

УДК 339.543.2

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ
МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ**

Афонин Д.Н.

*Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал
Российской таможенной академии***INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CUSTOMS CONTROL OF SEA
CONTAINERS**

Afonin D.N.

*St. Petersburg named after V.B. Bobkov Branch of the Russian Customs Academy***Аннотация**

Статья посвящена анализу инновационных технологий, применяемых в таможенном контроле морских контейнеров, которые играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности мировой торговли. Рассматриваются современные методы, такие как рентгеновские и гамма-сканирующие системы, искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), блокчейн, дроны и робототехника, которые позволяют проводить неинвазивный осмотр, отслеживать грузы в реальном времени и выявлять аномалии. Особое внимание уделяется интеграции этих технологий в единую экосистему для оптимизации таможенных процессов. Обсуждаются вызовы, связанные с высокой стоимостью оборудования, кибербезопасностью и необходимостью международного сотрудничества. Статья подчеркивает значимость инноваций для повышения прозрачности, безопасности и устойчивости цепочек поставок в условиях роста глобальной торговли.

Ключевые слова: таможенный контроль, морские контейнеры, инновационные технологии, искусственный интеллект, Интернет вещей, блокчейн, рентгеновское сканирование, робототехника, дроны, кибербезопасность, глобальная торговля.

Abstract

The article examines innovative technologies used in the customs control of maritime containers, which are critical for ensuring the security and efficiency of global trade. It explores advanced methods, including X-ray and gamma scanning systems, artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), blockchain, drones, and robotics, which enable non-invasive inspections, real-time cargo tracking, and anomaly detection. Particular emphasis is placed on the integration of these technologies into a unified ecosystem to optimize customs processes. The article also addresses challenges such as the high cost of equipment, cybersecurity concerns, and the need for international cooperation. It highlights the importance of innovations in enhancing transparency, security, and sustainability in supply chains amid the growth of global trade.

Keywords: customs control, maritime containers, innovative technologies, artificial intelligence, Internet of Things, blockchain, X-ray scanning, robotics, drones, cybersecurity, global trade.

Ссылка для цитирования: Афонин Д.Н. Инновационные технологии таможенного контроля морских контейнеров // Бюллетень инновационных технологий. – 2025. – Т. 9. – № 3 (35). – С. 9-14. – EDN LWSEXQ.

Морская торговля является ключевым элементом мировой экономики, обеспечивая транспортировку более 80% глобального объема грузов. Морские контейнеры, стандартизированные по размерам и конструкции, стали ее основой благодаря их универсальности, надежности и экономичности. Примерно 90% мировой торговли приходится на контейнерные перевозки [1]. Низкая стоимость и высокая эффективность обслуживания делают морские контейнерные перевозки очень привлекательными для участников внешнеэкономической деятельности. Однако морские кон-

тейнерные перевозки подразумевают достаточно интенсивный информационный обмен между участниками ВЭД, транспортными компаниями, портовыми службами и контролирующими органами [2], что приводит к необходимости ужесточения требований к скорости и безопасности передачи данных на контейнерных терминалах для обеспечения эффективности информационного взаимодействия указанных структур. Для улучшения процессов контроля, обработки грузов и решения вопросов безопасности морских контейнерных перевозок в настоящее время достаточно широко применяются мониторинг в режиме реального

времени, различные датчики и технология электронных пломб [3, 4].

Традиционные методы таможенного контроля, такие как выборочный таможенный досмотр контейнеров и ручная проверка документов, давно демонстрируют свои ограничения. Физический досмотр требует значительных временных и человеческих ресурсов, что приводит к задержкам в портах и увеличению логистических издержек. Кроме того, выборочный характер таких проверок оставляет возможности для пропуска контрабанды, включая наркотики, оружие или запрещенные материалы, что становится особенно критичным в условиях глобализации и роста трансграничной преступности. Инновационные технологии, основанные на цифровизации, автоматизации и применении искусственного интеллекта, предлагают решения, которые трансформируют таможенные процессы, делая их более прозрачными, предсказуемыми и безопасными.

