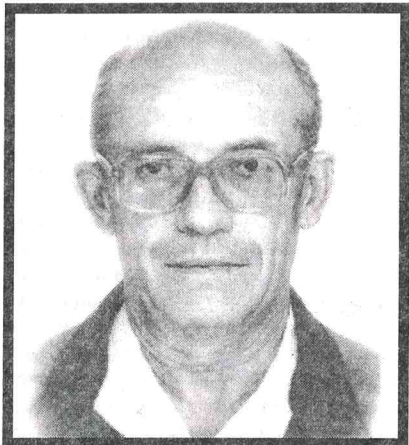


Юрий Георгиевич КРАСНИКОВ



Скорбная весть пришла на Физтех. 5 апреля на 73-ем году жизни скончался профессор Юрий Георгиевич Красников — известный ученый, один из старейших и почитаемых преподавателей Физтеха, бесконечно ему преданный человек, глубоко воспринявший и творчески развивший идеи, заложенные «отцами-основателями» в систему Физтеха.

Большая часть жизни Юрия Георгиевича, студента одного из первых наборов на Физтехе, была связана с нашим институтом. Талантливым юношей ему довелось слушать лекции выдающихся ученых, преподававших в МФТИ — Л. Д. Ландау, П. Л. Капицы и многих других. Уже будучи маститым физиком он всегда с глубокой благодарностью вспоминал своих учителей.

Жизнь распорядилась, однако, так, что после окончания МФТИ в 1955 г. Юрий Георгиевич начал свою научную деятельность в ЦАГИ, где ему пришлось заниматься делами, далекими от фундаментальной физики. Тем не менее, молодым инженером он добился больших успехов в разработке автопилота для вертолетов, основные принципы которых применяются в вертолетостроении и по сей день.

В 1958 году Юрий Георгиевич переходит на работу в НИИ Тепловых Процессов (ныне Исследовательский Центр имени М. В. Келдыша), в отделение члена-корр АН СССР В. М. Иевлева, под руководством которого он начинает заниматься разработкой ряда теоретических аспектов газозаменных ядерных реакторов и, в частности, теорией неидеальной плазмы, любовью к которой он сохранил на всю жизнь. В то время наряду с В. М. Иевлевым ему посчастливилось работать и общаться с такими выдающимися учеными нашей страны, как академики А. Д. Сахаров и М. В. Келдыш.

В 1967 году на Физтехе организуется кафедра физической механики, которую возглавил руководитель Юрия Георгиевича — В. М. Иевлев. Он приглашает Ю. Г. Красникова на научную и преподавательскую работу к себе на

(Окончание на стр. 4)

Музей МФТИ ЗА НАУКУ

ЕЖЕНЕДЕЛЬНАЯ ГАЗЕТА
Московского физико-технического института
(государственного университета)

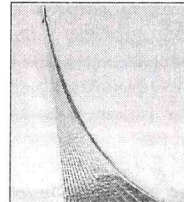
Выходит
с 1 сентября 1958 г.

Пятница, 11 апреля 2003 г.
№ 15 (1638)

Цена 2 руб.

12 апреля — День Космонавтики

Материалы, посвященные этой дате, читайте на стр. 2-3.



Лауреаты конференции (16 человек) получают 3 балла по профильному предмету на вступительных экзаменах в МФТИ, если набрано не менее 5 баллов, занявшие 1 место (25 человек) — 2 балла.

Все победители получили дипломы «Физтех-центра», а

5 апреля закончилась
ПЯТАЯ

МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ
«СТАРТ В НАУКУ»



одинадцатиклассники — рекомендации к поступлению в МФТИ. Кроме того, победителям будут направлены дипломы Минобразования за подписью замминистра, а одинадцатиклассникам — рекомендации Минобразования в профильные вузы.

