

ЭНЕРГИЯ



Государственный
научный центр
Институт ядерной физики
им. Г.И.Будкера
№7, май, 1996г.

1 мая 1996 года
Андрею Михайловичу Будкеру
исполнилось бы
семьдесят восемь лет.

Штурм

С чего начинать молодому ученому, с каких задач?

Если начинающего альпиниста отправить сразу на покорение больших вершин, он наверняка свернет себе шею. Если же постоянно давать ему сверхчеловеческие задания, он настолько измельчает в своих навыках, что так никогда и не поднимется на сколько-нибудь значимую высоту. Здесь-то и проявляется искусство воспитателя, чувство и понимание меры тренировки, точного дозирования заданий — по трудности и качеству.

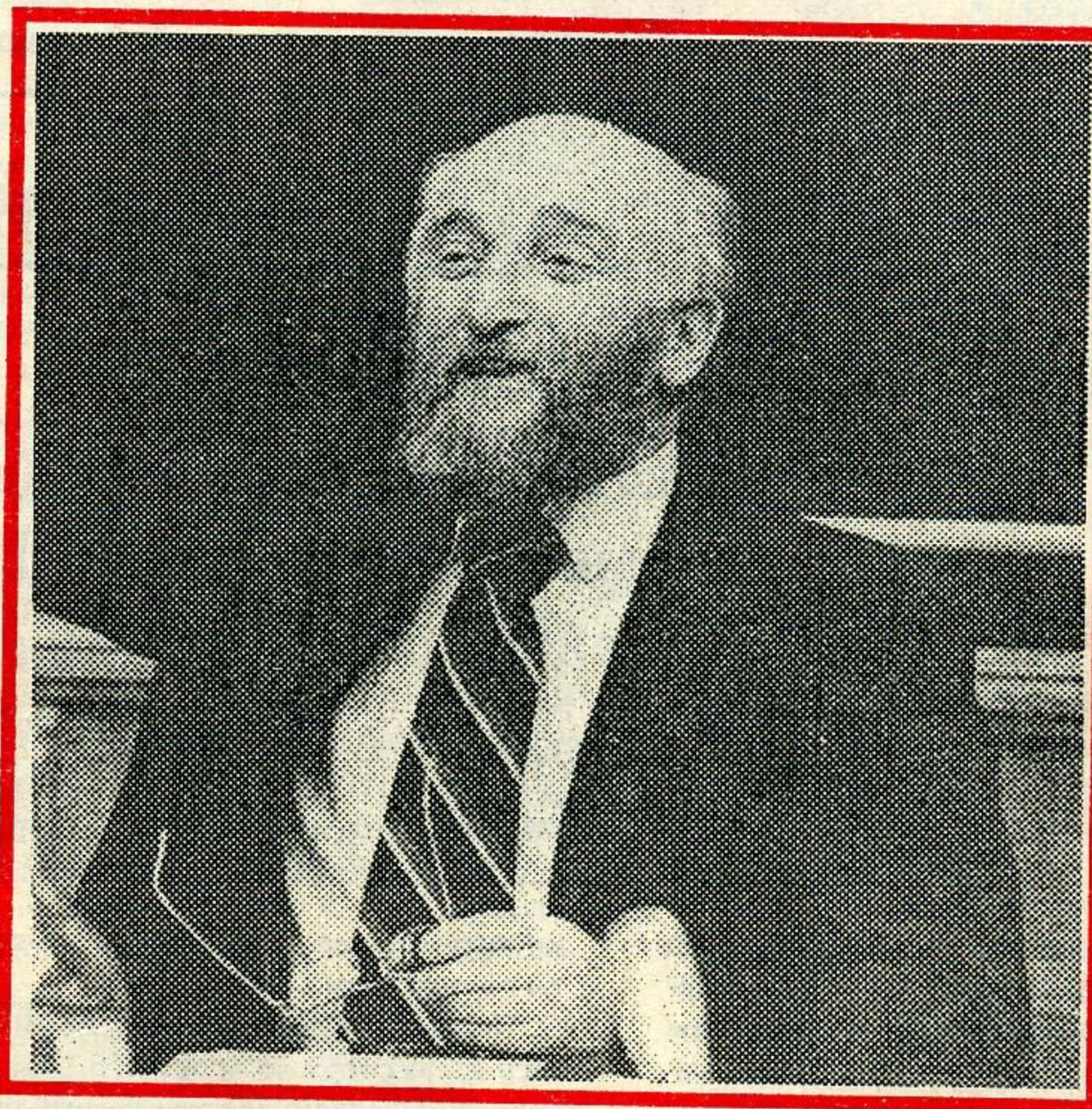
В науке я встречал немало людей, которые надорвались от непосильных задач, поставленных перед ними нерадивыми учителями и наставниками. Немало людей оказалось потерянными из-за отсутствия у них научного горизонта, они растратили себя на мелкие, малозначащие задачи. А большинство из них, я уверен, действительно были способными людьми, которым не повезло с учителем.

Точно дозировать нагрузку интеллекта, конечно, прерогатива учителя. Штангисты знают, как важно вовремя заказать нужный вес, точно рассчитать нагрузку на мышцы, в том им помогают, естественно, тренеры. Но и ученик, как штангист на помосте, должен помнить, что всегда надо соизмерять свои силы с задачами, которые он перед собой ставит.

Конечно, очень хочется заняться самыми трудными задачами, которые ни у кого пока не получались. Здесь есть еще своеобразный парадокс, приводящий к самообману. И молодой человек, который только-только пришел в новую область науки, и крупный ученый, которому не удалось решить поставленных задач, в каком-то смысле оказываются на одинаковом уровне. Пока у обоих нет результатов, оба они формально равны (два нуля всегда равны друг другу). И вот молодой мало-тренированный ум, получив практическую возможность выступать на семинарах и ученых собраниях на равных со всеми, чувствует себя в кругу великих. Они ему возражают, спорят, соглашаются. Эти разговоры «на равных» продолжаются лишь до тех пор, пока еще не проявлены некоторые существенные детали, которые могут приоткрыть путь для решения проблемы. Вот тогда-то и сказываются опыт и квалификация.

Однако излишняя и научная скромность, принимаемая как необходимость

О значении научной школы



заниматься лишь малыми прикладными задачами. Это лишает человека кругозора, а следовательно, и возможности в будущем заниматься большими проблемами.

Как же совместить в становлении молодого ученого эти два якобы противоборствующие начала? Здесь, мне кажется, и учителю и ученику важно помнить, что наука — кроме того, что это искусство и поэзия, — есть еще и ремесло. Учитель должен приучать ученика к поэтическому мышлению, ибо поэзия в науке — это ее вершины. Но он же обязан, как и всякий наставник, постоянно учить своему делу. Ученику необходимо, чтобы у него время от времени получались конкретные результаты. И чтобы по этим результатам можно было судить о его способностях и квалификации.

Вообще-то трудно дать формулу поведения, чем и как заниматься физику. Человек должен вести себя адекватно задаче.

