

ТРИ ИПОСТАСИ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ: РАДИОФИЗИК, ИНЖЕНЕР, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА В.А. КОТЕЛЬНИКОВА

Научные интересы академика Владимира Александровича Котельникова были связаны прежде всего с радиофизикой и радиотехникой. Это направление науки и техники особенно бурно развивалось в XX столетии под влиянием расширявшихся потребностей средств радиосвязи, радиолокации и радионавигации. Немалый вклад внёс учёный и в другие области человеческой деятельности - радиоастрономию, дистанционное зондирование Земли и её атмосферы, применение радиоэлектронных средств в медицине. Он был одним из основателей Института радиотехники и электроники Российской академии наук (ранее Академии наук СССР), которым руководил около сорока лет.

Родился Владимир Александрович 6 сентября 1908 г. в семье потомственных учёных. Его дед и отец были выдающимися математиками, профессорами Казанского университета. По-видимому, традиции семьи послужили тем стартовым импульсом, который направил Владимира Александровича в науку. Трудно сказать, кто был его учителем в науке. Он окончил в 1930 г. Московский энергетический институт (МЭИ), который незадолго до того выделился из Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана. Коллектив МЭИ в то время был молодым и его научные школы только формировались. В частности, во время учёбы в аспирантуре МЭИ у В.А. Котельникова не было ни официального руководителя, ни официально предложенной темы работы, поэтому выбор направления научных исследований пришлось делать самому. Итогом его стала знаменитая теорема В.А. Котельникова, доказанная им в работе «О пропускной способности "эфира" и проволоки в электросвязи».

Интересна судьба этой выдающейся работы. Она была подготовлена в 1932 г. в виде доклада на I Всесоюзном съезде по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности. Съезд не состоялся, но его материалы были опубликованы в 1933 г., что и явилось официальным документом, подтверждающим авторство Владимира Александровича. Сама работа инициировалась проблемой "тесноты в эфире". Автор попытался ответить на вопрос: какова необходимая полоса частот для передачи без искажений различных видов информации (телефонная связь, телевидение и др.)? В настоящее время ответ очевиден: полоса необ-



Владимир Александрович Котельников

ходимых частот должна быть не меньше спектральной ширины сигнала. Но надо вспомнить, что речь идёт о 30-х годах прошлого столетия, когда спектральные представления ещё не превратились в стандартный инструмент инженеров. В.А. Котельников принял во внимание тот факт, что любые реальные сообщения имеют ограниченный спектр частот, и доказал, что любая функция такого вида может быть представлена с любой точностью при помощи совокупности её дискретных отсчётов, выбираемых через интервалы времени, равные обратному значению их удвоенной спектральной ширины. Редакция журнала "Электричество", куда соответствующая статья была направлена в 1936 г., отказала автору в публикации, отмечая, в частности, "узкий интерес данной статьи". Знали бы руководители журнала, что они отвергли!

На самом деле теорема имеет широчайшее применение. Определив способ представления непрерывного по времени сигнала совокупностью его дискретных отсчётов, теорема стала важнейшей теоретической основой современной цифровой техники. Она, по существу, указала путь, как нужно оцифровывать реальные непрерывные сигналы, чтобы использовать достижения компьютерной технологии для их передачи, выделения, обработки и т.п. Современная компьютерная техника окружает нас повсюду - это и телефон, и телевизор, не говоря уж о самих компьютерах, широко используемых в делопроизводстве, вычислениях, обработке информации, автоматизированном производстве и других областях человеческой деятельности.

Похожая теорема была в 1915 г. доказана математиком Уиттекером. Однако она относилась к задаче аппроксимации функций и специалистам в области связи не была известна.

Проблемы с публикацией привели к тому, что теорема В.А. Котельникова была известна узкому кругу, в основном советских специалистов. В 1948 г. она вновь была доказана и опубликована К. Шенноном, после чего получила широкое признание. Западные учёные теореме отсчётов связывают с именем Х. Найквиста, который анализировал проблему неискажённой передачи телеграфных сигналов. Однако первым, кто применил правило отсчётов (выборки) к непрерывным сигналам, а также в теории и технике связи, был В.А. Котельников. Эта его выдающаяся роль была подтверждена присуждением ему в 1999 г. премии Фонда Эдуарда Рейна за фундаментальные исследования. Не будет лишним заметить, что сам автор теоремы был удивлён этой наградой, поскольку она относилась к его аспирантским годам, и спустя многие годы не представлялась ему наиболее значительным достижением в его научной работе.