Виктор Крюков (Москва, 9 класс, школа № 1576) стал лауреатом секции «Проблемы физики и энергетики» (работа «Трансформатор Тесла»), занял 2-е место в секции «Радиотехника и кибернетика» (Устройство контроля за проводными коммуникациями) и 3-е место в секции «Информатика» (проект «Творцы Нового времени»); также выставил свой сайт High Energy (www.high.h1.ru), на котором можно найти схемы разных устройств, например, для получения плазмы в домашних условиях.

Представитель ИСАН вручает лауреату Виктору Крюкову самые большие конденсатор и резистор, какие только нашлись в институте.



НУЖНЫ СВИДЕТЕЛИ

В начале апреля был продлен срок следствия по делу об убийстве нашего студента Славы Петухова. По информации из прокуратуры на данный момент подследственным предъявлены обвинения по ст. 111 ч. 4 (умышленное причинение тяжких телесных повреждений, повлекших за собой смерть потерпевшего) и ст. 161 ч. 2а (грабеж, то есть открытое хищение чужого имущества, совершенный группой лиц по предварительному сговору). Следователь, ведущий дело, обратился ко всем студентам с просьбой оказать содействие — следствию необходимы свидетели! Если в тот злополучный вечер (в ночь с 30 ноября на 1 декабря) вы находились в районе Новодевичьей, либо ехали на электричке из Москвы, либо подвергались в период до 1 декабря 2002 года нападениям, ваши показания могут содействовать вынесению справедливого приговора.

Если же ввиду недостатка улик дело «развалится», либо приговор будет слишком мягким, подумайте сами, как воспримут это долгопрудненские хулиганы — «Нам все можно, и ничего за это нам не будет!»

Большая просьба — донесите эту информацию до всех своих друзей и знакомых! Подумайте о собственной безопасности.

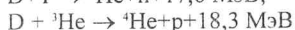
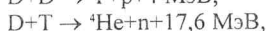
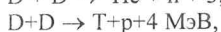
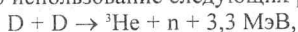
Контактный телефон 576-20-11, следователь Дмитрий Сергеевич Баранов



КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА: ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Проблема создания ТЯРД привлекает внимание уже более сорока лет (первые публикации на эту тему появились не позднее 1958 года — статья Дж. Росса, в русском переводе издана в 1961 г. в сборнике «Ионные, плазменные и дуговые ракетные двигатели»). Практически каждая новая концепция УТС в скором времени перелагалась для двигательного применения, исключение составляют, пожалуй, только стеллараторы.

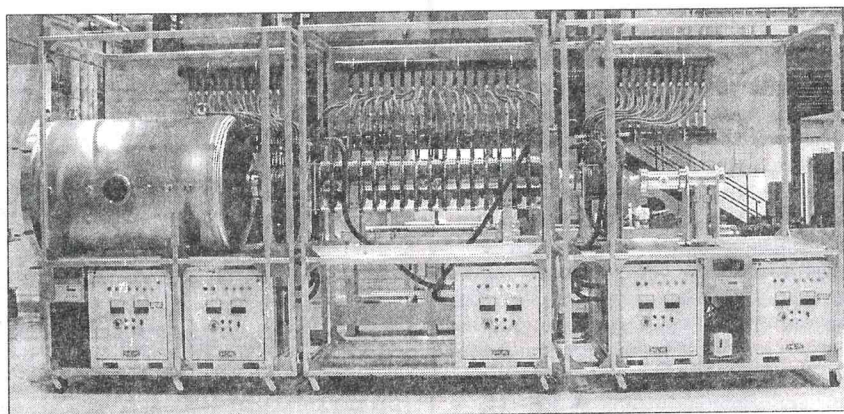
В термоядерных установках возможно использование следующих реакций:



