

В. Л. ЧАХЛОВ, О. А. СИДУЛЕНКО

НИИ интроскопии, Орловск

НИИ ИНТРОСКОПИИ ТПУ – СТАБИЛЬНОСТЬ И РАЗВИТИЕ

НИИ интроскопии Томского политехнического университета исполняется 30 лет. Своим созданием он обязан прозорливости и организаторскому таланту профессора А.А.Воробьева, успехам в области разработки индукционных ускорителей электронов-бетатронов и электромагнитных методов неразрушающего контроля (НК). В дальнейшем здесь получили развитие методы и средства радиационного, акустического, теплового, нейтронного НК.

Сегодня НИИ интроскопии является уникальным центром в азиатской части России, ведущим исследования в области НК. Сравнительно устойчивое положение на рынке институт занимает благодаря разумному сочетанию академических исследований и решению чисто практических задач. На начальном этапе становления и развития большое значение уделялось теоретическим исследованиям и экспериментам по взаимодействию различных физических полей с веществом. В этот период был накоплен бесценный запас знаний, который постепенно использовался при решении практических задач. Необходим он и сейчас для создания установок и аппаратуры НК на коммерческой основе.

В начале 90-х годов при переходе к рыночным условиям хозяйствования институт был поставлен в очень жесткие условия. Резкое падение экономических показателей в промышленности негативно сказалось на изменениях в кадровом потенциале. Началось снижение численности работающих по всем направлениям деятельности института (рис.1). Начало развития предпринимательства предопределило отток сотрудников в коммерческие структуры, где обеспечивалось достаточное финансирование. Значительная часть специалистов высшей квалификации (2 доктора и 5 кандидатов наук) уехала за рубеж. Руководству института пришлось идти на экстраординарные меры, в первую очередь направленные на стабилизацию кадрового потенциала. К началу 1995 г. это удалось сделать и привести численность работающих в соответствие с экономической целесообразностью.

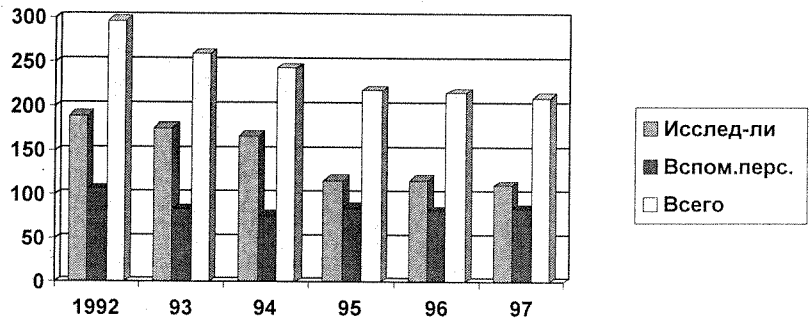


Рис. 1. Изменения в кадровом потенциале НИИ интроскопии в 1992-1997 гг., чел.

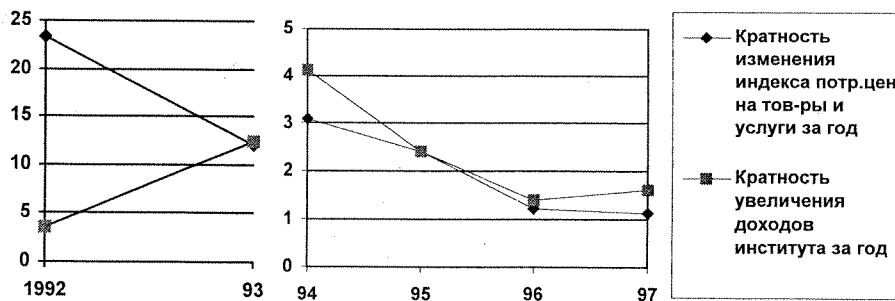


Рис. 2. Сопоставление роста доходов института с уровнем инфляции в 1992-1997 гг.

Второй важной задачей, которую предстояло решить, явилась стабилизация и наращивание объемов выполняемых работ, в особенности хозяйственных, на фоне уменьшающихся объемов финансирования из государственного бюджета. Основные экономические показатели работы института за последние годы приведены на рис.2-4. Крите-

рий "выживаемости" института приведен на рис.2. Из него следует, что в 1992 г. мы не смогли среагировать на более чем 23-кратный рост уровня инфляции по отношению к 1991 г. Однако в 1993 г. институту удалось "встать" на инфляционную кривую и из года в год, наращивая объемы финансирования, превысить по темпам роста собственных доходов темпы роста инфляции. Так, уже в 1997 г. при уровне инфляции 11% рост доходов института составил 63%.