Одной из ключевых инноваций в области таможенного контроля является использование рентгеновских и гамма-сканирующих систем, которые позволяют проводить неинвазивный осмотр содержимого контейнеров, выявляя скрытые предметы, материалы с высокой плотностью или несоответствия между заявленным и фактическим содержанием. Современные системы сканирования, такие как высокопроникающие гамма-сканеры, способны проникать через стальные стенки контейнеров толщиной до 30 сантиметров, создавая детализированные изображения внутреннего содержимого. Такие системы оснащаются программным обеспечением, которое автоматически анализирует изображения, выделяя подозрительные объекты на основе их формы, плотности или химического состава, что позволяет таможенным офицерам сосредотачиваться на потенциально рискованных грузах, сокращая количество ненужных проверок.

В последние годы значительное развитие получили технологии искусственного интеллекта и машинного обучения, которые интегрируются в процессы таможенного контроля. Алгоритмы искусственного интеллекта способны обрабатывать огромные массивы данных, включая информацию из грузовых манифестов, таможенных деклараций, историй поставок и даже данных с камер видеонаблюдения в портах. Такие системы могут выявлять аномалии в данных,

которые указывают на возможные нарушения, такие как несоответствие веса контейнера заявленному грузу или подозрительные маршруты транспортировки. Например, машинное обучение позволяет создавать профили риска, которые автоматически классифицируют контейнеры по степени вероятности наличия контрабанды, что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов, когда таможенные службы должны оптимизировать свои усилия, направляя их на наиболее подозрительные грузы.

Еще одной перспективной технологией является использование датчиков и систем Интернета вещей (IoT) для мониторинга контейнеров в реальном времени. Умные контейнеры, оснащенные датчиками температуры, влажности, давления и GPS-трекерами, предоставляют таможенным службам данные о состоянии груза и его местоположении на протяжении всего маршрута. Такие системы позволяют отслеживать попытки несанкционированного вскрытия контейнера или изменения его содержимого. Например, датчики могут фиксировать резкие изменения веса или давления, что может указывать на добавление или удаление предметов. Интеграция данных IoT с блокчейн-технологиями дополнительно повышает надежность, создавая неизменяемые записи о движении контейнера и его содержимом. Блокчейн обеспечивает прозрачность цепочки поставок, исключая возможность подделки документов или манипуляций с данными.

Применение дронов и робототехники также вносит значительный вклад в модернизацию таможенного контроля. Автономные дроны, оснащенные камерами высокого разрешения и тепловизорами, могут проводить осмотр внешней поверхности контейнеров, выявляя признаки повреждений, скрытых отсеков или следов несанкционированного доступа. Роботизированные системы, такие как автоматические манипуляторы или мобильные платформы, используются для перемещения контейнеров в зонах досмотра, снижая необходимость участия человека в потенциально опасных операциях. Они не только ускоряют процесс контроля, но и повышают безопасность сотрудников таможенных служб.

Электронные пломбы широко используются для выявления вскрытий контейнеров, служат в качестве транспондеров для отслеживания контейнеров, обеспечения их

целостности и предоставления информации о местоположении и состоянии содержимого контейнера. Таким образом, они являются электронной альтернативой механическим пломбировочным средствам [5]. Электронные пломбы демонстрируют потенциальные преимущества в оптимизации контейнерной логистики в цепочках поставок и автоматизации процессов принятия решений на определенных этапах логистического процесса [6]. Электронные пломбы способствуют обнаружению несанкционированных попыток вскрытия контейнеров со стороны злоумышленников во время перевозок, но они не могут противостоять несанкционированному доступу, а только фиксируют противоправные деяния, которые привели к их повреждению или уничтожению [7, 8]. В связи со спецификой морских контейнерных перевозок, иногда трудно определить точное время, когда произошло несанкционированное вскрытие контейнера.

Для решения данной проблемы была предложена технология блокчейн, как децентрализованная система учета, которая может записывать и отслеживать транзакции безопасным и прозрачным способом. Более того, можно создать защищенную от несанкционированного доступа запись перемещений контейнера и его статуса на протяжении всего процесса доставки, используя блокчейн для записи данных с электронных пломб и датчиков, расположенных внутри контейнера [9]. Несмотря на большие преимущества внедрения блокчейна, данная технология изучалась для транспортных операций в основном теоретически. В реальных сценариях морских контейнерных перевозок технологии блокчейна и структурное моделирование практически не используются [10].