Пары D-T и D- ${}^3\text{He}$ энергоемки, но и T, и ${}^3\text{He}$ дефицитны — тритий получается при облучении лития нейтронами, а ${}^3\text{He}$ образуется при β -распаде трития. Но в случае ТЯРД потребные количества T или ${}^3\text{He}$ намного меньше, чем требовалось бы промышленным реакторам, поэтому пару D-D, подкупающую лишь своей дешевизной, можно не принимать во внимание. D- ${}^3\text{He}$ часто называют чистой реакцией, т.к. все ее продукты — заряженные частицы, которые можно удержать магнитным полем, но тем не менее она не является вполне чистой, т.к. в смеси D и ${}^3\text{He}$ всегда будет определенное число побочных реакций D-D, дающих нейтроны. Действительно чистая — более «тугоплавкая» реакция ${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2p + 12,8 \text{ МэВ}$. Важным параметром реакции, кроме энерговыделения, является критерий Лоусона — ограничение снизу на величину произведения концентрации плазмы n на время удержания τ , он определяет условия, при которых энергопотери (в основном на излучение) будут перекрываться энергетическим выходом с учетом к.п.д. преобразователей. Первые ТЯРД, по всей видимости, будут использовать наименее требовательную топливную пару D-T (температура зажигания 10 кэВ и минимальное $n\tau = 10^{20} \text{ м}^{-3}\text{с}$ против соответственно 100 кэВ и $n\tau = 10^{22} \text{ м}^{-3}\text{с}$ для D- ${}^3\text{He}$), которая к тому же дает вполне достойный энергетический выход. Ее единственным недостатком является нейтронная радиация, но в космосе она не страшна — вряд ли юпитерианцы выставят нам счет за загрязнение их жизненного пространства, а потеря энергии с нейтронами не так безвозвратна, как обычно считается — если поглощать половину сферически-симметрично разлетающихся нейтронов, они могут повысить тягу и УИ на 20-30%. Поглощаемые нейтроны можно использовать, например, в подкритическом реакторе деления, что поможет замкнуть цикл по

энергии (можно ожидать дополнительного энергетического выхода порядка 100 МэВ на один термоядерный нейтрон).

Обсудив различные виды горючего, перейдем к камерам сгорания. В настоящее время существует два основных направления исследований в области управляемых термоядерных реакций — установки с магнитным удержанием и установки инерционного синтеза. Двигатели могут быть созданы на



Газодинамическая ловушка группы В. Эмриха, Marshall Space Flight Center

основе обеих концепций. В этом номере мы коснемся систем магнитного удержания, в следующем рассмотрим инерциальные.

Магнитные установки в свою очередь делятся на несколько классов, основные из них — системы замкнутой плазменной конфигурации (токамаки, сфермаки, стеллараторы) и открытые системы (магнитные бутылки разных типов, называемые еще пробкотронами). На сегодняшний день наибольшие успехи достигнуты на токамаках — на токамаке JET (Joint European Torus), финансируемом международной организацией Euratom, достигнута термоядерная мощность в 16 МВт и $Q=0,9$, на японском токамаке JT60-U получено $Q = 1,06$. К сожалению, токамаки малоприспособны в качестве двигателя по нескольким причинам — во-первых, из токамака трудно организовать отбор плазмы, во-вторых, характеристики токамаков улучшаются с ростом размеров — установка тем лучше, чем она больше (в маленькой практически нереально получить энергетически выгодную реакцию), а для космоса это решительно не подходит — и вывести на орбиту негабаритный груз, и собирать его там по частям одинаково трудно. Тем не менее ТЯРД — замкнутые системы предлагались — Р. Басардом на базе токамака (1990) и А. Б. Кукушкиным и В. А. Ранцевым-Картинным на основе сфермака (1996).

Параметры же пробкотронов не столь сильно зависят от размеров, значит, ТЯРД на их основе в принципе может быть вписан в габариты имеющихся носителей, а малый объем области реакции позволяет упростить и облегчить магнитную систему, этому способствуют и более высокие по сравнению с токамаками допустимые значения β (отношения кинетического давления плазмы к давлению магнитного поля вне плазмы) — в токамаках β принципиально ограничено сверху для обеспечения МГД-устойчивости. Пробкотроны имеют и другое соблазнительное преимущество — их время удержания плазмы, в отличие от токамаков, определяется не турбулентностью (явлением труднопредсказуе-

мым), а столкновительными процессами, поэтому вполне можно ожидать появления магнитных бутылок, способных конкурировать с токамаками.