К тому же всякая научная проблема для занимающегося ею становится предметом его личных интересов, ну а если говорить о стремлении к успеху, то задача, которой приходится заниматься десять лет, и стоит в десятки раз дороже, чем та, которой надо заниматься год.

Несколько слов о моде в науке. Мода в науке может быть оправданной и неоправданной в отличие от моды на длину юбок и высоту каблука, где нет объективного критерия. Ядерная физика, генетика, исследования космоса — величайшие науки современности! За ними великое будущее, от которого зависят судьбы человека, в них есть содержание, методы, традиции и школы. Мода ни них — это мода оправданная.

Из книги «Академик Г.И.Будкер.
Очерки. Воспоминания.»

Фото В.Баева

Поздравляем!

Указом Президента Российской Федерации

*за заслуги перед государством и
успехи, достигнутые в науке,*

награждается

орденом "За заслуги перед Отечеством" IV степени

академик **Скринский Александр Николаевич** —

академик - секретарь Отделения ядерной физики РАН,

директор Института ядерной физики СО РАН.

Сотрудничество с КЕК активно развивается

**В перспективе участие ияфовских физиков
в эксперименте на японской В-фабрике — об
этом интервью заведующего сектором 3-11**

Александра Евгеньевича Бондаря

Фоторепортаж В. Баева

КЕК — это национальный центр по физике высоких энергий в Японии, государственная организация, хорошо нам известная.

Два года назад японское правительство приняло решение о строительстве В-фабрики. Установка эта создается для изучения эффекта СР-нарушения распада

В-мезонов. Эта область физики близка к тому, чем занимается ИЯФ, поскольку наша установка ВЭПП-4 и детектор КЕДР имеют такую же энергию и решают круг проблем, которые предполагается изучать на В-фабрике. Физики из КЕКа создают установку асимметричного типа, специально ориентированную на изучение СР-нарушений. Детектор проектируется максимально отвечающим этой задаче.

Одна из существенных частей детектора — электромагнитный калориметр. Было выбрано решение с использованием тяжелых сцинтилляционных кристаллов типа йодида цезия, активированного таллием. Наши японские коллеги убеждены, что такой калориметр является оптимальным для данной задачи. У нас в

институте имеется уже богатый опыт работы с детекторами такого вида.

История сотрудничества с КЕКом началась в 1992 году со встречи Б.Шварца с лидером будущего электромагнитного калориметра профессором Фукушима на конференции в SLACe, посвященной изучению СР-нарушений. После этого мы начали работу с отдельными экземплярами детекторов, которые затем были испытаны в КЕК.

В этой работе важное участие принимают наши коллеги из Харьковского института монокристаллов и Харьковского Опытного завода монокристаллов. Наше содружество началось в 1984 году, когда мы стали заниматься детекторами из йодида цезия. Именно тогда мы нашли хороших партнеров в лаборатории профессора Льва Георгиевича Эйдельмана. Ими была разработана уникальная технология для выращивания больших щелочно-галлоидных кристаллов. Первые две установки для опытного производства были изготовлены в нашем институте, а в 1987 году были запущены на опытном заводе в Харькове. С этого и

началось активное производство кристаллов для детекторов — КЕДР, КМД-2 в ИЯФе и для детектора WASA в Уппсальском Университете в Швеции.

Естественным продолжением этой работы явилось наше сотрудничество с

КЕКом. С весны 1994 года началось массовое производство детекторов. Поставляется не просто кристалл, а почти готовый детектор — в Японии дополнительно устанавливаются фотоприемники, электроника и после этого кристалл становится полноценным детектором. На сегодня мы уже изготовили около 1800 детекторов для проекта в КЕК. Полное же количество детекторов должно быть около девяти тысяч.

Предполагается, что такие же детекторы будут поставляться из Франции и Китая.

Очень важно, что наша группа — полноправный участник коллаборации с правом голоса, и мы имеем возможность существенно влиять на формирование физического подхода при проектировании калориметра и программы работ с кристаллами.

— А какие сроки поставки кристаллов?

— Предполагается, что срок поставки определяется графиком работ по запуску всей установки, а она должна начать работать на эксперимент в конце 1998 года. Калориметр является очень существенной частью установки — это основа всей конструкции. Требуется, чтобы цилиндрическая часть его была готова как можно раньше — осенью следующего года. Для этого необходимо примерно две трети от общего количества кристаллов. Когда будет собран цилиндрический калориметр, можно будет устанавливать и остальные элементы детектора.

Затем мы должны будем закончить торцевые калориметры. Их два, количество кристаллов в них — примерно одна треть от общего числа. Все это планируется завершить к лету 1998 года, а к концу года должно быть готово для начала эксперимента.

— Чувствуется, что график напряженный...

— Важнейшим условием проекта являются жесткие сроки — это стиль работы на "Западе". Здесь нужно учитывать и то, что есть сильная конкуренция — аналогичную установку, близкую по задачам и срокам, делает SLAC.

Поэтому сейчас очень большие усилия предпринимаются для ускорения работ в Японии. Мы стараемся максимально использовать свои возможности как в Харькове, так и здесь.

— Сотрудничество по физике с КЕКом уже имеет хороший опыт: это касается вопросов конструкции калориметра, параметров кристаллов, электроники и т.д. Мы надеемся и реально участвовать в эксперименте — нас активно приглашают. Это сотрудничество — опыт работы, обмен мнениями — весьма полезно для наших работ.

В настоящий момент самое главное — поставка детекторов. В этом нам помогает Японская фирма Тойота Цусе Корпорейшен, которая специализируется

