



УДК 656.61

## МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ И ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТЫЛОВОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

**О. А. Изотов**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В статье рассматривается роль транспортно-логистической инфраструктуры в осуществлении международных грузоперевозок. Приводится анализ, позволяющий выявить причины не эффективной работы морских портов в условиях роста объемов международной торговли. Раскрываются причины появления тыловых контейнерных терминалов, как элементов единой с морскими портами транспортной системы, их функции и значение в современной логистике. Рассмотрены вопросы функционального моделирования тыловых контейнерных терминалов.*

*Ключевые слова: морской порт, контейнерные перевозки, тыловой контейнерный терминал, функциональное моделирование.*

### **Для цитирования:**

*Изотов О. А. Модель разработки и оценки транспортно-технологической схемы тылового контейнерного терминала // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(23), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2020 – с. 25-31. РИНЦ.*

## DEVELOPMENT AND EVALUATION MODEL TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE REAR CONTAINER TERMINAL

**O. A. Izotov**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article discusses the role of transport and logistics infrastructure in the implementation of international cargo transportation. An analysis is given to identify the reasons for the lack of effective operation of seaports in the context of growing international trade. The article reveals the reasons for the appearance of rear container terminals as elements of a single transport system with seaports, their functions and significance in modern logistics. The issues of functional modeling of rear container terminals are considered.*

*Keywords: sea port, container transportation, rear container terminal, functional modeling.*

### **For citation:**

*Izotov O. A. Development and evaluation model transport and technological scheme of the rear container terminal // System analysis and logistics.: №1(23), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2020 – p. 25-31.*

### **Введение**

Морские перевозки традиционно играют ключевую роль в международной торговле. Именно на их долю приходится основной объем грузов, перевозимых участниками внешнеэкономической деятельности. Как и в любом другом способе осуществления международных грузоперевозок, для эффективности морских перевозок огромное значение имеет уровень развития транспортно-логистической инфраструктуры. Ключевым инфраструктурным объектом, в данном случае, является, конечно же, морской порт. В современных условиях, морской порт представляет собой многофункциональный объект, обеспечивающий возможность мультимодальных перевозок. В число основных функций, выполняемых морским портом входит, прием и отправка грузов морскими судами, а также сухопутными видами транспорта - железнодорожным и автомобильным. Инфраструктура морского порта обеспечивает возможность выполнения погрузочно-разгрузочных работ. В задачи морского порта также входит складирование грузов и логистика. Кроме этого, важнейшей функцией большинства морских портов является функция таможенного терминала. Именно к основным портам, как правило, «привязаны» крупнейшие таможенные органы, контролирующие основной объем товарооборота внешней торговли [1].

Таким образом, морской порт представляет собой сложнейший транспортно-логистический узел, выполняющий самые разнообразные функции. Однако в современных условиях, когда объемы



международной торговли, как и количество участников внешнеэкономической деятельности, существенно возросли, многие порты перестают эффективно справляться со своими функциями. Основной причиной этому является элементарная перегруженность терминалов, которым для приема огромного количества грузов уже просто не хватает места. Внедрение новых технологий обработки грузов и логистики позволяет решить эту проблему лишь отчасти, а для многих портов это уже не является действенной мерой. Совершенно естественным решением данной проблемы выглядит поиск «свободных территорий» и организация на них новых терминалов. Именно с этим связано появление в международной торговле и логистике такого понятия, как тыловой контейнерный терминал - «сухой порт». Необходимо отметить, что для отечественной транспортной отрасли это понятие является относительно новым (первый российский сухой порт был введен в действие в конце 2008 года в Шушарах). В то же время, в международной практике использование тыловых контейнерных терминалов осуществляется уже достаточно давно [2,3].

Согласно классического определения, сухой порт - это внутренний «сухопутный» транспортно-логистический терминал, который имеет прямую связь с морским портом через специально организованную транспортную инфраструктуру. Связь с морским портом может быть реализована при помощи автомобильного и железнодорожного транспорта. Таким образом, тыловой контейнерный терминал выполняет функцию перевалочного пункта, расширяя возможности и упрощая осуществление морских грузоперевозок для участников внешнеэкономической деятельности, территориально расположенных на значительном удалении от морских портов. Сегодня строительство таких терминалов возможно на удалении в несколько сот, и даже тысяч, километров от моря.

В совокупности, морской порт и тыловой контейнерный терминал (сухой порт) представляет собой единую транспортную систему способную осуществлять полный набор функции присущий видам транспорта и складским комплексам, включая информационную поддержку, поднадзорное освидетельствование груза и его таможенное оформление.