Неудивительно, что большинство предлагавшихся ТЯРД базируются на открытых ловушках — начиная с раннего проекта Росса 1958. К сожалению, из-за ограниченности места трудно рассмотреть все в подробностях, упомянем лишь, что в нашей стране пионером исследований в этом направлении был И. Н. Головин (ИАЭ им. Курчатова).

Определившись с наиболее вероятным методом получения плазмы, мы столкнемся со следующей проблемой: полученную плазму нужно для получения тяги выбросить из двигателя. Из магнитных же бутылок она вытекает достаточно естественным путем, но для получения тяги плазма должна вытекать преимущественно из одного конца пробкотрона (в идеале — только из одного). В принципе асимметрии потерь можно без особого труда добиться, используя катушки неодинаковой мощности (как это предлагал Росс), но тогда полезную работу будет совершать лишь малая доля выбрасываемой плазмы. Идеальный вариант — полностью затормаживать поток из одной пробки, попутно получая электроэнергию. Это можно сделать, используя расширитель, в котором частицы плазмы, двигаясь вдоль расходящихся веером линий магнитного поля, удаляются друг от друга, так что с некоторо-

го момента их можно уже считать независимыми частицами, затем перед входом в область коллектора электроны выводятся из пучка магнитным полем, более тяжелые ионы его не замечают и замедляются электрическим полем в коллекторе, оседая на его пластинах, их кинетическая энергия преобразуется в электрический ток.

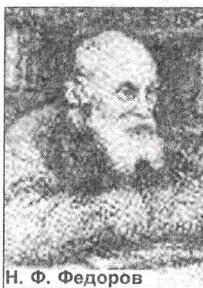
Один из очень немногих, по которому проводятся не только теоретические, но и экспериментальные исследования — проект группы В. Эмриха из Маршалловского центра космических полетов (в настоящее время исследуется устойчивость плазмы на сильно уменьшенной лабораторной модели, в окончательном варианте двигатель должен представлять собою 100-метровую трубу). Стоит отметить, что проект Эмриха основан на схеме удержания, предложенной в нашей стране Г. И. Димовым, и в своих публикациях насовцы ссылаются на новосибирскую установку «Амбал-М».

Другое направление — инерциально-электростатическое удержание. В установках этого типа ионы разгоняются радиальным электрическим полем и сталкиваются в центре сферической камеры. Такие устройства используются в качестве источников термоядерных нейтронов для исследовательских целей. На международной конференции 2000 г. в Альбукерке Надлер, Майли и др. продемонстрировали фотографии струи плазмы, выбрасываемой из сферической камеры, напоминающей стилизованное изображение атома. Авторы видят преимущества своей конструкции в том, что она не нуждается в сильных магнитных полях, а значит, и в тяжелых системах катушек для их создания. К тому же, как они полагают, установки с ИЭУ больше всего подходят для экзотических чистых топливных пар, например, таких, как $p + {}^3\text{B} \rightarrow {}^3\text{He} + 8,7 \text{ МэВ}$.

Еще один оригинальный вариант, предлагаемый Крамером, Льюисом, Хуком и др. — инициирование термоядерного синтеза с помощью античастиц. Созданная в Пенсильванском университете ловушка Penning trap способна удерживать около сотни антипротонов, что вселяет в ее создателей надежды на применение в не столь отдаленном времени ее аналогов в ТЯРД.

