УДК 656.073

РОБОТИЗАЦИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ: БУДУЩЕЕ ПОРТОВОЙ ЛОГИСТИКИ

♦♦♦♦♦

ROBOTIZATION OF CONTAINER TERMINALS: THE FUTURE OF PORT LOGISTICS

Чумак А.А.
Кубанский государственный технологический университет

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет
sofi008008@yandex.ru

Аннотация. Мировая контейнерная логистика переживает масштабную трансформацию. Рост объёмов перевозок, дефицит рабочей силы, требования к безопасности и скорости обработки грузов делают роботизацию контейнерных терминалов не просто трендом, а необходимостью. Современные порты постепенно превращаются в высокотехнологичные логистические хабы, где ключевую роль играют автоматизированные краны, беспилотные транспортные средства и интеллектуальные системы управления.

Ключевые слова: контейнерная логистика, современные порты, роботизация, автоматизация, контейнерный терминал.

Chumak A.A.
Kuban State Technological University

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University
sofi008008@yandex.ru

Annotation. Global container logistics is undergoing a major transformation. Growing shipping volumes, labor shortages, and demands for safety and speed of cargo handling make the robotization of container terminals not just a trend, but a necessity. Modern ports are gradually transforming into high-tech logistics hubs, where automated cranes, unmanned vehicles, and intelligent control systems play a key role.

Keywords: container logistics, modern ports, robotization, automation, container terminal.

Роботизация – это замена ручных и полуавтоматических операций автономными системами, управляемыми программным обеспечением. Роботизация контейнерных терминалов – это ключевой ответ логистики на рост мировой торговли. Она позволяет обрабатывать растущие объемы контейнеров быстрее, безопаснее и экономичнее. Основой этой трансформации выступает интеллектуальное управление. В связи с увеличением потребности в контейнерных перевозках заметно растет и потребность в автоматизации работы терминалов, которые перестают справляться с растущими объемами. Мировая тенденция на контейнеризацию перевозок демонстрирует устойчивый рост. Это в том числе подтверждает статистика, публикуемая ОАО «РЖД». В частности, если говорить про Россию, только за последние пять лет рост перевозок контейнеров составил более чем 38 %, и, по прогнозу, уже в 2025 году эта цифра превысит 8 миллионов TEU. И в последующие 10 лет, по мнению аналитиков, рост также будет продолжаться [1] [2].

Эти цифры свидетельствуют о том, что владельцам контейнерных и портовых терминалов необходимо как развивать существующую инфраструктуру, так и заниматься строительством новой, чтобы иметь возможность эффективно обрабатывать все возрастающие объемы грузопотоков. Соответственно, как никогда актуальным становится вопрос внедрения современных систем управления для терминалов [2].

Ядро системы: TOS (Terminal Operating System) – это «мозг» терминала – комплекс программ, который в реальном времени управляет всеми процессами: от планирования и учета до контроля за движением каждой единицы техники и контейнера. Именно TOS оптимизирует маршруты, минимизирует «раскопки» (непроизводительную перестановку контейнеров) и дирижирует работой роботизированного оборудования.

Операционная система КТ направлена на повышение КПД предприятия. Внедрение комплекса улучшает ситуацию в имеющемся пункте. Он признан рациональным решением для предприятий, связанных с морскими портами или железными дорогами. [1] [3].

