

## ЕЩЁ РАЗ О МСТИСЛАВЕ ВСЕВОЛОДОВИЧЕ КЕЛДЫШЕ

Недавно отмечалось 100-летие со дня рождения гениального учёного и великого гражданина нашей страны Мстислава Всеволодовича Келдыша. В прессе и на торжественных мероприятиях, посвящённых этой дате, подчёркивалась многогранность научного наследия М.В. Келдыша. Он внёс громадный вклад в развитие “чистой” и прикладной математики, механики, авиации, ядерной физики и космонавтики, в течение 14 лет возглавлял Академию наук СССР.

Трудно что-либо добавить к тому яркому портрету М.В. Келдыша, который написан его ближайшими соратниками и сотрудниками, разве только небольшие штрихи и отдельные факты, которые иногда характеризуют человека не в меньшей степени, чем признанные всеми свершения.

В моей памяти за 10 лет работы в Институте прикладной математики (ИПМ) при жизни М.В. Келдыша отложилось немало таких фактов. Прежде чем рассказать о них читателям, приведу кредо “главного теоретика космонавтики”, как журналисты окрестили Мстислава Всеволодовича: сначала крупная инженерная проблема, затем нахождение её решения и только потом построение общей теории для данного класса задач.

Вспоминаю в этой связи научный семинар ИПМ, на котором Э.Р. Смольяков, сотрудник отдела Д.Е. Охочимского, делал доклад по теме своей докторской диссертации. Работа была выполнена на высоком научном уровне, в ней сочеталось получение вероятностных оценок с применением принципа максимума. М.В. Келдыш по своему обыкновению сидел в первом ряду и курил. (Замечу, что на общеинститутском семинаре, кроме него, мог курить только М.Л. Лидов, правда, сидя в последнем ряду конференц-зала.) Заканчивая выступление, Э.Р. Смольяков привёл некоторые известные примеры решений, которые ему удалось сделать благодаря применению разработанной теории. Келдыш задал ему вопрос: “Можете ли Вы назвать такую практическую задачу, которую не удаётся решить известными методами, а Ваш метод позволяет это сделать?” Докладчик смутился и ответил отрицательно. Тогда Келдыш сказал: “А зачем такая теория, которая не позволяет решать новые задачи?” Вопрос о защите, естественно, отпал. Позже Э.Р. Смольяков при-

знался мне, что ему проще создать новую теорию, чем привести такой пример. Вскоре этот несомненно талантливый учёный уволился из ИПМ.

В то время на институтских семинарах под руководством М.В. Келдыша собирались сотрудники ИПМ: известный атомщик, трижды Герой Социалистического Труда академик Я.Б. Зельдович, академик А.Н. Тихонов, члены-корреспонденты АН СССР Д.Е. Охочимский, К.И. Бабенко, В.В. Русанов, А.А. Самарский, Т.М. Энеев, С.В. Яблонский, крупные учёные И.М. Гельфанд, Б.Л. Рождественский, М.Р. Шура-Бура, А.Н. Мямлин и другие. Зал заполняла молодёжь, которую не смущало присутствие корифеев и самого директора. Каждый мог задать вопрос докладчику и открыто высказать своё мнение по обсуждаемой теме. Келдыш вёл семинар весьма демократично, никогда не давил своим авторитетом, всегда находил убедительные слова при формулировке собственной точки зрения. Мне запомнилась фраза Мстислава Всеволодовича: “Нельзя заставить кого-то заниматься наукой. Надо привлекать к работе только тех, кто хочет и может решать сложные задачи”. И надо сказать, в ИПМ сотрудников отбирали “поштучно”.

Известно, какая длительная творческая дружба связывала “главного теоретика космонавтики” М.В. Келдыша с “главным конструктором” С.П. Королёвым. Их совместный путь лежал от расчётов баллистических возможностей составных ракет, первого искусственного спутника Земли и полёта Юрия Гагарина к запуску межпланетных космических аппаратов и орбитальных станций. Но наступил момент, когда решалась судьба созданной в конструкторском бюро В.Н. Челомея самой большой советской ракеты-носителя УР-500 “Протон”, способной доставлять около 20 т груза на низкую околоземную орбиту. С.П. Королёв имел ракету-носитель Р-7 грузоподъёмностью около 6 т и работал над созданием сверхтяжёлой ракеты-носителя Н-1 грузоподъёмностью порядка 90 т. Понятно, что В.Н. Челомей и С.П. Королёв оказались конкурентами.