В Джонсоновском центре космических полетов разработан двигатель VASIMR (магнитоплазменный ракетный двигатель переменного удельного импульса), возможно, шаг на пути к ТЯРД. К прототипу ТЯРД его позволяет отнести нагрев высокочастотным излучением и магнитное сопло. Вес проекту придает участие в нем бывшего директора ИКИ, одного из крупнейших специалистов в физике плазмы — академика Сагдеева, ныне проживающего в США. При мощности 10 кВт УИ VASIMR'a должен составлять 10 000с, тяга — 1 Н.

Размер статьи позволил перечислить лишь малую долю работ и идей, но и из



Н. Ф. Федоров

Вот почему звездный купол влечет к себе наши взоры и наполняет нас возвышенным умилением: мы видим над собою нашу вечную и безграничную родину, от которой получили бессмертие.

Л. В. Соловьев

Ширь русской земли, наш простор служит переходом к небесному пространству, новому поприщу для великого подвига.

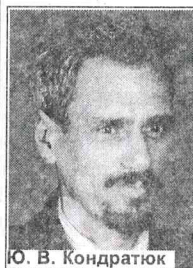
Н. Ф. Федоров



К. Э. Циолковский



Ф. А. Цандер



Ю. В. Кондратюк

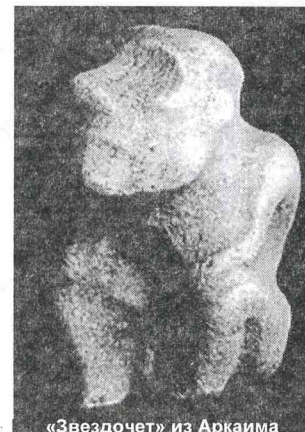
Время, не столь уж долгое, исподволь измочило романтику космоса, принизило ее бытом и мы перестали воспринимать космонавтику как чудо — в самом деле, что может быть пошлее трансляции мыльных опер через спутник? Даже в юбилейные даты принято вспоминать в основном о полете Гагарина, и как-то забывается, что сам по себе полет Гагарина — только восклицательный знак в конце первой главы эпической повести о восхождении в космос. А о чем же была сама глава — мало кто знает. Но еще реже вспоминают о том, что было и предисловие. Если попробовать вчитаться в расплывшиеся буквы обветшалых страниц, мы увидим, что за пределы земного притяжения первопроходцев толкали неожиданные причины, далекие от грубой практичности...

Вдумаемся: не странно ли то, что лестница в небо поднялась в стране, отягощенной разрушениями трех войн, с недавно отстроенной промышленностью, а не в передовых промышленных странах Европы или в США? Списать все на случайность и военное противостояние, надежды, возлагавшиеся на ракетное оружие, нельзя — ведь лестница эта закладывалась за многие десятилетия до апрельского дня 1961-го ступенька за ступенькой не только в КБ и котлованах, но в умах и судьбах... Вспомним: из шести признанных пионеров мировой космонавтики трое — Циолковский, Цандер, Кондратюк — принадлежат России.

Они творили, несмотря на непонимание и насмешки, нужду и голод, творили даже в самые тяжелые годы, издавали работы на собственные скудные средства, но шли к видимой пока лишь им цели, к чему-то, сияющему вдали звездным светом... Циолковский объяснял это стремление так: «Космос даст человечеству неограниченное жизненное пространство, горы хлеба и новую философию». Калужский мудрец немного лукавил: о хлебе он думал в последнюю очередь, ожидая от грядущего богоподобия и бессмертия — вслед за своим идейным вдохновителем Николаем Федоровым, создателем философии русского космизма, принятой светилами русской культуры от Достоевского до Заболоцкого. По сути, у человека есть две основные проблемы — как жить с другими людьми и как жить со Вселенной. На первый вопрос небезуспешно веками отвечали религии мира (вспомним конфуцианство или христианские десять заповедей), но остался второй вопрос, последний, окончательный. Именно на него пытались дать ответ русские космисты.

Каменные фигурки с запрокинутыми вверх лицами находят при раскопках древних поселений по всей стране. Они смотрят в небо уже тысячи лет...