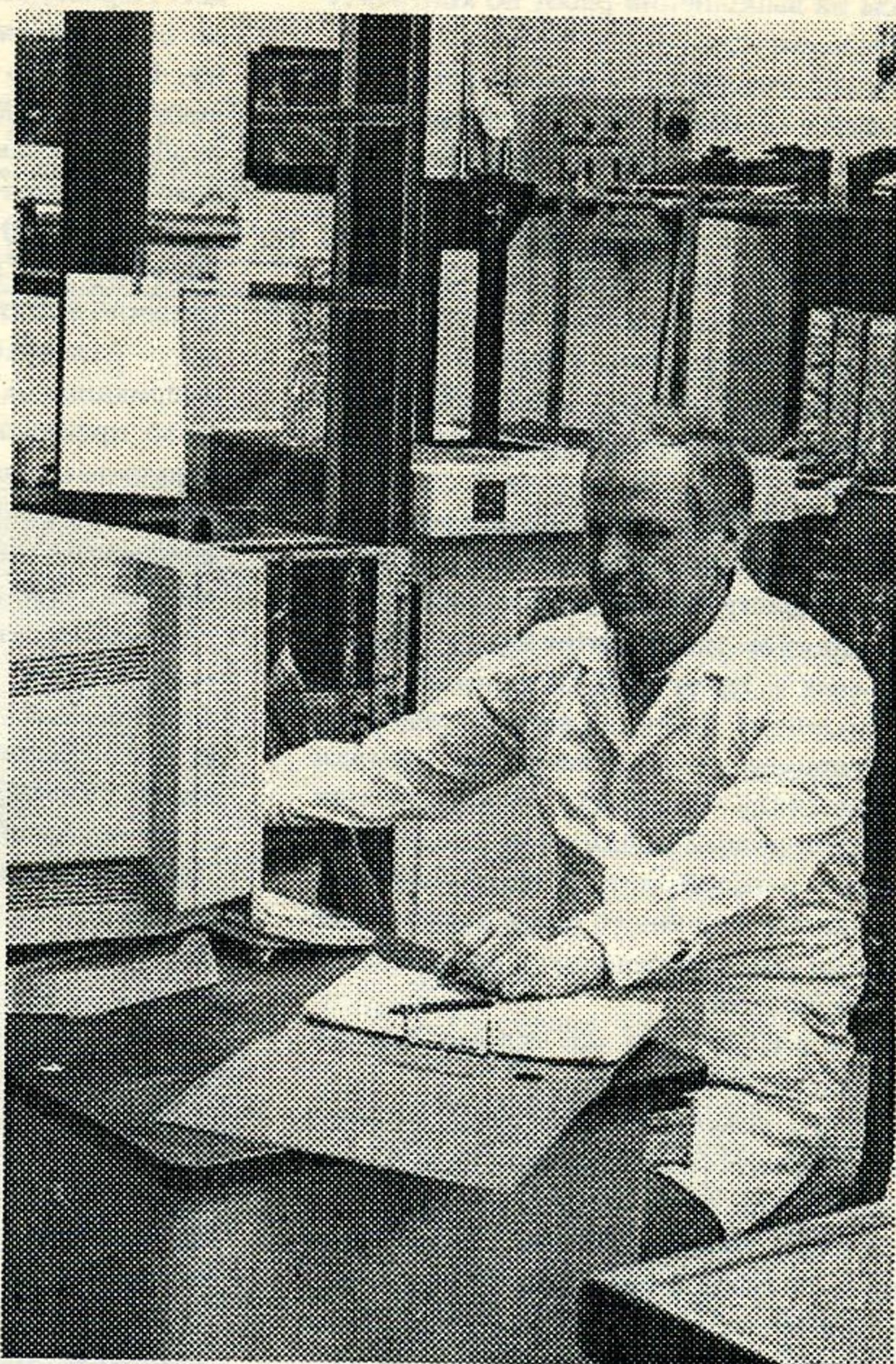
на продаже автомобилей и оборудования к ним. По законам, действующим в Японии, единственный способ коммерческого сотрудничества с государственной организацией — это использование частной компании в качестве посредника. Они участвуют от нашего имени в официальном конкурсе на право поставки кристаллов для КЕК.

Тойота Цусе имеет большой коммерческий опыт, эта фирма хорошо известна в Японии. И участие в нашей работе такой фирмы — это, в своем роде, гарантия наших обязательств. Кроме того, эта фирма помогает нам в кредитовании производства детекторов.

Нужно сказать, что с КЕКом у нас есть соглашение о научном сотрудничестве. Коммерческий же партнер — Тойота. Тойота осуществляет всестороннюю поддержку в транспортировке грузов, их страховке. Детекторы доставляют грузовые самолеты из Новосибирска в Токио. Очень важны условия транспортировки, т.к. кристаллы гигроскопичны и хрупки. Это обеспечивает транспортная компания DHL, с которой у нас также установились тесные контакты.

— Как вы вышли на фирму Тойота?

— Инициатором был КЕК. Посредник должен отвечать определенным



Инженер Лев Викторович Днепровский — руководитель участка по производству детекторов.

требованиям: эта фирма должна быть известна в Японии, должна быть солидной, иметь представительство и опыт работы в России. Главное требование со стороны фирмы-посредника — партнер должен быть надежным, а сотрудничество — выгодным.

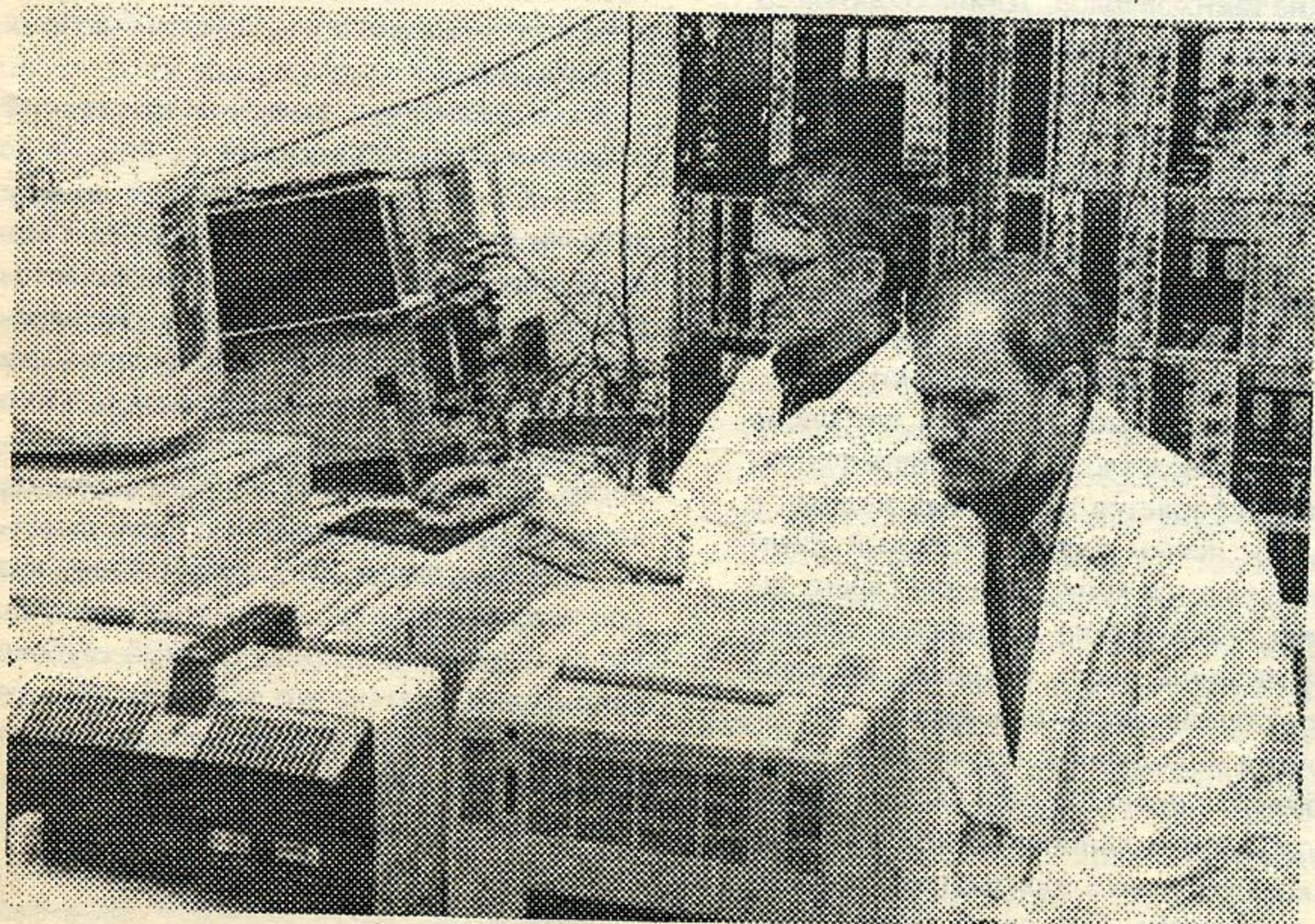
В начале мы взаимодействовали с фирмой Сейбу — это тоже солидная и известная фирма в Японии. Первые контакты в 1992 году были с ней, но в 1993 году она приняла решение о сворачивании представительства в России. После этого нам пришлось искать новую посредническую компанию.

