

УДК 004.946:620.179.152.1:004.92

**ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ
В СИМУЛЯТОРЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИИ****Е. Е. КОВШОВ, В. С. КУВШИННИКОВ, Н. О. ДОЛГОВ**
АО «НИКИМТ – Атомстрой» (Госкорпорация «Росатом»)
Москва, Россия

В современном промышленном комплексе неразрушающий контроль играет важную роль. Энергетическая отрасль, включая атомную энергетику, является стратегически важной, в том числе для обеспечения независимости и безопасности государства. Она отличается высокими стандартами качества контроля и требует больших объемов проведения полевых и лабораторных испытаний. Развитие энергетической отрасли требует внедрения новых технических средств и повышения уровня подготовки специалистов, сопровождаемого усовершенствованием образовательных программ. В целях сокращения сроков и повышения качества выполнения практической подготовки специалистов желательно добиться погружения в атмосферу производственной среды, в том числе путём создания близкого по её качествам аналога-двойника.

При подготовке технических специалистов традиционно применяется аудиторный метод обучения. В ходе занятий и при проведении теоретических и практических работ для контроля знаний используются исполненные в материале и аттестованные контролируемые образцы, а также полноразмерное и полнофункциональное оборудование. Формирование потокового обучения с применением аудиторного метода требует применения фонда лекционных помещений, оборудованных техническими средствами для демонстрации учебных материалов, а также привлечения целого коллектива сертифицированных специалистов для проведения практических занятий в нескольких специально оборудованных и аккредитованных лабораториях.

Среди востребованных в промышленности видов неразрушающего контроля с точки зрения нужд атомной отрасли выделяется радиационный вид контроля. Широкое распространение материалов с редкими и уникальными свойствами, обилие толстостенных конструкций с многослойными сварными соединениями обуславливают преимущества радиационных методов контроля над иными распространенными, например, волновыми. Однако работа с проникающим ионизирующим излучением сопряжена с высокой опасностью для персонала, что создает предпосылки для повышенного уровня контроля технических знаний специалистов и соблюдения правил безопасности. Это справедливо в полной мере и для учебных лабораторий, где уровень опасности усиливается многочисленными факторами, связанными с неопытностью начинающих специалистов. Кроме того, лаборатории оснащаются громоздким и дорогостоящим оборудованием с относительно коротким сроком эксплуатации, а к конструкции помещения лаборатории предъявляется ряд требований, соблюдение которых обязательно для аккредитации. Создание, оснащение,

лицензирование и техническое поддержание учебной лаборатории – сложный, ресурсоемкий и дорогостоящий процесс.

В качестве современной альтернативы может выступить симулятор промышленной радиографии. Учебные программы, методические материалы и теоретические занятия размещаются на образовательной платформе, а ряд задач практического обучения позволяет решить виртуальный тренажер. Технологии виртуальной реальности хорошо зарекомендовали себя в роли инструмента для формирования практических навыков и закрепления полученных знаний, что особенно актуально при работе с опасными промышленными объектами.

Симулятор промышленной радиографии призван, с одной стороны, выработать у обучающихся «привычку» безопасного поведения при обращении с оборудованием, с другой, – обеспечить визуально и двигательно приближенный опыт практики неразрушающего контроля в ходе его этапов: подготовка объекта контроля, выбор и размещение маркеров и индикаторов, установка ориентации радиографического аппарата с помощью кронштейна и др.

Благодаря использованию физически достоверных математических моделей при создании цифровых двойников источника, объектов контроля и чувствительного элемента, симулятор позволяет наблюдать влияние всех составленных специалистом условий и установленных параметров съемки на качество полученного изображения (рис. 1), а также оценить соответствие снимка требованиям технической документации, в том числе с применением специализированного оборудования – негатоскопов и денситометров.

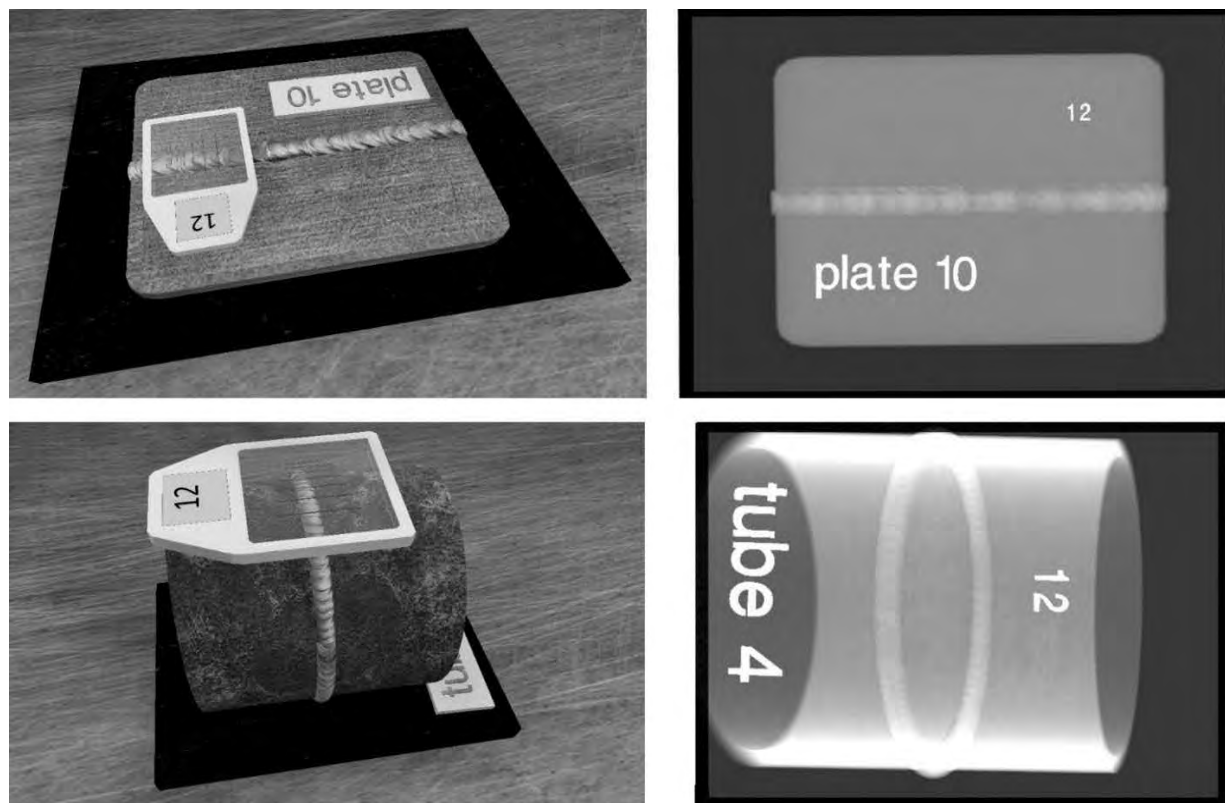


Рис. 1. Цифровые двойники объектов контроля и их радиографические изображения, полученные в среде виртуальной реальности симулятора