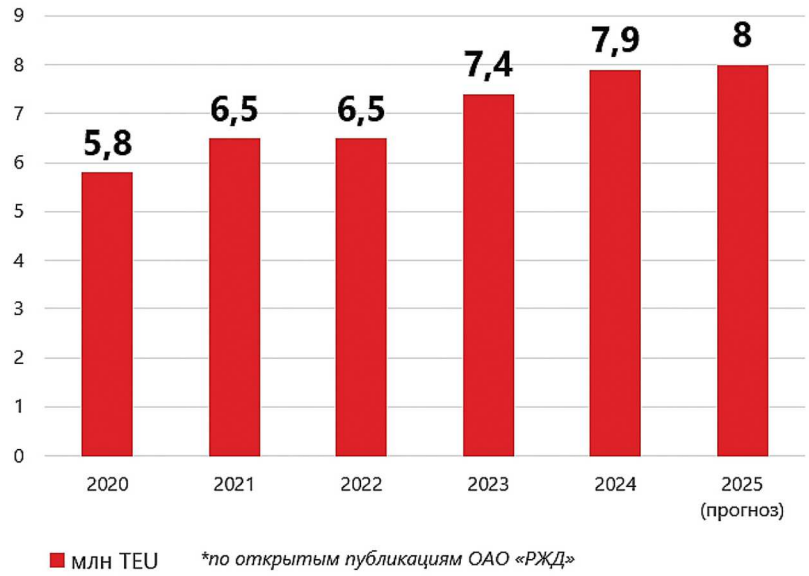


Рисунок 1 – Прогноз роста перевозок контейнеров в России

TOS влияет на рабочую часть контейнерных терминалов:

- управляет транспортом;
- следит за перемещением контейнеров на складах;
- оценивает работу персонала, отслеживая действия рабочих;
- управляет погрузочной техникой.

Помимо контроля техники пункта погрузки, комплекс программ способен систематизировать контейнеры, делить на группы и хранить данные о каждом из них. К другим функциям относятся:

- ведение справочника;
- формирование отчетности;
- управление всеми операциями, непосредственно взаимодействующими с контейнером;
- контроль телекоммуникационных услуг (биллинг);
- ведение документации и сбор аналитических данных (3).

Типы контейнеров и обработка 40-футового примера

Морской контейнер – несамоходное транспортное оборудование, стандартизированное по размерам – габаритным и присоединительным, – брутто, прочности. Предназначено для многократного использования. Используется при перевозках различными видами транспорта, в том числе мультимодальных без перетарки груза, а также хранения товара или личных вещей. Модули оснащены специальными приспособлениями, обеспечивающими удобство разгрузки-выгрузки изделия и его надежное крепление на транспортном средстве.

Единая система маркировки контейнеров, принципы которой отображены в стандарте ISO 6346:1995, позволяет не только правильно выбрать оптимальный модуль для транспортировки конкретного груза, но и проследить его путь с использованием онлайн-сервисов.

Основная система идентификации (код BIC)

Это главный набор символов, обычно расположенный в одну строку на двери контейнера. Он состоит из 11 символов и выглядит так: ABCD 123456 7.

Первые три буквы (ABC) – уникальный код владельца (оператора), зарегистрированный в Международном бюро по контейнерам (BIC).

Четвертая буква (D) – категория оборудования:

- U – стандартный грузовой контейнер;
- J – съемное оборудование (например, отдельная цистерна);
- Z – трейлер или шасси;
- R – рефрижераторный контейнер.

Шесть цифр (123456) – серийный номер контейнера. Если номер короче, его дополняют нулями спереди.

Последняя цифра (7) – контрольное число. Это ключ проверки достоверности всего кода. Рассчитывается по специальному алгоритму. Если при проверке (существуют онлайн-калькуляторы) результат не совпадает с этой цифрой, код считается недействительным.