### **Обсуждение**

Вопросы взаимодействия различных звеньев в цепи продвижения контейнерных грузов в такой системе приобретают все большее значение. Своевременность доставки, сохранение количества и качества груза в процессе перемещения при минимальных, но необходимых издержках - вот слагаемые успеха перевозочного процесса. Выполнение указанных условий невозможно без координации действий между элементами приведенной транспортной системы, т.е. между ее подсистемами.

Для улучшения качества взаимодействия подсистем необходимо сочетать решение текущих задач с перспективным планированием. Перспективное планирование подразумевает учет возможных вариантов развития данной транспортной системы и рынка морских транспортных услуг в целом. К основной из текущих задач следует отнести анализ показателей деятельности системы. Необходимо глубоко проанализировать как экономические, так и эксплуатационные результаты работы транспортного комплекса и его подсистем. Ввиду большого многообразия факторов, влияющих на работу такого комплекса, также необходимо постоянно совершенствовать методы анализа. Составление прогнозов и планирование должны основываться на применении законов экономики, данных математической отчетности и имитационного моделирования.

Эффективность прогнозирования будет выше, если вначале исследовать перспективы деятельности элементов системы, а затем на основе полученных результатов делать вывод о ее возможном состоянии в целом. При этом прогноз будет основываться на сходстве и вероятности повторения результатов с учетом новых условий. Поэтому прогнозировать следует наиболее важные стороны функционирования системы. Определенных значений результаты прогнозирования не имеют, они носят качественный рекомендательный характер.

В современных условиях использование сложной эффективной системы унифицированной перевозки груза с использованием контейнеров (контейнеризация) является мировой тенденцией.

Контейнеризация как способ доставки товаров в контейнерах позволяет вовлекать в транспортно-технологическую систему различные виды транспорта, а это требует совершенствования и развития транспортно-технологической схемы продвижения контейнеров на рынке потребления товаров и транспортных услуг.



Применительно к внутрительминальной технологии, в частности, необходимы разработка, совершенствование, эксплуатация и оценка эффективности непосредственно транспортно-технологической схемы (ТТС) организации работы тылового контейнерного терминала.

В общем виде транспортно-технологическая схема тылового контейнерного терминала представляет собой графическую или (и) текстовую модель (схему) совокупности (системы) трудовых, производственных процессов (действий) по перемещению (транспортированию) контейнеров (технологии) в зоне терминала.

Модель (искусственный объект, представляющий собой отображение (образ) системы и ее компонентов, которое содержит ответы на вопросы относительно самого объекта) включает:

- транспортное и иное специализированное оборудование (средства труда), посредством которого обрабатываются контейнеры в пределах терминала;
- грузы (предмет труда);
- рабочую силу;
- условия производства (территории, покрытий, технических и экономических нормативов и др.) и саму технологию обработки (транспортирование) контейнеров [4].

Ключевое понятие «технологическая схема» широко используется в зарубежной и отечественной литературе по организации труда и производства.

Стандарт американского общества инженеров-механиков так определяет технологическую схему: «Технологическая схема является графическим отображением последовательности всех производственных операций, транспортировок, проверок и складирования (хранения), имеющих место в течение процесса или процедуры, и включает информацию, которая считается необходимой для анализа, как, например, потребное время и проходимое расстояние».

В отечественных стандартах используется близкий термин блок-схемы [5]. Термин блок (диаграмма) используется в Рекомендациях по стандартизации, которые предназначены для использования при анализе и синтезе производственно-технических и организационно-экономических систем методами функционального моделирования в различных отраслях экономики [4]. Рекомендации содержат описание комплекса средств для наглядного представления широкого спектра деловых, производственных и других процессов и операций предприятия на любом уровне детализации, а также организационные и методические приемы применения этих средств.

В рекомендациях приводятся основные сведения о методологии IDEF0 и графическом языке описания моделей, а также практические указания по методике разработки таких моделей, как инструмент Системы менеджмента качества (СМК) [7, 8, 9].

Приведем в качестве первоначальной ступени моделирования в ТТС пример использования блочного моделирования в виде контекстной диаграммы (диаграммы верхнего уровня), составленной с учетом положений Рекомендаций по стандартизации, функций применительно к терминалу. Функциональная контекстная модель контейнерного терминала, содержащая информацию о функции терминала, входе, выходе, управлении и механизме, представлена на рисунке 1.

