

ЭНЕРГИЯ



Государственный
научный центр
Институт ядерной физики
им. Г.И.Будкера
№12-13, декабрь, 1995г.

ШИММУЛЬС

М.Н.Егорычев: Создание новой элементной базы полупроводниковых приборов потребовало освоения новых технологий, в частности, изготовления печатных плат (ПП). Произошло это примерно двад-

цать пять лет назад. Сначала все делалось примитивно, вручную.

А.И.Шалатонов: Первые печатные платы изготавливали самым примитивным способом в некоторых лабораториях ИЯФ в единичных экземплярах. На фольгированном текстолите печатные проводники рисовали краской, а пробельные места травили в растворе хлорного железа, что не позволяло делать большую плотность радиомонтажа и изготавливать платы в большом количестве.

По мере дальнейшего усовершенствования микросхем и радиоаппаратуры в целом появилась необходимость в изготовлении двухсторонних печатных плат с металлизацией отверстий. Эти платы уже было невозможно изготовить без специальных технологических установок. Для изготовления таких плат был организован участок, который был оборудован простыми установками, сделанными в ИЯФе.

Топологию фотооригиналов, необходимых для изготовления печатных плат, рисовали на ватмане тушью и переснимали на пленку, а затем переносили на фольгированный стеклотекстолит. Это позволило улучшить качество печатных плат. Первоначально на участке был освоен негативный метод изготовления плат с ручной сверловкой отверстий под металлизацию.

Для более прогрессивного позитивного метода необходимо было иметь аппаратуру для подготовки фотооригиналов с помощью ЭВМ и автоматическую сверловку отверстий на станке с числовым программным управлением (ЧПУ), которых в то

время в институте не было. С появлением аппаратуры и станков с ЧПУ был освоен и этот метод, который и применяется на участке до сих пор. Изменение методов изготовления ПП, их усовершенствование тре-

хо. Печатные платы, изготовленные у нас, работают и за рубежом - в ЦЕРНе и в США. Мы готовы изготовить платы самого высокого качества, нужно только применять более современные материалы, кото-

В подразделениях ИЯФ

Радиомастерская - подразделение, без которого невозможно было бы создать ни одну из ияфовских установок.

Главная тема сегодняшнего номера - жизнь радиомонтажного производства, его перспективы и проблемы.

Об этом в интервью нашему корреспонденту рассказали:

М.Н.Егорычев - начальник ЭП-2, А.И.Шалатонов - начальник участка печатных плат, С.О.Суворов - начальник радиомонтажного цеха, А.С.Медведко - заведующий лаб.б, Э.А.Купер - заведующий лаб.б-1.

Фоторепортаж В.Крюкова

бовало изготовления и приобретения нового оборудования и расширения участка.

М.Н.Егорычев: Миниатюаризация элементной базы потребовала совершенствования технологий печатных плат: более тонких линий, тонких зазоров - на одной и той же площади платы нужно было установить гораздо большее число элементов. Когда требования плотности из года в год стали возрастать и когда перестало хватать двух сторон печатной платы, начали делать многослойные ПП. Кстати, в Институте автоматике это уже было освоено немного раньше, а потом и мы, купив оборудование, освоили изготовление многослойных печатных плат. Делаем мы их неплот-

ные позволят получить такое разрешение.

Совершенствование технологии невозможно без применения более современного оборудования. За последнее время мы купили лазерный фотопостроитель, с помощью которого нам удастся получать фотшаблоны с минимальной усадкой, потому что совмещение слоев в многослойной печатной плате требует высокой точности. Использование лазерного фотопостроителя потребовало повышения квалификации сотрудников. Освоение линии по прессованию многослойных печатных плат тоже потребовало усилий со стороны наших сотрудников. Тут большая заслуга Алексея Ивановича Шалатонова. Можно было купить пресс с монтажом и настройкой за шесть миллионов, мы купили за три миллиона без настройки, сами настроили и запустили линию.

— Производство печатных плат, вероятно, считается экологически "грязным"?

М.Н.Егорычев: Есть два пути экологически чистого производства: локальная очистка - очистка каждого отдельно взятого технологического процесса, и строительство очистных сооружений. У нас сейчас не очень чистые стоки, они идут в канализацию, но за счет того, что водопотребление в институте достаточно большое, удастся в большинстве случаев остаться в рамках ПДК. Но строительство очистных сооружений слишком дорого. Менее доро-

С НОВЫМ ГОДОМ

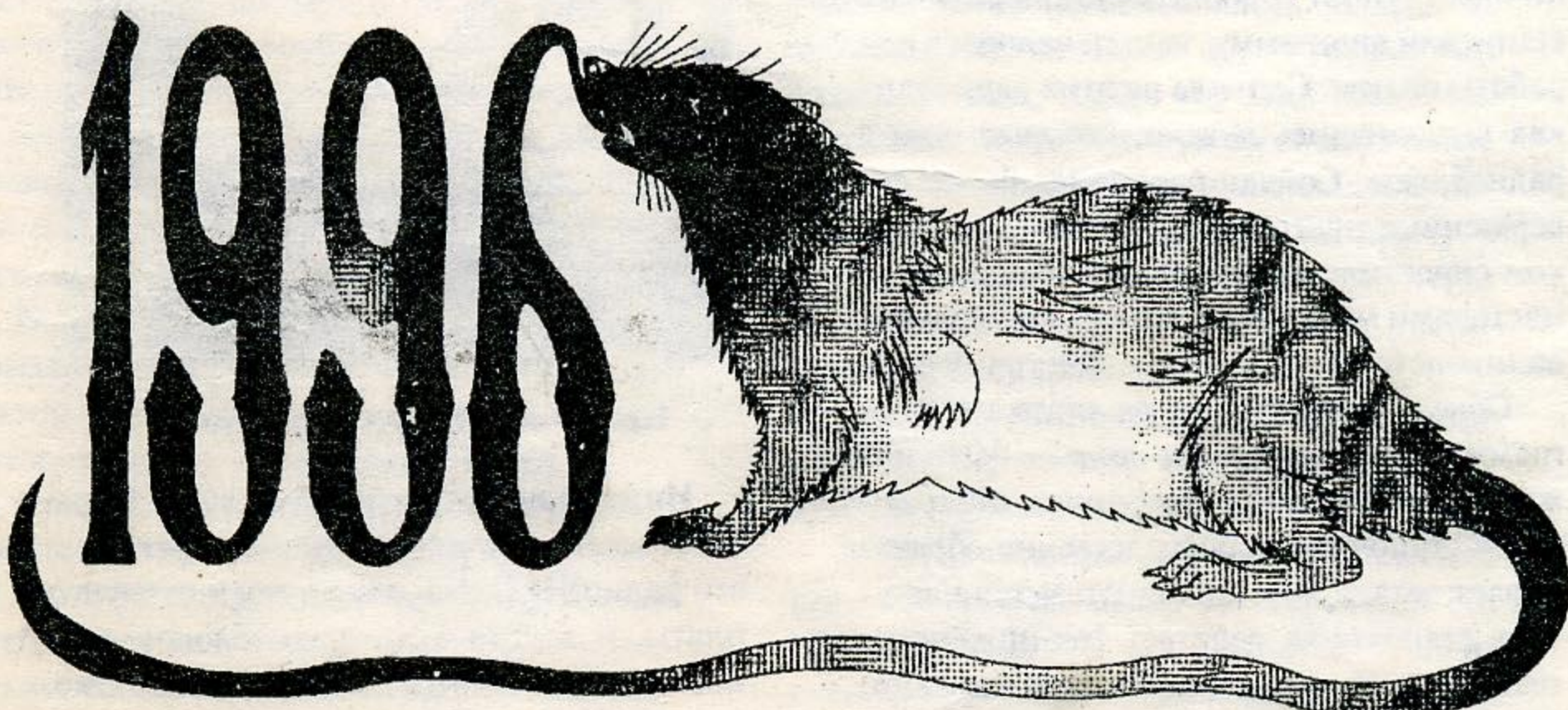


Рисунок Е.Бендера

В подразделениях ИЯФ



Гальваники участка печатных плат.

Продолжение. Начало на стр. 1

го технологического процесса, и строительство очистных сооружений. У нас сейчас не очень чистые стоки, они идут в канализацию, но за счет того, что водопотребление в институте достаточно большое,

удается в большинстве случаев остаться в рамках ПДК. Но строительство очистных сооружений слишком дорого. Менее дорогой способ — метод локальной очистки. Кстати, во всех странах предпочитают локальные очистки. Всюду правительства дотируют экологически грязные производства, если они делают локальные очистки. Металлы сейчас очень дорогие — очищенную медь, олово, кобальт стараются извлекать гальваническим способом и снова пускать в производство. Локальные очистки позволяют сделать процессы замкнутыми и, кроме того, уменьшают расход химикатов.

В последнее время нам удалось выявить самые грязные технологические точки и принять радикальные меры. Главное, что удалось сделать — это добиться безотходного производства. Год назад из Саратова привезли линию для травления печатных плат. До этого была линия устаревшей модели и очень изношенная, поэтому был большой выброс химикатов в стоки. В новой установке цикл замкнутый, позволяющий при накоплении хлорной меди возвращать ее в исходные емкости. Выбросы резко уменьшились из-за того, что более грамотно изготовлено технологическое оборудование.

А.И.Шалатонов: Раньше как было? После каждого травления (около 50 плат) литров тридцать сливали в бак, добавляли столько же воды, затем увозили и сливали все на землю. Нам это запретили, т.к. сильно загрязнялись грунтовые воды.

Сейчас есть установка, которая позво-

ляет электролитическим способом извлекать медь. Раствор очищается и чистая медь остается на катоде. Уже два года, как мы замкнули самый грязный цикл.

— Если оценить по пятибалльной системе уровень экологической загрязненности, то какую бы вы поставили оценку производству печатных плат?

М.Н.Егорычев: Где-то между тремя и четырьмя. Сейчас, правда, немного все застопорилось по той причине, что дальнейшие усилия в этом направлении требуют больших затрат.

— Производство на участке печатных плат относится к вредным для здоровья?

А.И.Шалатонов: Мы работаем с химкатами примерно пятидесяти наименований, включая много кислот, плюс аммиак. Вытяжку приходится увеличивать, значит больше шума. Конечно, стараемся поддерживать чистоту на участке, есть комната отдыха. В сравнении с другими заводами мы, конечно, отличаемся в лучшую сторону.

М.Н.Егорычев: На участке печатных плат все исполнители — женщины. Руководить таким коллективом непросто, но Алексею Ивановичу вот уже в течение многих лет это успешно удается.

А.И. Шалатонов: У нас дружный коллектив, выполняющий большой объем работы. Стаж работы на участке у всех достаточно большой — от десяти до тридцати пяти лет. И накануне Нового года хочу пожелать вам радости, счастья!

М.Н.Егорычев: Еще один ответственный участок — участок намотки. В этом году мы впервые попробовали выполнить контрактную работу, и намотчицы с честью справились со своей задачей. Все испытания образцов прошли хорошо. Из Германии приезжали представители заказчика, и они подтвердили, что качество работ их устраивает. Есть, правда, замечания по конструкции, но это все можно устранить.

К сожалению, оборудование на участке намотки тоже требует обновления. Есть станок для намотки катушек толстым проводом, но он сильно изношен. Необходим маленький станок для намотки мелких тороидальных катушек. Новое оборудование значительно облегчило бы труд намотчиц.

На участке намотки безусловный лидер Валентина Владимировна Чернякова, она бригадир, авторитет ее непререкаем. С такими людьми никто даже и не пытается спорить.