Дмитрий ШЕМЯКОВ



«Звездочет» из Аркаима

сказанного видно, что в ближайшее десятилетие можно ожидать появления на орбитах термоядерных двигателей малой мощности.

На базе установок инерциального синтеза возможно создание ТЯРД высокой мощности. Это направление развивалось в США в работах Дж. Накколсом (Ливерморская лаборатория) в 1961-1972 гг., Р. Хайдом (1983), в 1978 г. группой британских ученых во главе с А. Бондом опубликован проект термоядерного звездолета «Дедал» (его изображение украшало заголовок предыдущей статьи), в

Ливерморе же под руководством Ч. Орта во второй половине 80-х проводились работы над проектом VISTA (корабль для полета к Марсу). У нас оригинальные концепции предложены в 70-х гг. В. А. Белоконом. В одном из следующих номеров мы рассмотрим потенциальные возможности создания импульсных ТЯРД.

Д. ОЗОЛ

Литература для предварительного ознакомления с вопросом: Хеглер, Кристиансен «Введение в управляемый термоядерный синтез», 1980

Юрий Георгиевич КРАСНИКОВ

(Окончание. Начало на стр. 1)

кафедру, и с тех пор жизнь Юрия Георгиевича оказывается неразрывно связанной с Физтехом вплоть до самых его последних дней. Он читает лекции на кафедре физической механики, ведет большую работу студентами в качестве зам. декана ФАКИ.

В середине семидесятых годов по инициативе ведущих физиков нашей страны — академика Е. П. Велихова, Л. Ф. Верещагина, А. М. Прохорова, Р. З. Сагдеева и при принципиальной поддержке П. Л. Капицы принимается решение о создании на Физтехе нового факультета — проблем физики и энергетики. Деканом ФПФЭ становится академик Е. П. Велихов, а его заместителем назначается Юрий Георгиевич, которому и поручается вся работа по созданию факультета (впоследствии Е. П. Велихов назначается научным руководителем факультета, а Ю. Г. Красников становится деканом). Одновременно с факультетом организуется и факультетская кафедра прикладной физики, заведующим которой назначается Юрий Георгиевич. Возглавлять эту кафедру ему предстоит более двадцати лет. Новый факультет и кафедра отныне становятся главным делом жизни Юрия Георгиевича. Он внес неоценимый вклад в обустройство Московского корпуса ФПФЭ, организацию учебного процесса на факультете, формирование программ обучения студентов, формирование факультетского цикла лекций под общим названием «Физика сред», создание учебно-научной лаборатории по прикладной физике. Вместе с академиком А. М. Дыхне Юрий Георгиевич разработал и более двадцати лет читал факультетский курс лекций «Физика жидкости и газов», вплоть до последних дней руководил научной работой студентов и аспирантов ФПФЭ. В

качестве председателя диссертационного совета ФПФЭ он дал путевку в большую науку очень многим аспирантам и молодым специалистам.

Большой опыт организаторской работы Юрия Георгиевича, его большие успехи в создании нового факультета были по достоинству оценены и ректором Физтеха, и в министерстве высшего образования. В 1988 году на него возлагаются обязанности проректора по учебной работе Физтеха, а в 1992 году он назначен первым проректором МФТИ. На этом посту, в тяжелое перестроечное и постперестроечное время Юрий Георгиевич сделал все возможное и невозможное для сохранения бесценного потенциала Физтеха, сохранения профессорско-преподавательского состава МФТИ, сохранения материальной базы института. В значительной степени именно его усилия, приложенные в те годы, позволили Физтеху выжить и продолжить развиваться как ведущему вузу России. В 1996 году заслуги Ю. Г. Красникова перед Физтехом на этом поприще были отмечены орденом Дружбы народов. В те же годы он избирается действительным членом Международной академии высшей школы.

