

Образцовые ядерные центры

М. Осредкар*

Югославские ядерные центры переориентировали некоторые виды своих работ на решение неядерных проблем. Такой переход оказался успешным благодаря трем факторам: хорошие рабочие условия, концентрация средств и ведущих ученых и инженеров, взаимодействие различных научных областей и обращение к передовой науке и технике.

В период 1947–1951 гг. в Югославии было создано несколько центров для проведения ядерных исследований и изыскания возможностей применения ядерной энергии в широком диапазоне. Три из них (Институт Бориса Кидрича в Винче близ Белграда, Институт Руджера Бошковича в Загребе и Институт Иозефа Стефана в Любляне) начинали с выполнения работ по программе, аналогичной той, по которой проводятся работы многими другими ядерными центрами мира, а два института были созданы с более узкой направленностью: геологические изыскания и технология таких исходных ядерных материалов, как уран.

Идея создания трех ядерных центров заключалась в том, чтобы использовать потенциал трех университетов, располагавших в то время самыми сильными научными кадрами. Кроме того, наличие более одного ядерного центра соответствовало федеральному характеру государственного устройства страны. Ведущие ученые, на которых была возложена задача создания центров, являлись в большинстве случаев профессорами университетов, и таким образом установилось взаимодействие между университетами и создававшимися институтами. Ядерным центрам оказывалась всевозможная поддержка и создавались благоприятные условия для нормального развития.

В 60-х годах значение ядерной программы и центров стало постепенно уменьшаться по мере того как становилось очевидным, что первоначальные надежды на ядерную энергию как на удобный и недорогой источник энергии не оправдались и что для изготовления ядерного оборудования и атомных электростанций необходима развитая и мощная промышленная основа. С другой стороны, в это время оказались очень благоприятными цены на нефть и возможности ее получения, что вызывало в определенных кругах общества стремление обойтись без ядерной энергии и, если она станет необходимой, покупать атомные электростанции на рынке. Существовало также мнение, что „ядерная программа” должна стать более узким проектом, не включающим в себя всю ядерную науку в ее широком понимании.

Кроме того, в связи с развитием политической

системы Югославии и соответствующей децентрализацией правительственных функций, программирование и финансирование деятельности ядерных центров были частично переданы другим органам, ведающим исследовательскими работами. Однако не были приняты меры по осуществлению на систематической и широкой основе других крупных проектов, необходимых для промышленного развития, которое нуждается в работе ядерных центров. Не было налажено планирование общего и экономического развития страны и, в его рамках, исследовательских работ. Вместе с тем, бремя переориентации исследовательской программы и изыскания необходимых для этого денежных средств в значительной степени легло на ученых институтов. В этот переходный период, занявший несколько лет, институтам оказывалась финансовая помощь для облегчения выполнения ими задач по переориентации их усилий на проблемы прикладных исследований.

Установление постоянных и длительных связей и сотрудничества с промышленностью и другими потребителями научных достижений — дело непростое. Не вдаваясь в подробности, следует отметить, что ядерные центры достигли в этом большего успеха, чем другие институты, потому что:

- они располагали хорошим научно-техническим персоналом, работавшим в группах ученых различных отраслей знаний, имели широкие международные связи и привыкли к взаимодействию
- требования к их исследованиям заставляли их иметь дело с передовой наукой и техникой
- они приобрели научные знания в тех областях, которые не являются чисто ядерными, но применимы ко многим отраслям промышленности и к другим сферам деятельности
- они были хорошо оснащены для исследований
- их ученые были весьма убедительными в показе ценности науки и исследований для промышленного развития и проницательными в отношении того, где их результаты могут найти применение

Потребовалось решить и преодолеть много проблем и трудностей для достижения существующего сегодня положения. Одним из показателей успешной переориентации ядерных центров является объем исследований, проводимых для промышленности по контрактам. Если 10 лет тому назад сотрудничество с промышленностью было незначительным (10 % от всех доходов) и заключалось главным образом во внедрении или разработке ядерных методов или в использовании изотопов, что стало теперь обычным явлением, то в настоящее время такое сотрудничество почти полностью предусматривает решение неядерных проблем и составляет для некоторых институтов 50 % и более всех доходов. Остальные поступления, идущие от учреждений, ответственных за развитие науки, и расходуемые главным образом на фунда-

* Г-н Осредкар — профессор физики и реакторной технологии в Люблянском университете и бывший директор Института Иозефа Стефана, Р. О. Voh 199, Ljubljana, Yugoslavia. Данная статья основана на выступлении г-на Осредкара на научном заседании Генеральной конференции МАГАТЭ в 1981 г.