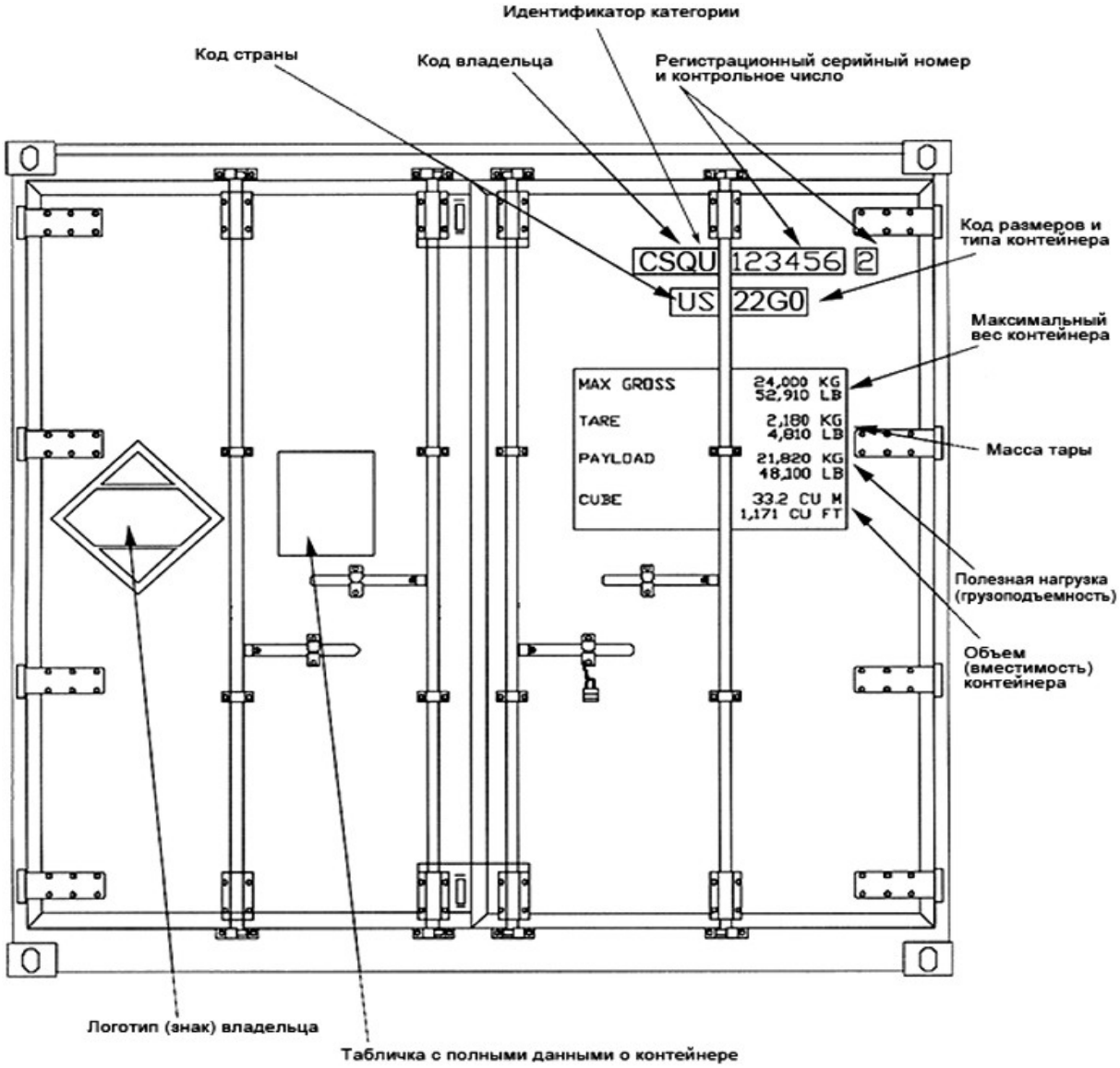


Рисунок 2 – Расшифровка маркировки на грузовых морских контейнерах [4]

Типы контейнеров обозначается двухбуквенным групповым кодом и уточняющей цифрой. Вот основные из них:

Стандартные (универсальные)

- GP/DC – сухой контейнер общего назначения;
- HC (High Cube) – контейнер с увеличенной на 1 фут высотой.

Специализированные

- RE/RT/RS – рефрижераторный контейнер;
- TN/TD/TG – танк-контейнер (цистерна);
- OT/UT – контейнер с открытым верхом.

BU/BK – контейнер для сыпучих грузов.

Пример кода типа: G1 – контейнер общего назначения с естественной вентиляцией (4) (5).

Пример: Роботизированная обработка 40-футового контейнера. 40-футовый контейнер = 2 TEU. Рассмотрим его путь на частично автоматизированном терминале:

Габариты и вес: Длина ~12.2 м, вес (брутто) до 30.48 тонн.

