

ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ КОТЕЛЬНИКОВ

А.М. Финкельштейн

Владимир Александрович Котельников относится к тому редкому классу ученых, которых называют классиками еще при жизни. Его работы в области радиофизики, радиотехники и радиоастрономии вплелись в ткань этих разделов науки столь прочно и органично, что в большинстве случаев мы уже не вспоминаем, кто был автором этих блистательных идей.

Котельников — автор множества пионерских работ, среди которых всемирное признание приобрела классическая «теорема Котельникова» или «теорема отсчетов», которая утверждает, что аналоговый сигнал со спектром, ограниченным сверху частотой F , может быть однозначно восстановлен по дискретным отсчетам с периодом $1/2F$. Эта фундаментальная теорема была сформулирована Котельниковым в возрасте 25 лет в работе с несовременным для нашего времени названием: «О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи». Она, несмотря на простоту по форме, оказалась чрезвычайно глубокой по содержанию и широкой по применению и легла в основу современной теории информации, передачи и обработки сигналов, радиотехники, радиолокации и радиоастрономии. В частности, радиоастрономы широко используют ее как при разработке цифровых средств приема (радиометры), передачи (цифровые линии связи), регистрации (цифровые терминалы) и первичной обработки (спектр-анализаторы, корреляторы) радиоастрономических сигналов, так при анализе данных (при построении изображений радиоисточников).

Котельников — создатель ряда новых научных направлений, среди которых для астрономии особое значение сыграло развитие планетной радиолокации. Эта революционная технология открыла принципиально новые возможности для исследования планет Солнечной системы и ее динамики в целом. Прежде всего, необходимо отметить, что радиолокация планет Солнечной системы (Меркурия, Венеры Марса, Юпитера) позволила построить первые их детальные изображения. Одновременно с этим радиолокация планет впервые в истории астрономии дала в руки исследователей прямой способ измерения расстояний и скоростей тел Солнечной системы. Это был качественный прорыв, поскольку ранее астрономы владели только оптическими средствами для угломерных измерений. Радиолокация на порядки повысила точность измерения координат тел Солнечной системы — больших планет и их спутников, малых планет и комет, существенно расширив возможности динамической и эфемеридной астрономии. Именно планетная радиолокация позволила построить первую общерелятивистскую теорию движения внутренних тел Солнечной системы и уточнить множество фундаментальных астрономических постоянных. В настоящее время наиболее совершенные планетные теории ЕРМ (Россия) и DE (США), поддержанные радиолокационными измерениями планет и доплеровскими измерениями космических аппаратов, являются наиболее точными астрономическими или, если говорить более обще, физическими теориями. В частности, в настоящее время точность определения такой фундаментальной астрономической постоянной, как астрономическая единица, составляет 10 см в случайном и 100 см в систематическом отношениях, что соответствует относительной точности 7×10^{-13} и 7×10^{-12} соответственно. Для понимания значения этих

чисел напомним, что 5×10^{-12} соответствует 1 микросекунде дуги при угломерных измерениях, т.е. тем точностям, которые астрономическая оптика надеется достичь лишь в ближайшее десятилетие. Благодаря столь точным динамическим теориям, Солнечная система начала играть роль природной лаборатории для проверки разнообразных фундаментальных физических теорий.

Хорошо известно, что Владимир Александрович был руководителем ряда крупнейших инженерных разработок, начиная с создания в предвоенные годы систем радиосвязи Москва-Хабаровск и заканчивая разработками в послевоенные годы уникальных радиосистем для ракет и космических аппаратов гражданского и военного назначений. В последние десятилетия прошлого века он сыграл выдающуюся роль в развитии отечественной радиоастрономии, поскольку при его научно-техническом и научно-организационном руководстве были созданы крупнейшие российские радиотелескопы РАТАН-600 (САО РАН) и РТ-64 в Медвежьих Озерах и Калязине (ОКБ МЭИ), заложен уникальный радиотелескоп с управляемой поверхностью РТ-70 в Узбекистане (АКЦ ФИАН) и начата программа создания наземно-космического радиоинтерферометра «Радиоастрон» (АКЦ ФИАН). Наконец, он был одним из первых, кто поддержал создание постоянно действующей радионтерферометрической сети с большими базами — РСДБ-сети «Квazar ИПА РАН», за созданием и развитием которой он постоянно следил до конца своей жизни. Именно в связи с последним проектом, который стал крупнейшим российским астрономическим проектом последних десятилетий, я имел счастье познакомиться и многократно общаться с академиком Котельниковым.