Если говорить о проблемах этого участка, то они связаны с загрузкой. Раньше мы на год вперед имели портфель заказов. А теперь, хотя количественный состав участка уменьшился, загрузить работой мы его полностью не можем — отсюда низкая за-

рабочая плата. Но избыточная мощность намоточного участка позволила без проблем выполнить контрактный заказ. За рубежом давно живут так: пришел заказ — нужно делать его быстро, затрачивая минимальное время. Если мы хотим выйти на мировой уровень, то нам нужно учиться работать в таком же режиме.

На этой площадке уже давно стояло два станка с числовым программным управлением. Наша цель была — доказать, что с помощью такого станка можно делать единичные детали и достаточно оперативно. Написали программу, нашли человека для работы на нем. Сначала на этих двух станках выполнялись детали, которые шли в радиоблоки. Сейчас появились более совершенные программы, управление станком упростилось и удастся в кооперации с мастерами механического цеха выполнять на них детали сложной конфигурации.

Обычно для работы на станке с программным управлением должен быть инженер-технолог, который пишет программы, а станочник непосредственно обрабатывает деталь. Мы поставили задачу: научить станочника работать без инженера-технолога. И сейчас у нас станочник самостоятельно составляет программу.



Намотчица Е.Ю.Пархомчик.

Инженерный центр, который дает работу всем участкам радиомастерской — это радиоКБ. Здесь создаются и печатные платы, и конструкции радиоблоков, полностью оформляется документация, по которой работают все участки, — словом, с



РадиоКБ (слева направо):

Е.В. Смелов, Е.А. Пикаревская, А.А. Хохлов, Т.Г. Митянина.

него начинается вся продукция радиомастерской. Коллектив замечательный, все выпускники НЭТИ, есть среди них и с дипломами. Своего рода показатель уровня работающих в нашем КБ инженеров: один из бывших сотрудников это-

— Давайте вспомним с чего начиналась радиомастерская.

С.О. Суворов: Примерно в 1964-65 годах, когда строился комплекс ВЭПП-2, потребовалась серийная аппаратура, и поэтому было решено расширить радиомонтажный участок. На сегодня заказчиками являются все лаборатории, кроме теоретических, а основной заказчик — шестая лаборатория и третья. Когда же начиналась программа ВЭПП-3 и ВЭПП-4, то требовалось еще большее количество электроники. Заказы распределялись между заводами и нашим участком. Было принято решение расширить радиомастерскую: в начале восьмидесятых годов число радиомонтажников доходило до сорока человек. В 1985 году нашей дирекцией было принято революционное решение — ввести сдельную систему оплаты труда. Это позволило уменьшить численность радиомонтажников.

— В чем специфика профессии радиомонтажника?

С.О. Суворов: Работа на радиомонтажном участке очень напряженная с точки зрения интенсивности труда, остроты зрения, постоянного внимания. Как показывает практика работать в таком ритме человек может до сорока лет, потом производительность падает. Коллектив обновляется постоянно, некоторые просто не выдерживают нашего темпа работы. Правда, сейчас притока молодых практически нет, но нет и утечки.

Бывает, что наших радиомонтажников приходится отдавать в лаборатории: там иногда возникают пиковые ситуации. Некоторые ребята там и приживаются.

Следует сказать, что радиомонтажный участок — самый «высокообразованный» из всего радиопроизводства: здесь больше всего ребят на рабочих местах со среднетехническим образованием.

— Что предпринимается для того, что-

это было вызвано тем, что выполнение контрактных заказов требует изготовления документации на компьютере.

Еще одно наше подразделение — так называемая, «Графика». Руководит этим небольшим женским коллективом Н.С. Биб-

бы уменьшить вредное для здоровья влияние радиомонтажного производства?

С.О. Суворов: Радиомонтажное производство связано с пайкой и по тарифной сетке относится к вредному. Приняты все меры, чтобы максимально снизить его последствия для здоровья. У каждого рабочего места есть локальная вытяжка. Санэпидстанция регулярно проводит замеры на наличие свинца, которые показывают, что его содержание меньше допустимых норм. Все новшества, предлагаемые техникой безопасности, мы стараемся внедрять.

— Появилось ли у вас за последнее время новое оборудование?

М.Н. Егорычев: Наше производство обслуживает весь институт. Мы делаем небольшие серии каких-то изделий. Оборудование, предназначенное для изготовления больших партий, нам не подходит: оно требует много времени на настройку. Для нас же главный инструмент на сегодня — это руки и голова.

Оборудование на радиомонтажном участке давно не обновлялось. А ведь за рубежом уже появились новые технологии радиомонтажа, пайки горячим воздухом. Для пайки микроплат нужны специальные увеличительные стекла, специальные паяльники. Самая большая беда, по моему, в том, что ведущие лаборатории института не ставят перед радиомонтажным участком новых технологических задач.

— На радиомонтажном производстве несколько участков. Расскажите, пожалуйста, о людях, которые там работают.

М.Н. Егорычев: Душой коллектива радиомастерской является старейший сотрудник — Валентина Петровна Елшанская. Это редкое подразделение, которое сохраняет свои традиции: до сих пор почти

го коллектива сейчас директор крупного коммерческого банка в Москве. Это было первое конструкторское подразделение, которое отказалось от кульмана, и перешло работать

на компьютер. Отчасти

ко. На каждом рабочем месте есть компьютер. Здесь изготавливают фотошаблоны, с помощью которых переносится рисунок на печатную плату. Сначала эти фотошаблоны делали на самодельном оборудовании следующим образом: на лавсане, разлинованном в клеточку, разработчики разноцветными карандашами рисовали топологию печатных плат в масштабе 4:1, а потом эту лавсановую пленку прикалывали к большой доске, внутри которой проволочные датчики. Оператор специальным датчиком вводил координаты всех точек, линий в машину. Машина, управляя специальной фотоголовкой, рисовала топологию введенной платы на фотопленке. Потом это проявляли и получали фотошаблон.

Но технология изготовления печатных плат постоянно меняется, совершенствуется. В последнее время появились программы автотрассировки, с помощью которых разработчик вводит свои требования в машину, и компьютер сам рисует топологию.



Радиомонтажники: Л.В. Суворова, И.Г. Ткачук, С.В. Белоусов.

полным составом выезжает осенью за ягодами, грибами, участвует в лыжных праздниках. Самое главное достояние нашей мастерской — это дружный коллектив.

Отлично работают наши монтажники. Если говорить о качестве их работ, то, например, большая часть монтажа рентгеновского детектора для одного из госпиталей Парижа была выполнена ими, причем, за очень короткий срок. Здесь большим авторитетом пользуется бригадир Иван Григорьевич Ткачук. Он пришел в наш институт после окончания училища. Это очень добросовестный, удивительно сноровистый человек. Ему смело можно доверить любую, самую ответственную работу: она будет выполнена в срок и с хорошим качеством.

Продолжение на стр. 7

В. Киселев

И в Индии будет сиять синхротронное излучение

с помощью ияфовских физиков

В Центре передовых технологий САТ (Индор, Индия) разрабатывается и создается специализированный накопитель электронов — источник синхротронного излучения (СИ). ИЯФ СО РАН обладает большим опытом как в области разработки и эксплуатации накопителей заряженных частиц, так и в области использования СИ, и поэтому был включен в Комплексную Долгосрочную Программу Научно-Технического Сотрудничества между Россией и Индией как базовая организация с российской стороны.

В состав источника СИ входят: микротрон-инжектор на энергию 20 МэВ, бустерный синхротрон на энергию 700 МэВ, накопительное кольцо электронов ИНДУС-1 на энергию 450 МэВ и накопительное кольцо ИНДУС-2 на энергию до 2000 МэВ. На всех этапах создания оборудования для источника СИ ИЯФ выступал в качестве консультанта, а начиная с 1994 года сотрудники института принимают непосредственное участие в запуске уже смонтированных установок, в получении пучка электронов.

В течение 1994 года, а затем в августе-октябре 1995 года, в САТе последовательно побывали сотрудники ИЯФ: Г.М.Казакевич, А.В.Филипченко, Е.Б.Левичев, В.В.Петров, А.С.Калинин, В.В.Смалюк, В.А.Киселев.

Результатом их поездок явилось то, что к ноябрю 1994 года в микротроне был получен пучок электронов с энергией 20 МэВ, длительностью до 2 мкс и током до 20 мА. Этот пучок был доведен до бустерного синхротрона, инжектирован и получен циркулирующий ток на энергии инжекции.

Время с конца 1994 года и до лета 1995

ушло у сотрудников САТ на устранение ошибок и недоделок, выявленных во время запуска микротрона и синхротрона, а также на подготовку системы питания синхротрона для ускорения пучка.

В результате совместных работ в августе-октябре 1995 года, было проведено подробное исследование параметров синхротрона с помощью пучка на энергии инжекции и получен ускоренный до энергии 480 МэВ пучок электронов с током 2 мА. Зеркало, установленное в вакуумной камере синхротрона, и телевизионная камера дали возможность, впервые в Индии, наблюдать синхротронное излучение из поворотного магнита бустера.

Успешному решению задачи получения ускоренного пучка в значительной степени способствовало и оборудование, поставленное нашим институтом для наблюдения за пучком: пикап-электроды, ИПП-32М, ФЭУ. Это оборудование продемонстрировало высокую надежность, и индийская сторона выразила готовность воспользоваться помощью ИЯФ в оснащении этой аппаратурой всего ускорительно-накопительного комплекса.

По результатам работы за 1995 год подготовлен также список предложений и замечаний, который следует реализовать для достижения проектных параметров по току в синхротроне и переходу к следующим этапам запуска источника СИ: выпуск из синхротрона и инжекция в накопительное кольцо ИНДУС-1, которые запланировано начать в 1996 году. ... Эти строки взяты из отчета о командировке и дают представление о деловой части нашего визита. А теперь о том, почему для одних хватает одной такой поездки, а другие

