

НЕЗАМЕНИМОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОБУЧЕНИЕ И АТТЕСТАЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩИМ ИСПЫТАНИЯМ

АСГАР АЛИ ХАН И ЭРНАН ВЕРА-РУИС

Обучение занимающихся неразрушающим контролем специалистов, включая формальную профессиональную подготовку и аттестацию, вероятно, является тем фактором, который оказывает наибольшее влияние на обеспечение качества контроля. Цель большинства методов неразрушающих испытаний (НРИ) заключается в обнаружении характера, размера и местоположения внутренних дефектов. Это — сложный процесс, подверженный воздействию многих переменных факторов и требующий специальных навыков, подготовки и аттестации.

Общим фактором для всех методов НРИ является оператор — лицо, отвечающее за проведение испытаний и сообщение результатов. Именно через оператора происходит сбор данных по результатам НРИ для их дальнейшего рассмотрения и принятия решения о последующей судьбе подвергшейся испытанию детали. Во многих случаях оператор несет ответственность за вынесение суждения относительно приемки или браковки детали. Если оператор не обладает должными знаниями, подготовкой и опытом, он или она может допустить грубую ошибку в оценке результатов с неблагоприятными и часто дорогостоящими последствиями.

При проведении НРИ на базе рентгенографии используются радиационные источники. Если рентгенолог не сведущ в отношении потенциальных опасностей или небрежен в работе, люди могут подвергнуться неоправданному риску. Поэтому существенно важно готовить

рентгенологов надлежащим образом и обеспечить их официальную аттестацию для предотвращения злоупотреблений или халатности в отношении безопасного использования источников излучения.

С появлением новых материалов и сложных систем, связанных с освоением космоса, инженеры смогут добиваться создания структур и систем, которым для выполнения будущих коммерческих и социальных задач потребуются меньший вес, повышенная прочность, лучшие рабочие характеристики, большая надежность и меньший уход. Каждый шаг на этом пути нуждается в контроле качества путем применения процедур и методов НРИ.

В последние годы все больше ответственных лиц в промышленных кругах испытывают растущее беспокойство по поводу состояния образования и подготовки специалистов по НРИ. Одна из причин такого беспокойства заключается в том, что НРИ обычно не входят в число естественнонаучных и технических дисциплин, преподаваемых студентам вузов. Другая причина связана с отсутствием в университетских кругах основополагающей философии НРИ, которая должна стать частью новой учебной программы преподавания технических дисциплин. В основе этой философии лежат контроль и обеспечение качества — важнейшие компоненты любого успешного процесса производства, сборки или изготовления продукции. Сосредоточение внимания промышленности на контроле и обеспечении качества обусловлено возросшей

конкуренцией на международных рынках и ужесточением законодательства по защите прав потребителя и материальной ответственности производителя продукции.

Сообществом НРИ и международным сообществом уже предприняты и планируются дальнейшие шаги в связи с этими проблемами. В данной статье анализируется положение дел с точки зрения как развитых, так и развивающихся стран, а также рассматриваются усилия в направлении международной гармонизации методов профессиональной подготовки и аттестации.

ТЕНДЕНЦИИ И ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ

В развитых странах НРИ применяются широко и имеется эффективно функционирующая сеть инспекторов и учебных заведений по подготовке в этой области. В большинстве этих стран методы НРИ преподаются во многих университетах, в основном как часть других учебных дисциплин, таких как физика, электротехника, сварочная техника, машиностроение, материаловедение и контроль качества. НРИ также включены в программы колледжей и профессионально-технических училищ. В Соединенных Штатах и Соединенном Королевстве есть несколько вузов с программами,

Г-н Хан — бывший сотрудник Секции промышленных применений и химических наук в Департаменте ядерных наук и применений МАГАТЭ; г-н Вера-Руис — руководитель Секции.

предназначенными исключительно для получения ученой степени по НРИ.

Обучение операторов НРИ – специалистов, фактически выполняющих эту работу, – требует специализированной подготовки. Это обычно делается либо в частных школах НРИ, либо в институтах, организованных профессиональными обществами по НРИ или в сотрудничестве с ними. В этих учебных заведениях работают высококвалифицированные и опытные преподаватели НРИ и имеется хороший набор испытательных образцов с известными дефектами для НРИ. Их четко определенная цель состоит в том, чтобы подготовить персонал к аттестационным экзаменам, которые организуются отдельно.