Хорошо известно, что среди различных направлений в наблюдательной, и, прежде всего наземной, астрономии особую роль занимает радиоастрономия с бурным развитием которой после Второй мировой войны связаны наиболее впечатляющие фундаментальные астрономические открытия. Среди них открытия радиоизлучения Солнца, радиогалактик, комических мазеров, пульсаров, реликтового излучения и его флуктуаций, гравитационных линз, сверхсветовых движений в ядрах галактик и квазаров, тектонические движения континентов, высокочастотные эффекты во вращении Земли и движении полюсов. Эти открытия были напрямую связаны с созданием нескольких поколений радиотелескопов с максимальным угловым разрешением и максимальной чувствительностью. В определенном смысле вся история радиоастрономии и астрономии в целом может рассматриваться как борьба за эти два параметра. Именно эти параметры определяют, насколько далеко мы можем продвинуться во Вселенной и в пространстве, и во времени, и с какой детальностью мы сможем изучить структуру самых далеких в пространстве и, следовательно, самых ранних во времени космических объектов.

До начала 60-х годов общая стратегия технического развития радиотелескопов сводилась к строительству радиотелескопов все большего и большего диаметра (с одновременным улучшением чувствительности радиометров). Однако полноворотный зеркальный радиотелескоп не может иметь диаметр существенно более 100 метров, поскольку из-за большого веса начинают деформироваться его металлоконструкции. Чтобы обойти эти механические ограничения и создать радиотелескоп большого диаметра, была предложена идея формировать поверхность радиотелескопа из отдельных не связанных друг с другом высокоточных элементов — щитов, которые выставляются с высокой точностью относительно друг друга специальными геодезическими методами и, таким образом, образуют единую поверхность большого радиотелескопа. Используя эту идею, был создан

радиотелескоп РАТАН-600, который до настоящего времени является гордостью российской и мировой радиоастрономии. Как я уже упоминал, Владимир Александрович сыграл значительную роль в реализации этого уникального проекта, научным руководителем которого был академик Парийский.

К сожалению, радиотелескоп РАТАН-600 не является полноповоротным и не может длительное время сопровождать источники, которые, как известно, меняют свое положение на небесной сфере из-за вращения Земли. В 70-х годах прошлого столетия в связи с развитием атомных стандартов времени и частоты была предложена и очень скоро успешно опробована идея радиоинтерферометра со сверхдлинными базами. У такого инструмента эффективный диаметр ограничен только диаметром Земли, и его угловое разрешение превышает угловое разрешение одиночного радиотелескопа на 4–5 порядков. В эти же годы ряд развитых стран стали обсуждать проекты создания таких инструментов. Естественно, что СССР не остался в стороне от рассмотрения возможности создания национального глобального радиотелескопа, тем более, что сама геометрия нашей страны, имеющей уникальную долготную протяженность, как бы специально была приспособлена для такого проекта.

В 1976 г. Ю.Н. Парийский сообщил коллективу радиоастрономов Специальной астрофизической обсерватории о том, что академик Котельников принял решение о разработке предложений по созданию постоянно действующей РСДБ-сети и предложил мне участвовать в их подготовке. Чуть позднее на Кавказе на РАТАН-600 я в течение нескольких дней под руководством Парийского объединил в единый документ все материалы, которые поступили от различных научно-исследовательских групп. Он содержал общую концепцию и основные научные и инженерно-технические решения для проекта РСДБ-сети, которая позднее получила название «Квazar». Успех предложений, подготовленных многими специалистами, был без преувеличения оглушительным. Его рассматривали и поддерживали десятки научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро, различные министерства и ведомства. Все они помнили два ранее успешно реализованных астрономических проекта — 6-метрового оптического телескопа БТА и радиотелескопа РАТАН-600, и понимали, что возникла возможность участвовать в новой содержательной крупной научно-технической программе.