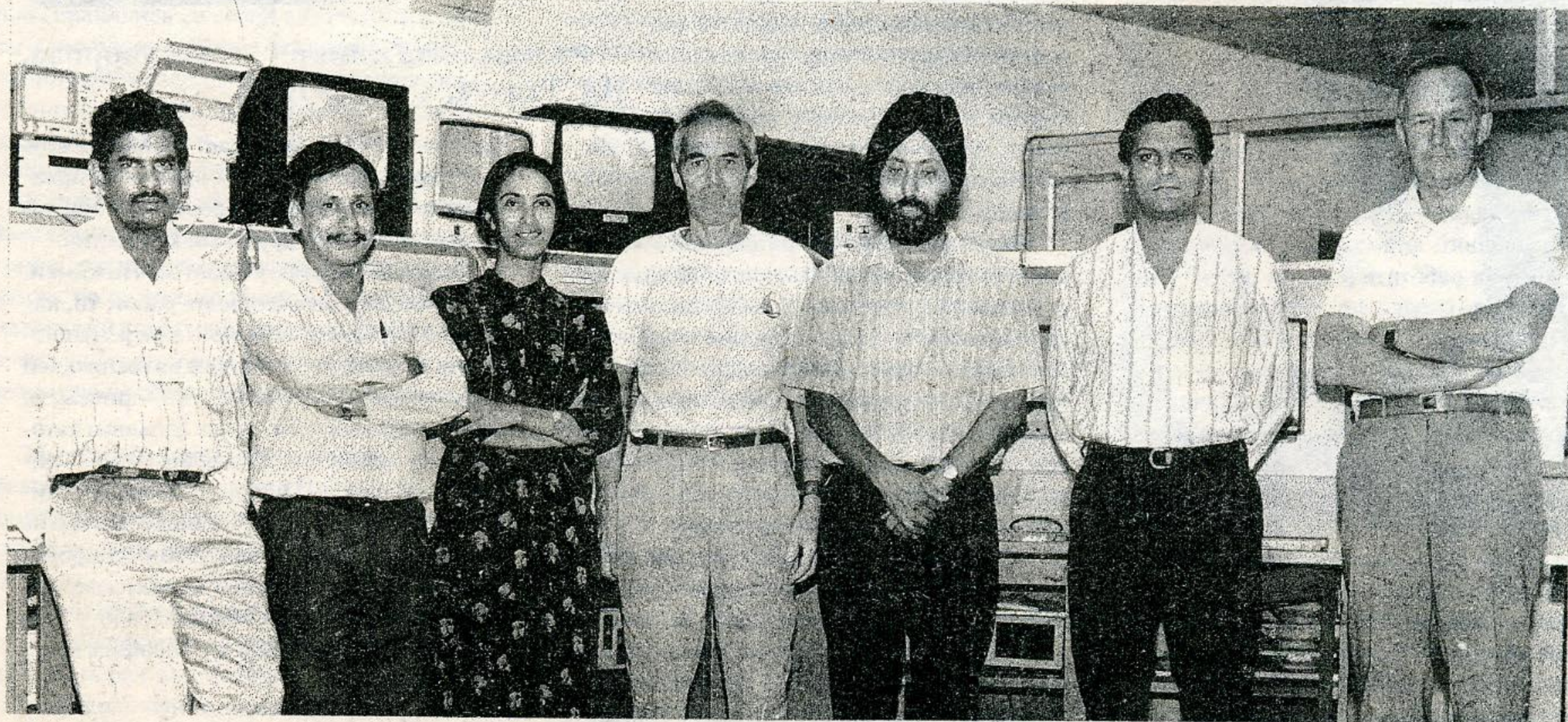
стремятся вновь и вновь вернуться сюда, чтобы все же попытаться понять эту странную страну Индию.

Первое, что испытываешь по прибытии в делийский аэропорт им. Индиры Ганди, который мог бы украсить любую столицу мира, это чувство обиды за свою державу, т.к. наш Шереметьево-2 в сравнении с ним выглядит провинциальным автовокзалом.

Непродолжительная поездка по утреннему Дели создает впечатление, что мы прибыли в небольшой, зеленый европейский городок, а гостиница, куда нас доставили, скорее напоминает уютный семейный пансионат.

Следующее впечатление связано с прогулкой по городу. Это уже известные св^Тщенные коровы на каждом шагу, но с удивлением обнаруживаешь, что и свиньи, видимо, тоже священны и давно, поскольку по внешнему виду напоминают диких кабанов. Начинаешь уже внимательнее смотреть под ноги, чтобы не вступить во что-нибудь. Потом оказывается, что проходящий рядом с дорогой канал вовсе и не арык, с прозрачной студеной водой, а канализационный сток. И все это благоухает, смешиваясь с запахом дыма от сандаловых палочек, которые курят почти около каждого магазинчика, и смога, создаваемого непрерывным потоком всевозможной техники, работающей на бензине плохого качества и плохо его усваивающей. Короче, лицам с обостренным обонянием такие нагрузки противопоказаны.

Далее вечерний перелет в Индор, шестьсот километров южнее Дели, и просыпаться в райском уголке: под окнами гуляют павлины, кругом цветущие деревья и кустарники, и создается впечатление, что



Команда физиков, принимавшая участие в запуске синхротрона.
Слева направо: Г.К.Саху, Б.Сингх, Д.Ангал, В.Петров, Г.Сингх, А.Годке, В.Киселев.



Будущее Индии.

находишься в ботаническом саду. На самом деле это территория САТа, бывшая охотничья резиденция королей, огороженная от внешнего мира колючей проволокой и тремя рядами постов безопасности. По-отделяют жилую зону, это примерно 3000 человек, от производственной: центр СИ, институт лазерной физики, мастерские.

Условия для жизни и работы идеальные. До института десять минут ходьбы, и те не всегда удается использовать для прогулки, поскольку каждый считает своим долгом подбросить тебя на своем скутере (мотороллере) или машине.

График работы напряженный: с 9 до 21. Вечером анализ полученных результатов и подготовка программы на следующий день. В условиях минимума диагностической аппаратуры приходится проявлять какую-то изобретательность, чтобы вдохнуть жизнь в машину. И, наконец, запуск синхротрона — это как рождение ребенка, и чувство удовлетворенности от своей причастности.

Живое дело, избавленность от повседневных забот, которых сейчас более чем достаточно в нашей несчастной стране, дают возможность полностью переключиться. Погружение столь полное, что недели две после возвращения, в ночных кошмарах, все еще пытаешься решать уже чужие

проблемы.

Люди спокойные, гостеприимные, доброжелательные, веселые и непосредственные, как дети, рядом с ними отогреваешься душой. Думается, что в этой бедной стране основное богатство — это их люди. Однако, по мнению самих индусов, основная их проблема — это перенаселенность. В Индии сейчас около миллиарда населения, территория размером с Якутию, плотность населения выше, чем в Японии. Попытка ограничить рождаемость, как в Китае, встретила резкий протест у населения. Правительство только рекомендует иметь не более двух детей в семье, выделяя небольшие дотации на них. Этим рекомендациям следуют только семьи с хорошим достатком. Беднейшая часть, в большинстве своем, неграмотна и считать не умеет.

К тому же женщины, как правило, не работают, выполняя свое исконное предназначение — хранительницы очага, занимаясь воспитанием детей. Может быть поэтому не перестаешь удивляться их женственности, которая удачно подчеркивается национальной одеждой — сари.

Несмотря на внешнюю простоту этой одежды, разнообразие цветов и рисунков столь велико, что практически невозможно встретить двух одинаковых сари. Впрочем, восток есть восток, и нравы там достаточно строгие. Не спешите при встрече протягивать руку женщине, можете оказаться в щекотливом положении. Касаться женщины, особенно незамужней, даже жениху, категорически запрещено.

Но что особенно восхищает, так это дети. Согреты материнским теплом, они настолько живые, лобознательные, музыкальные, что наблюдать за ними доставляло истинное удовольствие.

Роль религии очень велика, 90 процентов населения исповедуют индуизм. Отличительная особенность индуизма — доброжелательное отношение к другим религиям. Часто можно встретить храмы всех святых, где каждый, в том числе и христиа-

нин, может найти своего бога.

Основные догмы индуизма, такие как дхарма (закон), карма (воздаяние после смерти), ахинса (непричинение зла) практически полностью определяют правила жизни и законы поведения людей в обществе, формируя определенные, присущие только этой нации, черты характера.

Отсутствие всякой агрессивности, терпимое отношение к окружающей действительности исключают возможность каких-либо революционных преобразований в обществе. Преступность практически отсутствует, только в виде мелкого воровства. Правда, тлетворное влияние запада начало проникать и туда — на афишах кинотеатров появился свой Рэмбо.

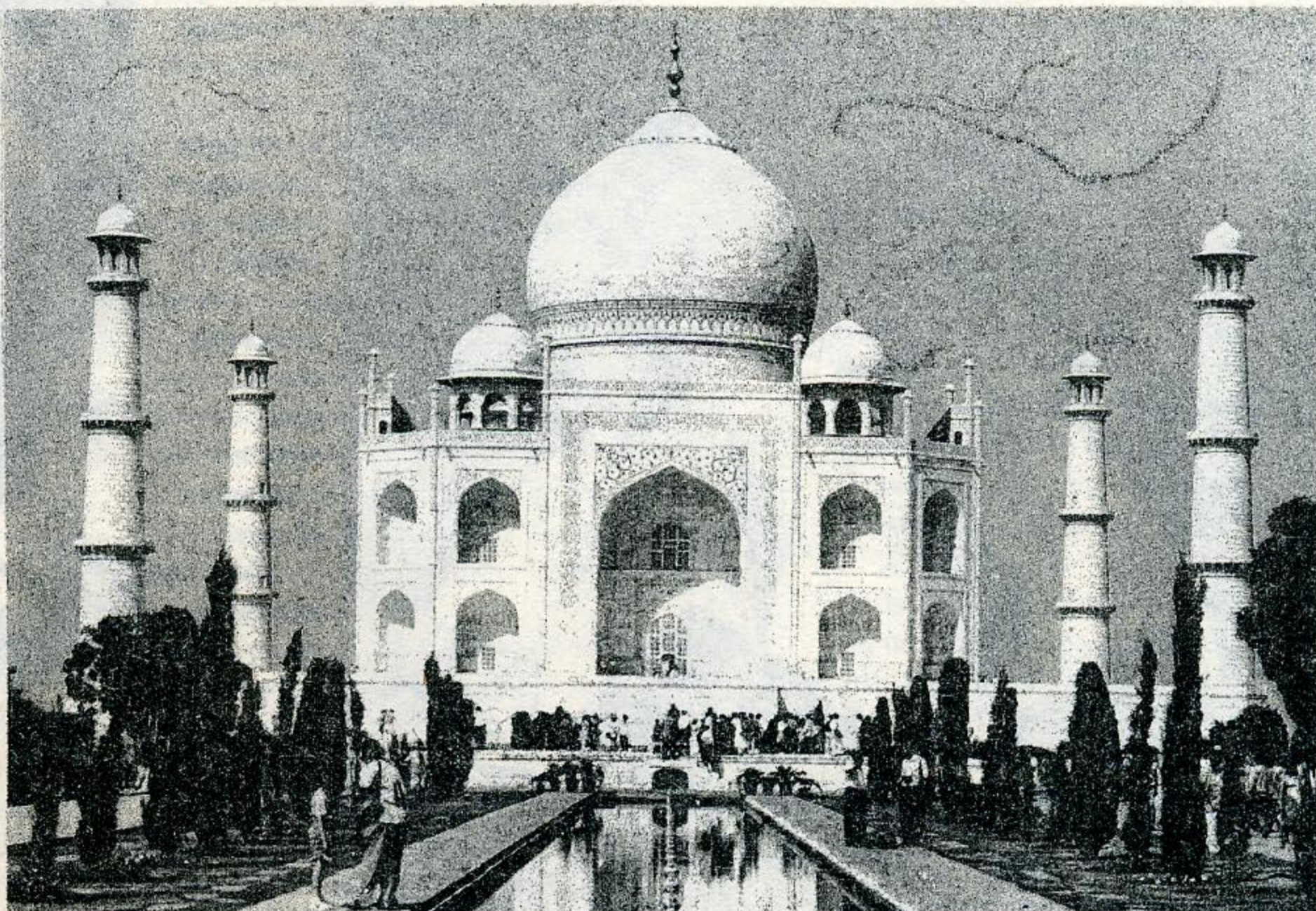
Учение о перевоплощении после смерти способствует восприятию окружающего как временного, проходящего: радуйся жизни такой, как она есть сейчас, а все проблемы завтра утром. Образ жизни скорее аскетический, большинство вегетарианцы, не курят, не пьют, эти пороки — удел беднейшей части населения.

Небрежное отношение к быту имеет и другую сторону — повсеместная грязь. Так, рядом с современным, утопающим в цветах зданием института, устроена элементарная свалка.

Умение радоваться жизни особенно ярко проявляется во время праздников, а их только официальных — 24 дня в году, в основном это дни рождения наиболее почитаемых богов. Других же божеств и святых более 200 тысяч, почти в каждой семье — свой. Нам довелось наблюдать в Дели, как отмечается Дивали — праздник света. Начиная с захода солнца в 18 часов и до рассвета в 6, это непрерывная канонада и фейерверки перед каждым домом, количество и качество которых пропорционально благосостоянию жителей дома.