Аттестация персонала НРИ проводится главным образом профессиональными обществами в ряде стран либо регулирующими или специальными органами. При этом в странах устанавливаются и применяются разные подходы к аттестации, иногда с привлечением нанимателей персонала НРИ. Так, например, Соединенные Штаты и Германия придерживаются разных подходов. Еще один подход, применяемый в Соединенном Королевстве, принят в Австралии, Новой Зеландии, Южной Африке и ряде других стран.

Общим элементом является наличие в каждой стране национального стандарта для подготовки и аттестации по НРИ, в котором установлены требования в отношении образования и опыта, предъявляемые кандидатам при аттестационных экзаменах. В этих стандартах предусмотрена также процедура проведения экзаменов и указаны обязанности экзаменаторов и других участвующих лиц.

В настоящее время распространенный подход к обучению и аттестации по НРИ состоит в привлечении управляемой из центра некоммерческой третьей

стороны. Применению такого подхода, по сути, содействуют стандарты Международной организации по стандартизации (ИСО), конкретно стандарт ИСО 9712. Как правило, фактически проводящий испытание персонал готовится на основе национального эквивалента ИСО 9712, Уровень 2, для использования конкретного метода, применяемого в данной стране. Персонал по руководству подготовкой имеет квалификацию, эквивалентную ИСО 9712, Уровень 3.

ИНИЦИАТИВЫ, ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ МАГАТЭ

В развивающихся странах и регионах мира за последние десятилетия предприняты серьезные усилия для развития обучения и аттестации по методам НРИ.

Сотрудничество в этой области началось в конце 60-х гг. и включает:

■ **Проект в Латинской Америке и Карибском бассейне.** С 1967 по 1974 г. Организация американских государств (ОАГ) предоставляла стипендии, и НРИ вошли составной частью в организованные ею курсы. Стипендиаты из всей Латинской Америки благодаря этому получили представление о технологии и применении НРИ. После возвращения в свои страны они стали инициаторами запросов в учреждения системы ООН, включая МАГАТЭ, о помощи в области НРИ.

МАГАТЭ в течение двух лет занималось оценкой потребности в региональном проекте. В 1982 г. шесть стран приступили к осуществлению Регионального проекта по неразрушающим испытаниям для Латинской Америки и Карибского бассейна при поддержке МАГАТЭ и Программы развития ООН (ПРООН), Системы ООН для финансирования науки и техники в целях развития (ЮНФССТД) и Организации Объединенных Наций по промышленному развитию

(ЮНИДО). К 1985 г. к проекту подключились еще 11 стран, и три страны – Италия, Канада и Германия – стали активными донорами, предоставляющими оборудование, экспертную поддержку и финансовые средства.

Внося свой вклад в виде экспертной поддержки, финансовых средств и оборудования, все организации-спонсоры и страны-доноры осознали необходимость выработки определенного критерия для оценки адекватности обучения, а также потребность в гармонизации обучения в региональном масштабе. Была сформирована Региональная рабочая группа для рассмотрения таких вопросов, как разработка регионального руководства по обучению и присвоению квалификации, проекта регионального стандарта квалификации и аттестации персонала на основе действующего аргентинского стандарта, а также комплекта руководящих принципов обучения для трех уровней в каждом из пяти основных учебных методов.

МАГАТЭ, со своей стороны, организовало в Ванкувере в 1984 г. совещание международных экспертов для рассмотрения проблем гармонизации. В соответствии с рекомендациями совещания в МАГАТЭ было принято решение поддержать работу ИСО/ТК135/ПК7 и рекомендовать использовать предложение этого подкомитета во всех проектах МАГАТЭ, тщательно следя за развитием событий и оставляя открытой возможность разработки собственного документа, если прогресс в принятии предложения ИСО покажется слишком медленным. МАГАТЭ стало также принимать активное участие в деятельности ИСО/ТК135/ПК7 в качестве члена этого подкомитета и внесло значительный вклад в его работу.