Во Владимире Александровиче сочетались два начала - выдающегося учёного и блестящего инженера. Это наглядно проявилось в предвоенные годы, когда он совмещал преподавательскую работу в МЭИ с конструкторской работой в Научно-исследовательском институте связи Наркомата связи. В 1939 г. под его руководством была создана уникальная по тем временам линия однополосной радиосвязи Москва - Хабаровск. Её создание привело к необходимости разработки средств, защищающих информацию от несанкционированного перехвата. Это заставило В.А. Котельникова заняться проблемами криптографии. Здесь вновь проявились присущие ему черты глубокого учёного и незаурядного инженера. Ему удалось сформулировать требования к математически недешифруемой системе и доказать невозможность её де-

шифрования. Одновременно под его руководством были разработаны методы, основанные на управлении частотными и временными перестановками телефонной информации на передаче и во время приёма. Всё это позволило создать системы связи, имеющие достаточно высокую стойкость к несанкционированной расшифровке.

В первые месяцы Великой Отечественной войны под руководством В.А. Котельникова были разработаны устройства засекречивания телефонной и коротковолновой связи, которые применялись на фронтах, во время дипломатических переговоров и проведения Тегеранской, Ялтинской и Потсдамской конференций. За эти работы В.А. Котельников и руководимый им коллектив был удостоен Сталинской премии I степени (1943).

В 1944 г. основным местом работы Владимира Александровича вновь стал МЭИ, где им была создана кафедра "Основы радиотехники". К тому времени в институте был организован радиотехнический факультет. Вскоре Владимир Александрович стал деканом этого факультета. Он читал лекции по теоретическим основам радиотехники и электродинамики. Многие выпускники радиотехнического факультета того времени впоследствии стали крупными учёными и инженерами, внёсшими огромный вклад в развитие радиотехники и электроники СССР. Много специалистов было подготовлено для социалистических стран, в том числе и для Китая, дружеские отношения с которым продолжают и в настоящее время.

В конце 40-х годов прошлого столетия стала интенсивно развиваться ракетная техника, которая выдвинула новые задачи: связь с быстро движущимися космическими аппаратами, бортовая телеметрия, траекторные измерения, управление аппаратами и др. К их решению необходимо было привлечь лучшие силы страны в области радиоп физики, радиотехники и электроники. Специалисты МЭИ к тому времени приобрели большой авторитет, и поэтому естественно, что именно они занялись работой по развитию ракетной техники. Было принято решение правительства СССР о создании в МЭИ Сектора специальных работ в интересах реактивного вооружения. Руководителем сектора назначили В.А. Котельникова. В дальнейшем сектор был преобразован в Особое конструкторское бюро МЭИ (ОКБ МЭИ). В этом секторе и ОКБ были созданы уникальные системы космической связи, телеметрии и управления. ОКБ МЭИ и сейчас функционирует в составе Российского космического агентства.

Активная научная и конструкторская деятельность Владимира Александровича выдвинула его в ряды ведущих научных работников страны. Возникла необходимость получения степени доктора



Н.Г. Басов и В.А. Котельников. 1969 г.

наук. Говорят, что сам Котельников не очень стремился к написанию и защите диссертации, его попросту уговорили это сделать. Так родилась очередная его выдающаяся работа "Теория потенциальной помехоустойчивости", защищенная в качестве докторской диссертации в 1947 г. и принёсшая ему широкую известность.

Функционированию любых систем связи мешают помехи - атмосферные, промышленные, наконец, те, которые возникают в самих устройствах, например тепловые шумы. Где лежит тот предел помех, при котором сигналы информации могут передаваться с допустимыми искажениями? В.А. Котельников дал ответ на этот вопрос. Он определил вызванные шумами ограничения в чувствительности приборов. Предельная помехоустойчивость была названа им потенциальной. Отныне усилия тех, кто, подобно изобретателям вечного двигателя, пытался создать идеальный приёмник, ограничивались конкретными рамками. Эти рамки в основном задаются одной величиной - отношением сигнал/шум, то есть отношением энергии сигнала к спектральной плотности мощности шума.