“Ахиллесовой пятой” “Протона” было использование токсичного топлива (окислитель — четырёхокись азота, горючее — несимметричный диметилгидразин). В случае аварии экологический ущерб мог оказаться очень большим, а выве-

дение пилотируемых кораблей вообще исключалось по соображениям безопасности. Используя эти аргументы, С.П. Королёв старался воспрепятствовать дальнейшему использованию ракеты-носителя “Протон” для перспективных космических программ и предлагал прекратить её производство. М.В. Келдыш возглавлял комиссию по проверке работ опытного конструкторского бюро В.Н. Челомея, и от него зависела дальнейшая судьба “Протона”. Я в то время работал в проектно-отделе ОКБ в Филях, занимался выбором основных параметров этой ракеты-носителя и её модификаций и со всем коллективом переживал за её будущее. Хотя М.В. Келдыш без особой симпатии относился к В.Н. Челомею, тем не менее, исходя из общегосударственных интересов, он настоял на дальнейшем использовании ракеты-носителя “Протон”, несмотря на то, что его позиция могла серьёзно повлиять на взаимоотношения с С.П. Королёвым. Прав был Платон: “Сократ мне друг, но истина дороже”.

Больше 40 лет прошло с тех пор, и развитие отечественной космонавтики полностью подтвердило правильность принятого тогда решения. Эта ракета-носитель интенсивно эксплуатируется и сегодня, зарекомендовала себя как очень надёжное транспортное средство и будет ещё долго служить решению космических задач. Все наши тяжёлые космические аппараты, орбитальные станции, включая блоки международной космической станции, были выведены на орбиту с её помощью.

Как показали дальнейшие события, этот случай не привёл к разрыву отношений между Королёвым и Келдышем, хотя у “главного конструктора” был весьма крутой нрав (вспомним его конфликт последних лет с В.П. Глушко). Выступая в Доме учёных на вечере памяти С.П. Королёва, М.В. Келдыш рассказал о последней встрече с ним. Перед Новым 1966 г. Королёва отпустили на несколько дней домой из больницы. Два “К” — Келдыш и Королёв — встречали праздник вместе. Сергей Павлович выглядел печальным. Он отвёл Мстислава Всеволодовича в сторону и сказал ему: “Знаешь, какое-то у меня тяжёлое чувство, не знаю, выйду ли из больницы”. Такое признание можно сделать только очень близкому другу, которому полностью доверяешь. К сожалению, оно оказалось пророческим.

М.В. Келдыш, будучи президентом Академии наук, никогда не использовал всех своих возможностей для получения каких-либо благ для нашего института, даже когда эти блага были вполне заслужены. В 1973 г. институту исполнилось 20 лет. Некоторые ведущие учёные обратились к Келдышу с предложением ходатайствовать перед

правительством о награждении ИПМ орденом в связи с юбилеем. Келдыш категорически отказался. По его словам, это неприлично, потому что, во-первых, институт уже награждён орденом Ленина, а во-вторых, 20 лет не является юбилейной датой. Тем не менее по этому поводу состоялось торжественное заседание в Доме учёных с участием всех “генералов” советской науки.

В период развёртывания работ по программе “Энергия—Буран” специальным решением правительства были выделены средства на строительство новых вычислительных центров для оперативного управления полётом. В ЦНИИМаш такой центр был построен, оборудован вычислительными машинами и введён в эксплуатацию к первому полёту многоразовой системы. В ИПМ построили только каркас здания на улице Обручева, который и поныне стоит в таком же виде.