Были разработаны предложения по применению технологий блокчейна, интегрированных с электронными контрактами и расположенными в контейнерах датчиками интернета вещей для отслеживания доставки контейнеров, содержащих фармацевтические и медицинские товары [11]. Построена концептуальная модель блокчейна для управления контейнерными перевозками, интегрированная с криптовалютными платежами, электронными контрактами и отслеживанием грузов с использованием технологии радиочастотной идентификации (RFID) [12].

Технология блокчейн позволяет существенно повысить эффективность всех логистических процессов при морских контейнерных перевозках от хранения до оплаты, повышает безопасность и прозрачность операций с контейнерами, а также ускоряет товаропоток [13]. Кроме того, блокчейн позволяет существенно повысить информационную безопасность и снизить воздействие кибератак [1].

Как правило, электронная пломба устанавливается на контейнер в месте отправления, и данные пломбы передаются в центральную систему по беспроводному соединению. По мере перемещения контейнера по цепочке поставок статус электронной пломбы обновляется, и любые попытки взлома или снятия пломбы немедленно обнаруживаются и о них сообщается [5]. Данная информация гарантирует, что содержимое контейнера в сохранности и не повреждено во время транспортировки. Однако, возможны хакерские атаки, которые могут значительно снизить безопасность перемещаемых товаров.

В настоящее время для повышения безопасности электронных пломб на контейнерных терминалах широкое распространение получила технология RFID [14]. Однако у нее есть ограничения в плане безопасности, поскольку она уязвима для взлома и клонирования. RFID и блокчейн имеют свои сильные и слабые стороны в отношении безопасности электронных пломб контейнеров. И технология RFID, и технология блокчейн используют шифрование для защиты передачи данных. Однако технология блокчейн также использует цифровые подписи для аутентификации для обеспечения дополнительного уровня безопасности. В то время как RFID-метки могут быть физически скомпрометированы, блокчейн обеспечивает распределенную и децентрализованную систему, в которую сложнее вмешаться.

Примерами успешного применения технологий блокчейн, интегрированных с электронными контрактами, являются разработанная фирмами Maersk и IBM платформа «Tradelens» [1, 15] и разработанная компанией Blockshipping платформа для контейнеризации в судоходстве под названием «Global Shared Container Platform» [16].

Применение технологий блокчейна в сочетании с датчиками интернета вещей и в т.ч. электронными пломбами позволяет предотвратить не только противоправные

деяния, связанные с вскрытием контейнеров и хищением товаров, но и значительно снизить трансфер наркотических средств, в т.ч. кокаина, перемещаемого в морских контейнерах по маршруту, например, «северного конуса» из Латинской Америки в страны, расположенные на побережье Северного моря [17].

Технологии блокчейна, комбинированные с электронными контрактами и системами электронных платежей существенно повысят эффективность таможенного контроля как в пунктах пропуска, так и при осуществлении таможенной процедуры таможенного транзита [18]. Например, применение датчиков, расположенных внутри контейнера и позволяющих контролировать не только двери, но и стенки, значительно снизит риск разгрузки санкционных товаров по пути следования [19].

Применение технологий блокчейна в сочетании с электронными контрактами и датчиками интернета вещей, интегрированных с системами государственного контроля в пограничных пунктах пропуска позволит не только повысить эффективность таможенного контроля, но и ветеринарного, фитосанитарного и санитарно-эпидемиологических контролей, поскольку применение датчиков, контролирующих температурно-влажностный режим в контейнерах (особенно рефрижераторных) позволит получить информацию о сохранности перемещаемых скоропортящихся грузов на всем пути следования [20].

Поскольку контейнеры практически всегда поступают в морские пункты пропуска в сопровождении одного коносаменты, без предоставления разрешительных документов для целей ветеринарного и/или фитосанитарного контролей, они обычно помещаются на склад временного хранения до предоставления данных документов, что ведет к замедлению трансфера контейнеров и дополнительным финансовым нагрузкам на участников ВЭД. Представляется перспективным интеграция технологий блокчейна не только с электронными контрактами и платежными системами, но и электронными системами ветеринарного и фитосанитарного контроля: загрузки в систему электронных фитосанитарных и ветеринарных сертификатов, что позволит значительно ускорить процесс данных государственных контролей [21, 22].

Поскольку в атмосфере более 36% морских контейнеров содержатся вредные химические вещества в концентрациях, превышающих ПДК, применение датчиков газоанализа, расположенных в морских контейнерах в сочетании с технологиями блокчейна позволит значительно снизить риск отравлений моряков, докеров и должностных лиц контролирующих органов фумигантами и иными вредными химическими веществами (в т.ч. при осуществлении таможенного досмотра) [23].

