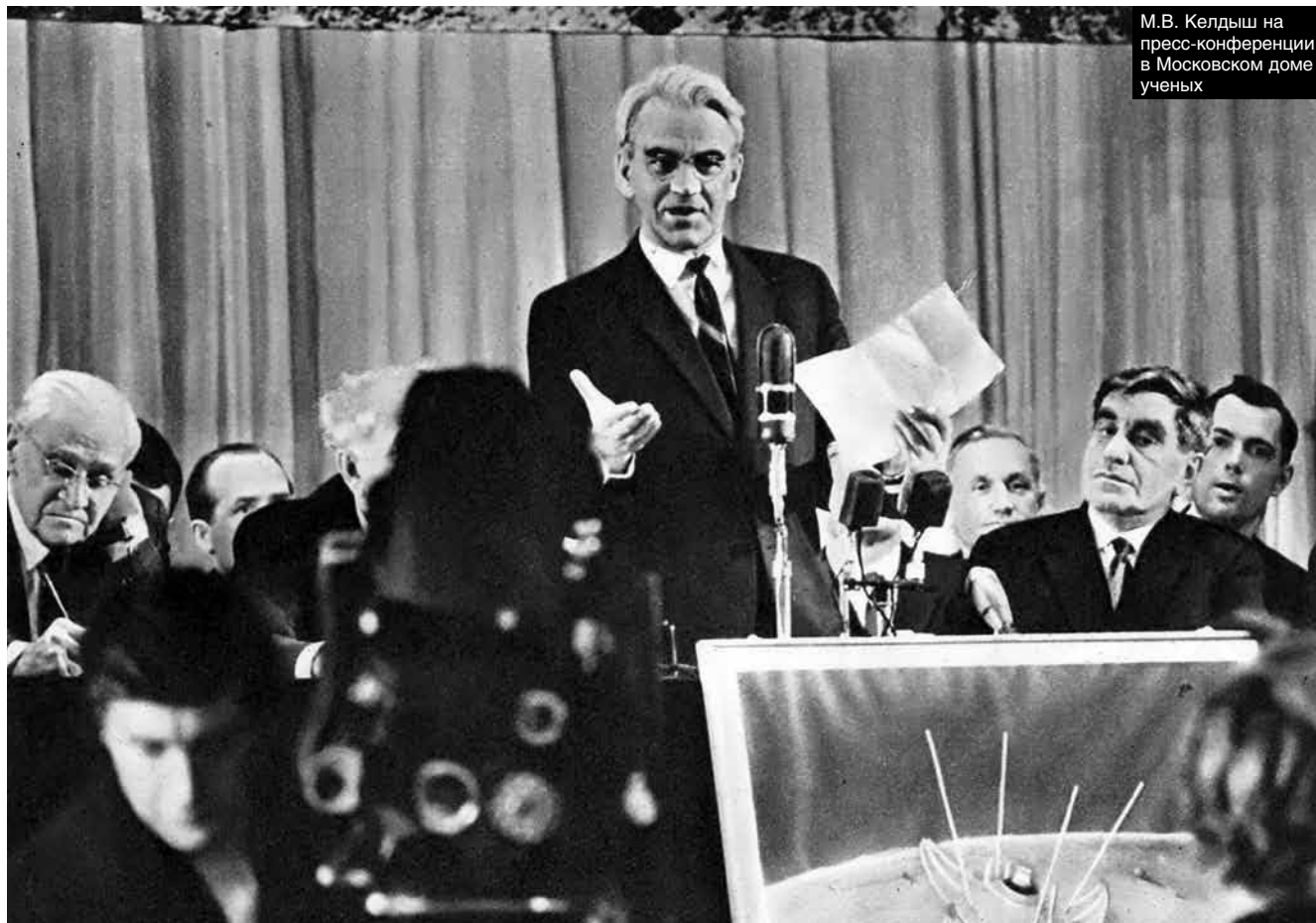


М.В. Келдыш на пресс-конференции в Московском доме ученых



## Институт прикладной математики. Моделирование. Экспертиза. Прогноз

В Советском Союзе науке придавалось очень большое значение. У этого две главные причины. Перевод огромной страны на социалистический путь развития, построение нового общества, нового жизненного устройства — гигантский проект. Проект социальный, экономический, технологический, культурный, психологический. Множество проблем нужно было продумать, проработать; научные

достижения требовали перевода в практическую плоскость. Для этого нужны были знания, опора на науку, хорошо подготовленные и ответственные люди. С другой стороны, само существование страны зависело от того, как быстро удастся преодолеть технологический разрыв с ведущими странами. Это предполагало предвидение, прогноз, разработку и реализацию крупных научно-технических проектов.