Хочу рассказать ещё об одном случае, который произвёл на меня очень сильное впечатление. Это было в марте 1976 г. Как делегат XXV партийного съезда КПСС и член ЦК КПСС М.В. Келдыш должен был выступить на партийно-хозяйственном активе в ИПМ. Казалось бы, директор института без всякой подготовки мог изложить основные результаты работы съезда и поставить очередные задачи перед коллективом. Однако он всегда очень ответственно относился к своим обязанностям. Мстислав Всеволодович попросил Ю.П. Попова — учёного секретаря ИПМ и меня как заместителя секретаря партбюро института подготовить ему исходный материал для доклада. Я готовил первую часть по документам съезда, а Ю.П. Попов — вторую, по работе нашего института. Когда “рыба” доклада была готова, Келдыш предложил встретиться в субботу, чтобы нас никто не отвлекал, для подготовки окончательной редакции. Мы собрались в его кабинете и приступили к работе. М.В. Келдыш с карандашом в руке правил текст, а мы с Ю.П. Поповым вносили правку в свои экземпляры. В основном правка была не очень существенная. Только в одном месте Мстислав Всеволодович переделал целый абзац в моей части текста.

В понедельник утром окончательный вариант был готов. Но в середине дня раздался телефонный звонок, и референт директора Л.Ф. Калякина попросила меня зайти к М.В. Келдышу. Директор как-то виновато посмотрел на меня и сказал: “Вы знаете, я ещё раз продумал текст доклада и пришёл к выводу, что Ваша редакция того абзаца лучше моей. Можно ли вернуться к исходному варианту?” Сам я особой разницы не видел, вполне был с Мстиславом Всеволодовичем согласен, но он, будучи человеком принципиальным, признал мою редакцию лучше своей. От этого его автори-

тет в моих глазах не только не пострадал — я получил ещё один наглядный урок.

Меня поражало, что М.В. Келдыш никогда не подчёркивал своих заслуг и не боялся показать, что чего-то не знает. В ИПМ работал прекрасный системный программист В.С. Штаркман, который занимался операционными системами, языками программирования высокого уровня и сетями ЭВМ. Тогда эти направления бурно развивались и были чрезвычайно актуальными. Директор попросил Штаркмана прочитать ему курс лекций и помочь детально разобраться в вопросах программирования. Позже Штаркман очень гордился тем, что учил программированию “самого Келдыша”. Ещё один курс лекций для М.В. Келдыша — по молекулярной биологии и генетике — прочитал известный специалист в этой области А.С. Спиринов, ставший потом директором Института белка в Пущине. Келдыш глубоко разобрался и в этих, казалось бы, далёких от его интересов, вопросах.

Образцом гражданственности и кристальной честности стал отказ М.В. Келдыша от поста президента Академии наук, когда он почувствовал, что уже не может по состоянию здоровья в полном объёме выполнять свои обязанности. Наша история не знает подобных примеров. Руководство страны, высоко ценившее заслуги М.В. Келдыша как выдающегося учёного и государственного деятеля, приняло решение сохранить ему оклад президента Академии наук, правительственную автомашину “Чайка” и предоставило новую квартиру на тихом Воробьёвском шоссе взамен прежней в высотном здании вблизи Комсомольской площади, где шум трёх вокзалов проникал даже сквозь закрытые окна.

Оставив пост президента АН СССР, Келдыш полностью сосредоточился на текущих научных задачах с большим народно-хозяйственным потенциалом. Сотрудник нашего института и крупный математик Н.Н. Ченцов заинтересовал директора новым проектом Satellite Power Station, основные положения которого были выдвинуты профессором Глезером в США и запатентованы им же в 1973 г. Целью проекта являлось преобразование энергии Солнца в электрическую с помощью фотоэлектрических элементов, установленных на искусственном спутнике Земли, и последующая передача на Землю. О своём намерении заняться этой темой Ченцов рассказал заведующему отделом прикладной небесной механики ИПМ Д.Е. Охотимскому и мне. Я собрал все опубликованные работы и попытался их критически осмыслить.

