

ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ КОТЕЛЬНИКОВ: SETI, РАТАН-600 и т.д.

Л.М. Гиндилис

Владимир Александрович Котельников вошел в историю науки как создатель фундаментальной теории потенциальной помехоустойчивости и автор знаменитой теоремы отсчетов, которая по праву носит имя теоремы Котельникова. Широко известны его работы по планетной радиолокации, особенно радиолокационные съемки Венеры с борта АМС «Венера-15» и «Венера-16». Но этим не ограничиваются научные интересы Владимира Александровича и его вклад в науку. Например, когда отмечался 95-летний юбилей В.А. Котельникова, я с удивлением узнал, что он занимался также проблемами криптографии. В своих воспоминаниях я хочу коснуться мало известных сторон его деятельности.

Внеземные цивилизации. Система обнаружения Котельникова

В середине прошлого века, в обстановке всеобщего подъема, связанного с успехами науки, с началом освоения космического пространства, неожиданно новый импульс получила древняя и никогда не умиравшая идея о разумной жизни во Вселенной. В конце 1950-х — начале 1960-х годов в зарубежной литературе появилось несколько статей, в которых анализировались возможности радиосвязи с внеземными цивилизациями. В 1960 г. в США были проведены первые эксперименты по поиску радиосигналов от внеземных цивилизаций (проект «Озма»). В 1962 г. в СССР вышла книга И.С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум», а в 1964 г. в *Астрономическом журнале* была опубликована статья Н.С. Кардашева «Передача информации внеземными цивилизациями». Все говорило о том, что проблема связи с внеземными цивилизациями (по крайней мере, проблема обнаружения их сигналов) уже назрела и можно переходить от умозрительных рассуждений прежних веков к практическим опытам и экспериментам по обнаружению сигналов ВЦ. Владимир Александрович Котельников был одним из тех ученых, кто поддержал эту идею.

Весной 1964 г. в Бюраканской астрофизической обсерватории собралось Первое всеоюзное совещание по проблеме связи с внеземными цивилизациями. Владимир Александрович принял участие в этом совещании. Здесь, помимо астрофизиков (В.А. Амбарцумян, И.И. Шкловский, Н.С. Кардашев, В.С. Троицкий, Ю.Н. Парийский, Я.Б. Зельдович и др.), оказалась большая группа радиофизиков и специалистов по космической связи: В.И. Сифоров, А.А. Пистолькорс, Е.Я. Богуславский, Е.Ф. Дубовицкая.

Владимир Александрович выступил на совещании с докладом «Связь с внеземными цивилизациями в радиодиапазоне». Поскольку ни отправитель, ни получатель не знают о местонахождении друг друга, возникает проблема *поиска по направлению*. Простейшая стратегия состоит в том, что обе цивилизации, передающая и принимающая, осуществляют взаимный поиск, обследуя множество подходящих звезд, поочередно направляя антенны на каждую звезду. Однако при этом очень велика вероятность пропуска сигнала. Это понимали многие, однако делали вид, что проблемы не существует. До сих пор все проекты поиска сигналов от звезд предусматривают использование остронаправленных антенн с поочередным наведением антенны на каждую звезду из числа выбранных

для обследования. В.А. Котельников, заглядывая далеко вперед с точки зрения развития техники, предложил радикальный способ решения задачи: создать непрерывно действующую многоантенную систему обнаружения, перекрывающую весь небесный свод. Для уменьшения числа антенн в системе он предложил использовать многолучевые антенны. Параметры системы обнаружения весьма чувствительны к расстоянию между цивилизациями. В.А. Котельников рассчитал параметры подобной системы для различных предположений о расстояниях между цивилизациями. Исходя из этих расчетов, он пришел к выводу, что обнаружение сигналов от цивилизаций нашего уровня вполне реально, если одна такая цивилизация приходится на 10^6 звезд; если одна цивилизация приходится на 10^7 звезд, то обнаружение становится затруднительным, но при определенных условиях ее еще можно обнаружить. Если же одна цивилизация приходится на 10^8 звезд, то обнаружить ее современными средствами практически невозможно.