Интересно, что компания Тойота Цусе имела уже к этому моменту достаточно большой опыт взаимодействия с ИЯФом. В частности, все поставки промышленных ускорителей в Японию шли через нее. В свою очередь КЕК независимо от нас вышел на эту же фирму.

— Какова цель вашей последней поездки в КЕК?

— Мы ставили своей задачей подписание контракта с Тойотой на 1996 год. Подготовка этих документов велась заранее, этому предшествовало несколько встреч, и моя задача была уже относительно проста — практически подготовленное соглашение нужно было подписать.

Финансовая система в Японии предполагает выделение денег из бюджета на год. Ежегодно КЕК устраивает открытые кон-



Лаборанты Александр Васильевич Чегодаев (справа) и Анатолий Николаевич Криницын.

курсы на выполнение работ по контракту следующего года.

Право участвовать в этих конкурсах каждый раз мы должны подтверждать своей работой: неперенным условием является выполнение предыдущего контракта. Сейчас у нас есть предварительный контракт с Тойотой. А она уже от нашего имени будет участвовать в конкурсе. Эта процедура начинается в апреле. Шансы исключительно высоки, т.к. работа идет успешно, а условия устраивают наших партнеров.

— У ИЯФа есть конкуренты в производстве таких кристаллов?

— Существуют всего несколько фирм, поставщиков таких детекторов: помимо Харькова — Крисматек (Франция), новая американская фирма Хильгер, готовится такое производство в Институте керамики в Шанхае (Китай). Этот рынок специфический, большого количества производителей нет. А потребности в кристаллах подобного типа в последнее время возросли и превышают возможности их производства.

— А в ИЯФе есть все условия для выполнения контракта?

— Мы получаем очень существенную помощь от многих ияфовских служб — от производства, от группы транспортировки. Поскольку наши партнеры находятся за границей, постоянно нужно решать вопросы, связанные с таможенным контролем, с банковским контролем, с валютными операциями — тут группа по внешнеэкономическим связям очень сильно помогает.

Был специально под эту работу создан участок производства детекторов из йодида цезия. Мы осуществляем контроль качества поступающих из Харькова кристаллов и доводим их до нужных параметров. Наши лаборанты работают в две смены, часто без выходных. И хотя нагрузка будет возрастать, мы, я думаю, в силах решить эти проблемы.

К сожалению, существуют внешние обстоятельства, мешающие делу. В частности, правила таможенного контроля постоянно меняются, и нам приходится каждый раз перестраиваться. Изменение общей экономической ситуации в стране тоже влияет на успех этого дела. Очевидно, что наши партнеры принимают участие в этой работе лишь до тех пор, пока она им выгодна.

На этом фоне, конечно, нет абсолютной уверенности в том, что все наши планы будут реализованы, но двухлетний опыт работы в трудные времена обнадеживает. Если мы закончим работу в срок и с хорошим качеством, то это будет залогом нашего сотрудничества с КЕКом в дальнейшем.

Сейчас обсуждается возможность участия нашего института в создании В-фабрики (уже не только детектора, но и самого ускорителя).

— Не постигнет этот проект печальная судьба SSC?

— Здесь есть два обстоятельства, вселяющих надежду на то, что этого не произой-

дет. Первое, эти проекты не соизмеримы по объему. Стоимость детектора оценивается в 80 млн долларов (для сравнения: годовой бюджет КЕК 300 млн долларов). Второе, система принятия решений в Японии заметно отличается от американской. У них не было прецедента, чтобы какую-то научную работу закрыли, если принято решение о ее начале. Кроме того, сейчас заметна тенденция увеличения инвестиций в науку. Япония единственная из крупных развитых стран, где бюджет науки растет.

В настоящий момент одна из основных проблем в Японии состоит в том, что рост промышленности и производства ограничен большой стоимостью рабочей силы. Все японские фирмы предпочитают развивать производство за границей, где рабочая сила дешевле. Единственно возможный путь перестройки промышленности — это развитие высоконаучного и высокотехнологичного производства, что невозможно без вложений в фундаментальную науку.

Одним из ярких впечатлений была экскурсия, специально организованная в производственный центр фирмы Тойота.

Там расположено более десятка заводов по производству отдельных частей и по сборке автомобилей Тойота. Мы были на одном из таких заводов. Длина сборочного конвейера около полутора километров. В цехе работает 550 сотрудников, которые обеспечивают в две смены сборку автомобилей (каждые две минуты с конвейера выходит автомобиль). Все операции автоматизированы, специальные усилия направлены на контроль качества. Если автомобиль не удастся довести до нужных параметров, его просто разрушают.

Несмотря на всю сложность, это очень гибкое производство. На конвейере одновременно собирается три разных модели, с правым и левым рулем. Каждый автомобиль делается конкретно для своего заказчика. Количество вариантов оформления машины очень большое, включая разную степень отделки салона.

Тойота — солидный производитель автомобилей, в прошлом году было выпущено около трех миллионов машин и это еще не максимум: в пике производство достигало 4 миллионов. Это целое государство, которое имеет свою сеть подготовки рабочих и служащих, более двух десятков



Лаборант Сергей Николаевич Есин.

заводов за границей, свой научный центр, который разрабатывает новые модели (больше двух лет одну и ту же модель не производят), много работают над системами безопасности. Они готовы вкладывать деньги в новые технологии, перспективные для производства будущих автомобилей.

— В плане человеческих отношений есть какие-то особенности?

— Специфика отношений между людьми имеет свои особенности, но в нашем конкретном случае при взаимодействии с физиками, которые уже европеизированы, больших проблем нет. Хотя некоторые сложности, моменты неполного взаимопонимания присутствуют. В частности, сложно найти ключевого человека, который принимает решение. Есть, конечно, четкая иерархия — кто начальник, кто подчиненный быстро становится понятно. Но механизм принятия решений глубоко запятан. Кажется, что все согласны, все вроде бы за, но это не означает, что будет принято ожидаемое решение.