Сейчас, после работ в области радиолокации, этот факт считается очевидным. Но в то время, когда теория случайных явлений в технике только ещё зарождалась, потенциальная помехоустойчивость была совершенно новой и многими непонятой. Поэтому с полным основанием В.А. Котельникова можно считать одним из основоположников статистической радиофизики и радиотехники.

С точки зрения широкой известности, теорию потенциальной помехоустойчивости постигла судьба, аналогичная судьбе теоремы. Работа была опубликована лишь в 1956 г. Вероятно, и по этой причине В.А. Котельников в конце 1940-х годов был мало известен за рубежом и развитие теории

информации западные учёные связывают в основном с именем Шеннона.

В 50-е годы прошлого столетия в СССР возникла необходимость в организации широкомасштабных исследований в области радиофизики и радиотехники. Соответствующие научно-исследовательские институты были организованы в Академии наук СССР, республиканских академиях наук (Украина, Армения) и в системе высших учебных заведений (Научно-исследовательский радиофизический институт, г. Горький). Было совершенно естественным, что к руководству Института радиотехники и электроники АН СССР был привлечён В.А. Котельников. Первым директором-организатором института был академик А.И. Берг, а Владимира Александровича назначили его заместителем. Однако А.И. Берг вскоре оставил этот пост и директором института стал В.А. Котельников. В этой должности он проработал с 1954 по 1987 г. В настоящее время институт носит его имя.

В 1953 г. Владимир Александрович, минуя степень члена-корреспондента, был избран действительным членом Академии наук СССР. Такое "прямое" избрание лишней раз подчеркнуло высокий научный авторитет учёного, приобретённый им к тому времени. Сила его авторитета особенно ярко проявилась на посту директора крупнейшего в академии института и в его многолетней работе в качестве вице-президента Академии наук СССР (1970-1988). В.А. Котельников проявил себя не только как блестящий учёный, но и как талантливый организатор. Ведь Институт радиотехники и электроники начинался практически с нуля. Для его развития необходимо было привлечь квалифицированных специалистов из других учреждений, организовать обучение и подготовку молодых учёных, оснастить лаборатории оборудованием и т.д. К тому же следовало выбрать направления исследований, чему Владимир Александрович уделял постоянное внимание во время своего директорства. В результате институт превратился в крупнейшее научное учреждение в области радиофизики, радиотехники и электроники, имеющее ныне в своём составе филиалы во Фрязино (Московская обл.), Саратове и Ульяновске. Для оснащения лабораторий института и организаций Академии наук было создано Специальное конструкторское бюро (СКБ ИРЭ). Следует отметить, что и в наши дни, несмотря на сложный период развития страны, все институтские подразделения успешно функционируют.

Как директор института Владимир Александрович в той или иной форме "приложил руку" к исследованиям в различных областях. Наиболее весомый вклад он внёс в радиолокационную астрономию. Развитие космической техники и ра-

диоэлектроники позволило в 60-х годах прошлого столетия начать разработку проектов для посылки космических аппаратов к планетам Солнечной системы. Управление полётами этих аппаратов требовало хорошего знания положения планет и их движения. Астрономические наблюдения к тому времени давали удовлетворительные сведения об относительном движении планет, тогда как для успешной межпланетной навигации необходимо точное знание абсолютных размеров Солнечной системы. Величиной, характеризующей эти размеры, принята астрономическая единица, равная среднему расстоянию Земли от Солнца (около 150 млн. км). Для её определения достаточно знания расстояния между Землёй и какой-либо другой планетой. Радиолокация предоставляет такую возможность, и она была использована специалистами в СССР, США и Англии. В нашей стране этими работами руководил В.А. Котельников. Астрономическая единица была определена с точностью до доли километра. Помимо этого, были получены многие другие интересные данные, в частности, установлено обратное и очень медленное (по сравнению с Землёй) вращение Венеры.