В начале 1984 г. Юрий Николаевич Парийский, бывший в то время научным руководителем этой программы, сказал мне и другим молодым участникам проекта, что он хотел бы сосредоточиться на работах, связанных с развитием потенциала радиотелескопа РАТАН-600, и предложил нам работать самостоятельно, обещав всячески помогать. С той поры я вначале де-факто, а затем уже и де-юре стал выполнять обязанности научного руководителя проекта «Квazar». В связи с этими новыми обязанностями в 1984 г. я впервые встретился с Владимиром Александровичем и имел возможность рассказать ему о наших планах. Тогда для меня эта первая встреча казалась чем-то абсолютно необычным не столько потому, что Котельников был одним из высших должностных лиц Академии наук, сколько потому, что я впервые встретился с живым классиком, человеком, о работах которого я слышал и на лекциях в университете, и в кругу своих коллег в Специальной астрофизической обсерватории. Эта первая встреча поразила меня тем, что выдающийся ученый не стеснялся задавать мне, малоизвестному для него исследователю, вопросы по предмету, который ему был либо незнаком, либо вызывал особый интерес. Меня также удивила невероятно интеллигентная форма общения и полное отсутствие каких-либо

начальственных интонаций, так присущих большим чиновникам. Не знаю, насколько я его убедил в правильности принятых нами научных и технических решений, более того, я не уверен, что излагал их безупречно, однако вскоре он принял решение о начале финансирования работ по проекту «Квазар». Благодаря этому решению, мы разработали аван-проект и начали разработку чипов для коррелятора. По существу, начиная с этого момента проект «Квазар» начал свою реальную жизнь.

В 1985 г. Михаил Горбачев стал Генеральным секретарем КПСС, и одним из первых постановлений, которое он подписал, было постановление о разработке системы ответа на американскую стратегическую оборонную инициативу (СОИ). Сейчас уже трудно сказать, в какой степени идея создания системы СОИ в США и асимметричного ответа на нее в СССР могла быть реально воплощена. Некоторые из специалистов считают, что СОИ вообще была гигантской экономической провокацией, нацеленной на то, чтобы выжать последние ресурсы нашей страны и, таким образом, привести ее к экономическому краху. Однако я склонен считать, что в техническом отношении система СОИ была совершенно реальным, хотя и безумно дорогим проектом, и что в связи с расширением круга государств, обладающих ядерным оружием и средствами его доставки, этот проект будет раньше или позже реализован. Академик Велихов предложил нам включиться в подготовку соответствующего постановления, как тогда говорили, «директивных органов». Эту идею активно поддержал и Владимир Александрович, понимая, что хотя по своему содержанию проект «Квазар» носил чисто гражданский характер и был предназначен для получения высокоточной фундаментальной координатно-временной информации, он мог быть полезен для решения ряда прикладных задач.

Сегодня я часто читаю в прессе или слышу во время публичных дискуссий, что многочисленные оборонные работы, которые проводились в нашей стране до перестройки, являлись отражением гипертрофированных амбиций военно-промышленного комплекса и не имели сколько-нибудь существенного значения для развития научно-технического потенциала страны. На мой взгляд, эти утверждения не верны, по крайней мере, в трех отношениях. Это заключение я вынес из обсуждений с Владимиром Александровичем, которые вел с ним, начиная с ввода в действие первой обсерватории сети «Квазар» в 1997 г., поэтому считаю полезным привести их здесь.

