ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ: ИНТЕГРАЦИЯ, КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Ibraximov Ulugbek Abidjanovich
Начальник учебной лаборатории технических
средств таможенного контроля
Таможенного института
https://doi.org/10.5281/zenodo.22205048

Аннотация

В статье исследованы теоретические и практические основы эффективного применения технических средств таможенного контроля (ТСТК) в условиях цифровой трансформации таможенной деятельности. Обоснована необходимость отказа от подхода, при котором отдельные технические средства рассматриваются как самостоятельные и универсальные инструменты контроля. Показано, что каждое техническое средство наряду с определёнными функциональными преимуществами имеет объективные ограничения, обусловленные физическими принципами обнаружения, свойствами контролируемого объекта, качеством получаемых данных, условиями эксплуатации, информационной совместимостью и человеческим фактором. В связи с этим предложен принцип функциональной комплементарности, предусматривающий взаимное дополнение сильных сторон одних технологий ограничениями других. Особое внимание уделено интеграции результатов применения ТСТК с системой управления рисками. Обосновано, что данные рентгеновского контроля, радиационного мониторинга, металлодетекции, обнаружения следов веществ, видеонаблюдения, биометрической идентификации и иных средств должны рассматриваться не как разрозненные результаты отдельных процедур, а как элементы единого информационно-аналитического пространства. Предложена концептуальная модель «техническое средство – данные – анализ – профиль риска – решение – обратная связь», позволяющая повысить обоснованность отбора объектов для углублённого контроля, прозрачность принимаемых решений и эффективность использования контрольных ресурсов. Отдельно рассмотрена роль человека-оператора и искусственного интеллекта: цифровая трансформация не должна сводиться к исключению человека из процесса, а должна обеспечивать рациональное распределение функций между техническими средствами, интеллектуальными алгоритмами, системой управления рисками и профессиональным оператором. Сделан вывод о том, что эффективность ТСТК целесообразно оценивать не только по характеристикам отдельных устройств, но и по способности всей интегрированной системы своевременно выявлять риски, компенсировать ограничения отдельных технологий и формировать доказательно обоснованные решения.

Ключевые слова: технические средства таможенного контроля, неинтрузивный контроль, инспекционно-досмотровый комплекс, рентгеновское изображение, радиационный контроль, управление рисками, риск-профиль, искусственный интеллект, человеческий фактор, оператор, комплементарность, интеграция, принятие решений.

Abstract

This article examines the theoretical and practical foundations of the effective use of technical means of customs control (TMC) under the conditions of digital transformation of customs activities. The paper substantiates the need to move away from an approach in

which individual technical means are treated as autonomous and universal control instruments. It is shown that every technical technology combines specific functional advantages with objective limitations related to detection principles, properties of the inspected object, quality of generated data, operating conditions, interoperability, and human factors. Therefore, the study proposes the principle of functional complementarity, whereby the strengths of one technology compensate for the limitations of another. Particular attention is paid to integrating data obtained from TMC with customs risk management systems. X-ray inspection data, radiation monitoring results, metal detection, trace detection, video surveillance, biometric identification, and other sources should be treated not as isolated outputs of separate procedures, but as elements of a unified information and analytical environment. A conceptual model — "technical means – data – analysis – risk profile – decision – feedback" — is proposed to improve targeting of high-risk objects, increase decision transparency, and enhance the allocation of control resources. The study also considers the role of the human operator and artificial intelligence. Digital transformation should not simply remove humans from the control loop; rather, it should ensure an effective distribution of functions between technical systems, intelligent algorithms, risk management, and the professional operator. The paper concludes that the effectiveness of TMC should be assessed not only by the technical characteristics of individual devices, but also by the ability of the integrated system to identify risks in a timely manner, compensate for technological limitations, and support evidence-based decisions.

Keywords: technical means of customs control, non-intrusive inspection, X-ray inspection system, X-ray image, radiation monitoring, risk management, risk profile, artificial intelligence, human factor, operator, complementarity, integration, decision-making.