**Малинецкий Георгий Геннадьевич** — заместитель директора по науке Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, д.ф.-м.н., профессор.

Институт прикладной математики АН СССР (ныне ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) был создан в 1953 г. для решения стратегических задач, которые требовали компьютерного моделирования и использования методов прикладной математики. Его первым директором стал трижды Герой Социалистического Труда, выдающийся математик, механик, организатор науки (впоследствии президент Академии наук СССР) Мстислав Всеволодович Келдыш. Важнейшими задачами, решенными в ИПМ в первые годы его работы, были расчеты образцов ядерного оружия и водородных бомб, обеспечение космических полетов, создание компьютеризованных систем управления.

В те годы этот круг оборонных задач имел принципиальное значение. Недавно рассекреченные документы комитета начальников штабов США показывают, что аме-

риканские военные трижды предлагали президенту Дуайту Эйзенхауэру нанести ядерные удары по СССР. Их главным аргументом было то, что позже сделать это безнаказанно уже не удастся. В те годы судьбы мира в первую очередь решались в лабораториях ученых, на полигонах и заводах.

Масштаб проектов, в которых участвовал институт, был огромен. В советском ядерном проекте было задействовано более 800 тыс. человек, из которых около 8000 — ученые. Была создана гигантская отрасль промышленности и Министерство среднего машиностроения. Космический проект — это почти 1,5 млн человек, около 1200 предприятий, работавших на советский космос. Координацию этих работ осуществляло Министерство общего машиностроения. Поэтому многие важнейшие решения, принимавшиеся в этих отраслях, были связаны с оценками, проектами, экспертизами, выполнявшимися в нашем институте. Эти проекты открыли дверь в другую, высокотехнологичную реальность. Келдыш считал, что будущее советской науки будет связано с исследованиями дальнего космоса и что эти работы обеспечат прорыв во многих земных делах. Все запуски советских и российских космических аппаратов — первый спутник, полет Ю.А. Гагарина, фотографирование обратной стороны Луны, полеты на Марс и Венеру — рассчитывались в стенах ИПМ. В институте работает один из трех существующих в России центров космических полетов. В режиме реального времени отслеживаются траектории более 30 тыс. космических объектов, самые маленькие из которых чуть больше кулака.

Применение компьютеров стало необходимым условием выполнения многих важнейших проектов. И если первые образцы ядерного оружия рассчитывались с помощью логарифмической линейки, то прорыв в космос был бы немислимым без использова-

ния ЭВМ. Приведу пример, свидетельствующий о масштабах имевшей место «невидимой революции». Когда перед учеными была поставлена задача посадить аппарат на Марс, то выяснилось, что классическая астрономия позволяет определить положение планеты с точностью до 700 км, а чтобы успешно посадить аппарат, нужно определять его с точностью до 700 м — в тысячу раз точнее. И эта задача была успешно решена.

Келдыш рассматривал наш институт, а позже и всю Академию наук как гигантский мозговой центр, который может обеспечивать научную поддержку ключевых государственных решений на высочайшем научном уровне. Много раз в те годы первое лицо страны, Н.С. Хрущев, обращался к Келдышу по принципиальным вопросам. И наш директор, прекрасно зная возможности сотрудников ИПМ, ключевых специалистов Академии, организовывал экспертизу

## Если первые образцы ядерного оружия рассчитывались с помощью логарифмической линейки, то прорыв в космос был бы немислимым без ЭВМ.

проектов, предложений, стратегий. Часто это мнение принималось в расчет и ложилось в основу государственных решений. Авторитет Академии, в то время когда ее президентом являлся Келдыш, был очень велик. Очевидцы вспоминают, что на некоторых совещаниях, посвященных оборонным программам, академик Келдыш оказывался «в подавляющем меньшинстве». Но решение принималось, исходя из позиции Академии и вопреки мнению большинства участников обсуждения.