Для обсуждения проблемы космической солнечной электростанции М.В. Келдыш созвал у

себя совещание, пригласив на него директора Института космических исследований АН СССР (ИКИ АН СССР) Р.З. Сагдеева, главного инженера этого института А.С. Охотина, Д.Е. Охотимского, М.Я. Марова и меня. Сначала выступил А.С. Охотин. Он уделил главное внимание сравнению различных способов преобразования солнечной энергии в электрическую и отметил, что мы уже начали серийный выпуск небольших бытовых солнечных установок, а в части космической солнечной энергетики работы ведутся только в направлении обеспечения энергией космических аппаратов и орбитальных станций. Основной вывод сообщения сводился к тому, что для организации и выполнения работ по созданию космических солнечных электростанций даже на стадии НИР необходима широкая кооперация учреждений Академии наук СССР, Минэлектронпрома, Минэлектротехпрома и других ведомств.

Потом выступил я с технической справкой по зарубежным данным. Космическая солнечная электростанция на геостационарной орбите позволяет получать солнечную энергию на порядок больше, чем в земных условиях. Для преобразования солнечной энергии в электрическую целесообразнее применять фотоэлектрический способ, так как он не требует подвижных агрегатов типа турбин. В качестве фотоэлектрических материалов можно использовать кремний (КПД 15–19%) или в перспективе арсенид галлия, который лучше сопротивляется воздействию космических лучей и имеет более высокий КПД. Плёнка арсенида галлия в 10 раз тоньше, чем плёнка кремния. Передача полученной энергии на Землю может осуществляться с помощью СВЧ-излучения на частоте 2.45 ГГц (длина волны 12 см). Общий КПД от получаемой солнечной энергии до электроэнергии, выдаваемой потребителям, может достигать 10–12%, то есть является достаточно высоким. В США проекты солнечных электростанций разрабатывались при поддержке правительственных организаций и по собственной инициативе известными фирмами Boeing, Rockwell International, Grumman и др.

Предполагалось, что сборка электростанции в целом или отдельных крупных её частей будет осуществляться на околоземной орбите высотой около 500 км. За один пуск должна выводиться масса порядка 300 т. Собранный космическая электростанция будет переведена на геостационарную орбиту с помощью двигательной установки на химическом топливе или с помощью электрических реактивных двигателей, получающих питание от самой космической электростанции.

Суммарная масса космической электростанции на геостационарной орбите может составлять несколько десятков тысяч тонн при длине до 20 км и общей площади порядка 100 км<sup>2</sup>, диаметр передающей антенны — около 1 км. Фотобатареи необходимо постоянно ориентировать на Солнце с точностью 0.5°, а передающая СВЧ-антенна должна быть направлена на наземную приёмную антенну (ректенну) с точностью порядка одной угловой минуты. По оценкам, стоимость электроэнергии, доставляемой потребителям, будет ниже, чем от тепловых электростанций (без учёта затрат на создание космической электростанции).

Основные трудности реализации проекта связаны с разработкой и эксплуатацией сверхтяжёлых многоразовых транспортных систем, а также с созданием в космическом пространстве больших конструкций, расчётом их на прочность, обеспечением необходимой жёсткости при малой средней плотности и т.д. Необходимо разработать фотоэлектрические преобразователи с повышенным КПД и малой массой (толщина плёнки порядка нескольких микрон), эффективно организовать сбор, преобразование и передачу электроэнергии, обеспечить нужное резервирование и высокую надёжность функционирования системы на протяжении, по крайней мере, 30 лет. Серьёзное внимание должно уделяться проблеме биологического и экологического воздействия СВЧ-излучения. Установленные в разных странах предельные дозы облучения отличаются на несколько порядков. Так, в США на основе исследования СВЧ-нагрева тканей человеческого тела допустимая плотность составляет 10 мВт/см<sup>2</sup>, а в СССР на основе возможной реакции центральной нервной системы человека — всего 0.01 мВт/см<sup>2</sup>.

Заключительная часть справки по космическим солнечным электростанциям была написана Д.Е. Охочимским. Прочитав её полностью: “Судя по имеющимся материалам, проблеме создания солнечной электростанции на стационарной орбите придаётся в США большое значение. Работы проводятся под руководством правительственных организаций — НАСА и Управления по вопросам развития энергетики (ERDA). Проектные и исследовательские работы начаты в 1968 г. Их масштабы всё время нарастают. Президент Картер отметил проблему создания орбитальной солнечной электростанции в числе важнейших направлений работ США по освоению и использованию космоса.