Эти шаги стимулировали принятие странами Латинской Аме-

рики и Карибского бассейна последнего варианта предложения ИСО в качестве модели для национальных стандартов, прошедших процесс утверждения в их соответствующих системах. (Страны — участницы Регионального проекта для Азиатско-Тихоокеанского региона также согласились с этим вариантом и вместе со странами-донорами, Японией и Австралией, начали процесс гармонизации своих ответственных национальных стандартов с моделью ИСО.) В качестве своего конкретного вклада МАГАТЭ опубликовало руководящие принципы обучения, подготовленные Региональной рабочей группой Латинской Америки и Карибского бассейна, в качестве технического документа (IAEA TECDOC-407, в новой редакции 1991 г. — TECDOC-628) и включило их путем ссылки в проект предложения ИСО.

В результате осуществления латиноамериканского проекта прошли обучение около 18 тыс. слушателей курсов, либо прямо финансируемых из средств проекта, либо проведенных в странах-участницах в соответствии с его руководящими принципами. Проект достиг уровня, на котором все 17 стран-участниц, за небольшим исключением, стали самостоятельными в удовлетворении собственных нужд по организации курсов для обучения пяти основным методам до Уровня 2 подготовки по НРИ включительно. В большинстве из этих 17 стран действуют национальные общества по НРИ и приняты те или иные национальные стандарты квалификации и аттестации персонала.

■ **Проект для Азиатско-Тихоокеанского региона.** В связи с обнадеживающими результатами проекта в Латинской Америке МАГАТЭ в 1981 г. включило подпроект по НРИ в Региональное соглашение о сотрудничестве (РСС) для Азиатско-Тихоокеанского региона с

гораздо более широким охватом аспектов радиационной технологии, таких как радиотрейсеры, радиационная обработка и нуклонные системы контроля. В число членов Соглашения входят 17 стран региона, а Япония и Австралия участвуют в качестве стран-доноров.

Обучение в рамках проекта ведется в соответствии с руководящими принципами МАГАТЭ, опубликованными в TECDOC-628 и специализированных учебниках. В 15 странах учреждены национальные органы по аттестации или эквивалентные советы технического обучения в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9712. В 14 странах сформировались профессиональные общества по НРИ, которые считаются важным органом по обеспечению потребностей НРИ в каждой из этих стран даже после окончания проекта.

Другие проекты на основе аналогичных принципов были недавно начаты для стран Африки и Западной Азии.

Благодаря осуществлению этих проектов около 85 развивающихся стран получают пользу от программы МАГАТЭ по НРИ. Основное внимание при этом уделяется созданию ядра специалистов, способных проводить обучение и аттестацию персонала и оказывать услуги промышленности в области НРИ. Эти результаты свидетельствуют о важности роли МАГАТЭ в содействии внедрению эффективных методов обучения и аттестации персонала НРИ посредством использования международных стандартов и работы профессиональных обществ по НРИ.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГАРМОНИЗАЦИЯ

Система, когда каждая страна имеет собственные независимые стандарты для аттестации, создает определенные проблемы на международном уровне. Это особенно справедливо в отно-

шении транснациональных компаний, которые обычно настаивают на квалификации своего персонала НРИ по собственным стандартам вместо принятия аттестационных стандартов стран пребывания. Это не приносит пользы ни компаниям, ни принимающим странам. Данную проблему можно было бы решить при наличии унифицированных стандартов обучения и аттестации.

Различия в видах аттестации создают проблему при перемещении персонала НРИ из одной страны в другую. В таких случаях персонал НРИ должен получать несколько утверждений своей квалификации от разных стран. Различия в аттестационных стандартах иногда приводят к трудностям при заключении двусторонних или международных соглашений, создавая тем самым препятствия для торговли.

Сообщество НРИ работает над разрешением таких проблем.

После принятия ряда мер на национальном и региональном уровнях стандарт ИСО 9712 был обновлен в 1999 г. с целью сгладить различия между стандартами НРИ. В настоящее время предполагается, что к 2002 г. будут унифицированы стандарт ИСО 9712 и стандарт, выпущенный в 1993 г. Европейским комитетом по стандартизации (EN 473). Выражается надежда, что такой унифицированный стандарт будет играть важную роль в гармонизации обучения и аттестации персонала НРИ во всем мире, тем самым обеспечивая единообразие практики НРИ и качества подвергаемых испытаниям изделий.

В США Американское общество по неразрушающим испытаниям (АОНИ) приступило к осуществлению Централизованной программы аттестации, включающей аттестацию по ИСО 9712 и другим международным стандартам.