1. Введение

Современная таможенная деятельность осуществляется в условиях постоянного роста объёмов международной торговли, усложнения логистических цепочек, ускорения трансграничного перемещения товаров и одновременного повышения требований к безопасности. Таможенные администрации должны одновременно обеспечивать выявление незаконного перемещения товаров и иных угроз экономической и общественной безопасности и не создавать неоправданных барьеров для законной внешнеэкономической деятельности. В этих условиях особое значение приобретают риск-ориентированный подход, цифровая обработка данных и современные технические средства контроля [1–3].

Технические средства таможенного контроля (ТСТК) позволяют получать информацию о свойствах контролируемых объектов без обязательного вскрытия упаковки, разборки транспортного средства или непосредственного контакта с объектом. Наиболее заметную роль в этой системе играют инспекционно-досмотровые комплексы, рентгенотелевизионные установки, радиационные детекторы, металлодетекторы, средства обнаружения следов веществ, видеосистемы и иные технологические решения. Вместе с тем сам факт наличия современного оборудования ещё не означает автоматически высокой эффективности таможенного контроля.

Эффективность определяется тем, насколько техническое средство соответствует конкретной задаче, насколько результаты его применения могут быть корректно интерпретированы, насколько данные совместимы с другими информационными ресурсами и каким образом они участвуют в формировании контрольного решения. Иными словами, центральным вопросом становится не только качество отдельного устройства, но и качество системы, в которой это устройство используется.

В предыдущих исследованиях автора последовательно рассматривались различные аспекты данной проблемы. В работе по профайлингу было показано значение анализа поведенческих и контекстных признаков риска при проведении таможенного контроля [4]. В исследовании применения искусственного интеллекта в таможенном контроле рассматривались возможности автоматизации обработки данных и поддержки оператора [5]. В последующих работах анализировались эффективность инспекционно-досмотровых комплексов, их использование в условиях цифровой таможни и возможности применения рентгеновских изображений для выявления скрытых объектов [6–8].

Дальнейшее развитие этой научной линии связано с профессиональной подготовкой операторов рентгеновских систем, применением SIMFOX, повышением эффективности человеческой интерпретации рентгеновских изображений и изучением когнитивной надёжности оператора [9–11]. В последней работе автора рентгеновский контроль рассматривается как информационно-измерительная система с участием человека, а когнитивная неопределённость — как дополнительный источник неопределённости, оказывающий влияние на надёжность результатов контроля [12].

Таким образом, результаты предыдущих исследований позволяют перейти к следующему этапу научного обобщения: ТСТК должны рассматриваться не как совокупность автономных устройств, а как взаимосвязанная система получения, передачи, сопоставления и интерпретации информации. В рамках такого подхода отдельное техническое средство имеет не только сильные стороны, но и функциональные ограничения, которые могут и должны компенсироваться другими технологиями.

Целью настоящего исследования является научное обоснование интегрированного подхода к применению ТСТК, основанного на принципах функциональной комплементарности, информационной интеграции с системой управления рисками и рациональном распределении функций между человеком, техническими средствами и искусственным интеллектом.

2. Материалы и методы исследования

Исследование носит теоретико-аналитический характер. В качестве источников использованы международные документы Всемирной таможенной организации и Всемирной торговой организации, научные публикации по риск-менеджменту, неинтрузивным технологиям контроля, инженерии человеческого фактора, когнитивной психологии и взаимодействию человека с автоматизированными системами, а также результаты научных исследований автора 2020–2026 годов.

Источникную базу целесообразно разделить на три блока. Первый блок составляют международные документы и методические материалы, регулирующие риск-ориентированную организацию таможенного контроля и применение неинтрузивных технологий [1–3]. Второй блок включает исследования автора, посвящённые профайлингу, искусственному интеллекту, инспекционно-досмотровым комплексам, рентгеновским изображениям, профессиональной подготовке операторов, SIMFOX и когнитивной надёжности [4–12]. Третий блок составляют работы международных исследователей по человеческому фактору, ситуациионной осведомлённости, автоматизации и особенностям визуального поиска [13–17].

В работе применялись методы системного анализа, структурно-логического анализа, функционального моделирования, сравнительного анализа и концептуального моделирования. Системный анализ использовался для определения связей между отдельными ТСТК и общей архитектурой таможенного контроля. Функциональное моделирование применялось для определения роли каждого средства

в цепочке «выявление – передача данных – анализ – решение». Сравнительный анализ позволил сопоставить автономную и интегрированную модели применения ТСТК.

