечных масс.

Исследования радиоизлучения Солнца всегда находились в поле зрения Председателя Совета. Вопрос об участии в работах «Службы Солнца» не сходил с повесток дня заседаний Совета. На одном из них в Иркутске по инициативе академического Института СиБИЗМИРАН и при активной поддержке В.А. было решено создать специальный радиотелескоп для исследования Солнца. В.А. смог привлечь к проектированию и сооружению этого радиотелескопа выдающегося ученого — специалиста по антеннам члена-корреспондента А.А. Пистолькорса и других специалистов радиотехнической промышленности страны. Сооружение радиотелескопа было закончено в 1983 г. Он работает на волне 5,2 см и используется для систематических исследований Солнца. Изображение Солнца на этом телескопе имеет угловое разрешение около 20 угловых секунд и синтезируется через каждые несколько минут. Высокая чувствительность, широкий динамический диапазон принимаемых сигналов и достаточно большое поле зрения позволяют регистрировать динамические процессы во время солнечных вспышек и выбросов корональной массы.

В 1985 г. в Армении при поддержке Совета был сооружен необычный телескоп РОТ-54/2.6, предназначенный для одновременных наблюдений в миллиметровом (сферический рефлектор с корректором, диаметр раскрытия 54 м)

и оптическом (диаметр зеркала 2,6 м) диапазонах. Такое совмещение очень важно для проведения переменных астрономических объектов.

Как уже говорилось, особое значение Бюро Совета придавало анализу перспектив развития инструментальной базы. Этот анализ приводил к обоснованию перспективных проектов. Так в «наследство» от Совета были оставлены утвержденные постановлениями правительства для сооружения проекты сегодняшних новинок радиоастрономического инструментального парка России: РСДБ система «КВАЗАР»

Проблема радиопомех во всех диапазонах частот с каждым годом создает все большие ограничения эффективности использования наземных радиотелескопов. В.А., зная, как бурно развивается радиосвязь, готовил российских коллег к защите своих наблюдений от помех, в частности, настаивая на их непременном участии в международных совещаниях и решениях по этому вопросу. Осуществлять последнее было довольно трудно, т.к. зарубежные поездки тогда были не просто дорогими, как сейчас, но зачастую невозможными из-за «железного занавеса». В.А. приходилось постоянно помогать радиоастрономам преодолевать эти трудности. И не напрасно, инициатива и авторство ряда рекомендаций Международного союза электросвязи, посвященных защите радиоастрономии от помех, принадлежит российским радиоастрономам.

Одно из самых увлекательных направлений радиоастрономии, в которых активное участие принимал В.А. — поиск сигналов внеземных цивилизаций. Этой проблемой В.А. заинтересовался с самого начала, как только стало понятным, что радиодиапазон для этого оптимален (так же, как и для связи с космическими аппаратами). Еще в мае 1964 г в Бюроканской астрофизической обсерватории (Армения) на первом Всесоюзном совещании по проблеме «Внеземные цивилизации» В.А. предложил оригинальную схему приемника для оптимального поиска. Как известно, в работах по этому направлению принимают участие не только астрономы и физики, но и химики, и биологи, и археологи, и философы, и космонавты, и просто энтузиасты. Вскоре после Бюроканской конференции, когда потребовалось организационно оформить этот пестрый состав участников в рамках существовавших тогда организационных структур Академии, представительная группа ученых из их числа обратилась в Президиум АН СССР с просьбой создать секцию «Поиск» сигналов внеземных цивилизаций при радиоастрономическом Совете. В условиях страха перед тогдашним всепроницающим идеологическим оком этот шаг означал глубокое доверие к Председателю Совета, признание широты его взглядов и высоких гражданских позиций. Секция была создана и работает до настоящего времени. Современные оценки возможности решения проблемы показывают: для того чтобы подслушать радиопередачи (подобные земным) от ближайших звезд необходимо построить антенны с эффективной площадью порядка 10 квадратных километров. Самый крупный международный проект по созданию радиотелескопа с площадью порядка 1 кв. км планируется, но его реализация еще не начата. Поэтому ближайшая перспектива развития этого направления пока связана с использованием существующих инструментов в надежде на более мощные сигналы от передающей стороны.

Создание новых крупных радиотелескопов, конечно, очень важно и для других исследований, связанных с наиболее глубокими проблемами современной астрофизики. Объективным преимуществом радиоастрономии является то, что излучение реликтового космологического фона сосредоточено в радиодиапазоне

и это дает возможность исследовать Вселенную на самых больших масштабах только методами радиоастрономии. Связь с фундаментальной физикой здесь в том, что благодаря исследованиям пространственной структуры реликтового излучения обнаружено — большая часть материи и энергии невидимы и не исследованы. Изучено и понято менее 1%! Владимир Александрович и в самые последние годы интересовался проблемой создания новых радиотелескопов и новых методов как важнейшей перспективой будущего развития большой науки.

Когда В.А. спрашивали о том, что было самым интересным в его инженерной деятельности, он неожиданно отвечал, что это детальные исследования прохождения сигналов через электротехнические цепи и кодирование. Он очень гордился тем, что Гитлер считал его персональным врагом № 1 за изобретенный им шифровальный код, который так и остался недоступен для противника.

В.А. относился к редким людям, занимавшим высокое общественное положение, которые умели добиваться справедливости даже в сложных случаях, идя иногда против решений, принятых партийно-правительственным аппаратом на высоком уровне.

Многие астрономы знают, что без его поддержки Пулковская радиоастрономическая школа С.Э. Хайкина могла исчезнуть — было подготовлено решение на высоком уровне о прекращении деятельности ее и о создании альтернативного учреждения для нужд координатно-временного обеспечения страны. В.А. использовал все свои связи с Ленинградским Обкомом КПСС для решения проблемы радиоастрономического коллектива ГАО бескровным способом и помог найти помещение для группы, занимающейся КВО страны в другом месте.

Судьба одного из авторов настоящей статьи (Ю.Н.) могла сложиться совершенно иначе без поддержки В.А. — администрация САО потребовала отстранения его с поста заместителя директора, и была организована компания по превращению его во «врага народа», не понимающего необходимость выполнения указаний Партии и Правительства. В.А. взял на себя ответственность и уведомил администрацию САО о том, что он сам вызвал Ю.Н. в Москву для обсуждения, и приказ об увольнении (отстранении) был отозван. Без участия В.А. могла иначе завершиться и борьба за сохранение Филиала САО в Петербурге. Доверие В.А. к людям было определяющим в решении и таких частых проблем того времени, как проблема выезда за рубеж. Ю.Н. вспоминает, что без его звонков в Ленинградский обком КПСС некоторые выезды его на Международные совещания могли бы не состояться.

В.А. Котельников обладал выдающимися личностными качествами. Прежде всего, это необычайная серьезность в подходе к решению любого вопроса, будь то государственная проблема или личная просьба. Далее, неизменная доброжелательность, обязательность в выполнении обещанного, стремление всегда решить вопрос, не откладывая на завтра — вот те замечательные качества, которые характеризовали Владимира Александровича как руководителя, ученого и человека.