1. Прием у ворот: Грузовик проходит через автоматические ворота с OCR-камерами. Система за доли секунды считывает номера контейнера и авто, сверяет данные с TOS и выдает водителю электронный пропуск с указанием точки назначения. [6].

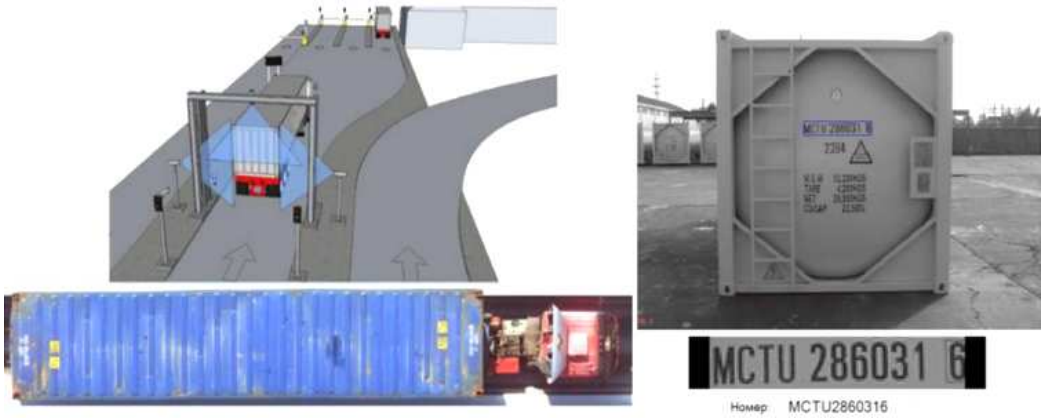


Рисунок 3.1 – Распознавание номера контейнера на въездных воротах



Рисунок 3.2 – Распознавание номера фитинговой платформы

2. Взвешивание и планирование: Встроенные весы фиксируют массу. TOS на основе алгоритмов мгновенно рассчитывает для него оптимальную позицию на складе, учитывая вес, тип, срок вывоза, чтобы минимизировать будущие «раскопки» [6].

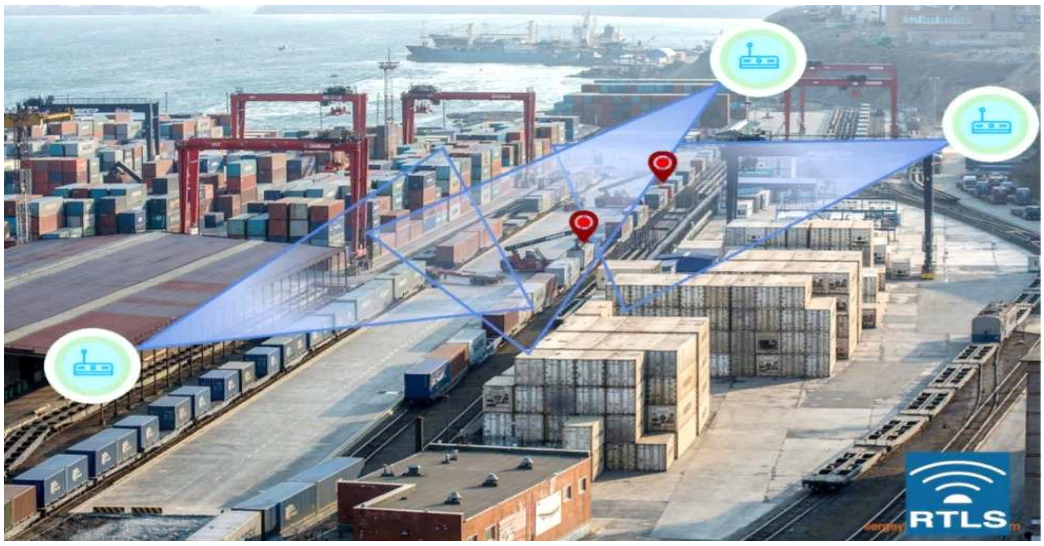


Рисунок 3.3 – Использование RTLS-системы
для определения текущих координат ПРМ на контейнерном терминале

3. Транспортировка и штабелирование: Контейнер забирает автономный электрокар (AGV) или ричстакер с дистанционным управлением. В зоне хранения автоматизированный козловой кран (ARMG) получает из TOS координаты и точно устанавливает контейнер в назначенную ячейку, часто в несколько ярусов в высоту [3].