При формировании выводов использовался принцип междисциплинарной связи. Техническая составляющая рассматривалась совместно с организационными и информационными процессами, а проблема человеческого фактора — в контексте надёжности всей информационно-измерительной системы.

3. Результаты исследования

3.1. Ограниченность рассмотрения ТСТК как автономных средств контроля

В практике таможенного контроля разные технические средства предназначены для решения разных задач. Рентгеновские системы обеспечивают визуализацию внутренних структур объектов; радиационные детекторы предназначены для выявления источников ионизирующего излучения; металлодетекторы — для обнаружения металлических предметов; ETD/IMS и иные средства — для обнаружения следов определённых веществ; видеосистемы — для фиксации поведения, перемещения и событий. Из этого следует, что сравнение всех устройств по единому критерию «эффективности» является методологически недостаточным.

Каждая технология обладает специфической областью максимальной эффективности. Рентгеновская система, например, может быть особенно полезной для выявления скрытых объектов, однако результат зависит от геометрии объекта, взаимного наложения материалов, качества изображения, параметров сканирования и квалификации оператора. В работе автора по искусственному интеллекту отмечалась необходимость автоматизации анализа рентгеновских изображений, в том числе для выявления атипичных участков и объектов, которые могут быть сложны для визуального распознавания [5].

Вопрос следует формулировать не как «какое техническое средство является самым эффективным», а как «какое техническое средство лучше всего соответствует конкретному риску и какая технология способна компенсировать его ограничения». Такой переход от сравнительного к системному подходу является принципиальным условием дальнейшего развития ТСТК.

3.2. Сильные и слабые стороны отдельных технических средств

Техническое средство	Основное преимущество	Ключевое ограничение	Возможное дополнение
Рентгеновская система	Визуализация скрытых объектов и структуры груза	Наложение объектов, зависимость от качества изображения и интерпретации	AI-аналитика, повторное сканирование, физический досмотр
Радиационный детектор	Выявление радиоактивного излучения	Не предназначен для большинства иных угроз	Рентгеновский контроль, идентификация веществ
Металлодетектор	Быстрое обнаружение металлических объектов	Ограниченные возможности в отношении неметаллических объектов	Сканер тела, рентген
ETD/IMS	Выявление следов отдельных веществ	Ограниченная информация о форме	Рентген, углублённый

		и положении объекта	досмотр
Видеонаблюдение	Фиксация поведения и событий	Не раскрывает внутренний состав объекта	Профайлинг, ТСТК, базы данных
AI-аналитика	Быстрая обработка больших массивов данных	Зависимость от качества данных и алгоритмов	Профессиональный оператор и риск-менеджмент
Профайлинг	Выявление контекстных и поведенческих признаков риска	Субъективность интерпретации	Объективные технические данные

3.3. Принцип функциональной комплементарности

Под функциональной комплементарностью предлагается понимать такое сочетание технических средств, при котором ограничения одного средства компенсируются функциональными возможностями другого. В отличие от простого параллельного применения устройств, комплементарность предполагает предварительное определение того, какие признаки риска должны быть установлены и какой набор средств обладает наибольшей суммарной диагностической ценностью.

Выбор ТСТК в этом случае осуществляется по схеме «риск – информационный признак – техническое средство – подтверждение». Например, если риск связан с возможным сокрытием предмета внутри транспортного средства, рентгеновская система формирует визуальную информацию, видеосистема предоставляет контекст поведения и перемещения, а дополнительные средства могут использоваться для подтверждения обнаруженного признака.

Такой подход позволяет отказаться от представления о том, что одна технология должна обеспечивать полный контроль. В реальной системе результат достигается за счёт взаимного дополнения. Это соответствует логике ранее проведённых автором исследований инспекционно-досмотровых комплексов и использования искусственного интеллекта для расширения возможностей анализа рентгеновских изображений [5–8].

3.4. Интеграция ТСТК с системой управления рисками

Одной из наиболее существенных проблем современного технического контроля является фрагментация информационных потоков. Результат работы сканера, радиационного детектора или системы распознавания может оставаться локальной информацией конкретного контрольного поста и не использоваться в последующих этапах аналитической работы. Такая организация снижает ценность данных и ограничивает способность системы обучаться на фактических результатах контроля.