Э. Кругляков

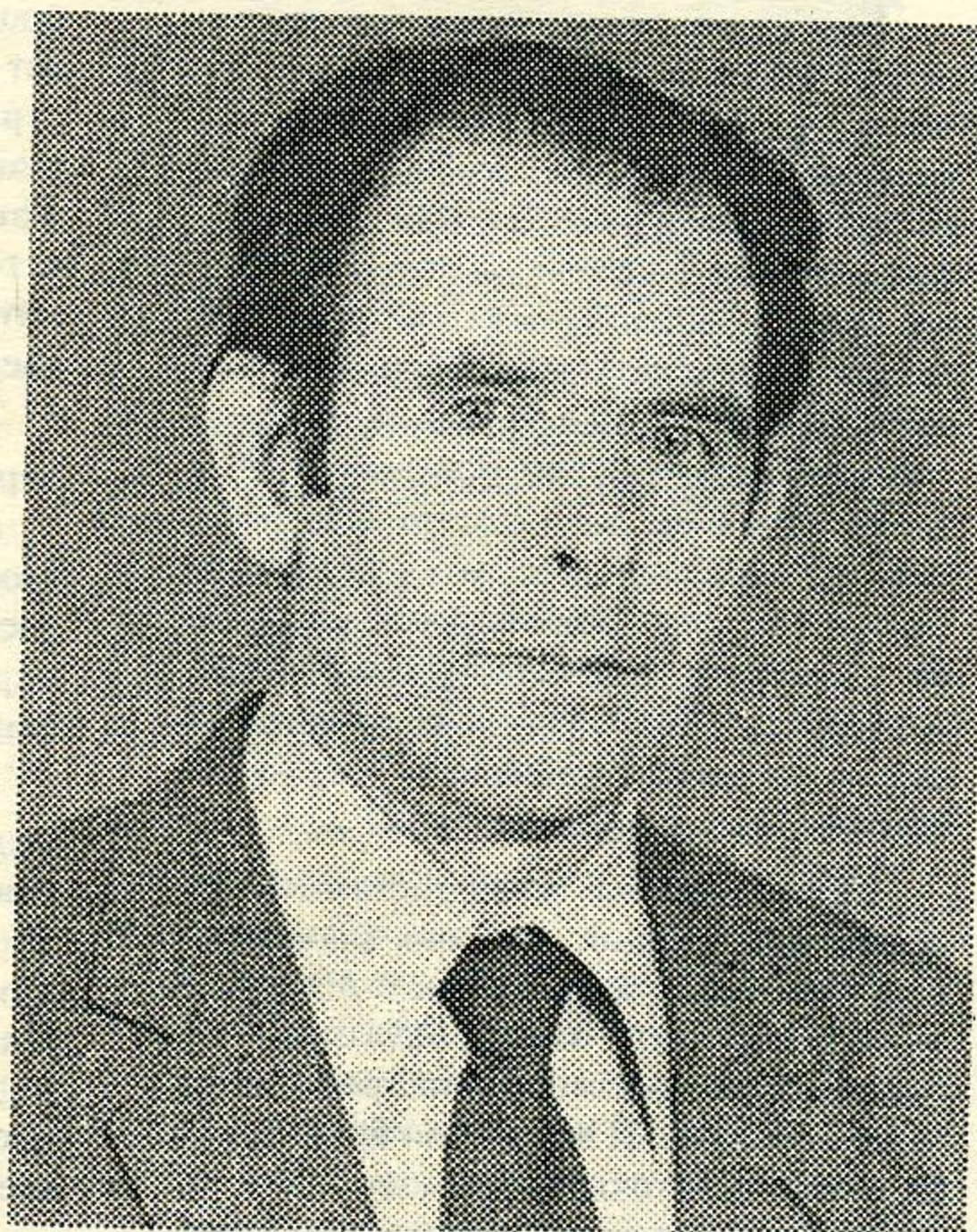
Управляемый термоядерный синтез.

История и перспективы

Окончание. Начало в N5-6, 1996г.

Одновременно с форсированием параметров РЭП и плазмы в институте ведутся работы по исследованию физики взаимодействия РЭП с плазмой. Такие эксперименты ведутся на установке ГОЛ-М в лаборатории Э.П.Круглякова. За годы работы на установках ИНАР, ГОЛ-1, ГОЛ-М, ГОЛ-3 экспериментаторы накопили немало косвенных подтверждений того, что мощные пучки раскачивают плазму ленгмюровскую турбулентность, но прямых доказательств в пользу этого механизма до недавнего времени не было. С помощью анализа рассеянного излучения мощного CO₂ лазера удалось подтвердить эффект возбуждения ленгмюровской турбулентности. А недавно впервые нашло свое подтверждение явление коллапса ленгмюровских волн в сильном магнитном поле. Ключевая роль в разработке метода рассеяния излучения CO₂ лазера в сильнотурбулентной плазме и в получении указанных фундаментальных результатов принадлежит Л.Н.Вячеславу.

В 1976 году Г.И.Димовым с сотрудниками был предложен новый класс открытых систем - амбиполярная ловушка. Вместо одного пробкотрона Г.И.Димов предложил создать систему из трех пробкотронов. В концевых пробкотронах создается такое электрическое поле, чтобы ионы центрального пробкотрона не смогли выйти из него вдоль оси. Естественным, что все недостатки классического пробкотрона присущи концевым пробкотронам амбиполярной ловушки, в том числе большие потери плазмы через торцы. Однако, если рассматривать данную схему под углом зрения термоядерного реактора, то можно утверждать, что любые потери концевых пробкотронов окажутся с лихвой скомпенсированы при большом продольном размере центрального пробкотрона при протекании в нем термоядерных реакций. Американцы оказались в техническом плане наиболее подготовленными к восприятию идеи Г.И. Димова: в 1976 году у них функционировала прекрасная ловушка 2X11В. Эту ловушку они решили использовать в качестве одного из концевых пробкотронов. Был быстро построен и дубликат 2X11В, который был использован в качестве второго концевого пробкотрона. Что же касается центрального пробкотрона, то его сооружение было наиболее простой задачей. Отметим, что в те годы в Ливерморе уже существовали



мощные источники пучков нейтральных атомов, которые необходимы для получения горячей плазмы в концевых пробкотронах. Вот почему уже в 1980 году в Ливерморе заработала установка ТМХ — амбиполярная ловушка Г.И.Димова. Вскоре в Японии появилась аналогичная система под названием ГАММА-6. В дальнейшем было построено еще несколько амбиполярных ловушек: TARA, FAEDRUS и ТМХ-У в США, ГАММА-10 в Японии и ряд других. Эксперименты с амбиполярными ловушками подтвердили: амбиполярное удержание плазмы центрального пробкотрона действительно существует. На крупнейшей из действующих амбиполярных ловушек — установке ГАММА-10 — получены впечатляющие результаты: время продольного удержания плазмы приблизилось к секунде, при заполнении ловушки дейтерием наблюдалось нейтронное излучение. И все же существует одно но... Когда мы говорим о преимуществах открытых систем перед токамаками, мы, в частности, имеем в виду простоту геометрии открытых систем, связанную с их осесимметричностью. Увы! Все перечисленные ловушки используют неосесимметричные магнитные системы. При взгляде на сложнейшие обмотки этих установок едва ли у кого-нибудь повернется язык, чтобы отдать предпочтение открытым ловушкам перед токамаками. В конце 1993 - начале 1994 года в институте

осуществлен запуск первой в мире осесимметричной установки АМБАЛ-М (первая очередь). Пока работает лишь концевой пробкотрон с дополнительным полукаспом для придания плазме макроскопической устойчивости. Уже получена горячая стартовая плазма с плотностью до 10^{13} см^{-3} . Никаких признаков МГД неустойчивости плазмы не обнаружено. Теперь можно приступать к монтажу полномасштабной установки

АМБАЛ-М.

