

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСПЕКЦИОННЫХ ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ФУНКЦИЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ**

*Струговцов Д.В., Осипов С.П.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный  
сотрудник Российско-китайской научной лаборатории  
радиационного контроля и досмотра*

В последние десятилетия наблюдается рост международной напряженности, который проявляется в постоянном увеличении количества региональных конфликтов и в усиливающейся угрозе международного терроризма. Следует также отметить стремительный рост правонарушений и преступлений, которые связаны с внешнеторговой деятельностью. Указанный фактор обусловлен всемирной глобализацией, который привел к существенному переделу рынков стран производителей и стран потребителей. Увеличение объемов товаров, перемещаемых через границы государств, образование таможенных союзов, внешнеэкономическая ситуация в мире – все это привело к практической невозможности проведения тотального досмотрового контроля транспортных и пассажирских потоков традиционными методами. Создание, совершенствование и масштабное внедрение различных реализаций инспекционных досмотровых комплексов существенно снизило влияние указанных негативных факторов на экономическую и национальную безопасность стран [1, 2], в том числе и Российской Федерации.

Инспекционные досмотровые комплексы предназначены для дистанционного получения информации о содержании транспортных упаковок, транспортных средств, багажа и ручной клади, в результате анализа цифровых теневых радиографических изображений. В конце XX века получил развитие метод дуальных энергий (МДЭ) [3], который позволяет идентифицировать материалы объектов контроля (ОК) и их фрагментов. Метод способствует предотвращению нарушения таможенных законов государств и сдерживанию терроризма.

Метод дуальных энергий наиболее сложен в практическом использовании при досмотровом контроле крупногабаритных объектов – контейнеров, легковых и грузовых транспортных средств. Сложность обусловлена особенностями взаимодействия высокоэнергетического рентгеновского излучения с веществом [4, 5].

Совершенствование высокоэнергетических инспекционных досмотровых комплексов с функцией идентификации материалов ОК развивается по нескольким основным направлениям, которые связаны с источниками и регистраторами рентгеновского излучения, алгоритмами формирования и обработки информации в МДЭ; механическими улучшениями существующих конструкций комплексов. Рассмотрим каждую выделенную категорию более подробно.

В качестве источников излучения могут использоваться линейные и циклические (бетатроны) ускорители электронов.

Линейные ускорители электронов получили новое применение в сфере досмотрового контроля. Используя указанные выше ускорители в целях инспекционного досмотрового контроля, можно получить энергию рентгеновского излучения до 10 МэВ.

Комплексы [4], построенные на основе линейных ускорителей электронов, предназначены для обнаружения тяжелых и радиоактивных материалов, а также для проведения досмотрового контроля железнодорожных составов (Rapiscan System). Основными достоинствами таких комплексов являются:

- большая мощность пучка при любых энергиях;
- высокая проникающая способность по стали (340 мм);
- высокая скорость сканирования.

Однако при всем обилии достоинств данные комплексы обладают существенными недостатками:

- огромные массогабаритные параметры;
- значительные временные и материальные затраты на возведение комплексов;
- высокая стоимость эксплуатации комплексов.

Для инспекционного досмотрового контроля большее распространение получили малогабаритные импульсные бетатроны (МИБ). Использование бетатронов кардинально уменьшает массогабаритные параметры и требует меньших затрат на изготовление и установку конечного продукта (комплекса). Чаще всего применяются бетатроны, которые способны генерировать последовательность импульсов с энергиями равными 4 и 6 МэВ. Однако, как показывают эксперименты, проведенные на комплексе РКНЛ РКД ИНК ТПУ, большей производительностью и большей эффективностью обладает комплекс, разработанный на базе бетатрона с энергиями импульсов равными 4,5 и 9 МэВ [5, 6].

К настоящему времени отсутствуют объективные и экспериментально подтвержденные данные о четко очерченных областях применения различных ускорителей электронов. Поскольку

задачи, которые можно решать при помощи данных комплексов, абсолютно одинаковы.

Отметим основные достоинства комплексов работающих на основе МИБ с энергиями импульсов 4,5 и 9 МэВ по сравнению с установками на линейных ускорителях и бетатронах с энергиями 4 и 6 МэВ:

- меньшие массогабаритные параметры;
- более прост монтаж;
- проникающая способность по стали свыше 350 мм;
- меньшие материальные затраты;
- высокий уровень идентификации веществ.

Из недостатков следует отметить невысокую мощность источника высокоэнергетического рентгеновского излучения и, следовательно, низкую производительность контроля, несовершенство ПО установки, возникновение шумов, отсутствие возможности съемки в двух перпендикулярных плоскостях.

В качестве детекторов рентгеновского излучения в инспекционных досмотровых комплексах предпочтение отдается сцинтилляционным детекторам на основе  $\text{CdWO}_4$ . Такие сцинтилляторы имеют большую плотность и значительный эффективный атомный номер, что и обуславливает их высокую эффективность регистрации.