В риск-ориентированной модели техническое средство должно быть встроено в замкнутый информационный цикл. Исходные сведения о товаре, маршруте, участнике внешнеэкономической деятельности и истории нарушений формируют первичный риск-профиль. На его основе определяется необходимость применения конкретного набора ТСТК. Полученные результаты возвращаются в систему для переоценки риска и принятия решения [1–3].

Концептуально процесс можно представить следующим образом: «исходные данные → первичный риск-профиль → выбор ТСТК → получение результатов → интеграция данных → повторная оценка риска → решение → обратная связь». Особое значение имеет последний этап, поскольку фактический результат контроля должен использоваться для совершенствования будущих риск-профилей.

Таким образом, технические средства из автономных инструментов обнаружения превращаются в активные источники данных для риск-аналитики. Это позволяет повышать точность целевого отбора без пропорционального увеличения количества углублённых досмотров.

3.5. Информационная прозрачность и цифровой след контрольного решения

Интеграция результатов ТСТК с системой управления рисками имеет важное значение для повышения прозрачности контрольных решений. В автономной модели решение может фиксироваться как конечное действие сотрудника без сохранения полной логики его формирования. В интегрированной системе возможно сохранить цифровой след, показывающий, какой объект был выбран для контроля, какие риск-индикаторы использовались, какие технические средства применялись, какие данные получены и почему итоговый уровень риска был изменён.

Такая архитектура создаёт предпосылки для внутреннего контроля качества, последующего анализа спорных ситуаций и оценки результативности конкретных технологий. Кроме того, наличие структурированного цифрового следа позволяет анализировать ложноположительные и ложноотрицательные результаты и использовать их для совершенствования алгоритмов и подготовки операторов.

В условиях автоматизации особенно важно сохранять объяснимость решения. Система должна обеспечивать возможность ответить не только на вопрос «каково решение?», но и на вопрос «какие данные и признаки привели к этому решению?».

3.6. Человеческий фактор и когнитивная надёжность

Техническая интеграция не устраняет человеческий фактор. Напротив, по мере роста объёма информации повышается роль оператора как элемента, который интерпретирует результаты и сопоставляет их с контекстом. В исследовании автора рентгеновский контроль рассматривается как информационно-измерительная система, в которой цепочка включает объект, источник излучения, детектор, цифровое изображение, анализ оператором и принятие решения [12].

В данной системе источником неопределённости становятся не только технические характеристики оборудования, но и уровень профессиональной подготовки, практический опыт, психофизиологическое состояние, устойчивость внимания и особенности визуального восприятия оператора [12]. Эти положения развивают более ранние исследования автора по повышению эффективности человеческой интерпретации рентгеновских изображений [11].

Поэтому корректнее говорить не об устранении человеческого фактора, а о его управляемой интеграции. Технические средства должны снижать нагрузку на оператора, аналитические алгоритмы — помогать выявлять аномалии, а риск-менеджмент — предоставлять контекст для профессиональной интерпретации.

3.7. Роль искусственного интеллекта в интегрированной архитектуре

В предыдущем исследовании автора применение искусственного интеллекта рассматривалось, прежде всего, в контексте автоматизации анализа рентгеновских изображений и поддержки оператора [5]. В интегрированной архитектуре роль AI может быть расширена: алгоритмы могут использоваться для сопоставления нескольких потоков данных, выявления аномалий, поиска несоответствий между декларацией и результатами технического контроля и ранжирования объектов по приоритету дополнительной проверки.

При этом AI не должен рассматриваться как самостоятельный заменитель системы управления рисками или профессионального оператора. Результат алгоритма является дополнительным источником информации, который должен сопоставляться с иными данными и интерпретироваться в соответствующем контексте.

Международная практика также демонстрирует рост интереса к применению AI и аналитики больших данных в риск-менеджменте таможенных органов [2, 19]. Это усиливает аргумент в пользу перехода от автоматизации отдельных операций к интеграции результатов различных технологий в единой аналитической среде.