Одновременно с большой организаторской работой в деканате ФАКИ, а затем и ФПФЭ, в ректорате Физтеха, преподавательской деятельностью, Юрий Георгиевич продолжает активно заниматься наукой. В 1980 году он защищает докторскую диссертацию по теории неидеальной плазмы. Его работы по проблемам построения вириального разложения уравнения состояния неидеальной плазмы делают его классиком этой науки, а его имя становится известным во всем мире среди физиков — специалистов в области физики плазмы. В настоящее время ни один обзор, ни одна книга по неидеальной плазме не обходится без упоминания его классиче-

ских работ. В последние годы Юрий Георгиевич много сделал в разработке ряда проблем гидродинамики и, в частности, в разработке приближенных методов решения уравнения Навье-Стокса, в развитии аналитических подходов к решению задачи о переходе от ламинарного течения к турбулентному.

Наука, преподавание, административные заботы никогда не мешали Юрию Георгиевичу жить очень наполненной и разносторонней жизнью. С юношеских лет он активно занимался спортом, играл в хоккей, в футбол, регулярно, буквально вплоть до начала поразившей его тяжелой болезни гонял в мини-футбол и радовался победе его команды, как третьекурснику. Жизнерадостный и остроумный человек, он всегда очень любил общаться с друзьями и учениками, которых у него было очень много. Очень бережно и заботливо относился к ним, и они всегда могли рассчитывать на его поддержку в трудную минуту. Его дом всегда был распахнут для них. Несмотря на немалые годы он был полон энергии, полон творческих планов, многим из которых теперь, увы, уже не суждено сбыться.

Со смертью Юрия Георгиевича Красникова для факультета проблем физики и энергетики, душой которого он был, закончилась целая эпоха — эпоха становления факультета. ФПФЭ повзело — родоначальник был изумительный — умный, с характером, и, как ни парадоксально, сентиментальный. Он местами ошибался, но его ошибки подчеркивали его достоинства. Он мог обмануться, но обмануть его было нельзя.

Мы всегда будем помнить этого прекрасного человека, блестящего преподавателя, замечательного ученого, который так много сделал для Физтеха, для своего родного факультета, для своей любимой кафедры, для всех нас. Пусть земля ему будет пухом.

С. А. ГОРДЮНИН, декан ФПФЭ,
А. Г. ЛЕОНОВ, заведующий
кафедрой прикладной физики

**МЫ ВЕРНУЛИСЬ?
А МЫ НИКУДА И НЕ УХОДИЛИ**

СТЭМ ФУНМ

DOUBLE CONCERT

«4 комнаты — 4 квартиры»

11 и 12 апреля в 19 часов

(лучшие новые и хорошо забытые старые вещи)

Ю. А. ВЕЛКАМ

**С 10 по 13 апреля в Центральном Доме
художника проходит ежегодная выставка
«ОБРАЗОВАНИЕ И КАРЬЕРА 2003»**

Это мероприятие традиционно привлекает большое количество участников не только из Москвы и Московской области, но и из многих регионов России. МФТИ является одним из крупных учебных заведений, представленных на ней.

Проезд: троллейбусом № 10 от ст. метро Парк Культуры одну остановку до Центрального парка культуры и отдыха имени Горького.



ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ВИЗИТНЫХ КАРТОЧЕК
И ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОЙ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Москва, ул. Рабочая, 84
Тел./факс (095) 743-2902

Адрес редакции: 141700 г. Долгопрудный, МФТИ, 201 АК, тел. 408-5122. E-mail: editor@za-nauku.mipt.ru Web: http://www.za-nauku.fizteh.ru

© «За науку». Перепечатка без соглашения с редакцией не допускается. Ссылка на «За науку» обязательна. Редактор Н. СИМОНОВА

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Печать — «Физтех-полиграф». Тираж 1000 экз.

Оригинал-макет подготовлен в редакции. Верстка — С. БОРНАЯ. Корректоры — С. БОРНАЯ.