Другая трудность связана с частотой сигнала. Для обеспечения наибольшей дальности связи выгодно применять очень узкополосные сигналы (порядка 1 Гц). Узкая полоса может служить также критерием искусственности сигнала. Но так как частота сигнала неизвестна, возникает новая проблема — поиска по частоте. Для решения этой задачи В.А. Котельников предложил использовать многоканальные приемники. При полосе каждого канала 1 Гц для перекрытия оптимального диапазона межзвездной связи требуется 10^6 – 10^9 спектральных каналов.

Эта работа Котельникова опередила свое время на несколько десятилетий. Спустя два десятилетия подобные системы для целей SETI были созданы в США. И хотя труды Перового всесоюзного совещание по проблеме связи с внеземными цивилизациями, состоявшегося весной 1964 г. в Бюракане, были опубликованы в СССР, и затем и в США на английском языке, американские коллеги на работу Котельникова не сослались.

Реализация многоантенной системы обнаружения оказалась более трудной задачей. В настоящее время в США заканчивается сооружение радиотелескопа им. Алена — Allen Telescope Array (ATA) площадью порядка 10^4 кв. м, специально предназначенного для SETI. Он будет состоять из 350 антенн диаметром 6 м каждая (ввод системы в полном объеме намечен на 2008 г.). Для увеличения угла обзора каждая антенна оборудуется системой, которая формирует несколько диаграмм направленности. Это некий шаг на пути к многолучевой системе, предложенной В.А. Котельниковым более 40 лет назад, в 1964 году. Однако в целом телескоп будет использоваться как остронаправленная антенна большой площади, работающий по отдельным объектам. Еще один скромный шаг связан с разрабатываемой в США всенаправленной системой SETI (Omnidirectional SETI System, OSS). Она представляет собой фазированную решетку, состоящую из 4096 элементов малых размеров; эффективная площадь ее составит всего 39 м^2 , а угол обзора 4,2 стерадиан (близко к 2π). Наконец, в настоящее время разрабатывается международный проект радиотелескопа с площадью 1 кв. км (!). Существует несколько вариантов этой системы. Один из проектов, рассчитанный на работу в диапазоне метровых волн, предназначен для регистрации быстропеременных спорадических процессов типа гамма-всплесков. Радиотелескоп будет охватывать все небо и вести непрерывный контроль. Это как раз то, что необходимо для SETI. Правда, диапазон не очень подходящий.

Так постепенно идеи В.А. Котельникова о непрерывном контроле неба с помощью многоэлементной системы обнаружения воплощаются в жизнь.

От Бюракана до Санта Круз

Бюраканская конференция наметила основные направления исследований по поиску внеземных цивилизаций. Для их проведения предлагалось создать в ряде научных учреждений специальные секторы или группы (эта рекомендация ни тогда, ни позже не была выполнена). Кроме того, в резолюции предлагалось для координации научно-исследовательских работ создать при Астросовете и Совете по радиоастрономии АН СССР «Комиссию по межзвездным связям». Однако Астрономический Совет скептически отнесся к этому предложению и воздержался от участия в создании подобной комиссии. Владимир Александрович Котельников обсудил эту ситуацию с Львом Андреевичем Арцимовичем, и по их инициативе решением Бюро Отделения общей и прикладной физики АН СССР (так тогда называлось отделение) в составе Совета по радиоастрономии АН СССР, председателем которого был В.А. Котельников, создана секция «Поиски внеземных цивилизаций». Она существует и по настоящее время в составе объединенного Научного совета по астрономии РАН, председателем ее сейчас является Н.С. Кардашев. Владимир Александрович неизменно оказывал помощь и поддержку работе секции. Упомяну два эпизода, связанных с издательской деятельностью.

К 1969 году по инициативе Самуила Ароновича Каплана и под его редакцией была подготовлена коллективная монография «Внеземные цивилизации. Основы межзвездной связи». Она должна была выйти в издательстве «Наука» (Главная редакция физико-математической литературы). Монография была вполне серьезная, не содержала никаких необоснованных фантазий, и Физматлит полностью поддерживал ее издание. Но в руководстве издательства «Наука» все же возникло сомнение: уж очень необычным было название и сюжет для научной монографии. Издательство сочло необходимым заручиться поддержкой авторитетного в Академии ученого. Поскольку тематика внеземных цивилизаций относилась к Научному совету по радиоастрономии, обратились к его председателю В.А. Котельникову. Владимир Александрович, внимательно изучив монографию (как я неоднократно имел возможность убедиться — он все делал очень добросовестно), дал положительное заключение. Монография была опубликована в 1969 г. и сразу же переведена на английский язык (под эгидой НАСА), а затем и на чешский.