Рисунок 3.4 – Контейнер забирает автономный электрокар (AGV)

4. Извлечение и отгрузка: Когда приходит судно или грузовик для загрузки, TOS формирует оптимальный план работ. Кран автоматически извлекает нужный контейнер (возможно, с предварительной перестановкой верхних), после чего AGV доставляет его к причалу или выездным воротам.

Благодаря такой автоматизации один автоматизированный кран может выполнять до 30–40 операций (погрузка/разгрузка) в час, а терминалы-лидеры, как в Шанхае, обрабатывают десятки миллионов TEU в год [3] [7].



Рисунок 3.5 – TOS формирует оптимальный план работ

Входящий и исходящий поток: схема работы

Работа терминала — это непрерывный процесс управления двумя встречными потоками. Следующая схема иллюстрирует, как автоматизация интегрирует их в единый цикл.

Как это работает:

1. Входящий поток (Импорт): Контейнер прибывает морем или землей → Регистрация на воротах (OCR) → Взвешивание и планирование в TOS → Транспортировка AGV → Складирование в зоне хранения автоматическим краном (ARMG) → Ожидание заказа на выдачу.

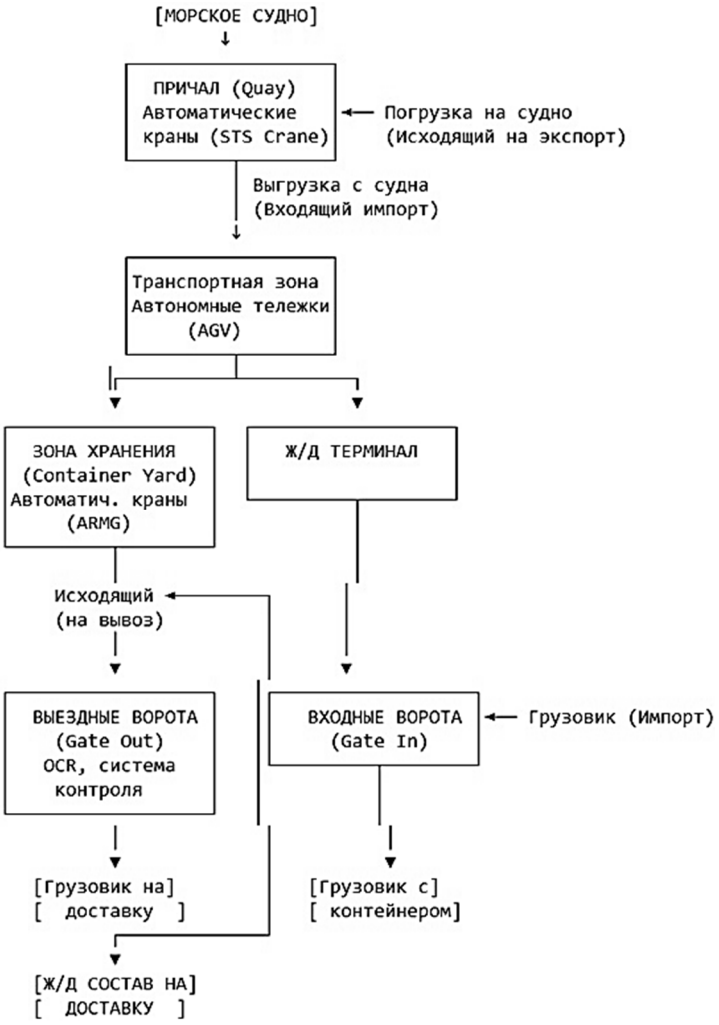
2. Исходящий поток (Экспорт): Поступление заказа из TOS → Автоматический кран (ARMG) извлекает контейнер из зоны хранения → Транспортировка AGV к причалу или ж/д рампе → Погрузка на судно/поезд автоматическим краном (STS/RMG) → Фиксация отгрузки в системе [5] [6].