3.8. Профессиональная подготовка операторов как часть эффективности ТСТК

Эффективность оборудования непосредственно зависит от того, способен ли оператор корректно использовать его возможности. В исследовании автора, посвящённом минимальным требованиям к операторам рентгеновских систем, профессиональные навыки рассматриваются как обязательная составляющая безопасного и результативного применения оборудования [9].

Исследование с использованием SIMFOX показало значимость симуляционного обучения для формирования навыков анализа рентгеновских изображений [10]. В новом исследовании автора также отмечено, что применение симулятора позволяет повышать скорость распознавания опасных объектов, улучшать качество визуального восприятия, сокращать время принятия решений и снижать количество операторских ошибок [12].

Следовательно, система эффективного применения ТСТК должна включать не только оборудование и программное обеспечение, но и постоянную подготовку, переподготовку и оценку операторов. Без этого даже высокотехнологичная система может сохранять значительную зависимость от индивидуальных различий в качестве интерпретации.

4. Обсуждение результатов

Проведённый анализ показывает, что проблема эффективного применения ТСТК не сводится к количеству или техническому уровню оборудования. Существенное значение имеет архитектура, в которой организованы выбор средства, получение данных, их интеграция и принятие решения.

Традиционная модель «объект – техническое средство – оператор – решение» удобна для описания простой процедуры, но недостаточна для современной цифровой таможни. В ней результат конкретного применения технологии фактически завершается принятием решения по одному объекту. В интегрированной модели результат одного контрольного действия становится источником для последующих аналитических операций и корректировки риск-профиля.

Важным следствием этого является переход от оценки «эффективности устройства» к оценке «эффективности контура контроля». В контур должны входить технические средства, базы данных, система управления рисками, аналитические алгоритмы, оператор и механизм обратной связи.

Интеграция несёт и новые риски: несовместимость форматов данных, различия в качестве информации, ложные срабатывания алгоритмов, зависимость от качества обучения AI и чрезмерное доверие оператора к автоматизированным рекомендациям. Поэтому интеграция должна сопровождаться едиными стандартами данных, протоколами информационного обмена, процедурами валидации алгоритмов и постоянным профессиональным обучением операторов.

В отношении таможенной практики Узбекистана принципиально важно, что современные информационные системы могут связывать результаты автоматизированного обнаружения с системой управления рисками. Это позволяет превращать результат конкретного контроля в источник для последующей аналитической работы [18]. Таким образом, предлагаемая модель имеет не только теоретическое, но и практическое основание.

5. Предлагаемая концептуальная модель эффективного применения ТСТК

На основании проведённого исследования предлагается концептуальная модель, в которой эффективность ТСТК обеспечивается не отдельным техническим устройством, а замкнутым циклом управления информацией и рисками.



Её ключевым свойством является замкнутость: конечный результат контроля не исчезает после завершения конкретной процедуры, а используется для совершенствования следующих решений и риск-профилей.

6. Заключение

1. Технические средства таможенного контроля не должны рассматриваться как изолированные и универсальные инструменты. Каждое средство имеет определённую область максимальной эффективности и объективные функциональные ограничения.

2. Наиболее перспективным принципом применения ТСТК является функциональная комплементарность, при которой ограничения одной технологии компенсируются сильными сторонами другой.

3. Эффективность ТСТК следует оценивать на уровне интегрированной системы, включающей оборудование, информационные ресурсы, систему управления рисками, аналитические алгоритмы и профессионального оператора.

4. Результаты применения ТСТК должны интегрироваться с системой управления рисками и использоваться не только для текущего решения, но и для формирования и корректировки будущих риск-профилей.

5. Интеграция данных создаёт условия для повышения прозрачности и доказательности контрольных решений за счёт формирования цифрового следа контрольной процедуры.

6. Снижение человеческого фактора не должно означать устранение человека из процесса. Наиболее обоснованной представляется модель распределения функций между техническими средствами, AI, системой управления рисками и профессиональным оператором.

7. Профессиональная подготовка операторов является составной частью эффективности ТСТК. Симуляционное обучение, включая применение SIMFOX, следует рассматривать как инструмент повышения надёжности интерпретации рентгеновских изображений.