Второй эпизод связан со статьей И.С. Шкловского. В 1981 г. в Таллине проходил всесоюзный симпозиум «Проблема поиска жизни во Вселенной» с участием зарубежных ученых. И.С. Шкловский выступил на нем с дискуссионным докладом, в котором доказывал, что разум является вредным эволюционным приобретением, которое ведет эволюцию в тупик, так как, достигнув определенного уровня развития, цивилизация выходит из состояния равновесия с окружающей средой и заканчивает жизнь самоуничтожением. Этим, по мнению И.С. Шкловского, объясняется парадокс молчания Вселенной. Эта мысль показалась весьма «крамольной» в издательстве «Наука», куда были сданы материалы симпозиума для публикации. Издательство предложило Шкловскому убрать «крамольные» вещи из статьи или хоть как-то смягчить их. Шкловский наотрез отказался. Он говорил: «Пожалуйста, если Вы не согласны, сделайте любое редакционное примечание, но мой текст оставьте без изменения». Издательство опасалось опубликовать статью Шкловского, но и выкинуть ее из сборника, как это было сделано, например, со статьей И.С. Лисевича (и совершенно напрасно!), тоже

не решалось. Возникла патовая ситуация: время шло, труды симпозиума лежали в редакции, неуклонно старея. Наконец, кто-то догадался обратиться к В.А. Котельникову, который в то время был уже Вице-президентом АН СССР. Владимир Александрович ознакомился со статьей и, хотя он не был согласен с автором, взял на себя ответственность и дал «добро» на публикацию. Сборник вышел в 1986 г.

Будучи председателем совета «Интеркосмос», Владимир Александрович активно занимался налаживанием международных научных связей. Зарубежные коллеги предложили ему войти в состав Комитета SETI Международной астронавтической академии в качестве представителя Советского Союза. Несмотря на крайнюю занятость, Владимир Александрович согласился. Среди своих многочисленных обязанностей он находил время заниматься и вопросами SETI. В августе 1991 года (примерно за две недели до путча в СССР) в университете Санта Круз (Калифорния) проходил Третья советско-американская конференция SETI. Владимир Александрович был ее участником. Я мог убедиться, с каким уважением относились к нему американские коллеги и функционеры из НАСА.

Создание радиотелескопа РАТАН-600

Строительство крупных радиотелескопов всегда было предметом особой заботы радиоастрономов. Вместе с тем, это вызывало большие дискуссии, ибо каждая группа радиоастрономов выступала со своим проектом и настаивала на его реализации. Владимиру Александровичу Котельникову на посту председателя Совета по радиоастрономии приходилось затрачивать огромные усилия для достижения консенсуса между радиоастрономами. В середине 1960-х годов такого консенсуса (пусть не стопроцентного) удалось достичь в проекте радиотелескопа РАТАН-600.

История его создания весьма любопытна. В 1965 г. радиоастрономы ГАИШ, возглавляемые И.С. Шкловским, выступили с проектом радиотелескопа, предназначенного для проведения полных обзоров неба в миллиметровом и сантиметровом диапазонах волн. Идея принадлежала Н.К. Кардашеву и была связана также с проблемой поиска сигналов от внеземных цивилизаций. Специфика задачи требовала и особой конструкции радиотелескопа. За основу был принят радиотелескопа типа Крауса с двумя отражателями — неподвижным параболическим рефлектором и вращающимся по углу места плоским отражателем. Проект был поддержан ректором МГУ И.Г. Петровским, но так как в университете не было необходимых средств, он предложил президенту АН СССР М.В. Келдышу строить радиотелескоп на долевых началах. Был подписан соответствующий протокол, и вопрос был передан в Научный совет по радиоастрономии. Одновременно пулковские радиоастрономы, возглавляемые С.Э. Хайкиным, выступили с проектом создания радиотелескопа с антенной переменного профиля АПП. По заведенному в Совете порядку оба проекта были направлены на рассмотрение секции антенных сооружений, которой руководил старейший советский антенщик А.А. Пистолькорс. При обсуждении на секции между двумя группами радиоастрономов был достигнут разумный компромисс: антенна переменного профиля в виде замкнутого кольца диаметром 600 м дополняется плоским отражателем, который вместе с южным сектором АПП образует систему Крауса, наиболее пригодную для проведения полных

обзоров неба. Это был один из немногих случаев, когда радиоастрономы вместо постоянных споров между собой пришли к единому решению, и проект был принят. Впоследствии он получил название РАТАН-600 — радиотелескоп академии наук диаметром 600 м.