Впрочем, есть и другая причина радост-

Продолжение на стр. 6



Индия без Тадж Махала (г. Агра) — то же, что Париж без Эйфелевой башни.

В. Киселев

И в Индии будет сиять синхротронное излучение

с помощью ияфовских физиков

Окончание. Начало на стр. 4

тельство собственного дома. Один закон у них неукоснительно выполняется: по достижении 60 лет ты обязан уйти на пенсию, освободить рабочее место и временно предоставленное тебе жилье.

Все мы настолько политизированы, что, попав в другую страну, начинаешь оценивать политику ее правительства, сравнивая со своим родным. У наших индийских коллег отношение к правительству нормальное: попросил как-то назвать фамилии их лидеров и после некоторого раздумья смогли вспомнить только премьер-министра Рао, и то только потому, что он однофамилец начальника мастерских. Кто же президент, несколько смутившись, сказа-

ли лишь на следующий день.

Индия считается сельскохозяйственной страной. Действительно, сельхозпродукцией она обеспечивает себя полностью, имея значительные валютные поступления за счет ее экспорта. За год снимается по два урожая. Земля является частной собственностью. Та часть ее, на которой производится сельскохозяйственная продукция, а это

2/5 территории, может быть перепродана только сельхозпроизводителю, что практически исключает возможность спекуляции ею.

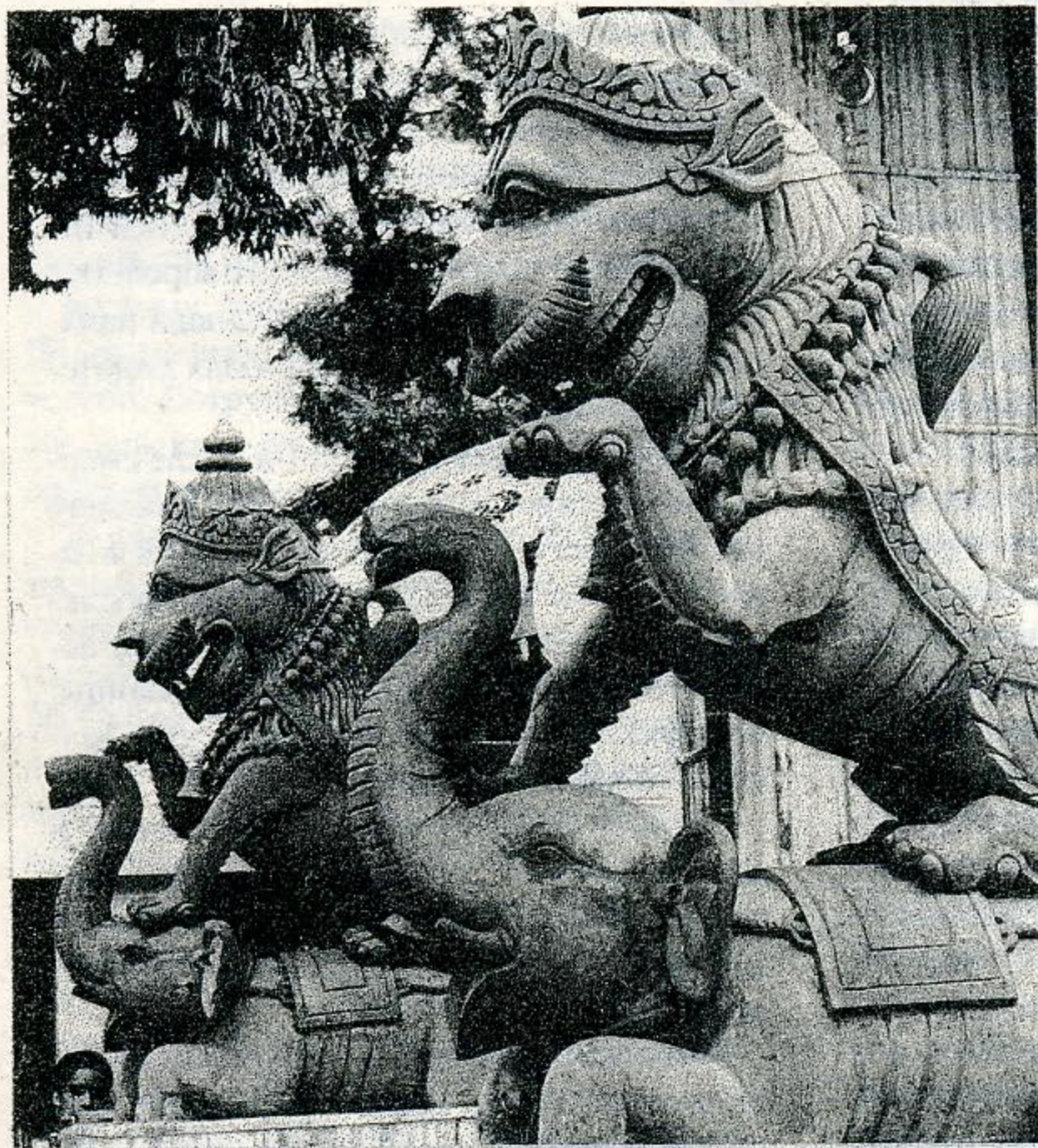
Импорт продуктов питания из других стран запрещен. Редко можно встретить "Сникерс", да и тот произведен на территории Индии, на совместном

предприятии.

Совместные предприятия являются основой и промышленного производства. Таможенные пошлины на ввозимые промышленные товары составляют 100-200%. Ставка на собственного производителя, создание дополнительных рабочих мест.

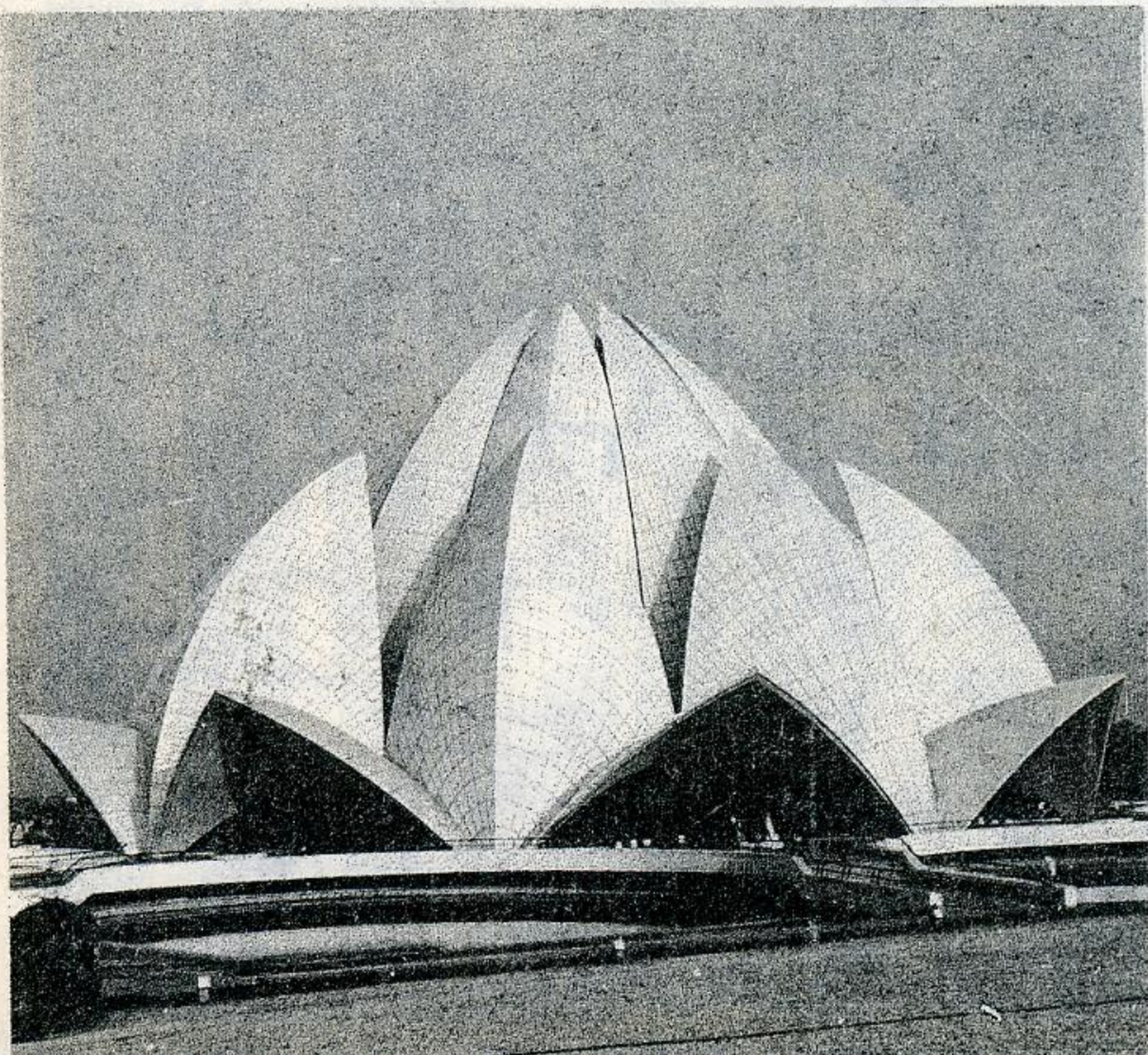
Вызывает уважение отношение правительства к науке. Несмотря на потрясающую бедность большинства населения, делаются большие валютные вложения в науку. Лаборатории САТа оснащены современными зарубежными приборами, о которых мы можем только мечтать, в мастерских - швейцарские станки. Прекрасная библиотека, хорошо теоретически подготовленный научный персонал.