В то же время, если проследить динамику доходов института в сопоставимых ценах (рис.3), то, несмотря на очевидный подъем (начиная с 1993 г.), их уровень на сегодняшний день в три раза ниже уровня 1991 г.

Структура доходов НИИ интроскопии состоит из трех основных источников: хозяйственные договоры, федеральный бюджет, плата за научно-технические, образовательные и прочие услуги (рис.4). В 1991 г. она выглядела оптимально, то есть отношение хозяйственных средств к бюджетным составляло 5:1. При этом возникала возможность привлечения части средств, получаемых от выполнения хозяйственных договоров, к выполнению фундаментальных и поисковых работ. В середине 90-х гг. это соотношение изменилось в худшую сторону. При этом, оставаясь крайне низким в абсолютном исчислении, годовой доход из средств федерального бюджета превысил объем хозяйственных средств. В такой ситуации трудно говорить о каком-либо развитии или движении вперед. Несомненно, 1992–1994 гг. были самыми тяжелыми в истории института годами. Начиная с 1995 г. структура доходов начала выправляться, и к настоящему времени институт имеет реальную возможность для самоинвестирования.

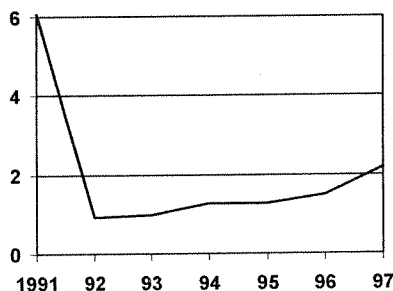


Рис.3. Кривая роста доходов института в сопоставимых ценах 1991 г., млн.руб.

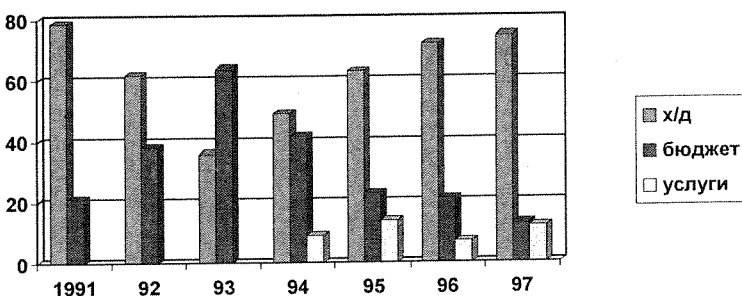


Рис.4. Структура доходов института по трем основным источникам в %.

Такие примеры есть. Практически полностью из "спецсредств" финансируются исследования по созданию медицинского бетатрона. Для разработки системы контроля температурных режимов цементных печей не использовано ни одного рубля госбюджетных средств. Исчезающе мало потрачено из бюджета на разработку и создание акустико-эмиссионных приборов и систем. Это лишь небольшая часть работ, выполнявшихся преимущественно за счет собственных средств.

Немаловажное значение для обеспечения финансовой стабильности института имело развитие внешнеэкономических связей. Определенный опыт работы на экспорт подразделения Томского политехнического университета имели еще до того, как они вошли в состав НИИ интроскопии. В 60-х гг. разработанные в ТПИ бетатроны на энергию 25 МэВ были поставлены в Китай и Корею. Малогабаритные бетатроны типа ПМБ-6, разработанные в лаборатории малогабаритных бетатронов, которая входила в состав НИИЯФ ТПУ, были поставлены во Францию, ГДР, Польшу, Чехословакию, Финляндию и др. Серьезные отношения с иностранными партнерами сложились в начале 80-х гг., когда был заключен первый контракт с фирмой JME Ltd на совместное производство малогабаритных бетатронов. Это сотрудничество продолжается и сейчас. Значительный рост внешнеэкономической деятельности произошел в начале 90-х гг. во времена крушения "железного занавеса". В этот период мало что знавшие о нас иностранные фирмы и компании направляли своих представителей в Россию для изучения ее возможностей и общего научно-технического потенциала. Причем это часто сопровождалось "контрольными" закупками лучших отечественных образцов техники и технологий для того, чтобы у себя на родине провести детальную экспертизу технического уровня разработок и спрогнозировать свою научно-техническую политику с учетом того, что уже имеется в России. Для НИИ интроскопии это – время всплеска интереса иностранцев к его продукции. Были заключены несколько контрактов с ведущими фирмами западных стран. В их числе Ливерморская национальная лаборатория им. Лоуренса (Ливермор, США), Фраунгоферовский институт неразрушающего контроля (Саарбрюккен, Германия), Оукридская национальная лаборатория (Оук Ридж, США), а также несколько фирм и институтов из Финляндии, Италии, Китая, Франции, Латвии. В 1996 г. был успешно завершен трехсторонний проект программы INTAS, где кроме НИИ интроскопии участвовали партнеры из Ве-