ментальные исследования, имеют большое значение для успешного проведения исследований по контрактам, поскольку обеспечивается постоянный рост основных научных знаний, необходимых для прикладных исследований.

Работа на промышленность

Ниже приводится перечень некоторых работ, выполненных институтами в неядерной области с помощью методов и знаний, полученных при проведении ядерных исследований. Например, материалы, созданные для промышленного использования, являются продуктами лабораторий, ориентировавшихся в прошлом на работу по ядерному топливу. Многие из этих материалов производятся или будут в скором времени производиться в промышленных масшта-

бах. Некоторые из них запатентованы, продано несколько лицензий. С использованием известных методов, созданных в лабораториях, работавших над проблемами теплопередачи и охлаждения реакторов, выполнен ряд оригинальных работ, запатентованных в области массопередачи. Лаборатории, проводившие исследования по ядерной физике и химии, переключались на работу по защите окружающей среды. Работа по оценке воздействия различных факторов на окружающую среду представляет особый интерес и влияет на решения о капиталовложениях. Дано свыше 200 таких оценок. Наши ядерные центры оказывают значительное содействие быстро увеличивающемуся использованию электроники и ЭВМ. Их группы математического обеспечения — одни из самых сильнейших и передовых.

Результаты некоторых работ по неядерным проблемам

Материалы для промышленного использования

Диэлектрическая керамика для электронных элементов и контуров

Магнитная керамика

Твердая керамика для механических инструментов

Жаростойкая керамика для различных целей

Пористая жаростойкая керамика для теплоизоляции

Сплавы меди с высокой проводимостью

Сплавы меди с высоким механическим сопротивлением

Безискровые инструменты

Металлические фильтры

Сплавы алюминия

Сплавы никеля

Составные материалы

Углеродные напыления и волокна

Металлические напыления для сопротивления истиранию

Жидкие кристаллы

Недеструктивный анализ

Тепло- и массопередача

Проект градирни и экспериментальная проверка (малый и средний размер)

Оценка теплового загрязнения, проверка и устранение

Кинетика сушки и проект установки для сельскохозяйственных продуктов

Характеризация углей для оптимального сгорания

Проблемы загрязнения золой и ее отложения в печах

Отложения из воды в бойлерах

Термофизическая характеристика и стандартизация металлических и неметаллических материалов

Проект и экспериментальная проверка промышленных печей

Минимизация потребления жидкого топлива на тепловых станциях

Сжигание псевдоожиженного слоя угля, сланцев и биомассы

Транспортировка псевдоожиженного слоя порошков, гранулированных материалов и зерен

Защита окружающей среды

Измерения неорганических (тяжелые металлы), органических, радиоактивных загрязнений и контроль за ними. Приборы по контролю за загрязнением и автоматические системы для сбора и обработки данных

Измерения загрязнения моря и контроль

Консультации по оценке воздействия на окружающую среду промышленных предприятий (настоящих и будущих) для администрации и банков

Химия

Разработка и внедрение технологий, связанных с промышленными отходами (сульфаты, фармацевтические отходы, газообразные отходы и др.)

Разработки для фармацевтической промышленности (синтез, анализ, протеины, антибиотики, производство ферментов)

Радиационная стерилизация

Радиационная обработка (вулканизация) полимеров (осаждаемые трубы)

Электроника и компьютеры

Математическое моделирование

Инструментирование процессов и контроль

Машинные данные и системы контроля для промышленного использования

Микропроцессорные системы для различных применений в процессах и оборудовании (ферментация, производство бетона, сценическое освещение, услуги в гостиницах и т.д.)