Важным аспектом инноваций является интеграция инновационных таможенных технологий в единую экосистему, которая позволяет таможенным органам работать с данными в реальном времени. Платформы управления данными, основанные на облачных технологиях, объединяют информацию от сканирующих систем, IoT-датчиков, алгоритмов искусственного интеллекта и других источников, что создает комплексный подход к контролю, при котором решения принимаются на основе анализа больших данных. Например, международные порты, такие как порт Роттердама или Сингапура, уже внедряют подобные системы, что позволяет им обрабатывать миллионы контейнеров ежегодно с минимальными задержками.

Однако внедрение инновационных технологий сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, высокая стоимость оборудования, такого как гамма-сканеры или IoT-системы, может быть неподъемной для портов в развивающихся странах. Во-вторых, использование искусственного интеллекта требует значительных объемов данных для обучения алгоритмов, что может быть затруднительно в регионах с ограниченной цифровизацией. Кроме того, существуют вопросы, связанные с конфиденциальностью данных и кибербезопасностью. Системы, основанные на IoT и облачных технологиях, уязвимы для кибератак, что требует внедрения надежных мер защиты данных. Наконец, международное сотрудничество остается критически важным, поскольку контейнеры пересекают границы множества стран, и различия в стандартах и технологиях могут создавать препятствия для эффективного контроля.

Несмотря на существующие вызовы, преимущества инновационных технологий очевидны. Они позволяют таможенным службам не только справляться с растущими объемами торговли, но и эффективно

бороться с транснациональной преступностью, обеспечивать безопасность цепочек поставок и минимизировать экологический след за счет оптимизации логистических процессов. В будущем можно ожидать дальнейшего развития технологий, таких как квантовые сенсоры для еще более точного анализа материалов или искусственный интеллект, способный предсказывать риски на основе глобальных экономических и политических трендов. Таким образом, инновационные технологии таможенного контроля морских контейнеров представляют

собой мощный инструмент, трансформирующий традиционные подходы к обеспечению безопасности и эффективности мировой торговли. Их внедрение требует значительных инвестиций и международного сотрудничества, но потенциал для создания более прозрачной, безопасной и устойчивой системы глобальной логистики делает усилия оправданными. Развитие технологий будет продолжать формировать будущее таможенного контроля, делая его неотъемлемой частью цифровой экономики XXI века.