8. Перспективным направлением развития является создание интеллектуальной архитектуры таможенного контроля по принципу «риск – техническое средство – данные – интеграция – анализ – решение – обратная связь», в которой отдельные технологии не конкурируют, а функционально дополняют друг друга.

Список использованной литературы

1. World Customs Organization. SAFE Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade. Brussels: WCO, 2021.
2. World Customs Organization. Customs Risk Management Compendium. Volume I. Brussels: WCO.
3. World Trade Organization. Trade Facilitation Agreement. Article 7.4 — Risk Management.
4. Ibraximov U. Профайлинг — божхона назоратини амалга оширишнинг самарали воситаси [Профайлинг как эффективное средство осуществления таможенного контроля]. // Ўзбекистон божхона ахборотномаси [Таможенный вестник Узбекистана]. 2020. №1. С. 61–65.
5. Ibraximov U. Божхона назорати жараёнида сунъий интеллектни қўллаш масалалари [Вопросы применения искусственного интеллекта в процессе таможенного контроля]. // Ўзбекистон божхона ахборотномаси [Таможенный вестник Узбекистана]. 2020. №2. С. 30–34.
6. Ibraximov U. Замонавий инспекцион кўрик мажмуаларини қўллаш самарадорлигини ошириш масалалари [Вопросы повышения эффективности применения современных инспекционно-досмотровых комплексов]. // Ўзбекистон божхона ахборотномаси [Таможенный вестник Узбекистана]. 2021. №1. С. 45–49.
7. Ibraximov U. Современные решения по эффективному применению инспекционно-досмотровых комплексов в условиях цифровой таможни. // Ўзбекистон божхона ахборотномаси [Таможенный вестник Узбекистана]. 2021. №2. С. 33–36.
8. Ibraximov U. Божхона назорати жараёнида гиёҳванд моддалар контрабандасини аниқлаш ва олдини олиш мақсадида инспекцион кўрик мажмуаларидан фойдаланиш [Использование инспекционно-досмотровых комплексов для выявления и предупреждения контрабанды наркотических средств]. // Ўзбекистон божхона ахборотномаси [Таможенный вестник Узбекистана]. Специальный выпуск. 2021. С. 32–35.
9. Ibrakhimov U. Minimum skill requirements for operators of X-ray inspection systems: scientific and practical aspects. // International Bulletin of Applied Sciences and Technology. 2025. Vol. 5. Issue 05.

10. Ibrohimov U. Improving the Efficiency of X-Ray Image Analysis by Customs Institute Cadets Using the SIMFOX Simulator. // International Conference on Advance Science and Technology. 2025. Vol. 2. No. 5. P. 49–51. DOI: 10.5281/zenodo.18010867.
11. Ibrohimov U. Methods for Increasing the Efficiency of Human Interpretation of X-Ray Images in Customs Inspection of Hand Luggage and Baggage. // International Journal of Artificial Intelligence. 2025.
12. Ibraximov U. Теоретические и метрологические основы рентгеновских измерительно-контрольных систем с участием человека. // ILM-FAN XABARNOMASI, SCIENCE BULLETIN, ВЕСТНИК НАУКИ. 2026. Vol. 15. Issue 01. P. 829–832. ISSN 3030-3931.
13. Ibraximov U. Human Cognitive Reliability in X-Ray Baggage Screening. // Development of Science. 2026. Vol. 3. No. 6. P. 288–296.
14. Endsley M.R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. // Human Factors. 1995. Vol. 37. No. 1. P. 32–64.
15. Parasuraman R., Sheridan T.B., Wickens C.D. A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A. 2000. Vol. 30. No. 3. P. 286–297.
16. Schwaninger A., Sterchi Y. Visual Inspection Performance in Aviation Security Screening. // Aviation Psychology and Applied Human Factors. 2015. Vol. 5. No. 1. P. 45–56.
17. Wolfe J.M., Horowitz T.S., Kenner N.M. Rare Items Often Missed in Visual Searches. // Nature. 2005. Vol. 435. P. 439–440.
18. World Customs Organization. Cigarette Smuggling: How Uzbekistan Managed to Turn the Tide. // WCO News. 2025.
19. World Customs Organization. Risk Management Developments at the WCO. // WCO News. 2025.