Микропроцессорные сети (метеорологический контроль и контроль за окружающей средой, коммуникации и т.д.)

Компьютерные сети (университеты и др.)

Автоматизированные информационные системы (правительство, информационное агентство, федеральное собрание)

Оптоэлектроника

Биокибернетика и электрическая стимуляция мышц

Роботы системы математического обеспечения

Системы математического обеспечения

инженеры и мастера по
разработке и изготовле-
нию керамических мате-
риалов, а также по
испытанию и контролю

**Лаборатория разработки ке-
рамических материалов в
Институте Йожефа Стефана**

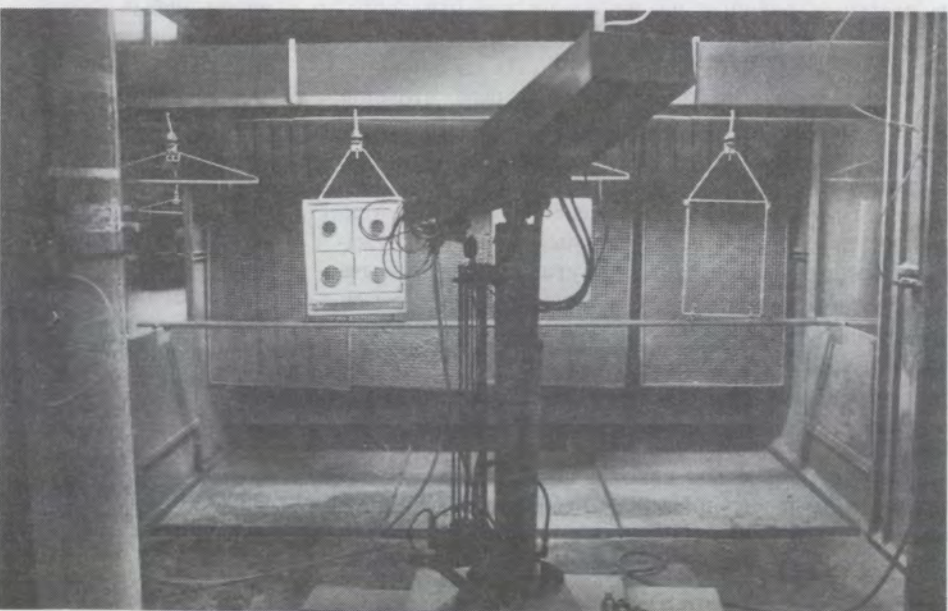


в лаборатории керамических материалов применяется сканирующий электронный микроскоп. В лаборатории керамических материалов применяется сканирующий электронный микроскоп. В лаборатории керамических материалов применяется сканирующий электронный микроскоп.

**В лаборатории керамичес-
ких материалов применяет-
ся сканирующий электрон-
ный микроскоп**



Промышленный робот для окраски металлических деталей бытовых приборов (холодильников и т.д.), сконструированный и изготовленный в Институте Йожефа Стефана



**Промышленный робот для
окраски металлических де-
талей бытовых приборов
(холодильников и т.д.),
сконструированный и изго-
товленный в Институте
Йожефа Стефана**

Многие из указываемых в перечне работ уже внедрены в промышленность, а остальные находятся на той или иной стадии внедрения.

Университеты

Говоря о различных видах неядерного использования ядерных центров Югославии, нельзя не упомянуть преподавательскую деятельность их ученых в университетах. Первоначально ведущие ученые и старшие научные работники центров являлись в основном профессорами университетов, поскольку в то время было очень мало других ученых. Университетские ученые переносили свои исследования в центры или начинали там новые работы, так как центры находились в более благоприятных условиях. Со временем в ядерных центрах появилось много высококвалифицированных ученых, ни в чем не уступающих университетским. Получив назначение в университеты, они во многих случаях продолжали исследования в ядерных центрах и в значительной степени укрепляли сотрудничество ученых университетов и центров. Они открывали студентам и аспирантам возможность использовать оборудование и другие возможности в центрах для научного образования. Благодаря этому процессу ядерные центры Югославии содействуют университетскому образованию, особенно на аспирантском уровне, и получили статус школ усовершенствования специалистов или что-то аналогичное. Число ученых в нашей стране, начавших свою карьеру в ядерных центрах и ставших преподавателями университетов, превышает 300 человек, и большое число аспирантов работает в ядерных центрах (только в Институте Иожефа Стефана, имеющем 300 научных работников, около 100 аспирантов). Вклад ядерных центров Югославии в развитие университетов страны значителен.