Список литературы

1. Jovic M., Filipovic M., Tijan E., Jardas M. A review of blockchain technology implementation in shipping industry // *Pomorstvo*. – 2019. – N. 33– P. 140-148.
2. Container Transport Security across Modes. – Maritime Transport Committee. ECMT/OECD, Paris, France. 2005. – 125 p.
3. Полякова А.А., Афонин Д.Н., Яргина Н.Ю. Перспективы внедрения автоматизированной системы мониторинга контейнерных перевозок // *Бюллетень инновационных технологий*. – 2017. – Т. 1, № 3(3). – С. 34-41. – EDN ZGPNKZ.
4. Полякова А.А., Афонин Д.Н., Яргина Н.Ю. Анализ эффективности таможенной логистики при контейнерных перевозках // *Бюллетень инновационных технологий*. – 2017. – Т. 1, № 2(2). – С. 8-13. – EDN YPLYUZ.
5. McCormack E., Jensen M., Hovde A. Evaluating the Use of Electronic Door Seals (E-Seals) on Shipping Containers // *Int. J. Appl. Logist. (IJAL)*. – 2010. – N. 1. – P. 13-29.
6. Daschkovska K. Decision Support in Supply Chains Based on E-Seals Secure System // *IFAC-PapersOnLine*. – 2017. – N. 50. – P. 14224-14229.
7. Афонин Д.Н., Афонин П.Н. Анализ и оценка рисков в таможенной деятельности. – Российская таможенная академия, Санкт-Петербургский имени В. Б. Бобкова филиал. – Санкт-Петербург: РИО Санкт-Петербургского филиала Российской таможенной академии, 2021. – 110 с. – EDN WPKAKA.
8. Афонин Д.Н. Цифровые технологии в системе прослеживаемости товаров при таможенном контроле // *Цифровые технологии и право: Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. В 6-ти томах, Казань, 23 сентября 2022 года / Под редакцией И.Р. Бегишева [и др.]. Том 1. – Казань: Издательство "Познание", 2022. – С. 30-34. – EDN TWPFAP.*
9. Афонин Д.Н. Интернет вещей при таможенном контроле за контейнерными перевозками // *Бюллетень инновационных технологий*. – 2024. – Т. 8, № 1(29). – С. 5-9. – EDN BFKMVR.
10. Dib O., Brousmiche K.L., Durand A. et al. Consortium blockchains: Overview, applications and challenges // *Int. J. Adv. Telecommun.* – 2018. – N. 11. – P. 51-64.
11. Hasan H., AlHadhrami E., AlDhaheeri A. et al. Smart contract-based approach for efficient shipment management // *Comput. Ind. Eng.* – 2019. – N. 136. – P. 149-159.
12. Bauk S. Blockchain conceptual framework in shipping and port management // *Proceedings of the Maritime Transport Conference, Barcelona, Spain, 27-29 June 2022*. – P. 67-80.
13. Tijan E., Aksentijevic S., Ivanic K., Jardas M. Blockchain technology implementation in logistics // *Sustainability*. – 2019. – N. 11. – P. 1185.
14. Zhang J., Zhang C. Smart Container Security: The E-Seal with RFID Technology // *Mod. Appl. Sci.* – 2007. – N. 1. – P. 16-18.
15. Dutta P., Choi T.M., Somani S., Butala R. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities // *Transp. Res. Part Logist. Transp. Rev.* – 2020. – N. 142. – P. 102-107.
16. Crypto ICO Review. ICO Review – 5 Reasons Why Blockshipping Should Be Revolution the Global Container Shipping Industry. 2018. // URL: <https://medium.com/biomanforcerose/ico-review-5-reasons-why-blockshipping-should-be-revolution-the-global-container-shipping-be18595c6933>.
17. Афонин Д.Н. Контрабанда кокаина: тенденции последних лет // *Бюллетень инновационных технологий*. – 2024. – Т. 8, № 1(29). – С. 10-14. – EDN BSUCZU.
18. Афонин Д.Н. Методическое, техническое и информационное обеспечение мониторинга транспортных средств и товаров при таможенном транзите // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2017. – № 4(19). – С. 36. – EDN YNWWLD.
19. Афонин Д.Н., Афонин П.Н. Система управления рисками таможенных органов Российской Федерации. – Москва-Берлин: ООО «Директ-Медиа», 2022. – 176 с. – ISBN 978-5-4499-2783-5. – DOI 10.23681/622013. – EDN SITFJL.
20. Мантусов В.Б., Афонин Д.Н., Афонин П.Н., Данько Д.Ю. Цифровой фактический контроль: тренд современности. – Российская таможенная академия, Санкт-Петербургский имени В. Б. Бобкова филиал. – Санкт-Петербург: Российская таможенная академия, 2019. – 200 с. – ISBN 978-5-9590-1113-0. – EDN FERUEO.

21. Афонин Д.Н. Пути совершенствования системы управления рисками в практике осуществления отдельных видов государственного контроля таможенными органами // Бюллетень инновационных технологий. – 2018. – Т. 2, № 4(8). – С. 5-7. – EDN YNUHCH.

22. Афонин П.Н., Афонин Д.Н., Польш-Мари А.Л., Билик В.В. Государственный контроль таможенными органами в пунктах пропуска: Учебник. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом

"Троицкий мост", 2014. – 336 с. – ISBN 978-5-4377-0031-0. – EDN THTJMD.

23. Афонин Д.Н. Токсичные вещества в морских контейнерах, представляющие опасность для должностных лиц таможенных органов при осуществлении таможенного досмотра // Бюллетень инновационных технологий. – 2018. – Т. 2, № 1(5). – С. 56-58. – EDN YOKCYX.

Поступила в редакцию 01.07.2025

Сведения об авторе:

Афонин Дмитрий Николаевич – профессор кафедры таможенных операций и таможенного контроля Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии, доктор медицинских наук, доцент, e-mail: dnafonin@gmail.com



Электронный научно-практический журнал **"Бюллетень инновационных технологий"** (ISSN 2520–2839) является сетевым средством массовой информации регистрационный номер Эл № ФС77-73203 по вопросам публикации в Журнале обращайтесь по адресу bitjournal@yandex.ru