Дело в том, что математическое моделирование процессов, технических систем, последствий принимаемых решений часто давало новое качество. Математическая модель неизбежно учитывает главное, самое важное, отбра-

сывая второстепенные факторы и несущественные в данном случае детали. Поэтому организация, взявшая на себя функцию моделирования, становится, говоря современным языком, системным интегратором. Модель диктует, что и насколько точно надо знать, чтобы проект обрел реальные очертания и шансы на успех.

Иногда принятые решения кажутся парадоксальными, иногда очевидными, но в обоих случаях огромная работа по их выработке и экспертизе оказывается «за кадром». В годы, когда создавалась американская многоцветная космическая система, Келдыш поставил перед сотрудниками ИПМ, занимавшимися космической механикой, вопрос о принципиально новых возможностях, которые получит государство, располагая таким инструментом. Оказалось, что слова об «экономической эффективности» (т.е. дешевизне доставки грузов на орбиту), о новых научных программах

на тот момент были лишь «дымовой завесой». Обладая подобным «челноком», США, как показали расчеты, получали возможность в определенных ситуациях нанести ядерный удар по Москве через 12 минут после получения приказа об атаке. Это стратегическое преимущество. Чтобы парировать эту угрозу, надо было иметь аналогичную систему. Именно это соображение было принято во внимание, когда принималось решение о создании многоцветной системы «Энергия» — «Буран» — одной из вершин советской науки и инженерной мысли.

Среди самых мудрых и дальновидных решений XX в. — ограничение стратегических вооружений и отказ от создания и развертывания систем противоракетной

обороны. Оно также прорабатывалось в ИПМ и связано с именами М.В. Келдыша, министра обороны Д.Ф. Устинова, министра иностранных дел А.А. Громыко и председателя Комитета государственной безопасности Ю.В. Андропова.

Шли годы, и круг тех областей, проектов, программ, в которых институт выступал как генератор идей, мозговой центр, исполнитель или эксперт, расширялся. Второй директор нашего института, один из создателей современной прикладной математики, академик Андрей Николаевич Тихонов считал, что стратегическое значение для страны имеет корпус ученых, инженеров, управленцев, владеющих компьютерными технологиями. Его проект создания в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, а затем и в других вузах

**Академику А.Н. Тихонову были близки слова «железного канцлера» Отто фон Бисмарка о том, что войны выигрывает школьный учитель.**

СССР факультетов прикладной математики был понят и поддержан политическим руководством страны.

Чтобы организовать подготовку таких кадров надлежащим образом, он сам возглавил факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ. Тихонов привлек к преподаванию выдающихся ученых, поставив условие: через год-два на основе читаемого курса должен быть подготовлен и издан учебник. Когда сегодня открываешь эти учебники и смотришь на тиражи — 30, 40, 60 тыс. экземпляров, — понимаешь размах и государственный масштаб этого сделанного более 30 лет назад дела.

Академику А.Н. Тихонову были близки слова «железного канцлера» Отто фон Бисмарка о том, что войны выигрывает школь-

ный учитель. Тихонов считал, что школьная математика — важнейший элемент формирования творческой личности, один из факторов экономического и оборонного могущества страны. Он видел негативные результаты проводившихся в то время реформ в математическом образовании и считал необходимым срочно выправлять положение. Тихонов не учился в средней школе и полагал, что учебник и задачник должны быть написаны на таком уровне, чтобы школьник мог сам, без помощи учителя, осваивать школьную программу. По его инициативе была подготовлена и издана замечательная серия учебников по геометрии при участии и под редакцией заведующего кафедрой математики физического факультета МГУ В.Ф. Бутузова. И здесь путь от анализа ситуации, экспертизы до конкретного дела удалось пройти очень быстро.

Третьим директором нашего института в самые трудные для отечественной науки годы стал выдающийся специалист в области прикладной математики и междисциплинарных исследований член-корреспондент РАН Сергей Павлович Курдюмов.

Известный английский писатель и физик Чарльз Сноу в середине XX в. писал о пропасти между двумя культурами — естественнонаучной и гуманитарной. Первая устремлена в будущее, она отвечает на вопрос «как?», опирается на прочный фундамент экспериментов и математический аппарат создаваемых теорий. Вторая обращена в прошлое, она отвечает на вопрос «как?» и опирается на традицию и авторитет. По мысли Сноу, расширение этой пропасти угрожает человечеству, теряющему способность оценивать мир и себя во всей полноте и целостно-

сти, заглядывать в будущее, мечтать, предвидеть, конструировать грядущее.