Осуществление услуг терминала - процесс, который описывает, что терминал должен выполнить.

Вход – то, что преобразуется или расходуется функцией для того, чтобы создать то, что требуется на выходе терминала.

Управление(я) - определяет(ют) условия, необходимые функции терминала, чтобы произвести правильный выход.

Выход – данные, продукция, произведенные функцией.

Механизм – всё то, с помощью чего осуществляется преобразование входов в выходы.

В современных условиях важнейшие проблемы совершенствования деятельности контейнерных терминалов, как и вообще проблемы деятельности любых предприятий, рассматриваются путем применения системного подхода, структурного и функционального анализа и синтеза, а также через призму использования информационных систем (ИС) и системы менеджмента качества (СМК).



Рис. 1. Функциональная контекстная модель контейнерного терминала

В условиях конкурентного рынка предприятие должно постоянно повышать свой потенциал, так как это шанс получения прибыли в будущем. Повышение потенциала подразумевает совершенствование деятельности предприятия. Уровень конкурентоспособности (т.е. позиция на рынке) предприятия является интегральным показателем его потенциала. Основными критериями оценки повышения потенциала являются:

- во-первых, качество продукции, услуг;
- во-вторых, себестоимость;
- в-третьих, способность предприятия, базы выполнять заказы в запланированные сроки.

Естественно, при решении многих концептуальных задач проектирования и эксплуатации тыловых контейнерных терминалов требуется применение инструмента моделирования.

В современных условиях решение важнейших проблем совершенствования деятельности морских терминалов требует применения системного подхода, структурного и функционального анализа и синтеза, использования ИС и СМК. Важным инструментом разработки, совершенствования, эксплуатации и оценки эффективности транспортно-технологической схемы терминала является функциональное моделирование.

Рассмотрим одну из функций тылового контейнерного терминала.

Выполняя прием (отправку) контейнерных грузов маршрутными поездами, сухой порт должен иметь достаточное количество обслуживающих каналов (приемоотправочных путей, перегрузочного оборудования и бригад высокой квалификации, которые можно на рисунке объединены термином «механизмы для осуществления деятельности»), что позволяет избежать потерь времени, финансовых убытков и т.д. В связи с тем, что тыловые контейнерные терминалы осуществляют определенные операции по перегрузке транспортируемых грузов, имеется система, предназначенная для обработки однородного потока номинаций (заявок).

Для обработки поступающих номинаций система должна обладать каналами обслуживания, в качестве которых на тыловых контейнерных терминалах выступают «механизмы для осуществления деятельности». По признаку последовательности обслуживания номинации относятся к однофазным системам, в которых по каждой номинации производится только перегрузка и только одним каналом. Система обрабатывает номинации в порядке поступления, т.е. без приоритета.

Цель терминала - не допустить роста очереди заявок и, таким образом, исключить ожидания переработки грузов соответствующих заказчиков. Для этого в компании имеется несколько каналов обслуживания  $N$ . Одной из задач терминала является оценка необходимого количества «механизмов для осуществления деятельности» и, соответственно, оптимизация приемоотправочных путей,



перегрузочного оборудования и штатного расписания. При этом считается, что существует установившийся режим погрузо-разгрузочных работ  $\gamma < N$ . Здесь  $\gamma$  является приведенной интенсивностью потока номинации:

$$\gamma = \sigma / \phi,$$

где:  $\sigma = 1 / \mu_0$  - плотность потока номинаций на обслуживание (среднее число номинаций в единицу времени, например, в течение суток);  $\mu_0 = \frac{1}{\eta} \sum_{l=1}^{\eta} \tau_{0l}$  - математическое ожидание времени между двумя номинациями;  $\tau_{0l}$  - промежуток времени между двумя произвольными соседними номинациями;  $\eta$  - число наблюдений;  $\phi = \frac{1}{\tau_N}$  - интенсивность переработки грузов (определяется как величина, обратная времени необходимому на переработку груза).

Время переработки груза на объекте (автомашине, вагоне, складе и др.)  $\tau_N$ , при отсутствии соответствующих нормативов можно определить в результате статистических наблюдений

$$\tau_N = \frac{1}{\eta} \sum_{i=1}^{\eta} \tau_{INi},$$

где:  $\tau_N$  - среднее время переработки груза на объекте;  $\tau_{INi}$  - время переработки  $i$ -го груза.