В 1980 году В.В.Мирновым и Д.Д.Рютовым предложена еще одна схема удержания плазмы - газодинамическая ловушка (ГДЛ). Идея ловушки чрезвычайно проста. Представим себе обычный пробкотрон Будкера, но с плотной плазмой, где длина пробега меньше длины ловушки. Тогда истечение плазмы через пробки будет осуществляться по законам газодинамики. Истечение плазмы можно сравнить с истечением жидкости из горлышка бутылки. Если увеличить пробочное отношение K (отношение напряженностей магнитного поля в пробках и в средней части пробкотрона), то это будет эквивалентно уменьшению диаметра горлышка бутылки. А это означает, что вырастет время истечения жидкости из бутылки (или, что то же, плазмы из ловушки). Теория показала, что время жизни плазмы в ловушке оценивается формулой:

$$\tau = KL/V_{Ti}$$

Здесь L - длина ловушки, а V_{Ti} - тепловая скорость ионов плазмы. Несколько лет спустя группой Г.В.Рослякова была построена установка ГДЛ. Сегодня эту группу возглавляет А.А.Иванов. Эксперименты успешно продолжаются. Установка ГДЛ, как и АМБАЛ-М, имеет осесимметричную геометрию. Эффективными опытами удалось продемонстрировать МГД-устойчивость плазмы и даже управлять запасом устойчивости. Благодаря наличию столкновений в плазме ГДЛ, физика плазмы этого типа ловушки довольно проста. Поэтому уже сегодня можно ставить вопрос о сооружении термоядерного реактора на основе газодинамической ловушки. К сожалению, размер его получается слишком большим: около десяти километров. Однако, газодинамическая ловушка может найти исключительно важное применение даже при небольшой (масштаба десяти метров) длине. Речь идет о создании на ее основе мощного генератора

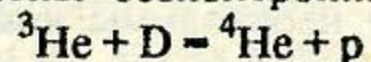
термоядерных нейтронов. Идея нейтронного генератора проста: если направить потоки быстрых атомов в плазму под углом к оси системы, они будут захвачены плазмой, превратившись в быстрые ионы. Эти ионы начинают осциллировать в системе, отражаясь от областей сгущения магнитного поля. В окрестностях точек отражения плотность быстрых ионов будет наиболее высокой. Если инжектировать в плазму атомы дейтерия и трития достаточно высокой энергии (около 100 кэВ), то в окрестностях точек отражения при столкновении энергичных ионов дейтерия и трития будут происходить интенсивные термоядерные реакции с выделением нейтронов. Существенно, что плазма в ловушке не должна иметь термоядерные параметры.

Для чего нужен генератор нейтронов? Создание первой термоядерной электростанции уже не за горами, однако материаловеды до сих пор не имеют ответов на вопросы: сколько времени простоят первая стенка термоядерного реактора под действием мощного нейтронного потока, какова будет наведенная радиоактивность стенки и нельзя ли создать новые перспективные материалы с повышенной радиационной стойкостью и пониженной наведенной активностью? Расчеты показывают, что на основе газодинамической ловушки возможно создание мощного и довольно экономичного источника нейтронов. Источник с мощностью нейтронного потока в 2 МВт потребляет от сети всего 50 МВт. В работе над концепцией нейтронного генератора ИЯФ сегодня участвуют ВНИИТФ (Челябинск-70), НИИЭФА им. Д.В.Ефремова, ядерно-физические центры Россендорф и Карлсруэ (Германия), Фраскати (Италия). Уже выполненные работы существенно продвинули наши представления об источнике, проблемах тритиевого цикла, проблемах нейтронной защиты. Кроме того, проработана концепция взрывобезопасной подкритической атомной электростанции, "сердцем" которой является генератор нейтронов. Выполненные расчеты показывают, что поток нейтронов с энергией 14 МэВ при мощности 2 МВт обеспечивает безопасную работу ядерного реактора с мощностью до 2,5 тысяч мегаватт. Следует упомянуть также возможность "дожигания" радиоактивных отходов атомных станций. Генератор нейтронов — дорогостоящее сооружение. При его строительстве не должно оставаться никаких сомнений в осуществимости проекта. После длительных дискуссий было принято решение создать полномасштабную физическую модель нейтронного генератора с использованием только водорода, что устраняет необходимость биологической защиты, работы с тритиевым комплексом и т.д. Такая модель нейтронного генератора получила название "водородный прототип". Она сооружается в институте силами секторов 9-12 (А.А.Иванов), 9-14 (А.М.Кудрявцев), лабораторий 9-0 (Э.П.Кругляков) и 9-2 (В.И.Волосов). В настоящее время уже создана вакуумная камера центрального

пробкотрона, примерно 50 процентов обмоток для формирования магнитного поля. Существующие силовые системы питания (20 МВт) обеспечивают возможность формирования магнитного поля с напряженностью в 70 процентов от планируемой. Построены и функционируют стенды для исследования методов формирования стартовой плазмы и для испытания ионных источников, которые необходимы для генерации потоков быстрых атомов.

Таковы на сегодня основные направления работ в области УТС в нашем институте. Во всех без исключения случаях используются только осесимметричные системы, геометрическая простота которых в сравнении с токамаками несомненна. Вторая особенность наших установок состоит в эффективном использовании магнитного поля. Все магнитные системы способны работать при величине $\beta \approx 1$ (напомним еще раз, что это есть отношение давления плазмы к давлению магнитного поля). Многопробочная система подразумевает возможность работы даже при β значительно больше единицы. В случае токамака устойчивость удержания обеспечивается лишь при $\beta \ll 0.1$.

Термоядерные электростанции на основе Д-Т реакций, конечно, значительный шаг вперед в сравнении с АЭС. Для термоядерных электростанций в принципе невозможны катастрофы типа Чернобыльской. И все же они будут нарабатывать остаточную радиоактивность, правда, существенно меньшую, чем в случае АЭС. Можно вспомнить, что еще на заре термоядерных исследований уже были известны "безнейтронные" схемы:



В приведенной реакции энергия синтеза выделяется лишь в заряженных частицах. Для реализации такой схемы токамак плохо приспособлен. В этом смысле открытые системы намного более перспективны. С их помощью легко использовать энергию частиц, вылетающих через торцы. В частности, существуют весьма перспективные схемы преобразования энергии заряженных частиц в электрическую энергию с эффективностью 70%. Изотоп ${}^3\text{He}$ отсутствует на Земле, но в больших количествах существует на Луне. Можно ли в таком случае всерьез рассматривать такую схему? Оказывается, можно. Оценки показывают, что один транспортный корабль с Луны может доставить столько гелия, сколько его нужно всему человечеству на год.

Но вернемся из будущего в настоящее. Каковы ближайшие задачи термоядерных лабораторий?