Схема грузопотоков на автоматизированном контейнерном терминале приведена ниже.

Рынок и перспективы

Рынок автоматизированных терминалов быстро растет: с $11.3 млрд в 2025 году до прогнозируемых $22.4 млрд к 2035. Лидер – Азиатско-Тихоокеанский регион, где находятся передовые порты вроде Шанхая [2].

Схема грузопотоков на автоматизированном контейнерном терминале



Главные выгоды:

- Эффективность и скорость: Круглосуточная работа, сокращение времени обработки.
- Безопасность: Снижение аварий за счет минимизации ручного труда в опасных зонах.
- Снижение затрат: Оптимизация использования ресурсов и техники.
- Точность: Практически полное исключение ошибок учета [4].

Основные вызовы:

- Высокие капитальные затраты на оборудование и ПО.

Сложность интеграции с существующей инфраструктурой.

- Потребность в новых кадрах для обслуживания высокотехнологичных систем.

Тренд будущего – переход от частичной к полной автоматизации и внедрение AI для предиктивной аналитики. Появляются инновационные концепции, например, вертикальные автоматизированные склады (HRL), которые радикально экономят пространство порта.

Если вас интересуют особенности интеграции конкретного типа оборудования (например, AGV или систем распознавания) или детали архитектуры ПО TOS, я могу рассказать об этом подробнее [1] [3].

Таким образом, роботизация контейнерных терминалов представляет собой не просто модернизацию оборудования, а глубокую технологическую трансформацию всей логистической отрасли. Внедрение интеллектуальных систем управления (TOS),

автономной техники (AGV, ARMG) и технологий компьютерного зрения создает принципиально новую среду – «цифровой терминал», где потоки грузов управляются алгоритмами в режиме реального времени. Это ведет к кардинальному повышению пропускной способности, точности и безопасности операций, что является прямым ответом на вызовы растущего объема мировой торговли. Будущее отрасли видится в переходе от автоматизированных «островков» к созданию полностью автономных логистических хабов, где решения на основе искусственного интеллекта и предиктивной аналитики будут минимизировать влияние человеческого фактора и внешних рисков, обеспечивая бесперебойность глобальных цепей.

Литература

1. Размер рынка автоматических контейнерных терминалов. – URL : https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/automated-container-terminal-market
2. Автоматизированное управление логистикой контейнерного терминала. – URL : https://morvesti.ru/analitika/1685/119093
3. TOS: Управление и автоматизация контейнерных терминалов. – URL : https://itscan.ru/infoblog/tos-upravlenie-i-avtomatizaciya-konteynernyh-terminalov
4. Идентификация и маркировка контейнеров. – URL : https://1terminal.ru/articles/ident_i_mark_cont
5. Маркировка морских контейеров. – URL : https://atkterminal.ru/poleznaya-informaciya/markirovka-morskikh-konteynerov
6. Модернизация контейнерных терминалов. – URL : https://studfile.net/preview/16532487/page:3
7. Обзор рынков автоматизированных контейнерных терминалов. – URL : https://www.researchnester.com/ru/reports/automated-container-terminal-market/5281

References

1. Automated Container Terminal Market Size. – URL : https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/automated-container-terminal-market
2. Automated Container Terminal Logistics Management. – URL : https://morvesti.ru/analitika/1685/119093
3. TOS: Container Terminal Management and Automation. – URL : https://itscan.ru/infoblog/tos-upravlenie-i-avtomatizaciya-konteynernyh-terminalov
4. Container Identification and Marking. – URL : https://1terminal.ru/articles/ident_i_mark_cont
5. Sea Container Marking. – URL : https://atkterminal.ru/poleznaya-informaciya/markirovka-morskikh-konteynerov/
6. Container Terminal Modernization. – URL : https://studfile.net/preview/16532487/page:3
7. Automated Container Terminal Market Review. – URL : https://www.researchnester.com/ru/reports/automated-container-terminal-market/5281