Мостиком, связывающим эти культуры, являются междисциплинарные подходы. С 1970-х гг. одним из наиболее успешных является теория самоорганизации, или синергетика (от греческого «совместное действие»). Становление синергетики в России во многом связано с именем и деятельностью С.П. Курдюмова. При этом ИПМ продолжал решать стратегические проблемы, только проблемы за прошедшие полвека стали иными.

В XX в. страна, обладающая реальным суверенитетом, и тем более сверхдержава, должна была обладать тремя важнейшими технологиями — ядерным оружием, космическими системами и надежными шифрами. Подводя итог развития математики в XX в., академик В.И. Арнольд выделил три главные области, в которых удалось добиться наибольших успехов. Это динамические системы (такие модели необходимы для баллистических расчетов, вычисления траекторий космических аппаратов), математическая физика (моделирование взрывов, проектирование самолетов и ракет) и дискретная математика (компьютеры и шифры). Потребности практики определили и прогресс в теории.

В XXI в. к этим технологиям, вероятно, добавятся проектирование будущего, высокие гуманитарные технологии, способы сборки и разрушения социальных субъектов. Но чтобы создать все это, требуется перебросить мост между двумя культурами — естественнонаучной и гуманитарной. Именно это и является одним из магистральных направлений развития синергетики.

В частности, один из проектов, который активно поддерживал С.П. Курдюмов, был связан с созданием Национальной систе-

мы научного мониторинга опасных явлений и процессов в природной, техногенной и социальной сферах. Эта инициатива была поддержана десятком академических институтов, Президиумом РАН, множеством уважаемых ведомств. Она соответствует одной из двух главных задач, поставленных В.В. Путиным перед отечественной наукой, — речь идет о прогнозе и отработке мер по предупреждению аварий, бедствий, катастроф.

Написаны статьи, проведены конференции, выполнены интересные работы, защищены диссертации, изданы книги. Но... мы по-прежнему не имеем системы, которая решала бы поставленную политиками задачу.

А жаль... На территории России находится около 50 тыс. опасных и около 5000 особо опасных объектов. Каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение бед-

ствий и катастроф, позволяет сэкономить от 10 до 1000 руб., которые пришлось бы вложить в ликвидацию или смягчение последствий уже произошедших бед. Это исключительно выгодное с точки зрения всего общества вложение.

В разработке этих проблем участвуют и сотрудники кафедры метрологии и взаимозаменяемости МГТУ им. Н.Э. Баумана. Лейтмотив их деятельности — перенос методик и приборов, разработанных для космоса, в системы мониторинга состояния электростанций, самолетов, других ответственных агрегатов. Это дает многократное повышение точности и качественно новый уровень мониторинга. Будь ими оснащены турбины на гидроэлектростанциях России, аварий, подобных Саяно-Шушенской, не происходило бы. Френсис Бэкон считал, что знание — сила само по себе. Но в государственном масштабе обычно одного знания недостаточно —

требуется целеполагание, систематическая активная поддержка инициатив ученых госаппаратом и работа десятков, а то и сотен тысяч людей, а не только мозговых центров.

Еще одно направление, родившееся в курдюмовскую эпоху, связано с проектом создания математической истории. Это идея, выдвинутая С.П. Капицей, С.П. Курдюмовым и автором этих строк, сейчас обретает плоть и кровь в работах ряда российских и американских исследователей. Речь идет о построении математических моделей исторических процессов. Большинство научных дисциплин на определенной стадии своего развития обретали способность к прогнозу. По-видимому, в настоящее время можно ставить вопрос об историческом прогнозе. «Управлять — значит предвидеть», — писал Блез Паскаль. И прогноз, предвидение оказываются неразрывно связа-



## ОБНИНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

Организаторы:
13 мая 2010 года г. Обнинск

Правительство  
Калужской области



Администрация  
города Обнинска



Информационное  
агентство АК&М



**В рамках Форума состоится панельная дискуссия «Модернизация и инновации – приоритеты регионального развития», секции по инновационной тематике, Биржа деловых контактов и выставка «Инновационный потенциал Калужской области».**

Вопросы для обсуждения:

- Региональная экономическая политика: инновации или деградация.
- Национальная инновационная система: структура и этапы построения.
- Государственная поддержка инноваций: цели, механизмы и эффективность.
- Малый инновационный бизнес: от идеи до коммерциализации.