Правда, качество изделий, изготавливаемых на швейцарских станках, не соответствует возможностям последних, а научный сотрудник может ошибиться на несколько порядков при элементарных оценках. Но все это временно — лишь следствие отсутствия опыта и надлежащей школы, то, что пока имеем мы и чем всегда готовы

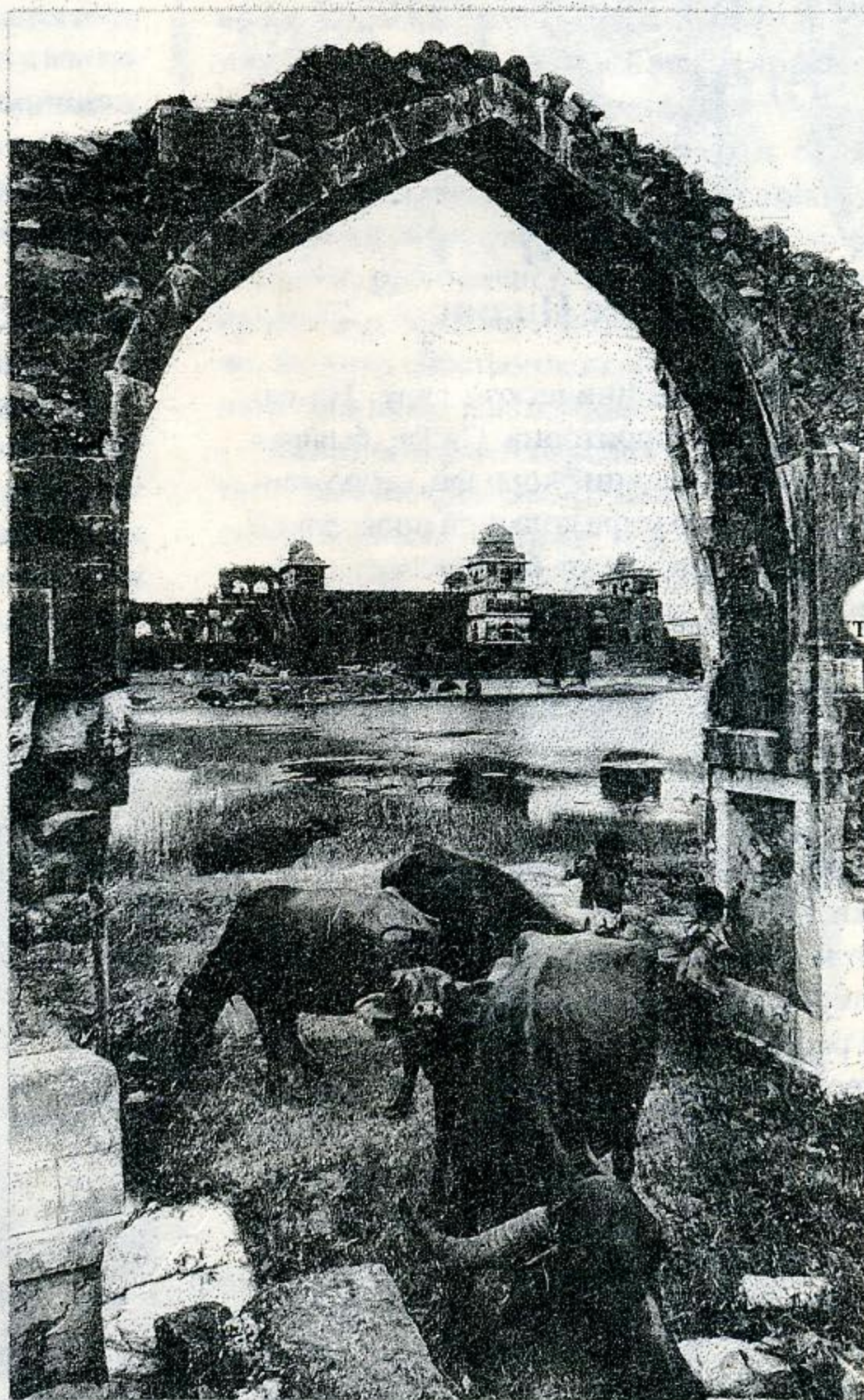


У входа в один из храмов (Дели).

ного отношения к жизни. Уровень социальной защищенности работников выше, чем у нас в 80-х годах. Сотрудника, получившего постоянную работу на государственном предприятии, практически невозможно уволить, независимо от качества его работы. Кроме того, ему гарантировано ежегодное повышение жалования. Зарплата научного сотрудника хватает не только на содержание семьи из 4-5 человек, но и на то, чтобы отложить деньги на строи-



Этот цветок Лотоса - храм религии Бахаи (Дели).



Манду - древняя столица одного из княжеств, развалины дворца.

щедро поделиться с нашими индийскими коллегами.

Фоторепортаж В.Петрова.

В подразделениях ИЯФ

Э.А.Купер: Ядерная физика, ускорители, термоядерные установки и различные электронные системы — неразрывно связанные понятия. Радиомастерская, разработка и производство электроники появились одновременно с моментом создания ИЯФ. Вначале радиомастерская имела человек 15-20 и была примитивна. Но уже в конце 60-х годов стало понятно, что технология нашего радиопроизводства, его объем не соответствуют нашим требованиям. Особенно ярко это проявилось тогда, когда делали ВЭПП-3 и подбирались к ВЭПП-4. Было очевидно, что объем электронного оборудования должен существенно возрасти. Тогда начальником радиомастерской был назначен Анатолий Иванович Бутков. С его появлением связано кардинальное изменение радиомастерской, а также становление и развитие участка печатных плат. Это был период существенного нарастания объема выпускаемой аппаратуры и качественного ее улучшения. Нельзя сказать, что наш институт был в авангарде развития электроники, но он смог значительно развить свои электронные подразделения и вполне соответствовал современным требованиям.

А.С.Медведко: Радиопроизводство — это очень большой набор технологий, причем совершенно разных. Здесь и производство печатных плат — одно из основных, здесь и химическое производство, здесь и гравировка, здесь и намотка маленьких и больших трансформаторов, здесь и монтаж большого количества деталей — от надежности каждого из соединений зависит, будет ли работать остальное.

Э.А.Купер: Пик производительности радиомастерской приходится на семидесятые-восьмидесятые годы, когда создавались ВЭПП-3 и ВЭПП-4, Сибирь-2. В то время наша радиомастерская изготавливала примерно две тысячи камаковских модулей в год, это превышало объем опытного завода.

А.С.Медведко: Для того, чтобы сделать сложную печатную плату, необходимо иметь специализированный участок, который называется участком производства фотошаблонов и сверловочных файлов для сверловки печатных плат, или как у нас его называют, участок "Графики". Этот участок создавался по инициативе М.М.Карлинера сотрудниками шестой лаборатории: А.Ф.Серовым, С.В.Кротовым и М.Н.Кондауровым, — и тоже развивался динамично. Хотя сейчас он не выглядит самым передовым, но адекватен всему остальному производству и является неотъемлемой его частью.

Э.А.Купер: Сейчас количество электронных блоков, которое изготавливается радиопроизводством, несравненно меньше, чем это было десять лет назад. Это объясняется многими причинами, прежде всего тем, что в последние годы у нас не стро-

ятся крупные установки. Кроме того, в связи с бурным развитием электроники, функциональные возможности каждого модуля резко увеличиваются и электроника уменьшается в размере. То, что раньше было целой стойкой, сейчас — один модуль. Время перед сооружением новой крупной установки электронные лаборатории стремятся потратить на то, чтобы создать новый качественный уровень. А радиомастерская должна переходить на новый технологический уровень.

А.С.Медведко: Когда говорим о масштабах геометрических, то показателем такой пример. Отдел вычислительных систем года два назад освободил от устаревших компьютеров огромный зал. А поставили маленькую "тумбочку" с компьютером, которая не только заменила все убранный, но и оказалась во много раз мощнее. Но надо понимать, что переход на новый уровень технологий требует капитальных вложений, причем, довольно больших и регулярных.

Э.А.Купер: Денег больших, конечно, нет, а желания и потребности есть. В этом и заключаются проблемы, стоящие перед радиомастерской. За малые деньги хочется купить больше и лучше. Мы не замахиваемся на вершины электронной технологии, но для дальнейшего развития необходимо иметь печатные платы высокого качества: многослойки с гарантированными соединениями там, где положено, и отсутствием замыкания там, где его не должно быть, с защитным покрытием и т.д.

— Что бы вы могли сказать о качестве печатных плат?

А.С.Медведко: Претензии к качеству печатных плат есть — это нормальная динамика жизни.

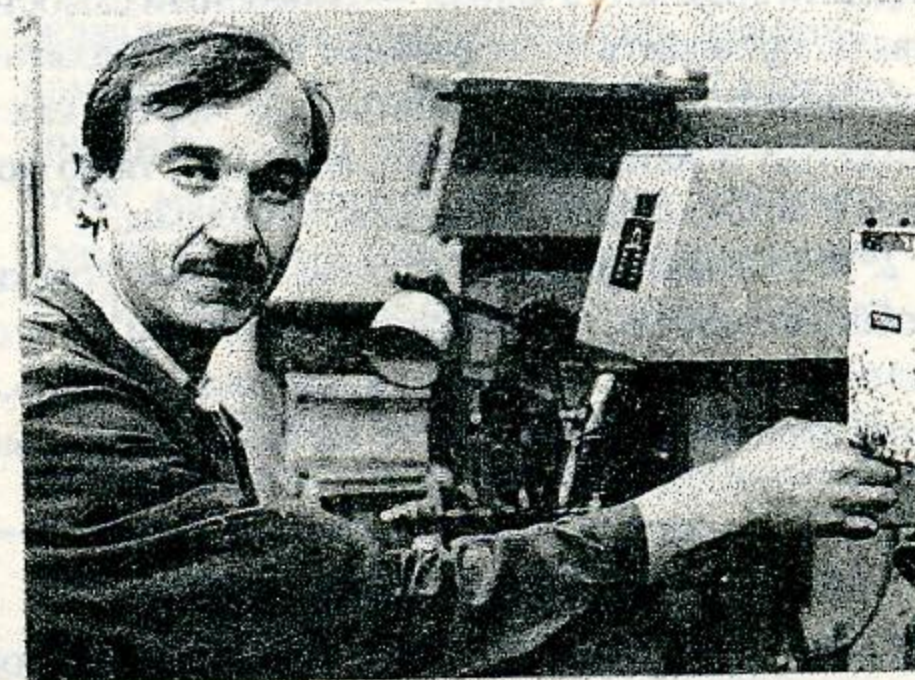
Э.А.Купер: Конечно, мы хотим, чтобы возросло качество печатных плат, чтобы сроки изготовления были разумными. Стандартную печатную плату в последние годы делали в течение двух недель, сейчас же этот срок увеличился до месяца.

А.С.Медведко: Часто это зависит не от работников радиомастерской, а от довольно сложных обстоятельств сегодняшней нашей жизни. Увеличение срока изготовления печатных плат сейчас вызвано необходимостью соблюдать экологические требования к производству. Если бы институт вложил не бог весть какие деньги в решение этих проблем, производительность снова бы возросла.

— Происходят ли какие-то позитивные изменения в технологии производства электроники в нашем институте в последнее время?

Э.А.Купер: Конечно, происходят. Так, вот уже два года у нас существует производство многослойных печатных плат. Это колоссальный труд и заметный шаг вперед. Мы благодарны А.И.Шалатову и его коллективу.

А.С.Медведко: Для повышения уровня производства многослойных печатных плат был приобретен лазер за границей. На участке "Графики" заменили устаревшие компьютеры, это тоже сыграло положительную роль — словом, ИЯФ стремится вывести радиопроизводство на современный уровень.



Слесарь А.И. Поздняков.

Э.А.Купер: Радиомастерская — производство, которое является полноправным участником в решении общих институтских задач. Это и определяет уровень взаимоотношений — деловых и дружеских, так как цель одна.

А.С.Медведко: Убедительной иллюстрацией этому является работа монтажного участка радиомастерской, руководимого С.О.Суворовым. Дело поставлено таким образом, что обратная связь между заказчиком и изготовителем существует в течение всего процесса выполнения заказа. Ошибки и разработчиков, и радиомастерской оперативно выявляются и устраняются. Очень полезным нововведением была организация экспресс-сборки электронных блоков. Монтаж осуществляется буквально за считанные дни с хорошим качеством и при минимуме исходной документации. Все это свидетельствует и о высокой квалификации работающих в радиомастерской, и о творческом, добросовестном отношении к делу ее руководства.

Э.А.Купер: Я не могу привести еще пример у нас в России, кроме нашего института, где бы так быстро можно было изготовить электронный блок, начиная от идеи принципиальной схемы, монтажной схемы, печатных плат до сборки модуля.

— А если сравнивать с зарубежными физическими центрами?

А.С.Медведко: В физических центрах на Западе нет такого мощного конгломерата, потому что там в этом нет необходимости. Там множество фирм, готовых сделать все, что нужно и в том количестве, которое требуется. Поскольку наши заводы и теперь не готовы к такой работе, то мы будем работать в нынешнем режиме еще не менее десяти лет. И поэтому перевести радиопроизводство на новый технологический уровень — это жизненная необходимость для нашего института.