Ответственным ученым за создание РАТАН-600 был назначен Ю.Н. Парийский, в то время молодой начинающий ученый, еще не имевший докторской степени. Конечно, основная ответственность перед Академией наук и Правительством легла на плечи Владимира Александровича Котельникова. Надо сказать, что РАТАН-600 представляет собой уникальную систему. Опыта проектирования и создания подобных систем не было ни у нас, ни за рубежом (если не считать построенный хозяйственным способом Большой пулковский радиотелескоп БПР, явившийся прообразом РАТАН-600). Разумеется, проект прошел необходимую экспертизу, но дело было не только в проекте. Сможет ли промышленность обеспечить необходимую точность изготовления всех узлов, которая часто находилась на пределе технологических возможностей. Ответственность была очень серьезная, тем более что радиотелескоп стоил не мало. Принимая решение, Владимир Александрович проявил доверие к коллективу пулковских радиоастрономов, но он лично контролировал проведение работ на всех этапах создания радиотелескопа.

В 1970 г. В.А. Котельников был избран Вице-президентом Академии наук СССР. Мне довелось быть свидетелем того, как возникло решение о его избрании. В один из дней 1969 г. мы с Юрием Николаевичем Парийским были у Льва Андреевича Арцимовича в его кабинете в Президиуме АН СССР. Речь шла о РАТАН-600, строительство которого в то время уже велось. Накануне ушел из жизни академик Борис Павлович Константинов. Будучи вице-президентом АН СССР, он, наряду с другими вопросами, курировал и сооружение РАТАН-600. Кто-то из нас, выразив сожаление по поводу кончины Бориса Павловича, произнес: «Кто же теперь в Президиуме будет заниматься РАТАН-600?» Лев Андреевич на минуту задумался, внимательно посмотрел на нас, снял трубку внутреннего телефона и соединился с президентом: «Мстислав Всеволодович, у меня тут возникла мысль в связи с печальными событиями, которые нас постигли, я хотел бы поговорить с Вами». Келдыш тут же пригласил его к себе. Так как наш разговор не был закончен, Лев Андреевич извинился и сказал, чтобы мы его подождали, а сам пошел к М.В. Келдышу. Вернувшись, он сообщил, что они приняли решение предложить на пост Вице-президента Владимира Александровича Котельникова. Став Вице-президентом, Владимир Александрович продолжал вплотную заниматься РАТАН-600, несмотря на то, что круг его обязанностей сильно расширился. Неизменным (и, я думаю, незаменимым) помощником Владимира Александровича на этом посту была Антонина Васильевна Зайцева. Человек высокой внутренней культуры, всегда собранная, строгая, деловая и в то же время очень человечная, внимательная к посетителям (правда, я замечал, что академические чиновники ее побаивались). Пожалуй, отличительная черта Антонины Васильевны — благожелательность. Когда к ней попадали документы, много раз прочитанные, проверенные, отредактированные, она все же ухитрялась найти в них малые или большие огрехи. Но никогда не упрекала исполнителей, а просто молча исправляла огрехи, сама перепечатывала документ (если он был не слишком большой) и передавала Владимиру Александровичу на подпись. Зато он мог спокойно подписывать документы, прошедшие через ее контроль.