УЧЕБНЫЕ РУКОВОДСТВА ПО НРИ

Публикации МАГАТЭ в области обучения и аттестации по НРИ включают:

■ *Training Guidelines in Non-Destructive Testing (Руководящие принципы обучения для проведения неразрушающих испытаний)*, IAEA TECDOC-407 (1987) и IAEA TECDOC-628 (1991)

■ *Industrial Radiography – Manual for the Syllabi Contained in TECDOC-628 (Промышленная рентгенография – Руководство по учебным программам, содержащимся в TECDOC-628)*, Серия по учебным курсам МАГАТЭ, выпуск № 3 (1992)

■ *Non-Destructive Testing – A Guidebook for Industrial Management and Quality Control Personnel (Неразрушающие испытания – Справочник для персонала управления производством и контроля качества)*, Серия по учебным курсам МАГАТЭ, выпуск № 9 (1999)

■ *Ultrasonic Testing of Materials at Level 2 – Manual for Syllabi Contained in IAEA TECDOC-628 (Ультразвуковые испытания материалов на Уровне 2 – Руководство для учебных программ, содержащихся в TECDOC-628)*, Серия по учебным курсам МАГАТЭ, выпуск № 10 (1999)

■ *Liquid Penetrant and Magnetic Particle Testing – Manual for Syllabi Contained in IAEA TECDOC-628 (Испытания с использованием проникающей жидкости и магнитных частиц – Руководство по учебным программам, содержащимся в TECDOC-628)*, Серия по учебным курсам МАГАТЭ, выпуск № 11 (2000)

С 15 по 21 октября 2000 г. в Риме проходила 15-я Всемирная конференция по НРИ, в программу которой был включен семинар для представления основных характеристик нынешнего варианта ИСО 9712. Были предприняты усилия для достижения консенсуса среди всех основных международных аттестационных органов Европы, США, Японии и Китая в отношении использования ИСО 9712 в качестве универсального стандарта квалификации и аттестации персонала НРИ. Эти и другие усилия будут иметь большое значение для глобальной унификации в этой области.

Однако выпуск стандарта ИСО не является конечной целью международной гармонизации; это лишь начало. Для достижения единообразия стандарт должен применяться в каждой стране. Необходимы важные шаги в различных областях:

■ Следует разработать четко определенные учебные программы для различных уровней аттестации. Во-первых, это касается основных шести методов НРИ,

перечисленных в ИСО 9712. Во-вторых, в них следует включить дополнительные методы, такие как испытания на протекание, звукопроницаемость и нейтронная рентгенография. Это было сделано в двух технических документах МАГАТЭ (TECDOC-407 1987 г. и TECDOC-628 1991 г.). Пересмотр TECDOC-628 предполагается осуществить в 2001 г.

■ Следующими важными элементами являются учебные материалы и учебники. МАГАТЭ приступило к выполнению этой задачи, опубликовав учебники по испытаниям с использованием проникающей жидкости, магнитных частиц и ультразвука и по рентгенографии. Они следуют учебной программе TECDOC-628 и могут использоваться для обучения персонала на первых двух уровнях. Имеются планы аналогичной подготовки учебников и по другим методам.

■ Следующие важные шаги связаны с содержанием практической работы для различных уровней аттестации и с имеющимися известными дефекты стандарт-

ными испытательными образцами, которые используются для обучения и сдачи экзаменов при аттестации. В TECDOC-628 содержатся некоторые руководящие указания относительно практических занятий во время различных учебных курсов для разных уровней и разных методов НРИ. Также близится к завершению работа над руководящими указаниями относительно содержания, процедуры проведения и оценки результатов при сдаче экзаменов по практическим занятиям, хотя еще остается провести некоторую работу перед их выпуском.

В отношении испытательных образцов МАГАТЭ организовало много практикумов по методам изготовления стандартных испытательных образцов. Главное внимание обращалось на сварку. Группа экспертов подготовила наставление по этому предмету, которое вскоре будет опубликовано. Необходимо распространить это начинание на другие технологические операции, такие как литье,ковка и испытание материалов из бетона и керамики. Следует также подготовить руководство относительно того, какого рода стандартные испытательные образцы нужны для конкретных секторов, указанных в ИСО 9712, и требуется обзор по стандартным испытательным образцам, предлагаемым различными изготовителями.