Должен заметить, что радиолокация планет - совсем не простое дело и для своего осуществления требует участия многих организаций. Планетный радиолокатор, созданный в своё время в Центре дальней космической связи (Евпатория, Крым), имеет полноповоротную параболическую антенну диаметром 70 м. Мощность его передатчика на волне 6 см порядка 100 кВт. Для приёма слабых радиосигналов, отражаемых от поверхности планет, использовались усилители, охлаждаемые до температуры около -270°C . В период становления планетной радиолокации применяемые устройства были не столь совершенны, как сейчас, к тому же не было ещё достаточно мощных компьютеров для анализа и обработки принятых сигналов. Поэтому решение задачи радиолокации планет оказалось сложнее, чем думали. Эта работа Владимира Александровича и руководимого им коллектива отмечена Ленинской премией (1964).

Успешная радиолокация планет позволяет считать В.А. Котельникова одним из основоположников нового в те времена научного направления - радиолокационной радиоастрономии. Это дало основание назначить его председателем Научного совета АН СССР по проблеме "Радиоастрономия", которым он руководил многие годы.

Дальнейшим выдающимся вкладом в развитие радиолокационной радиоастрономии стала радиолокация поверхности Венеры с помощью космических аппаратов "Венера-15" и "Венера-16". Как известно, Венера покрыта плотным слоем

облаков, и её поверхность недоступна наблюдениям средствами оптической астрономии. К счастью, венерианские облака прозрачны для радиоволн. В 1983-1984 гг. советские учёные получили радиолокационное изображение северной части планеты площадью около 115 млн. км² с пространственным разрешением порядка 1 км. И хотя радиокартографирование охватило лишь четвертую часть поверхности Венеры, выводы, сделанные из анализа этих изображений, оказались верными для всей поверхности планеты. Это подтвердил анализ данных радиолокационной съёмки всей поверхности Венеры, осуществлённой учёными США с борта аппарата "Магеллан" спустя некоторое время после полёта "Венер". Пространственное разрешение съёмки составило около 100 м. Но, повторяю, основополагающие научные выводы о свойствах поверхности Венеры удалось сделать уже по данным, полученным с помощью советских космических аппаратов. Специалистам, внёсшим наибольший вклад в осуществление этой миссии, была присуждена Ленинская премия, однако В.А. Котельникова не включили в список лауреатов, поскольку он уже был удостоен Ленинской премии.

При осуществлении эксперимента по радиолокационной съёмке Венеры вновь проявились организаторские способности Владимира Александровича и его огромный авторитет в научных и инженерных кругах. Не много найдётся людей, способных "засинхронизовать" действия таких организаций, как НПО им. С. А. Лавочкина, ОКБ МЭИ и ряда других, для осуществления столь сложного проекта. Между прочим, во главе этих организаций стояли незаурядные личности, работа с которыми требовала особого искусства.

Можно было бы упомянуть и другие направления науки и техники, в развитии которых вклад Владимира Александровича весьма значителен, - теория параметрических усилителей, техника оптико-волоконной связи и связь с глубоко погруженными подводными лодками. Часто В.А. Котельников выступал в роли неформального лидера, когда он, не будучи официальным руководителем работ, оказывал огромное влияние на достижение успеха в проводимых исследованиях, например, в освоении миллиметрового диапазона волн для целей связи и радиолокации, развитии радиофизических методов дистанционного зондирования Земли и атмосферы аэрокосмическими средствами.

Такое отношение В.А. Котельникова к чужим работам и умение радоваться успехам сотрудников как своим собственным - результат присущего ему государственного мышления. Он явно чувствовал свою ответственность перед страной за развитие науки, за вклад науки в экономику стра-



Посещение Фрязинского филиала Института радиотехники и электроники представителями Министерства электронной промышленности (слева направо): начальник главка В.М. Пролейко, академик Н.Д. Девятков, замминистра В.Г. Колесников, министр А.И. Шокин, сотрудники института Н.А. Арманд и Ю.В. Гуляев, директор института академик В.А. Котельников. Середина 1970-х годов

ны, её обороноспособность, образование, культуру и т.п. В частности, уделяя большое внимание творческим связям руководимого им института с предприятиями промышленности, он организовал посещение института министрами радиопромышленности (П.С. Плешаковым), электронной техники (А.И. Шокиным), промышленности средств связи (Э.К. Первышиным) и др. В результате этих посещений принимались весьма важные решения о программах совместных исследований в различных областях радиотехники и электроники.