Редакция "Э-И" попросила ответить на несколько вопросов молодых ученых нашего института.

1. Как по-вашему, что включает в себя понятие "молодой ученый"?
2. Какова сегодня, на Ваш взгляд, роль совета молодых ученых в нашем институте, справляется ли он со своими задачами и нужен ли вообще в нынешних условиях?
3. В чем Вы видите для себя, как молодой ученый, приоритетные задачи, считаете ли возможным их решить в сегодняшней ситуации?
4. Защита диссертации — важная веха в жизни ученого. Удовлетворяют ли Вас условия защиты диссертаций молодых ученых в сегодняшнем их варианте?
5. В достаточной ли степени защищены интересы молодых ученых в нашем институте?
6. Что бы Вы хотели пожелать себе и ИЯФу в наступающем году?

В. Якименко, лаб.5

1. Это еще молодой, но уже ученый. Молодой — до тридцати — тридцати трех лет. Ученый — способный самостоятельно организовывать, проводить исследования и представлять их результаты. Это требования, но есть специфические черты: как правило, не устроенный быт и манящий Запад, ценящий твою молодость и энергичность и незнающий жилищной проблемы.

2. Я не знаю ничего о составе и делах совета молодых ученых. Вообще я считаю, что забота о молодежи — это одна из основных задач руководства, верящего в завтрашний день. Вряд ли перепоручение этой заботы кому бы то ни было оправдано.

И. Бедный, лаб.3

1. Никто не знает, что это такое — "молодой ученый", нельзя точно указать, где начинается и где кончается. "Молодой" подразумевает наличие учителей, старших, "ученый" — то, что человек занимается наукой и, наверное, любит свое дело.

2. К сожалению, ничего о совете молодых ученых сказать не могу, так как никаких проявлений его деятельности не наблюдаю, и есть ли он вообще? То, что нечто подобное нам необходимо — совершенно ясно. И, конечно же, никоим образом нельзя заниматься реанимацией всяких комитетов с их обзаводкой и официозом. Свобода, информация, выбор (вместо насущного "деньги, деньги, деньги") — три основные цели и задачи для совета.

Свобода — изменение отношений работодатель-работник в пользу работника, истинная контрактная система выполнения работ, с конкретными сроками, правилами поведения обеих сторон и конкретными деньгами.

Информация — человек должен знать, для чего он работает, знать, как и для чего работают другие (и здесь нашей уважаемой

С.Ганжур, лаб.3-2

1. Понятие "молодой ученый" включает в себя, на мой взгляд, не только возраст, но и особый статус молодого человека. Прежде всего, это человек, который находится в "стадии" подготовки к защите диссертации. И поэтому, разумеется, он заслуживает к себе особого внимания со стороны руководителей и тех сотрудников, которые уже защитились. Несомненно, любой молодой ученый должен с самого начала работы в институте знать тему своей диссертации, а также условия, которые негласно действуют и необходимы для допуска к защите. Такая постановка вопроса, очевидно, будет приносить пользу как самому физическому, так и всему институту.

2. Роль совета молодых ученых заключается в том, чтобы способствовать защите молодых ученых: согласовать тему диссертации и те условия, при которых молодой человек будет допущен к защите ученым советом института. В функции этого совета должно входить также проведение различных конкурсов и поощрение победителей (поездки на различные физические школы). Совет молодых ученых в нынешних условиях, когда каждый старается "выжить" самостоятельно, просто необходим. Нынешний совет старается решать многие задачи, но, конечно, необходимо усилить его работу.

3. Основной моей задачей сейчас является работа над диссертацией, хотя, наверное, эта работа как-то уже ведется. Очень хотелось бы знать конкретную тему и условия, при которых я был бы допущен к защите. Эти проблемы, я думаю, можно решить в сегодняшней ситуации, но для этого нужно организованно представить всем молодым ученым темы кандидатских диссертаций. Т.е. провести конкретную работу, на которую, похоже, ни у кого нет времени.

4. Всегда считалось в нашем институте, что диссертация должна

3. Мне бы хотелось подтвердить свою квалификацию участием в запуске современных ускорителей. Некая надежда в осуществлении этого здесь появилась в последнее время.

4. Сегодняшняя процедура защиты диссертации, на мой взгляд, сильно формализована и у меня ассоциируется с конвейером. В процессе подготовки диссертации было живое участие со стороны старших товарищей, которое было очень приятно.

5. Всегда хочется большего, а сравнивать мне не с чем.

6. Стабильности и большей сплоченности лабораторий. Так, взаимодействие ускорительных лабораторий внутри института порой менее тесное, чем с зарубежными коллегами. Одной и той же темой могут независимо заниматься несколько групп одновременно.

малотиражки не хватает). Семинары, лекции, публикации, поездки и т.п. — большое поле для деятельности.

Выбор — нельзя все сводить к дилемме: "либо ты занимаешься ЭТОЙ работой, либо ты оказываешься вне науки". Есть целый ряд приоритетных задач — и каждый волен выбирать.

3. Работать и пытаться в рамках существующих эпохальных и многолетних проектов (КЕДР, например) получить, пусть небольшой, но результат уже сегодня, а не через 10-15 лет.

4. Если говорить о неофициальных правилах, то трудно согласиться с существованием какой-то эфемерной "очереди", когда более молодые должны дожидаться защиты своих старших коллег. Это просто глупо и с этим надо бороться.

5. Абсолютно не защищены. Больше чем сочувствие в наше время найти трудно, и это еще раз доказывает необходимость реально действующего совета молодых ученых.

6. Себе и институту — более трезвого понимания возникающих проблем, которые надо решать до того, как они становятся "насухными". И всем - немного удачи!

быть посвящена физической задаче, и это, в общем-то, вполне оправданно, так как уровень наших кандидатов в мире очень высок. Но в настоящее время (в связи с экономическими трудностями), когда средний возраст кандидата около 35 лет, было бы желательно снизить "планку" и позволить защищаться по методическим работам, которые тоже выполняются на очень высоком уровне.

5. Интересы молодого ученого заключаются прежде всего в том, чтобы человек знал, над чем он работает, и понимал цель своей деятельности. Среди выпускников университета 1993 года (мой выпуск) только единицы смутно представляют тему своей будущей диссертации. И поэтому очень хотелось бы, чтобы наше руководство нашло время обсудить этот вопрос. Также для молодых ученых в подавляющем большинстве стоит на первом месте жилищный вопрос. Было бы желательным рассматривать эту проблему для молодых ученых отдельно. Ну, и конечно же, вопрос о зарплате, но это проблема всех сотрудников. Нужно отдельно рассматривать и вопрос о заграничных командировках молодых ученых, так как не всем удается ездить даже на школы. А это является основным источником существования.

6. Решения следующих проблем:

защита диссертации или хотя бы утверждение темы;

улучшение жилищных условий молодых ученых;

уровень зарплаты не должен снижаться;

несмотря ни на что ИЯФ должен строить физические установки и проводить эксперименты. Решение этой проблемы находится в прямой зависимости от первых трех.

Жизнь в институте зависит от каждого из нас

8 декабря в конференц-зале состоялась профсоюзная конференция нашего института.

Предлагаем вашему вниманию отчетный доклад (в изложении) председателя профкома В.В.Широкова.

На 14 ноября 1995 года в институте числится 2804 сотрудника, средний возраст 45 лет, по возрастным градациям: максимум сотрудников приходится на возраст от 40 до 60 лет, доля сотрудников от 50 до 60 лет составляет 27,9 процента от общего числа сотрудников. По рабочим: 29,7 процента рабочих (около 50 процентов от числа сотрудников) в возрасте от 50 до 60 лет. Научные сотрудники — около 20 процентов от общего числа равномерно распределены от 20 до 60 лет со слабым превышением в диапазоне от 20 до 30 лет (26,2 процента). ИТР около 20 процентов от общего числа равномерно распределены от 30 до 60 лет с превышением в диапазоне от 30 до 40 — 32 процента. АУП и служащие — 10 процентов (распределены по возрасту равномерно). 670 женщин, на учете 2000 детей (те, которые не получают в институте стипендий, зарплат в силу возраста), 400 ветеранов, состоящих на профсоюзном учете, 58 многодетных, матерей-одиночек, отцов-одиночек. Согласно справке из ПФО СО РАН за девять месяцев текущего года наша средняя зарплата превышала в одинаковой методике исчисления среднюю зарплату научных учреждений СО РАН на 16,7 процента. За ноябрь она составила 660 тысяч рублей. Зарплатная часть бюджета института составляет сейчас около 50 процентов. Дальнейшее процентное ее увеличение опасно и может привести институт к упадку. Это положение обсуждалось на совете, дирекции, многократно высказывалось, в том числе и на последней встрече дирекции с коллективом института. Поэтому в своей деятельности профком должен был обращать внимание и на вопросы уменьшения расходной части бюджета института (кроме зарплаты). Это прежде всего — вопросы экономии и хищений. По вопросу экономии профкомом совместно с советом председателей было принято решение опросить коллектив. Была выделена достаточно большая сумма денег за лучшее предложение по экономии расходной части бюджета. Поступило два конкретных предложения: экономия тепла за счет сокращения потребления по субботам и воскресеньям и сокращение дотаций на столовую вследствие уменьшения ее посещаемости. Первое предложение оказалось в русле работы, проводимой администрацией по экономии энергоресурсов.

После установки расходомеров ежемесячная экономия в оплате составляет по данным главного энергетика 40 процентов по сравнению с оплатой без расходомеров. Вопрос сокращения потребления тепла в выходные дни снят жизнью.

Второе предложение привело к переговорам с администрацией столовой и УР-Сом. Сейчас в столовой есть комплексные обеды по 3 тысячи рублей, мясо закупается по 8 тысяч рублей, идет работа по расши-

рению количества предлагаемых услуг и их удешевлению.

Хищения в институте выросли в большую проблему. В ее обсуждении профком принимал достаточно активное участие. (В выступлении начальника отдела охраны С.Н. Цыганова были приведены следующие цифры: в течение 1995 года в нашем институте официально зафиксировано хищений на сумму 220 млн рублей, это значит, что у каждого сотрудника ИЯФ за год украли 80 тысяч рублей).

На заседаниях профкома также рассматривались следующие вопросы.

1. Состояние здравоохранения в ИЯФ — заслушивался доклад заведующего здравпунктом Ю.Б.Юрченко, и следствием этого доклада стало то, что руководство института сочло необходимым приобрести новый дорогой электрокардиограф и выделить еще одну ставку массажиста. Курс лечения в РОКе прошли в 1995 году 1950 человек, ежедневно здесь бывают 250 человек.

2. Подготовка к колдоговору 1995-1997 гг. Выполнение мероприятий, внесенных в колдоговор, идет в хорошем темпе. Есть уже результаты, например, начал работать буфет в главном корпусе.

3. Работа базы отдыха "Разлив". Стоимость путевки для сотрудников, а особенно для их детей, была в ИЯФ самой низкой среди организаций района при примерно одинаковом питании и услугах. Низкая себестоимость путевки во многом определена благодаря умелой работе сотрудников отдела социального развития института, постоянной заинтересованной помощи со стороны служб института и их руководителей: заместителя директора Н.А.Завадского и главного инженера В.Е.Пелеганчука. Число отдохнувших (в человеко-днях) — 2716, а детей — 2865. (Благодаря проведенным профкомом переговорам с руководством областного и районного отделов социального страхования на дотации детям, отдохнувшим в "Разливе", получено 44 млн рублей, что составило примерно 1/3 общих трат по "Разливу", и для детей было организовано 4-х разовое питание). От коллектива института необходимо передать благодарность всему обслуживающему персоналу и сотрудникам, участвовавшим в подготовке базы. В следующем году число мест увеличится со 113 до 133.