На установке АМБАЛ-М предстоит сборка и запуск полномасштабной осесимметричной амбиполярной ловушки с демонстрацией устойчивого удержания плазмы с субтермоядерными параметрами. Кроме того, осесимметричная геометрия позволит в наиболее чистых условиях исследовать физику поперечного переноса плазмы. Вторым ключевым эле-

ментом программы явится изучение физики термобарьеров. Близость той или иной системы удержания плазмы к конечной цели, — достижению самоподдерживающейся термоядерной реакции — определяется произведением плотности плазмы на время удержания этой плазмы в ловушке. В крупнейших токамаках эта величина τn сегодня равна

$$3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}. \text{ Ожидается, что на установке АМБАЛ-М через 2-3 года величина } \tau n \text{ достигнет значения } 10^{13} \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}.$$

Если это произойдет, термоядерное сообщество будет должно пересмотреть свои взгляды на строительство термоядерных электростанций: осесимметричная ловушка окажется более привлекательной в сравнении с токамаками. Особенно, если рассматривать "безнейтронные" схемы термоядерных реакций.

На установке ГОЛ-3 ключевой эксперимент связан с созданием плазмы

$$\text{с } \beta > 1.$$

Технических возможностей второй очереди, по-видимому, окажется достаточно. В этом случае открывается перспектива изучения интереснейшей физики "стеночного" удержания.

На установке ГДЛ недавно закончена модернизация. Основная задача установки на ближайшие годы — получение физической базы данных, необходимой для создания генератора нейтронов. Одновременно мы должны суметь завершить сооружение водородного прототипа за обозримое время масштаба трех-четырёх лет.

Заканчивая статью, я хотел бы привести слова Андрея Михайловича Будкера, сказанные им в 1968 году: "Проблема термоядерной реакции — это не обычная физическая проблема. Это проблема, которая должна преобразовать общество и мир. Наше поколение, которое дало людям атомную энергию во взрывном виде, несет ответственность перед человечеством за решение основной энергетической задачи — получения энергии из воды. Люди ждут решения этой проблемы. Наш долг — решить ее при жизни нашего поколения..." Как мы видим, Андрей Михайлович исключительно высоко оценивал важность термоядерной проблемы. Но даже он с его буйной фантазией не смог себе представить всей ее сложности. Даже сегодня нас отделяют от цели десятилетия. И все же конечная цель уже видна.

Поправка:

В предыдущем номере допущена ошибка. Следует читать:

$$\tau = K^2 L^2 / \lambda V_{Ti}$$

Редакция приносит извинения автору и читателям.

— Путевками на какие курорты располагает сейчас наш институт?

— Случай вообще беспрецедентный — такого еще никогда не было: профком предлагает великолепную оздоровительную программу. Есть уникальная возможность хорошо отдохнуть и полечиться. Но, к сожалению, люди не осознают ее в полной мере, ссылаясь на хроническую нехватку денег. Но всегда нужно помнить, что здоровье у нас — самое важное и поэтому нужно искать возможности для того, чтобы подлечиться.

Съездить можно и далеко, и близко. Начнем с курортов Подмосковья. Сотрудники ИЯФ и их дети могут оздоровиться в санаториях самого высокого ранга, в недалеком прошлом они принадлежали ЦК КПСС, 4-му Управлению и т.д. Здесь лечат органы кровообращения, дыхания, нервную систему — санаториев много, можно выбрать конкретно для каждого. Есть дома отдыха и пансионаты — можно просто отдохнуть. Условия рские: в номерах мягкая мебель, телевизоры, холодильники, телефоны. Разброс цен (полная стоимость) по Подмосковью — от 2 млн 900 тысяч до 5 млн 500 тысяч рублей.

Есть возможность отдохнуть и полечиться в Ленинградской области: условия те же самые, разброс цен такой же, даже немного ниже — они не превышают 3 млн 200 тысяч рублей. Хочу обратить ваше внимание, что здесь есть и гинекологические курорты.

Широчайший перечень курортов и в центральной части России. Профиль этих санаториев — органы пищеварения, урология, гинекология.

Кавказские минеральные воды — это прекрасная возможность попасть на лечение в Ессентуки, Пятигорск, Железноводск, Кисловодск, причем, есть несколько санаториев "Мать и дитя". Здесь в основном лечат органы пищеварения, но в Ес-

Лето не за горами

Суровая зима, наконец-то, позади, пригрело солнышко и можно помечтать о лете, об отпуске...

В нынешнем году ияфовцы могут позволить себе не только "Разлив", а, например, поездку в Крым или Сочи. И это совсем не из серии несбыточных надежд, а вполне осуществимых.

Подтверждением тому — интервью, которое взял наш корреспондент у врача-терапевта поликлинического отделения

Натали Григорьевны
Полосухиной.

сентуках можно полечить урологию, заболевания эндокринной системы и обмена веществ, а в Кисловодске — органы кровообращения и дыхания. Следует сказать, что туда могут ехать люди помоложе, и те, у кого сердце работает надежно; перенесшим же инфаркт, а тем более не один, ехать отдыхать нужно куда-нибудь поближе. Можно совместить лечение органов пищеварения и почек в Железноводске и в Пятигорске.

Широчайший выбор различных санаториев и домов отдыха в Сочи. Здесь тоже есть санатории "Мать и дитя". Выбирая санаторий, нужно иметь в виду, что в Сочи влажный климат, и туда не нужно ехать астматикам. Но туда можно — и нужно — ехать тем, кто нуждается в лечении орга-

нов кровообращения, движения, гинекологии, костно-мышечной системы. Есть дома отдыха в Геленджике, Хосте и других городках вокруг Сочи.

И наконец — Крым. Здесь широко представлены военные санатории, условия прекрасные. В Ялте, Алуште, Судаке можно полечить органы кровообращения, дыхания и нервную систему, а в близлежащих поселках с чистым морем можно отлично отдохнуть.

Есть специальные предложения по Сочи и Крыму, но здесь стоимость путевки более высокая. Если очень захотеть, то можно позволить себе отдохнуть в президентских и совминовских апартаментах. Путевка стоит 6 млн, но сотрудник ИЯФ заплатит всего 600 тысяч.

А если стоит проблема денег, то хочу напомнить, что весь Запад живет в кредит. Почему бы не попробовать жить так и нам.

Будьте здоровы!

От редакции:

В заключение следует сказать, что средняя стоимость путевок около трех миллионов рублей, наши сотрудники платят лишь десять процентов от этой суммы. Кроме того оплачивается дорога в один конец. Время отдыха от 15 до 25 дней. Какой санаторий подойдет вам — подскажет врач. Не теряйте время, оформляйте курортную карту, занимайте деньги — и наслаждайтесь жизнью. Вы этого заслуживаете!

Переговоры — это искусство

Сувениры

Нельзя забывать об одной немаловажной мелочи — сувенирах для партнеров, особенно при переговорах с азиатскими бизнесменами, которые исповедуют почти религиозный культ подарков. Но даже при встречах с более спокойно относящимися к презентам американцами или западноевропейцами нужно приготовить какие-либо существенные дары на случай приема у руководства фирм.