ликобритании и Бельгии. Следует отметить, что характер работ, выполняемых с иностранными партнерами, не ограничивается поставкой готовых приборов, а включает выполнение совместных научно-исследовательских работ, разработку программных средств. Основные показатели внешнеэкономической деятельности с 1993 по 1997 гг. даны на рис.5. Картина выглядит достаточно стабильно, годовой объем экспорта находится в пределах 160-200 тыс. долларов США при количестве заказов до 8 ежегодно.

Среди самых надежных и постоянных зарубежных партнеров была и остается фирма John Macleod Electronics Ltd, которая начиная с 1981 г. является основой внешнеэкономической деятельности института. Именно благодаря ей мы вышли на западный рынок, много узнали и многому научились. Установкой, которую совместно производят JME Ltd и НИИ интроскопии, является малогабаритный ускоритель электронов – бетатрон, успешно применяемый для радиографического контроля и интроскопии в нестационарных условиях.

Основным достоинством бетатрона является то, что он очень неприхотлив к внешним условиям. Например, для него практически нет ограничений по климатическим условиям, он нормально функционирует от сети низкого качества, потребляя при этом мощность не более 3 кВт. Наиболее популярным из восьми типов малогабаритных бетатронов является МИБ-6 (в экспортном варианте РХВ-6). Его использование позволяет просвечивать стальные изделия толщиной до 300 мм, а из бетона до 1200 мм. Малые размеры фокусного пятна позволяют получить высокую радиографическую чувствительность до 0,5%. Выключение ускорителя происходит автоматически после набора нужной дозы излучения. Уровень фонового излучения его очень низок, что важно для обслуживающего персонала, он не требует водяного охлаждения, легок в транспортировке, прост в управлении и обслуживании. Благодаря продуманной рекламной компании и решению вопросов сервисного обслуживания самой фирмой JME Ltd, удалось занять рынок установок для радиографии во многих странах Запада и Ближнего Востока. Но главным, конечно, был и остается труд наших специалистов, которые смогли обеспечить требуемые параметры бетатрона. Немаловажным фактором здесь также является и способ организации этого производства, в основу которого был заложен принцип разделения труда. Учитывая, что западная элементная база превосходит по своим характеристикам отечественную, была достигнута договоренность о том, что JME Ltd изготавливает у себя электронные блоки, то есть пульт управления и блок питания, тогда как НИИ интроскопии только излучатель. Окончательная сборка и продажа производится в Великобритании. Подобная схема сотрудничества является наиболее оптимальной, и без преувеличения можно сказать, что для условий вузовской науки это – классический пример организации внешнеэкономической работы. На сегодняшний день до 20% доходов института приходится на экспорт и валютные контракты, что обеспечивает лидирующее положение этого направления деятельности в бюджете НИИ интроскопии.

Вторым по значению источником доходов являются заказы нефтяной отрасли. Для нужд нефтяников в институте производятся средства контроля герметичности экологически опасных участков трубопроводов (системы СНКГ), приборы обнаружения утечек (АЭТ-1МС), сигнализаторы прохождения очистных устройств (СПРА), рентгеновские и бетатронные интроскопы. Значительные объемы работ выполняются также для цементной, строительной, аэрокосмической и др. отраслей промышленности.

Институт продолжает разработку новой техники и технологий. Идет совершенствование ускорителей электронов-бетатронов в направлении улучшения их массо-габаритных показателей, мощности дозы излучения, размеров фокусного пятна. Институт имеет достаточный научно-технический задел по созданию и разработке аппаратуры акусто-эмиссионного контроля и под заказ может разработать аппаратуру и методику акусто-эмиссионной диагностики трубопроводов.

Одной из целей, которая ставилась при создании института, было повышение качества подготовки специалистов. Поэтому, как только в 1983 г. была утверждена новая специальность 190200 "Физические методы и приборы контроля качества" (ФМПКК) в ТПУ, на базе НИИ интроскопии началась подготовка инженеров по этой специальности. Кафедра расположена на территории НИИ интроскопии и многие учебные лабораторные работы выполняются в научных подразделениях института. На его базе под руководством научных сотрудников выполняются студентами курсовые и дипломные работы.