4. Проведение картофельной кампании 1995 года. Не решены вопросы: нужны ли дополнительные траты, связанные с желанием отдельных подразделений сажать картошку на любившихся полях, а также с подготовкой полей в разных местах и их охраной. Предложения принимаются.

5. Два раза в год обсуждается состояние дел в столовой, магазинах, на лыжной базе. С заведующей столовой было найдено взаимопонимание и работа столовой меняется. А с магазинами пока не удается улуч-

шить ситуацию, несмотря на регулярные проверки. Один из магазинов уже заменен, сейчас обсуждается вопрос о замене второго. Всем видны улучшения в работе лыжной базы.

6. С представителем страховой компании "Сибатоммед" обсуждались принципы обязательного страхования.

7. Организован прокат профсоюзного имущества. Пока в прокате семь палаток.

8. В мае 1995 года было организовано торжественное заседание и вечер к 50-летию Победы для ветеранов войны, труда нашего института. Дирекция института оказала материальную помощь участникам войны и работникам тыла. Профком организационно участвовал в подготовке этого мероприятия и вложил довольно большую сумму денег. Среди сотрудников ИЯФ сбор денег организовали члены КПРФ.

9. По инициативе профкома дирекция института оказала материальную помощь к началу учебного года родителям первоклассников и матерям-одиночкам, имеющим детей школьного возраста.

Выписки из решений профкома регулярно вывешиваются на доске объявлений профкома.

Работа комиссий профкома:

Жилищная комиссия (Ю.Н.Юдин): число сотрудников, нуждающихся в улучшении и получении жилья, составляет примерно 650 человек. Семь человек улучшили в 1995 году свои жилищные условия, причем, в этом году при первоначальном получении жилья кредит не предоставлялся. В 1993-95 гг. 66 человек получили кредит на покупку жилья, общая сумма кредита 307 583,95 долларов. К октябрю 1995 года остаток долга 166 276,57 доллара.

Члены бытовой комиссии (С.П.Агалаков) привлекались главным образом к организации и проведению картофельной кампании.

Работа комиссии по охране труда и технике безопасности (В.А.Капитонов) больше связана с выполнением колдоговора. В 1995 году в институте зарегистрировано два несчастных случая: травма руки с потерей трудоспособности на 34 дня и случай со смертельным исходом.

Активно работает детская комиссия (Р.П.Зоткин). Запомнился праздник детского рисунка, на котором побывало более 350 детей, а в выставке участвовало 220 ребятишек. В лагере "Солнечный" отдохнуло 54 человека, на б/о "Разлив" (без родителей) — 115 человек. Подготовлено 2500 новогодних подарков, будет организован бесплатный утренник для дошкольников и младших школьников. Решено 10% путевок из соцстраха выделять для использования в санатории "Мать и дитя".

Комиссия соцстраха (Г.Н.Хлестова): в 1994 году отдохнули в санаториях, профилакториях и домах отдыха 53 человека, на начало ноября 1995 года уже 75 человек. Диетпитание получили в начале года 100 человек, в конце — 140, т.е. все, кому это показано. На ноябрь все желающие подлечиться в санатории смогли это сделать. Очереди не было.

Борис Салтыков, министр наук и технической политики РФ.

Выставка достижений Государственных научных центров по многим параметрам — особенная. Прежде всего она наглядно доказывает, что слухи о кончине российской науки слишком преувеличены. Да, она действительно переживает тяжелые времена, и перед многими институтами стоит не надуманный, а реальный вопрос: быть или не быть. Да, зарплата ученых пока постыдно низка. Да, не хватает оборудования, нет средств на ремонт, обновление зданий. Да, практически у всех огромные долги за коммунальные услуги. Да, некоторые уезжают за границу...

Но ведь большая часть наших ученых продолжает работать. И как работать! Российская наука не устает изумлять мир своими великолепными достижениями. И именно это, как ничто другое,

вселяет уверенность, что у России — великое будущее.

Мы знаем, что истощаются запасы нефти, газа, руды, леса, которыми мы пока торгуем. Но остается главный и возобновляемый ресурс России — ум и изобретательность ее ученых. Если в течение 70 лет мы смогли противостоять всему миру, то в основном благодаря этому. И именно благодаря своему интеллектуальному богатству Россия возродится.

Сегодня на этой выставке ГНЦ, охватывающей лишь часть достижений нашей науки, я хотел бы низко поклониться всем, кто вопреки трудностям честно служит российской науке. Нам надо продолжать работать ради наших детей, ради будущего России, положение которой в нынешнем мире во многом будет определяться успехами ее ученых, лучших ее научных институтов.

Российская наука жива — это подтвердила недавняя выставка ГНЦ

С 14 по 25 ноября в Москве проходила выставка достижений Государственных научных центров (ГНЦ) России. Она работала во Всероссийском институте авиационных материалов. С экспозицией нашего института гостей познакомили В.Ф.Туркин и В.А.Горбунов. Наш корреспондент попросил Вячеслава Федоровича Туркина поделиться впечатлениями.

— Что это была за выставка и какова ее цель?

— Четыре года назад Миннауки выдвинуло идею селективной поддержки наиболее значимых центров науки. Сначала было организовано тридцать центров, спустя некоторое время — еще тридцать. Мы попали во вторую очередь. Всего сейчас числится шестьдесят один государственный научный центр. Выставка, в которой участвовал и наш институт, была организована ассоциацией Государственных научных центров. Эта ассоциация задумана как своего рода некий клуб директоров, ее основной задачей является обмен информацией между центрами, помощь в вопросах рекламы, маркетинга, защиты прав научных центров в соответствии с различными указами. Например, мы еще платим по полной стоимости за электроэнергию, хотя есть указ, по которому таким институтам, как наш, предоставляются льготы.

Ассоциация и организовала выставку, о которой идет речь, из бюджета Миннауки. И это довольно дорогое, замечу, мероприятие. Это первая выставка, и рассматривалась она как генеральная репетиция перед следующей, которая будет носить отчетный характер, и пройдет в июне следующего года в Петербурге.

Если говорить о структуре этих центров, — то это, главным образом, крупные оборонные центры, из Академии наук было представлено всего семь центров. Из Новосибирска было четыре ГНЦ — ИЯФ, Институт катализа, «Вектор» и Институт физики прочности и материаловедения. Лучшее всех была представлена, на мой взгляд, авиационно-космическая отрасль: яркие стенды, действующие макеты. Мы тоже выглядели неплохо, т.к. были плакаты, макеты, материалы и видеофильмы. Плакаты мы вывезли отсюда, макеты взяли на ЗВИ? — они привлекали всеобщее внимание. Правда, места было мало: нам досталось всего 15 квадратных метров.

— Кто из гостей высокого ранга побывал на выставке?

Выставка привлекла очень большое внимание, было много прессы, телевидения. Многие высокопоставленные чиновники посетили ее и были удивлены — оказывается, российские ученые много чего

умеют. Вначале был министр науки и технической политики Б.Салтыков, довольно подробно ознакомился со всеми стендами и провел там очень много времени. Были С.А.Филатов, О.Н.Сосковец, Н.Н.Гончар и В.С.Черномырдин, который пробыл весь день, а в конце провел пресс-конференцию. Смысл его выступления состоял в следующем: фундаментальную науку надо поддерживать, выставка убедила его в том, что в бюджете на 1996 год затраты на науку должны составить 3%, это больше намеченного; для учреждений науки нужно добиваться льготного режима, например, по электроэнергии; необходимо содействовать тому, чтобы молодые специалисты освобождались от армии. Это заявление премьера вызвало всеобщее удовлетворение. Состоялась пресс-конференция с участием кандидатов в депутаты Госдумы. Все вышеназванные гости были и на нашем стенде. Что вызывало интерес? Главным образом макеты, а вопросы касались в большей степени, прикладных работ. И традиционный вопрос: «Что это тут у Вас трещит?». (Про макет ЭЛВ). Стенды по водоочистке и по полимеризации ленточных изделий на основе промышленного ускорителя производили серьезное впечатление.

Мы обращали внимание всех гостей на прибор Хабахпашева (ЦРУ), и его характеристики вызывали большой интерес, в частности, много вопросов задавал по этой установке В.С.Черномырдин. Много было разговоров около графика, отражающего стабильный рост числа научных сотрудников ИЯФ в течение последних нескольких лет.

— Экспонаты на ИЯФовском стенде представляли главным образом прикладные работы?

— Мы всем рассказывали про наш институт, его структуру, основные виды деятельности. Всего было подготовлено шестнадцать плакатов. Из них прикладным темам было отведено три плаката, а остальная информация касалась фундаментальных исследований.

— А в целом на выставке какие экспонаты преобладали?

— Экспонаты были самые различные. Некоторые центры представили только

плакаты, но у большинства все-таки были изделия или макеты.

— Опыт участия в таких выставках полезен?

— Не участвовать в этой выставке было нельзя, так как это была некая отчетность. Статус Государственного научного центра присваивается на два года, и если он нам дорог, за него нужно бороться. В следующей выставке мы обязательно должны участвовать, учитывая, конечно, этот опыт.

— Удалось ли установить какие-то деловые контакты, найти потенциальных заказчиков для ИЯФа?

— Выставка была полужакрытой. Там была пропускная система, спрашивали удостоверения личности, есть ли приглашение, выясняли, кто к кому идет. Но гостей было довольно много, в том числе и иностранных, информации было достаточно и на стендах, и из наших слов, были буклеты института (их даже не хватило), разобрали даже годовые отчеты (их было штук десять). Но выставка носила некоммерческий характер. Может быть потом, если кого-то заинтересовала наша информация, появятся предложения. Более коммерческий характер будет носить выставка ГНЦ в Петербурге.

— Что из экспонатов запомнилось больше всего вам лично?

— Очень интересные экспонаты были на аэрокосмических стендах, в частности, двигатель на водороде, который достигает семнадцати скоростей звуков. На базе этого двигателя предложен сверхзвуковой самолет и был даже представлен макет этого самолета из дерева.

И еще мне, как автолюбителю, понравился аксиальный двигатель (разработка НАМИ). У него камера сгорания регулируется в зависимости от нагрузки, т.е. двигатель работает при постоянных оборотах, а меняется объем камеры сгорания. Это позволяет работать в наиболее экономичном режиме: т.к. основные потери происходят в переходных режимах. Было изготовлено три таких движка. Один движок стоял на УАЗе, некоторые замминистры поездили и с восторгом об этом рассказывали. Этот макет привлекал всеобщее внимание.

В. Пиндурин

Рентгеновская литография в ИЯФ

(размышления у порога 1996 года)

Конец рентгеновской литографии

У многих наших сотрудников рентгеновская литография в ИЯФ ассоциируется с новосибирским предприятием НПП ВОСТОК, а если быть более точным, то с "восточными" женщинами — сотрудницами ВОСТОКа, которые основную часть времени проводили в ИЯФ. И когда ВОСТОК оказался в трудном положении (как и большинство российских предприятий электронной промышленности) и начал сворачивать свои работы по рентгенолитографии, то многие ИЯФовцы искренне недоумевали — о какой рентгеновской литографии в ИЯФ может идти речь — ведь "восточные" женщины исчезли? Справедливости ради нужно сказать, что ИЯФовские женщины ничуть не хуже "восточных", поэтому последний аргумент не может рассматриваться серьезно. А судьба же "восточных" сложилась по-разному: кто-то просто вышел замуж, кто-то перешел в ИЯФ, а некоторые стали поднимать на должный международный уровень рентгеновскую литографию в США.