Согласно этикету, при первой встрече подарки дарят хозяева, а не гости. Поэтому нужно обязательно преподнести что-либо прибывшему к нам зарубежному представителю в знак того, что его рассматривают как почетного клиента и рассчитывают на длительные отношения. (Российские бизнесмены почему-то считают, что подарки должны делать им "богатые иностранцы"). При последующих встречах обмен подарками ста-

новится обязательным.

При подготовке к подаркам нужно всегда четко представить, кому он будет преподнесен, сортируя сувениры строго по рангу. Если, например, вы вручите президенту фирмы такой же подарок, как и вице-президенту, это будет расценено как оскорбление или в лучшем случае как знак вашей полной неотесанности. Особенно чувствительны к нарушениям субординации японцы, корейцы, китайцы и другие представители азиатских обществ, построенных на строгой иерархии.

Особое внимание следует уделить упаковке. Практически полное отсутствие красивых коробок, привлекательной оберточной бумаги, ленточек и т.д. может свести на нет усилия наших бизнесменов. Известны случаи, когда иностранцы явно не осознавали подлинной ценности подарка, поскольку он был замотан в непрезентабельную бумажку и напоминал нечто,

купленное по дешевке. А ведь в качестве подарка может быть и палехская брошь, и запонки из янтаря, и гжельская керамика. Очень высокий подарок, для главного лица в компании, — авторская картина или оригинальная чеканка, так как наши художники сейчас в моде за границей. Не рекомендуется дарить матрешки и самовары — они есть почти у всех иностранцев. Следует избегать и повторения подарков, кроме спиртных напитков. Это считается серьезным нарушением этикета. Подарки будут выглядеть веселее, если их украсить гравировкой или монограммой либо эмблемой вашей компании, либо инициалами того, кому предназначается подарок.

И, наконец, при неоднократном общении с иностранцами — представителями фирмы и обмене подарками необходимо когда-то остановиться, оставив своему партнеру приятное чувство победы в этом состязании.



Рисунок Е. БЕНДЕРА.

Артур Блох

ЗАКОН МЭРФИ

РАЗВИТАЯ МЭРФОЛОГИЯ

Закон Мэрфи. Если неприятность может случиться, она случается.

Обобщение следствий, сделанное Шнэттерли. Даже если неприятность не может случиться, она случается.

Парадокс Силвермэна. Если закон Мэрфи может не сработать, он не срабатывает.

Расширенный закон Мэрфи. Если могут случиться несколько неприятностей, они происходят в самой неблагоприятной последовательности.

Следствие Фарнсдика из пятого следствия. После поворота событий от плохого к худшему цикл повторится.

Расширение закона Мэрфи, сделанное Гатгузо. Нет такой плохой ситуации, которая не могла бы стать еще хуже.

Закон Линча. Когда события принимают крутой оборот, все смываются.

Закон Эванса и Бьерна. Какая бы неприятность ни случилась, всегда найдется тот, кто знал, что так оно и будет.

Принцип Бенедикта (ранее девятое следствие Мэрфи). В природе всегда скрыт тайный порок.

Закон разоблачения. Все тайное становится явным.

Закон Хелранга. Подожди — и плохое само собой исчезнет.

Расширение, предложенное Шейвлсоном. ...нанеся положенный ущерб.

Дополнение Грелба. Если ситуация была неблагоприятной, она повторится.

Неправильное цитирование закона Х.Л. Менкена Гроссманом. Сложные проблемы всегда имеют простые, легкие для понимания неправильные решения.

Закон Флагга. Пришла нужда постучать по дереву — обнаруживаешь, что мир состоит из алюминия и пластика.

Закон неразумного сохранения грязи. Чтобы одно очистить, надо другое запач-

кать.

Расширение Фримэна. ...но можно запачкать все, ничего не очистив.

Закон Буба. То, что ищешь, найдешь, только обыскав все.

Закон поиска. Начинать поиски надо с самого неподходящего места.

Закон Мэрианна. Находишь всегда то, что не искал.

Правило Руна. Если вам все равно, где вы находитесь, значит вы не заблудились.

Тезис Койта—Мэрфи относительно силы негативного мышления. Оптимиста хорошей вестью не удивит.

Правило Фергюсона. Ситуация становится необратимой, когда уже нельзя сказать: "Давайте все забудем!"

Закон отсутствия обратного действия закона. Нельзя вызвать дождь, начав мыть машину. (Прямое действие: стоит вам только вымыть машину, как тут же пойдет дождь.)

Спасительная благодать Мэрфи. Худшее — враг плохого.

Главный парадокс. Оптимист верит, что мы живем в лучшем из миров. Пессимист боится, что так оно и есть.

Закон Нейсэра. Можно сделать защиту от дурака, но только от неизобретательного.

Закон восстановления, предложенный Дрейзенем. Время улучшения ситуации обратно пропорционально времени ее ухудшения.

Пример 1. На склеивание вазы уходит больше времени, чем на то, чтобы ее разбить.

Пример 2. Чтобы похудеть, надо больше времени, чем поправиться на столько же.

Закон кафетерия. То, что вы заметили в витрине, купит зашедший перед вами.

Этика в широком смысле слова — это кодекс, свод правил общения людей, выработанных многими поколениями. Разумеется, на формирование правил этики служебных отношений решающее воздействие оказывают производственные отношения, которые сложились при данном способе производства. Вместе с тем следует учитывать и обратное воздействие этики на развитие производственных отношений.

Будем здороваться

Ну, автор совсем нас за людей не считает, — возмутитесь вы. Уж здороваться-то мы без него умеем! Конечно, умеете. Но вспомните, не было ли неловких ситуаций, связанных с таким простейшим действием, как приветствие. Были? Так улыбнитесь. и дочитайте до конца.

Вошедший в помещение после других обязан (независимо от должностного ранга) первым приветствовать присутствующих. А присутствующие отвечают не хором, как в классе, а только те, кто ближе сидит, кому удобно. Вряд ли нужно при встрече с большой группой знакомых всем по очереди жать руку. Но зато если уж остановились и подали руку знакомому, который разговаривает с одним или двумя незнакомыми вам людьми, будьте добры — приветствуйте также всех, называя себя как при первом знакомстве.

Стало традицией, что первым приветствует начальника подчиненный, а вот руку для рукопожатия должен предложить начальник. Впрочем, есть исключения: если начальник встречается с женщиной, он ее приветствует первым, даже если она его "личная" секретарша. И из этого исключения есть исключение: молодой девушке не зазорно первой поздороваться со своим начальником.

Очень приятно, когда начальник первым приветствует ветерана труда, старшего по возрасту.

Случается, что руководитель не отвечает на приветствия подчиненных. Такое поведение неизбежно подрывает его авторитет.

Зачем так много говорить о таком пустяке, как приветствия? Однако для дела имеет существенное значение настроение людей перед началом рабочего дня. Отсюда вытекает второе правило:

придя на работу, приветствуйте своих коллег. Дайте им понять, что вы рады начать с ними новый рабочий день, что они могут рассчитывать на вашу помощь и поддержку.