По мнению зарубежных специалистов, трудности создания орбитальной солнечной электростанции связаны главным образом с решением технических проблем и большими масштабами

работ и капитальных затрат. В то же время отмечается, что на пути решения энергетической проблемы с помощью орбитальных солнечных электростанций нет принципиальных трудностей, связанных с неясностью в области физических основ решения проблемы в целом, как это имеет место, например, в отношении использования управляемого термоядерного синтеза.

Представляется целесообразным провести силами ряда министерств и ведомств комплексные исследования и проектные проработки, необходимые для оценки технической возможности и экономической эффективности создания в нашей стране системы космических солнечных электростанций для решения энергетической проблемы”.

В заключение М.В. Келдыш отметил, что проблема создания солнечных электростанций заслуживает более глубокого и всестороннего рассмотрения и что проект является весьма затратным. Поэтому на начальном этапе необходимо оценить научные задачи и состав возможных исполнителей. Было решено подготовить силами трёх организаций (ИКИ, ЦНИИМаш и ИПМ) обзорный отчёт по космическим солнечным электростанциям для представления в Военно-промышленную комиссию.

Совещание состоялось 16 мая 1978 г., а уже 24 июня М.В. Келдыша не стало. На его столе в директорском кабинете осталась лежать техническая справка по космическим солнечным электростанциям. Намеченный им план перспективных работ свидетельствует, что у него не было того намерения, на которое намекают некоторые мемуаристы.

В этой связи процитирую сотрудника ИПМ и крупного учёного в области управления реакторами М.В. Масленникова. Он посетил М.В. Келдыша в пятницу 23 июня 1978 г., то есть накануне кончины. Необходимо было согласовать дату защиты в ИПМ докторской диссертации одного учёного из Еревана. Был жаркий летний день, но в кабинете окна были закрыты плотными шторами, а возле стола директора стоял включённый нагреватель. Растирая руки, Мстислав Всеволодович спросил М.В. Масленникова: “А Вам не холодно?” После этого он протянул руки к нагревателю. Когда М.В. Масленников попросил назвать дату защиты, М.В. Келдыш сказал: “Давайте поговорим о дате защиты на следующей неделе”.

Руки у Мстислава Всеволодовича мёрзли по причине запущенной болезни сосудов, что привело к их сужению. Кроме того, известно, что в последние дни он жаловался на боли в сердце, которое тоже не могло обеспечивать нормальное кровоснабжение. Если М.В. Келдыш просил пе-

ренести согласование даты защиты на неделю, то ясно, что у него были далеко идущие планы.

Вернёмся к вопросу о космических солнечных электростанциях. Летом 1979 г. состоялось организационное заседание секции солнечно-орбитальной энергетической системы, созданной в рамках Совета АН СССР по энергетическим проблемам. Вёл заседание К.П. Феокистов вместо заболевшего председателя секции Ю.П. Семёнова. Однако через некоторое время все научно-технические силы и финансовые ресурсы страны были мобилизованы на создание многоцветной транспортной системы “Энергия–Буран”, и о солнечных электростанциях практически забыли. Может быть, в будущем проблема солнечной энергетики станет более актуальной и найдёт своё решение.

В заключение ещё один маленький штрих. Мне пришлось сдавать три абонеента М.В. Кел-

дыша, которые были выданы ему как трижды Герою Социалистического Труда. По такому абонементу можно было получить бесплатный билет на самолёт, теплоход или поезд (в спальный вагон), приобрести билеты в Большой театр и т.д. Ни один листок из этих абонементов не был использован их владельцем...

Общепризнано, что в XX столетии человечество совершило научно-технические прорывы по трём главным направлениям, которые определили его дальнейший прогресс: авиация, ядерная энергетика и освоение космического пространства. В каждое из этих направлений М.В. Келдыш внёс существенный вклад. Поэтому его можно безоговорочно отнести к числу выдающихся учёных и государственных деятелей минувшего века.

*Ю.Г. СИХАРУЛИДЗЕ,  
доктор технических наук*