Тем не менее, в недоумении ИЯФовцев есть и определенная доля истины. Первоначальная задача состояла в разработке новой технологии для массового производства сверхбольших интегральных схем с размерами элементов 1 микрон и меньше, и рентгеновская литография на синхротронном излучении (СИ) являлась одним из ключевых моментов этой технологии. В конце 70-х и начале 80-х годов это были очень хорошие параметры, которые, как считалось, невозможно достичь с помощью стандартной фотолитографии из-за дифракционных ограничений. Для сравнения, можно напомнить, что в то время микросхемы массового выпуска имели размеры элементов порядка 5 мкм, и ограниченными сериями выпускались микросхемы с размерами элементов порядка 2 мкм. Вполне естественно, что основными заказчиками и исполнителями работ были министерство и предприятия электронной промышленности (не без направляющей и участвующей роли ИЯФа, разумеется). Ведущими организациями в стране, в частности, в рентгенолитографии являлись зеленградский институт физических проблем (НИИФП) и новосибирское предпри-

ятие ВОСТОК. И даже сейчас, оглядываясь на много лет назад, трудно отделаться от ощущения, что столь глобальная задача, по крайней мере, в части рентгенолитографии, принципиально решалась правильно, грамотно и комплексно, а по многим пунктам, и сейчас это видно отчетливее, даже опережала ведущие зарубежные страны (субъективное мнение автора не обязательно отражает официальную точку зрения, тем более, что автор был задействован лишь в небольшой части этих работ, и разработка этой комплексной программы — не его заслуга, так что это, скорее, взгляд со стороны). Но известно, что пророков в своем отечестве нет, и то, что эта программа не была реализована до конца, вызывает лишь чувство горечи.

Грянувшая перестройка и последовавший за ней развал промышленности, что особенно коснулось предприятий микроэлектроники, привели фактически к полному свертыванию работ в этом направлении в стране. Предприятия сейчас озабочены вопросами элементарного выживания, а не разработками каких-то новых перспективных технологий будущего, о котором никто не знает, будет оно, это будущее, или нет. Кроме того, первоначальная задача оказалась не столь простой и не решена до сих пор в полном объеме и в мире. Хотя ряд фирм и государственных центров, особенно в США и Японии, занимаются этой задачей, и с помощью рентгенолитографии уже продемонстрировано изготовление действующих прототипов микросхем с субмикронными размерами элементов, тем не менее, не известны примеры, чтобы кто-нибудь уже выпускал на рынок микросхемы, изготовленные методом рентгенолитографии.

Другим важным моментом за прошедшие годы явился существенный прогресс в развитии обычной фотолитографической техники. Уже продемонстрировано на лабораторном уровне, что с помощью фотолитографии можно изготавливать элементы с размерами до 0.3-0.35 мкм. Никого уже не удивляют микросхемы памяти на 16 и 64 Мбита, и утверждается, что микросхемы 256 Мбит также уже вышли на рынок. И все эти микросхемы изготавливаются методом фотолитографии, хотя и с некоторыми ухищрениями. В настоящее время считается, что микросхемы 0.5 Гбита будут также изготовлены фотолитографически-

ми методами, а вот микросхемы на 1 Гбит — это уже удел рентгеновской литографии. Таким образом, получается, что в настоящее время имеет смысл говорить о рентгеновской литографии для производства микросхем уже с размерами элементов порядка 0.1 мкм, то есть рентгенолитография сейчас должна обеспечивать решение задачи примерно на порядок более сложной, чем это предполагалось около 20 лет назад. По-видимому, перечисленными причинами можно как-то объяснить и несколько затихший интерес и в мире к рентгенолитографии (в применении к микроэлектронике), хотя известно, что ряд фирм, особенно в США и Японии, продолжают заниматься этими вопросами, и для этого они даже приобретают или сами строят компактные накопители. Если можно так выразиться, то рентгенолитография, в основном, с научно-технологического ушла на "фирменный" уровень. Но фирмы, как правило, не любят делиться информацией о своих ведущихся работах, и трудно сейчас сказать, насколько близки они к выпуску реальных микросхем.

Ясно, что изготовление микросхем в 1 Гбит памяти, кроме вопросов рентгеновской литографии, включает целый комплекс других вопросов и проблем, многие из которых ничуть не менее сложны. Вполне очевидно также, что ИЯФ не может взваливать на себя решение этой задачи в комплексе. Более того, в настоящее время в силу экономических и других причин вообще не видно организации в России, которая могла бы скоординировать все усилия в этой области и потянуть на себе решение столь глобальной задачи. Видны, правда, и не столь сложные задачи, например, изготовление СВЧ транзисторов с длиной затвора до 0.2 мкм или приборов на основе ПАВ-структур. Эта возможность продемонстрирована и в мире, да и здесь, в сибирском регионе. Даже в перестроечные годы были и заказчики таких изделий, и организации, заинтересованные в разработке этих технологий, но, как обычно, все уперлось в отсутствие финансирования.

В такой ситуации казалось бы естественным закрыть работы по рентгенолитографии в ИЯФ. Да и закрывать бы их не пришлось — они отпали бы естественным образом, если бы ... не постулаты диалектики.

Да здравствует рентгенолитография!

Если сейчас посмотреть обоснование практически любого строящегося, проектируемого или планируемого накопителя — специализированного источника СИ, то легко заметить, что одним из самых существенных флагов, которым обосновывается необходимость такого источника, является LIGA-технология. Ситуация полностью аналогична той, которая была лет 15-20 назад, но тогда таким флагом выступала рентгеновая литография для микроэлектроники. Это лишний раз подтверждает один из постулатов диалектики, что развитие идет по спирали, повторяя пройденные ступени, но на более высоком уровне. В то же время это внушает оптимизм — ведь если что-то упорно повторяется, значит, по-видимому, в этом действительно что-то есть.

В “Энергии-Импульс” (N 11-12, 1992, с.3-5) уже рассказывалось о новой перспективной технологии изготовления микроизделий — LIGA-технологии, которая активно развивается в последнее десятилетие в мире. Поэтому здесь, для понимания дальнейшего, напомним лишь основные моменты.

В классическом понимании LIGA-технология (LIGA — аббревиатура немецких слов Lithographie, Galvanoformung, Abformung) включает три процесса: “глубокую” рентгеновскую литографию на синхротронном излучении, гальванопластику и микроформовку.

С помощью первого процесса рисунок заданного микроизделия с рентгеновского шаблона переносится в толстый слой резиста — обычно полимерного материала, чувствительного к рентгеновскому излучению. В отличие от обычной рентгенолитографии для изготовления микросхем, когда толщины используемых слоев редко превышают 1 мкм, в данном случае речь идет о глубоком рентгеновском экспонировании материала — на десятки, сотни и тысячи мкм. Энтузиасты LIGA-технологии уже мечтают сейчас даже об экспонировании на сантиметры. После экспонирования и обработки резиста, фактически образуется объемная полимерная структура заданного микроизделия. При этом поперечные размеры элементов могут составлять несколько мкм, а их глубина, как уже указывалось, может достигать сотен мкм или даже нескольких мм (микроструктуры с большим аспектным отношением — отношение высоты элемента к его ширине).

Поскольку речь идет о глубоком экспонировании, то, естественно, что и длины

волн рентгеновского излучения для LIGA-технологии требуются более короткие, чем при рентгенолитографии для микроэлектроники. Если при обычной рентгенолитографии характерной является длина волны порядка 10 Ангстрем то для LIGA-процесса используемые длины волн находятся в районе 2 Ангстрем а для экспонирования сантиметровых слоев потребуется и более “жесткое” излучение. Более жесткое рентгеновское излучение требует и больших толщин поглощающих покрытий на рентгеновских шаблонах (типичные значения для LIGA-шаблонов составляют 15-30 мкм золота в отличие от 1 мкм для обычной рентгенолитографии). Экспонирование микронных структур с большим аспектным отношением требует также высокой коллимации и интенсивности экспонирующего рентгеновского пучка, поэтому здесь однозначно подразумевается, что глубокая рентгеновская литография выполняется на синхротронном излучении — никаких других альтернатив, по крайней мере, в настоящее время не видно.

Заметим попутно, что разработанный в ИЯФ в начале 80-х накопитель ТНК — специализированный источник СИ для зеленоградского технологического комплекса, который предназначался, в первую очередь, для массового производства микросхем с помощью рентгенолитографии, не устарел морально и в наши дни. Комплексный подход к проблеме и, как следствие, запас, заложенный при проектировании накопителя, позволяют с успехом использовать его и для работ по LIGA-технологии, а при желании и возможностях организовать и массовое производство различных микроизделий. К сожалению, этого нельзя сказать про большинство разработанных или изготовленных компактных накопителей — источников СИ, которые были жестко сориентированы на рентгенолитографию для микроэлектроники, и не могут сейчас использоваться для LIGA-технологии.

На втором этапе LIGA-технологии с помощью микроэлектрогальваники по изготовленной полимерной микроструктуре получается комплементарная металлическая реплика (копия) микроструктуры. Полученная металлическая матрица используется на третьем этапе как форма для тиражирования микроизделий методом микроформовки в пластмассы, керамики, металлы и другие материалы.

В зависимости от поставленной задачи классическая схема процесса LIGA-технологии может быть ограничена. Если требуется небольшое количество пластмассовых микроизделий, например, прототипов, то часто достаточно только первого этапа — глубокой рентгенолитографии. Если требуется также небольшое количество микроизделий, но выполненных из

какого-либо другого материала (металл, керамика, композитные материалы и т.д.), то требуется уже и микроэлектрогальваника, а то и микроформовка. Если же речь идет о массовом производстве дешевых микроизделий, то не избежать уже всех стадий процесса. Единственное, что невозможно исключить из этой цепочки во всех случаях, так это глубокую рентгенолитографию.

Это, конечно, очень упрощенное и схематичное описание процесса LIGA-технологии. На самом деле, различные вариации и приемы на всех этапах цепочки, так же как и комбинации с элементами других технологий, позволяют изготавливать не только простые трехмерные микромеханические структуры, но создавать и подвижные объемные элементы внутри микроструктур, и топологически очень сложные микроструктуры, объединять в одном микроизделии микромеханические и микроэлектронные части и т.д.

Нельзя сказать, что LIGA-технология является единственной, позволяющей изготавливать микроизделия. Существует, разрабатывается и используется целый ряд других технологий: кремниевая технология больших толщин, различные методы микромеханической обработки, обработка лазерными пучками и т.д. И в значительной степени все эти методы конкурируют между собой, хотя часто и дополняют друг друга. Тем не менее, наблюдается отчетливая тенденция рассматривать именно LIGA-технологии как наиболее перспективную технологию будущего для изготовления микроизделий. И этому есть свои причины.

Из всех микротехнологий LIGA является наиболее универсальной. Она допускает использование большого числа различных материалов (пластмассы, металлы, керамика, композиты и т.д.) и позволяет изготавливать очень широкий круг самых разнообразных изделий. Технологии присуща очень высокая точность — микроструктуры с размерами порядка нескольких мкм и с высотой до нескольких сотен мкм могут быть изготовлены с точностью размеров лучше 0.1 мкм. Принципы LIGA-процесса обеспечивают низкую себестоимость изделий и их массовое производство. И, наконец, технология позволяет легко сочетать изготовление различных микроструктур с микроэлектронными схемами.

Продолжение в следующем номере.