Радиотелескоп РТ-70

Сооружение радиотелескопа ПАТАН-600 было завершено в 1976 г., а в 1980-х годах Владимиру Александровичу пришлось заниматься новым уникальным радиотелескопом РТ-70. Проект его был разработан в отделе астрофизики ИКИ АН СССР под руководством Н.С. Кардашева. По тем временам это был совершенно уникальный проект — полноповоротный инструмент с диаметром зеркала 70 м и точностью отражающей поверхности (отклонение от расчетного параболоида не более) 70 мкм. Подобная точность позволяла вести наблюдения на волне до 1 мм. При этом точность сопровождения источников составляла 0,3 угловой секунды. За рубежом подобные радиотелескопы в то время не строились и не проектировались. Предусматривалось, что РТ-70 будет работать в двух режимах: как самостоятельный инструмент и в паре с космическим радиотелескопом (КРТ), образуя вместе с ним наземно-космический радиоинтерферометр, обеспечивающий разрешающую способность до 10^{-6} секунд дуги (проект РАДИОАСТРОН). Владимир Александрович поддержал этот проект и приложил много усилий для его осуществления. Для строительства радиообсерватории было выбрано место на плато Суффа (или Суппа) в горном районе Узбекистана на территории Зааминского народного парка на высоте 2300 м над уровнем моря. Проект радиообсерватории был разработан ГИПРОНИ АН СССР под руководством архитектора А.М. Щусева (внука знаменитого архитектора А.В. Щусева). Строительство было начато в 1983 г. А в 1984 г. в основание пилона РТ-70 в торжественной обстановке с участием руководства компартии Узбекистана была заложена ампула с «Посланием потомкам». От Академии наук СССР в процедуре принял участие Вице-президент АН СССР В.А. Котельников, который прочел текст Послания. В нем говорилось:

«Дорогой далекий друг!

Из глубины веков обращается к Тебе человек XX века. Послание, которое Ты держишь в руках, заложено здесь в июне 1984 года в ознаменование сооружения радиотелескопа РТ-70, предназначенного для исследования Вселенной в диапазоне сантиметровых и миллиметровых радиоволн.

Нас волнуют многие проблемы строения и эволюции Вселенной. Мы знаем, что Вселенная расширяется, но не знаем, сменится ли расширение сжатием; не знаем, какова геометрия Вселенной, в каком состоянии находилась она в первые моменты проявления. Мы не знаем, какова природа ядер галактик и квазаров; и, признаться, не знаем более близкие к нам вещи, например, какова природа комет, как произошла наша Солнечная система, есть ли разумные существа где-нибудь на других небесных телах.

Ты владеешь новыми неведомыми нам видами энергий, более тонкими методами исследования Материи, позволяющими проникнуть в ее сокровенные глубины. Тебе, несомненно, уже известны ответы на мучающие нас вопросы. Но и тебя волнуют какие-то новые неведомые нам проблемы, и мы знаем, что так будет всегда, ибо развитие и познание беспредельны.

Во все времена люди, чувствуя свою неразрывную связь со Вселенной, стремились постичь ее законы, черпали в ее Красоте и Гармонии духовные силы, возвышающие человека, ведущие его вперед по пути Прогресса. Нас разъединяют века, но единое чувство восхищения Красотой объединяет нас.

Сегодня здесь заложен первый камень. Пройдут годы, и на этой древней земле вырастет прекрасная радиоастрономическая обсерватория, построенная

самоотверженным трудом советских людей. Сегодня это мечта. Для осуществления ее нужен мир на Земле.

Ты знаешь, какое время переживало человечество в конце XX века. Но Ты помнишь, что уже в это время засияла над Землей заря Новой Жизни, Нового Мира, возженная над Великой Страной устремлениями миллионов людей, вставших на борьбу под знаменем великого Ленина.

Мы уверены, что в этой борьбе Разум восторжествует. Нам трудно представить себе даже контуры далекого для нас будущего, ставшего для Тебя настоящим. Но нам хочется верить, что оно будет. И мы верим, что оно будет прекрасным.

Привет Тебе, гражданин Солнечной системы».

Если когда-нибудь наши далекие потомки почтут это послание, замурованное в бетонное основание радиотелескопа, они будут немало озадачены, разыскивая в научных архивах следы деятельности радиообсерватории. В 1990 году распался Советский Союз. Недостроенная обсерватория перешла в собственность Узбекистана. Ее можно было достроить совместными усилиями. Но у российского руководства были другие проблемы, фундаментальная наука их не интересовала. Сейчас положение вроде бы меняется к лучшему, но не совсем понятно, что ожидает фундаментальную науку. Если средства на завершение строительства не будут найдены, недостроенная обсерватория останется одним из памятников той разрушительной эпохи.