■ Еще один шаг в направлении гармонизации касается единообразия в стандартах проведения экзаменов и в экзаменационных вопросах. Различные органы аттестации в развитых странах ведут банк вопросов для проведения аттестационных экзаменов. МАГАТЭ с помощью совещаний экспертов составило сборник таких экзаменационных вопросов для Уровней 1, 2 и 3 и готовит его к публикации для помощи национальным аттестационным органам, особенно в развивающихся странах.

НРИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Большинство промышленных отраслей по всему миру — от автомобильной, аэрокосмической и железнодорожной до электроники и добычи нефти — полагаются на неразрушающие испытания для обеспечения контроля качества и безопасности. Услуги НРИ включают изучение конструкции, проверку сенсорных и контрольных систем, обследование рентгеновскими и гамма-лучами и ультразвуковые испытания. Наиболее широко используются такие методы НРИ, как применение проникающих красителей, испытания с помощью вихревых токов и магнитных частиц, рентгенография и ультразвуковые испытания.



Инспекторы и операторы НРИ являются специалистами, аттестованными по четко установленным стандартам национальными и международными органами НРИ. В МАГАТЭ система квалификации и аттестации основана на стандартах Международной организации по стандартизации, установившей три уровня компетенции:

■ Уровень 1 — можно разрешить установку оборудования, проведение испытаний по письменным инструкциям и под наблюдением персонала Уровней 2 и 3; допускается к классификации и сообщению результатов под тем же наблюдением.

■ Уровень 2 — можно разрешить выполнение или управление испытаниями в соответствии с установленными или общепризнанными процедурами.

■ Уровень 3 — можно разрешить управление любой операцией по применению методов НРИ, на которые получена аттестация.

Обучаемый персонал должен переходить от одного уровня к следующему и отвечать минимальным требованиям опыта по каждому уровню и методу. Продолжительность времени обучения и аттестации зависит от уровня образования в естественных или технических науках до обучения методам НРИ.

■ Методы НРИ используются во многих странах, где английский язык не является основным. Это подчеркивает важность перевода учебников, руководств и других документов, возможно, сначала на официальные языки ООН.

■ Больше внимания следует уделять современным методам обучения, в том числе с применением видеокамер и кассет. Например, АОНИ уже выпустило видеокассеты по некоторым методам НРИ.

■ Преподаватели и инструкторы играют ключевую роль в процессе гармонизации. МАГАТЭ выпустило документ по руководящим принципам “учить учителя”, и такой подход необходимо дальше развивать и приме-

нять в учреждениях по обучению и аттестации.

■ Конкретные секторы для аттестации должны быть определены в более узких и четких терминах. Это помогло бы обеспечить тот же уровень компетентности персонала, обученного и аттестованного в этих четко определенных секторах в одной стране, что и в других странах.

■ Необходимо прилагать больше усилий для обеспечения помощи в осуществлении процесса гармонизации всем регионам. Некоторые из них, например страны Восточной Европы и государства бывшего Советского Союза, не вовлечены в соответствующие региональные усилия МАГАТЭ.

■ Необходимо произвести оценку того, как и в какой мере тре-

бования ИСО выполняются в каждой стране. Уже существуют некоторые стандарты для оценки и аккредитации лабораторий и учебных заведений по НРИ, позволяющие определить возможности этих организаций.

■ Необходимо еще более тесное сотрудничество между различными национальными и международными организациями, заинтересованными в поощрении и гармонизации обучения и аттестации персонала НРИ. МАГАТЭ взяло на себя инициативу по развитию сотрудничества путем, например, приглашения представителей этих организаций на свои совещания по региональной координации и заседания Консультативной группы экспертов.

■ Процесс гармонизации должен быть формализован и документирован. Этого можно достичь путем подписания соглашений между соответствующими национальными органами на двусторонней или региональной основе. Хорошим примером служит соглашение, подписанное членами Европейской федерации обществ по НРИ. В целях содействия заключению таких соглашений МАГАТЭ в рамках регионального проекта недавно организовало совещание для подготовки проекта соглашения между странами Африки.

В предстоящие годы предполагается заключение аналогичных соглашений для других регионов мира. Ожидается, что в число организаций, участвующих в этом процессе, войдет Международный комитет по неразрушающим испытаниям. Эти и другие шаги по развитию сотрудничества будут иметь большое значение для создания прочной и устойчивой сети в мировом масштабе для единообразной практики НРИ, особенно для обучения и аттестации операторов, отвечающих за проведение испытаний и интерпретацию их результатов. □