Вероятность того, что все «механизмы для осуществления деятельности» свободны, можно записать следующим образом:

$$\psi_c = \left[ \sum_{K=0}^{K=N-1} \frac{1}{K!} \left( \frac{\sigma}{\phi} \right)^K + \frac{\phi}{K!(N_\phi - \sigma)} \left( \frac{\sigma}{\phi} \right)^N \right]^{-1},$$

где:  $K$  - целочисленный параметр, принимающий значения от 0 до  $N$ .

Время ожидания следующего груза определяется согласно зависимости

$$\tau_{ож} = \frac{\psi_c}{(N_\phi - \sigma)},$$

где:  $\psi_3$  - вероятность того, что все «механизмы для осуществления деятельности» заняты,

$$\psi_3 = \frac{\phi \psi_c}{K!(N_\phi - \sigma)} \left( \frac{\sigma}{\phi} \right)^N.$$

Среднее число свободных «механизмов для осуществления деятельности» определяется по формуле

$$\Pi = \sum_{K=0}^{K=N-1} \frac{N-K}{K!} \left( \frac{\sigma}{\phi} \right)^K \psi_c.$$



Затраты, обусловленные задержкой грузов под переработкой, например, в течение суток, определяются согласно уравнению

$$Z_{OЖ} = C_{OЖ} \cdot \tau_{OЖ}$$

Приведенные затраты на создание «механизмов для осуществления деятельности» простаиваемых за время, равное одним суткам, составляют

$$Z_{NI} = (C_N + EK_N) P,$$

где:  $C_N$  – затраты на грузовые работы «механизмом для осуществления деятельности» в течение суток;  $E$  – нормативный коэффициент экономической эффективности;  $K_N$  – капиталовложения, отнесенные к одним суткам.

Вариант с минимальными значениями суммы  $Z_{OЖ} + Z_{NI}$  является оптимальным:

$$Z_P = C_{OЖ} \tau_{OЖ} + (C_N + EK_N) P \rightarrow \min.$$

Для определения приведенных затрат на создание и организацию работы  $N$  «механизмов для осуществления деятельности» необходимо в приведенное ранее уравнение вместо значения  $P$  подставить  $N$ :

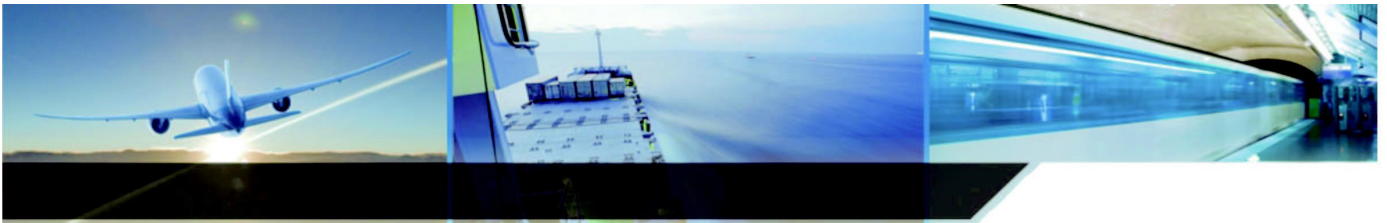
$$Z_N = C_{OЖ} \tau_{OЖ} + (C_N + EK_N) N \rightarrow \min.$$

### Заключение

Таким образом, увеличивая число «механизмов для осуществления деятельности» от  $N_{\min}$  ( $N_{\min} \approx \gamma$ ) можно найти, например, такое их число, при котором  $Z_P$  и  $Z_N$  принимают минимальные значения. Кроме того, можно оценить упомянутые затраты как для контейнерного терминала, так и для его клиентуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Наука, 1987.
2. Дранков В.В., Эглит Я.Я. Модель разработки и оценки транспортно-технологических схем контейнерных терминалов / сборник Эксплуатация морского транспорта // . - Новороссийск: Государственный морской университет им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. 2007, 7-9 с.
3. Эглит Я.Я. Эксплуатация транспортных систем. - СПб.: Феникс, 2007.
4. Р 50.1.028-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. - М.: Госстандарт России.
5. Р 50-54-5-87 ЕСТПП. Разработка графической информационной модели системы технологической подготовки производства.
6. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения.
7. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. СМК. Основные положения и словарь.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования.
9. ГОСТ Р ИСО 9004-2001 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.



## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Изотов Олег Альбертович –**

кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: iztv65@rambler.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Izotov Oleg Al'bertovich —**

PhD, associate professor, Department of System Analysis and Logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: iztv65@rambler.ru