Определенная переориентация на неядерные исследования вовсе не означает, что институты не занимаются ядерной тематикой. Они играют важную роль, являясь одним из регламентирующих органов Югославии в области использования ядерной энергии, и проводят значительные ядерные исследования главным образом на основе краткосрочных контрактов и, в основном, по ядерной безопасности. Их специалисты оценивают безопасность первой в стране атомной электростанции. В ядерных центрах разработана технология замкнутого цикла по производству концентратов из урановых руд. По утверждению иностранных консультантов, применение обычной технологии нанесло бы непоправимый ущерб окружающей среде в районе добычи урана. Если добыча и обработка руды в мире в большинстве случаев осуществляются в пустынных районах, то в Югославии месторождение находится в прекрасной долине, используемой под земледелие и для отдыха.

Проводятся работы по топливному циклу и по обращению с топливом для атомной электростанции, а также по проблемам захоронения радиоактивных отходов и дозиметрии. Особое значение для эксплуатации атомных электростанций имеют обучение и подготовка технического персонала и операторов,

что, возможно, приведет со временем к созданию учебного центра по ядерной технике для подготовки национальных и зарубежных специалистов. Важное место занимают консультативные услуги правительству, правительственным учреждениям и другим организациям.

Образцовые центры

Какие выводы можно сделать из опыта Югославии? Хотя идеи и надежды, связанные с созданием ядерных центров, были (с точки зрения сегодняшнего дня) не очень реалистичными, обращение Югославии в то время к ядерной энергии, положившее начало деятельности этих центров, явилось лишь стимулом для ускоренного развития естественных наук и техники. Это очень хорошо видно при сравнении развития ядерных институтов с историей создания в прошлом других институтов и университетов. Сегодня „ядерная наука” в Югославии и где бы то ни было не может играть той роли, которую она играла 30 лет тому назад. Едва ли можно отстаивать сегодня те мнения, которых многие придерживались 30 лет тому назад, как, например, мнение о том, что работы по ядерной физике ведутся главным образом для развития в стране атомной энергетики.

Тем не менее, пример югославских ядерных центров, их роль в прошлом и особенно их роль в настоящее время могут быть очень поучительными для тех, кто находится сегодня в условиях, аналогичных тем, в которых находилась Югославия 30 лет тому назад, и кто хочет создать и развивать свою научную инфраструктуру, столь необходимую для социального и экономического прогресса. Для них важно в зависимости от конкретных обстоятельств и традиций страны найти пути создания благоприятных условий для концентрации средств на исследования, а также для концентрации опытных и молодых ученых и для аккумуляции оборудования. Важно создать привлекательные для ученых и инженеров условия, предполагающие активность и взаимодействие при выполнении любых новых работ, т.е. создать при университетах или где-то еще так называемые образцовые центры для выполнения работ в определенных областях исследований, имеющих отношение к национальному развитию. Безусловно, это — нелегкая задача, и особенно трудно найти специалистов для замещения ведущих постов в таких центрах, так как они должны быть не только хорошими специалистами и преподавателями, но и хорошими организаторами и руководителями. Следует отметить, что такие центры, независимо от того, о какой стране идет речь, всегда подвергаются нападкам с различных сторон и поэтому нуждаются в соответствующей защите. Однако я считаю, что никакие разрозненные исследования, часто наблюдаемые в университетах, на каком бы высоком уровне они не проводились, не могут дать таких результатов, каких можно достигнуть в центрах, располагающих возможностями для взаимодействия между различными областями исследований и между учеными.