Чувство высокой гражданственности проявилось и во время работы В.А. Котельникова на посту вице-президента Академии наук СССР. Последовательно и принципиально он решал глобальные научно-организационные проблемы и вопросы, касающиеся жизни академии. На протяжении ряда лет он возглавлял важнейшую работу по прогнозированию и долгосрочному планированию развития науки и техники в стране. Под его руководством в 1972-1973 гг. Академия наук СССР и Государственный комитет СССР по науке и технике проделали ответственную работу по составлению Комплексной программы научно-

технического прогресса и социально-экономических последствий на 1976-1990 гг. Не приходится удивляться тому, что "государственность" В.А. Котельникова была замечена, и он много лет (1973-1980) плодотворно работал председателем Верховного Совета РСФСР.

Со дня основания в 1967 г. Совета по автоматизации научных исследований его возглавлял В.А. Котельников. В короткие сроки был налажен промышленный выпуск измерительно-вычислительных комплексов, позволивших увеличить объём и скорость обработки информации, автоматизации, выбор оптимальных режимов постановки эксперимента. В эпоху, когда советская наука испытывала дефицит в вычислительной технике, деятельность этого совета способствовала развитию экспериментальной базы науки. Владимир Александрович руководил советом до 1974 г.

В 1966 г. был создан Совет по международному сотрудничеству в области исследования и освоения космического пространства при АН СССР "Интеркосмос". Много лет В.А. Котельников руководил его работой. Надо отметить, что эта обязанность была весьма важной, поскольку во времена Советского Союза "Интеркосмос" был от-

ветствен за все международные связи в области освоения и изучения космического пространства.

Нелишне отметить, что на протяжении многих лет В.А. Котельников был главным редактором "Вестника Академии наук СССР" (ныне "Вестник РАН").

Владимир Александрович относился к категории весьма организованных людей. Если он проводил какую-либо встречу, то в точно назначенное время. Если время встречи по каким-то причинам смещалось или она вовсе отменялась, участники своевременно информировались обо всех изменениях. Это, кстати, демонстрировало уважение В.А. Котельникова к своим коллегам. Их время он ценил так же, как своё собственное. Нелишне отметить демократизм В.А. Котельникова в общении со своими сотрудниками. В людях он прежде всего ценил профессионализм, знания, умение. Он терпеть не мог подчинённых типа "что изволите" и с большим уважением относился к сотрудникам, которые спорили с ним, защищая свою точку зрения. С коллегами Владимир Александрович работал на основе широкого доверия. Его подчинённые в Институте радиотехники и электроники (заместитель директора, учёный секретарь института, заведующие отделами и лабораториями) довольно чётко представляли круг своих обязанностей, области ответственности и права в принятии решений, тем более, что

их официальные обязанности были отражены в специальном документе. Такое положение позволяло подчинённым В.А. Котельникова действовать с инициативой и не бояться возможного мелкого вмешательства в их дела.

Среди специалистов Владимир Александрович пользовался непререкаемым авторитетом, в частности, благодаря его умению упростить весьма сложные вопросы до такой степени, что отчётливо выделялось главное и становилась ясной логика решения проблемы. Рассуждая на научные темы, он проявлял удивительную способность находить простые и наглядные описания довольно запутанных явлений. Думаю, что у него был особый дар качественного мышления, что позволяло ему быстро приходить к решению, минуя промежуточные результаты. Сколь бы правдоподобным не выглядело то или иное объяснение, он легко обнаруживал некорректность рассуждений собеседника. Было невозможно "повесить ему лапшу на уши".

Владимир Александрович прожил долгую жизнь. Он скончался 11 февраля 2005 г. в 96-летнем возрасте. Жизнь этого выдающегося учёного и великого гражданина страны целиком была посвящена развитию науки и процветанию родины.

*Н.А. АРМАНД,
профессор*