**Приглашаем Вас принять участие в ОБНИНСКОМ ИННОВАЦИОННОМ ФОРУМЕ.**

По всем вопросам обращайтесь в Оргкомитет по телефону (495) 916-71-51 или по e-mail: [registrator@akm.ru](mailto:registrator@akm.ru)  
 Подробная информация о Форуме на сайте [www.obninskforum.ru](http://www.obninskforum.ru)

ны с вопросами управления историческими процессами. При этом приходится анализировать точки бифуркации исторических траекторий, альтернативные варианты развития процессов. У истории появляется сослагательное наклонение.

Очевидно большое прикладное значение таких работ. Для того чтобы принимать дальновидные, научно обоснованные решения в области создания вооружений и промышленной политики, в сфере технологий и международных отношений, а также в ряде других областей, надо заглядывать хотя бы на 30 лет вперед. Инструменты для этого и дает математическая история.

### **Сплав точного расчета, дерзновенной мечты и систематической работы по конструированию будущего сейчас очень и очень важен.**

С 2009 г. в Институте выполняется проект под названием «Комплексный системный анализ и математическое моделирование мировой динамики» в рамках программы «Экономика и социология знания», относящейся к программам фундаментальных исследований Президиума РАН. Руководителем этого проекта является академик В.А. Садовничий, ответственными исполнителями — иностранный член РАН А.А. Акаев и профессора А.В. Коротаев и Г.Г. Малинецкий.

Возможности предвидеть уже достаточно велики. Например, исполнителями этого проекта В.И. Пантиним и В.В. Лапкиным на основе теории экономических циклов последний финансовый кризис был предсказан с точностью в несколько месяцев за 5 лет до его наступления. А.А. Акаевым за 4 месяца до последних президентских выборов в США были предсказаны их результаты. Привлечение в эту область математических моделей, новых методов анализа данных и информационных потоков должно расширить

сферу стратегического прогноза и повысить его достоверность.

В работе Института прикладной математики сейчас ярко представлено еще одно направление. ИПМ все чаще является «точкой сборки» не только проектов, но и научных идей, сообществ исследователей. По инициативе С.П. Курдюмова с 2002 г. в издательстве URSS издается серия книг «Синергетика: от прошлого к будущему». В настоящее время в ней издано более 40 книг на русском и испанском языках общим тиражом более 60 тыс. экземпляров. Опубликованы замечательные работы представителей ведущих российских и зарубежных научных школ, работающих над междисциплинарными

проблемами. С 2006 г. в этом же издательстве начал выпуск серии книг «Будущая Россия». Сплав точного расчета, дерзновенной мечты и систематической работы по конструированию будущего сейчас очень и очень важен.



Серьезная экспертиза и реализация больших инновационных проектов требует формирования неформальных, междисциплинарных научных сообществ, «незримого колледжа». По инициативе декана факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова академика Ю.Д. Третьякова, исполнительного вице-президента Ядерного общества России С.В. Кушнарева и заместителя директора по научной работе ИПМ Г.Г. Малинецкого в 2008 г. была создана всероссийская общественная организация — Нанотехнологическое общество России.

Активная работа этого общества в ряде научных центров и более чем в 60 субъектах РФ — залог того, что России удастся использовать возможности, предоставленные VI технологическим укладом. Научной основой этого уклада, по видимому, станут нанотехнологии, биотехнологии, информационные и когнитивные технологии (NanoBioInfoCognito). Все эти направления входят в круг задач, над которыми ИПМ успешно и плодотворно работает более полувека. Очевидно, пришло время воплотить многие научные результаты в практику, в конкретные технологии, товары, услуги, новые возможности.

С 2004 г. ежегодно проводится Всероссийская школа «Будущее прикладной математики» для старшекурсников, аспирантов, молодых ученых. В лекциях, читаемых на этой школе, намечаются те вершины, которые предстоит взять исследователям, ставятся проблемы, решение которых может открыть новые горизонты.

Наличие такой организации как Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша дает большие возможности стране, позволяет реализовать ряд стратегических научно-технических проектов. Важно, чтобы эти возможности были осознаны, приумножены и использованы на благо России. ■

ПЭС 10087/31.03.2010