Алгоритмы формирования и обработки радиометрической информации в методе дуальных энергий постоянно совершенствуются и корректируются. В последнее время все чаще и чаще стали создаваться алгоритмы, направленные на улучшение качества полученного исходного цифрового изображения. Разрабатываются алгоритмы фильтрации шума, повышения контрастности и четкости изображения. При проведении контроля для повышения эффективности инспекционного досмотра, как показывает практика, необходимо применение двух взаимно перпендикулярных источника излучения и линейки детекторов. Желательно, чтобы источники оказывали минимальное воздействие друг на друга.

На мой взгляд, обосновано внедрение в основное ядро программы алгоритма, позволяющего построить приблизительное объемное изображение контролируемого объекта для большей наглядности объекта контроля. Затем полученное 3D-изображение должно пройти алгоритмы цветовой коррекции и фильтрации. Алгоритм цветовой коррекции и фильтрации подразумевает под собой возможность скрывания какого-либо фрагмента объекта контроля (например, корпуса), что позволит рассмотреть 3D-изображение на наличие мелких незаметных глазу тайников, в которых могут перевозиться наркотики, драгоценные металлы и камни, ювелирные украшения и пр.

Для реализации указанных выше алгоритмов необходимо применение высокопроизводительных компьютеров с быстродействующим процессором и мощной видеокартой. Разрешение экрана должно быть не менее 1980x1080 пикселей. Это одно из первых и важных механических улучшений комплекса. Второе улучшение, как уже было отмечено ранее, заключается во внедрении двух взаимно перпендикулярных источников и линеек детекторов.

Для мобильных комплексов так же не менее важным является включение амортизационной системы для рамки с детекторами. Включение в состав такого рода системы способствует снижению уровня шума изображения возникающего из-за неровности дорожного полотна, сильных порывов ветра и неравномерности движения сканирующего комплекса.

Инспекционные досмотровые комплексы относительно новая и молодая тема, которая с каждым годом привлекает к себе все больше и больше внимания. Постоянная модернизация и усовершенствование комплекса являются неотъемлемой частью обеспечения безопасности населения в чрезвычайных ситуациях связанных с террористическими актами, а также контрабандными перевозками запрещенных объектов и товаров.

### **Список информационных источников**

1. Барышникова, Е.Ю. Факторы эффективности в управлении таможенным делом // Транспортное дело России. – 2009. – № 3. – С. 90–92.
2. Кокорева, И., Щелкунов, Г. Рентгеновские комплексы в системах инспекционно-досмотрового контроля // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2007. – № 4. – С. 36–41.
3. Ogorodnikov, S., Petrunin, V. Processing of interlaced images in 4–10 MeV dual energy customs system for material recognition // Physical Review Special Topics-Accelerators and Beams. – 2002. – V. 5. – № 10. – No. paper 104701. – 11 p.
4. Jaccard N., Rogers T. W., Griffin L. D. Automated detection of cars in transmission X-ray images of freight containers //Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2014 11th IEEE International Conference on. – IEEE. – 2014. – P. 387-392.
5. Чахлов, С.В., Осипов, С.П. Высокоэнергетический метод дуальных энергий для идентификации веществ объектов контроля // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 9. – С. 9–17.

6. Osipov, S.P., Chakhlov, S.V., Osipov, O.S., Shtein, A.M., Strugovtsev, D.V. About accuracy of the discrimination parameter estimation for the dual high-energy method // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering / RTER2014. Tomsk –2015. – Vol. 81. – No. paper 012082. – 13 p.

## **ПРАКТИКА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ**

*Суртаева А.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

Совершенствование бизнес процессов связано, в основном, с измерением эффективности и завершенности каждого из определенных шагов в установленных границах процессов. Методы, которые компания реализует, чтобы достичь планируемых улучшений, фактически, выбираются, исходя из системы управления бизнес процессами, принятой в данной организации. Наилучшая стратегия, в данном случае, помогает не только повысить результативность отдельных процессов, но и в целом увеличить скорость реакции на внутренние и внешние изменения. [1]

Управление процессами подразумевает идентификацию, контроль, измерение и оптимизацию хода любого вида деятельности, которые в системе перерастают в планирование и реализацию предупреждающих действий и непрерывных улучшений. Предвосхищение ожиданий клиентов и высокое качество выпускаемого продукта являются основным преимуществом компании в условиях рыночной конкуренции. При существующем разнообразии продуктов заменителей у покупателя есть возможность требовать товары все более высокого качества по низким ценам. Зачастую, для компании это значит поиск как можно более дешевого способа быстрого улучшения текущей деятельности (бизнес процессов). [2]

На сегодняшний день существует множество методов и подходов улучшить или, вовсе, пересмотреть ход процесса, каждый из которых имел, как провал, так и успех в разных организациях. Последствия практического применения тех или иных инструментов сложно спланировать с точки зрения финансовых преимуществ, особенно в условиях быстро меняющегося рынка. Основная проблема в том, что руководителям организаций важно немедленное получение результатов