Авторитет и ответственность

Владимир Александрович не боялся брать на себя ответственность. Но он не допускал, чтобы люди прикрывались его авторитетом. Вспоминается такой случай. Вскоре после первого Всесоюзного совещания по внеземным цивилизациям нам пришла в голову мысль, что было бы неплохо организовать в рамках Реферативного журнала, издаваемого ВИНТИ, специальный выпуск, где бы реферировались работы по всем аспектам комплексной междисциплинарной проблемы «Внеземные цивилизации» (термин SETI тогда еще не использовался). Но понятно, что обращаться в ВИНТИ надо было на достаточно высоком уровне. Мы подготовили соответствующее письмо, и я пошел с ним к Котельникову. Прочитав письмо, Владимир Александрович спросил: «А почему я должен его подписывать?» Я промямлил что-то вроде того, что мол, ну Вас же знают, надо чтобы просьба исходила от авторитетного человека и т.д. Владимира Александровича это не убедило, и он отказался подписать письмо. Я был несколько обескуражен. И тогда кто-то из сотрудников Совета по радиоастрономии (кажется, это был Б.А. Дубинский) посоветовал: «А вы обратитесь к нему официально, от имени секции». Мы так и поступили — подготовили сопроводительное письмо за подписью председателя секции В.С. Троицкого и приложили к нему письмо в ВИНТИ, с которым я ходил к Котельникову. На этот раз он без слов подписал его. Это понятно: в данном случае он выступал не как авторитетная персона, а как председатель Совета, к которому обратилась секция, и он поддержал это предложение. Владимир Александрович работал только по правилам. Добавлю, что специальный выпуск Реферативного журнала не был организован, но в рамках реферативных журналов «Астрономия» и «Исследование космического пространства» был создан раздел «Внеземные цивилизации и связь с ними».

Еще два штриха об ответственности и авторитете. В середине 1970-х годов мне пришлось участвовать в экспедиции по измерению радиопомех на Камчатке, Сахалине и Курильских островах. Поскольку это был пограничный район, надо было вступать во взаимодействие с местными властями. Владимир Александрович это понимал. Он подписал письма в Камчатский и Сахалинский обкомы КПСС с просьбой оказывать содействие экспедиции. Я убедился, как эффективно действовала его подпись.

В 1977 г. в центральной печати было опубликовано сообщение о наблюдении необычного небесного явления над Петрозаводском. В Академию наук поступил запрос — что это было. Откуда запрос — никто не говорил, но академические чиновники многозначительно показывали наверх, давая понять, что запрос идет с самого верха, то есть из Политбюро ЦК КПССС. Я думаю (это мое предположение), что запрос мог исходить от Ю.В. Андропова. Как известно, его молодость была связана с Петрозаводском, в годы Великой Отечественной войны он был первым секретарем ЦК ЛКСМ Карелии и одним из организаторов партизанского движения в Карелии. Вполне вероятно, что его могло заинтересовать явление, которое произошло в Петрозаводске. Так или иначе, Академия против ее воли была втянута в исследование очень «неудобной» проблемы аномальных явлений и неопознанных летающих объектов, которую ученые всегда стараются избегать. Справедливости ради надо сказать, что не все. Например, академик Борис Николаевич Петров, который в 1977 г. был Академиком-секретарем отделения механики и процессов управления, считал, что к этой проблеме нельзя относиться легкомысленно, в ней нужно разобраться. Такого же мнения придерживался и заместитель директора ИКИ АН СССР Георгий Степанович Нариманов. Собственно, такие люди были во всех ведомствах. Поскольку на запрос надо было отвечать, Отделение общей физики и астрономии вынуждено было организовать ряд обсуждений. Владимир Александрович в них не участвовал, но он, конечно, был в курсе всех дел. В начале 1978 г. была создана межведомственная комиссия, которая выехала в Петрозаводск. В.А. Котельников в качестве вице-президента АН СССР подписал необходимые письма руководству Карелии. И я еще раз мог убедиться, как эффективно действовала его подпись. Вся эта деятельность закончилась созданием Государственной программы по изучению НЛО, которая действовала с 1978 по 1990 год (см. Вестник РАН. 2000. Т. 70, № 6. С. 507–515).

В памяти о Владимире Александровиче Котельникове остается облик большого ученого с широким кругозором и глубоко порядочного честного человека.