Во-первых, началу таких работ всегда предшествовали масштабные и весьма нелегкие обсуждения существа вопроса, в которых, помимо военных и представителей оборонных отраслей промышленности, были вовлечены ученые, в том числе и представители академической науки. Я прекрасно помню одно из заседаний научно-технического совета ВПК, на котором я докладывал проект «Квазар». Там некоторые положения были подвергнуты жестокой критике со стороны представителей промышленности. Владимир Александрович, авторитет которого в ВПК был невероятно высок не только благодаря его выдающимся научным заслугам, но и той осторожности, с которой он принимал серьезные решения, помог снять подавляющую часть вопросов.

Во-вторых, вне всякого сомнения, реализация таких проектов давала мощный импульс для развития новых технологий, создания новых приборов, возникновения новых высококвалифицированных научных коллективов. И что не менее важно, такие проекты давали серьезное дополнительное финансирование и материально-техническое обеспечение для проведения фундаментальных научных исследований.

И, наконец, в третьих, в крупных научно-технических проектах фундаментальная наука в подавляющем большинстве случаев играла решающую роль, демонстрируя обществу, что она позволяет эффективно отвечать не только на вызовы природы, но и на вызовы общества.

Все это прекрасно понимал академик Котельников, который имел уникальный положительный опыт руководства крупными прикладными проектами. Именно это позволило ему, хотя и не без больших колебаний, поддержать проект «Квазар» и решение об организации Института прикладной астрономии, ответственного за его реализацию. В 1988 г., уходя с поста вице-президента АН СССР и будучи в том время исполняющим обязанности президента АН СССР, он подписал постановление об организации ИПА РАН, в котором я работаю уже 20 лет. Я очень ценю это решение, поскольку знаю, что ему предшествовали многочисленные бурные обсуждения и даже предложения передать проект «Квазар» из Академии наук в Министерство общего машиностроения — одно из самых больших и влиятельных тогдашних министерств оборонных отраслей промышленности, и создать институт там. Я помню, как этот вопрос обсуждался у Анатолия Петровича Александрова, где прошла жаркая дискуссия между высшими академическими иерархами. Я понимал, что одна из основных причин этой и предшествующих дискуссий состояла в том, что мало кто верил в то, что малоизвестные молодые люди смогут реализовать проект, на который были отпущены большие деньги и большие материально-технические ресурсы. Напомню, что именно в те времена Владимир Александрович отвечал за исполнение правительственных поручений и за расходование государственных средств, отпущенных на крупные научно-технические проекты. Поэтому именно он нес персональную ответственность за принятое им нелегкое решение.

Значительно позднее, когда последняя из обсерваторий сети «Квазар» была введена в эксплуатацию, Владимир Александрович сказал мне, что долгие годы он не верил, что нам удастся довести проект до успешного конца, внимательно следил за его развитием и, начиная с 1997 г., уже не сомневался, что в 1988 г. принял правильное решение поддержать проект.

Для нас же поддержка Владимира Александровича была невероятно ценна. С годами, когда большинство членов нашей команды, которая начала и завершила проект «Квазар», стали докторами наук и были отмечены государственными наградами и научными премиями, это поддержка становилась все ценнее и ценнее. Она для нас имела уже не столько практическое, сколько идейное значение. Что может быть важнее понимания того, что делал нужное и важное дело, заслужившее уважение выдающегося профессионала.

В последние годы я не часто, но достаточно регулярно посещал Владимира Александровича в его небольшом кабинете в Нескучном саду. Я рассказывал ему о наших делах, и меня поражало, с какой молодой заинтересованностью он слушал мои «отчеты». Тогда же я узнал, что он работает над собственной интерпретацией квантовой механики. Каждый раз в конце нашего разговора он касался этой темы. По счастью, книга «Модельная нерелятивистская квантовая механика» была издана, хотя и не была закончена. Она сопровождается великолепным подзаголовком «Размышления». Я думаю, что с ней полезно ознакомиться, прежде всего, молодым людям. Вне зависимости от того, насколько развиваемые Владимиром Александровичем подходы верны, книга является прекрасной иллюстрацией того, какой блистательной творческой активностью он обладал до конца своей длинной жизни. Этой маленькой книгой великий ученый преподавал всем нам великолепный урок истинной преданности науке.