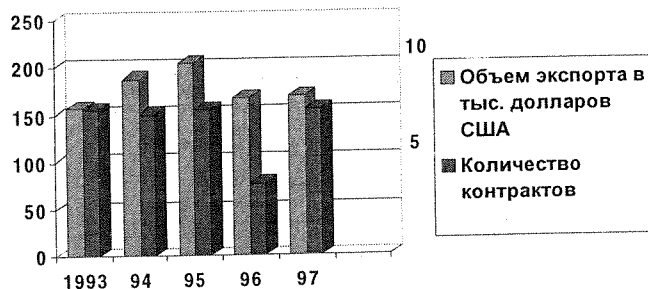


Рис.5. Основные показатели внешнеэкономической деятельности в 1993–1997 гг.

До открытия специальности 190200, в соответствии с приказом Минвуза СССР № 614 от 2 июня 1978 г. был организован факультет по переподготовке кадров для нового перспективного направления науки и техники "Неразрушающие физические методы контроля" на базе НИИ интроскопии. За время 1978–1996 гг. было подготовлено 225 специалистов по неразрушающему контролю.

В 1991 г. на основе НИИ интроскопии и кафедры ФМПКК открыт аттестационный региональный центр специалистов по неразрушающему контролю. В соответствии с лицензией Госгортехнадзора России № 12К-2001/4798 от 28.08.96 г. центру предоставлено право осуществлять деятельность по обучению и аттестации специалистов НК первого и второго уровней квалификации по радиационному, магнитному, вихретоковому и капиллярному методам контроля.

Институт выполняет работы по экспедиционному (наземному) обследованию технического состояния промышленных и магистральных трубопроводов в соответствии с требованиями РД-39-132-94. Измерения проводятся аттестованными приборами и по утвержденным методикам.

На базе кафедры оборудования и технологии сварочного производства в НИИ интроскопии работает центр по подготовке и аттестации специалистов сварочного производства (рабочих).

В заключение можно сделать следующие выводы. НИИ интроскопии ТПУ на данном этапе является достаточно стабильной организацией и имеет положительную динамику развития как в экономическом, так и в научно-техническом аспектах. У него есть все возможности для дальнейшего роста, а именно: научный задел, кадровый потенциал, производственные мощности, материальные и финансовые ресурсы. Все это позволяет ему играть важную роль в едином научно-образовательном комплексе Томского политехнического университета.

УДК 621.384.6

В. Л. ЧАХЛОВ, А. А. ЗВОНЦОВ

МАЛОГАБАРИТНЫЕ БЕТАТРОНЫ С АЗИМУТАЛЬНОЙ ВАРИАЦИЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Малогабаритные бетатроны с азимутальной вариацией управляющего магнитного поля выпускаются в НИИ интроскопии ТПУ уже около 20 лет. В обзоре обсуждается состояние и перспективы дальнейших исследований, направленных на повышение технико-экономических показателей бетатронов.

В выпускаемых в настоящее время малогабаритных бетатронах применяется два вида управляющих магнитных полей: азимутально-однородное (классическое) и азимутально-периодическое, которое часто называют полем с азимутальной вариацией. Возможности бетатронов с классическим управляющим полем достаточно хорошо исследованы.

Рассмотрим особенности бетатронного режима ускорения с применением для целей фокусировки управляющих магнитных полей с азимутальной вариацией, которые наиболее просто реализуются в бетатронах [1–4]. Такие поля давно применяются в изохронных циклотронах [5]. Фокусирующие свойства полей изохронных циклотронов достаточно хорошо исследованы [5–9]. Взяв за основу эти исследования, рассмотрим особенности фокусировки частиц таким полем в бетатронах.

Основные отличия бетатронного режима ускорения от циклотронного заключаются в том, что в процессе ускорения в поле с азимутальной вариацией должно быть обеспечено стабильное положение равновесной орбиты со средним по азимуту радиусом R ($R = \text{const}$). Считая в некоторый момент времени магнитное поле постоянным, его периодическое изменение по азимуту можно для средней плоскости зазора записать в виде ряда Фурье [6]:

$$H_z(r, \theta) = \overline{H_z}(r) \left\{ 1 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{Nk}(r) \cos Nk[\theta - \varphi_{Nk}(r)] \right\}, \quad (1)$$

где N – число элементов периодичности; k – номер высшей гармоники; A_{Nk} , φ_{Nk} – амплитуда и фаза Nk -й гармоники поля. A_{Nk} обычно измеряется в единицах $\overline{H_z}(r)$; $\overline{H_z}(r)$ – усредненное по азимуту θ поле на некотором радиусе r .

Параметры поля (1) могут быть вычислены по данным магнитных измерений распределения поля $H_z(r, \theta)$ с использованием стандартной программы разложения функций в ряд Фурье.