

**BOX SELECTIVITY IN DIFFERENT CONTAINER
CARGO-HANDLING SYSTEMS****A. L. Kuznetsov¹, A. D. Semenov², A. A. Radchenko¹**¹ — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation² — Yanino Logistics Park LLC, Leningrad Region, Russian Federation

The box selectivity in operational stack of container terminal is a quite common and long studied question. The purely random sample is governed by the theory of probability offering some combinatorial estimations. It is pointed that the introduction of operational rules like import/export separation, storage along shipping lines, sorting by rail or truck transportation etc., as well as the most notorious «immersion» effect, that is, covering of boxes arrived earlier by next cargo parties, blurs the clear algebraic picture and leads to appearance of many heuristic approaches to solving the problem. It is figured out in the paper that a new impetus to this problem in last decades was given by the rapid development of IT, AI and simulation techniques. The scientific publications describing many models of real and abstract terminals, into which complex mechanisms that reflect specific features and selected strategies are built, are considered in the paper. Unfortunately, these models are usually created ad hoc, with some pragmatic objectives and under the demand of closest possible proximity to the simulated objects. It is proved that there are much less models designated to purely scientific study of the deep inner mechanisms responsible for the primal behavior of the operating container stack, enabling to introduce the new rules and restrictions step by step, providing regular proving every next stage adequacy and ease to use. The research boils down to formulating the specific container handling equipment technology in container selection operations and detecting the dependencies between number of moves necessary to select a container and the geometric features of a stack.

Keywords: seaport, dry port, container terminal, selectivity, selectivity complexion, cargo handling equipment, operations productivity, combinatorics, technological scheme.

For citation:

Kuznetsov, Aleksandr L., Anton D. Semenov, and Anna A. Radchenko. "Box selectivity in different container cargo-handling systems." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.4 (2020): 672–682. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-672-682.

УДК 656.615**СЕЛЕКТИВНОСТЬ КОНТЕЙНЕРОВ В РАЗЛИЧНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ****А. Л. Кузнецов¹, А. Д. Семенов², А. А. Радченко¹**¹ — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация² — ООО «Логистический Парк «Янино», Ленинградская область, Российская Федерация

В работе отмечается, что проблема выборки контейнеров из операционного контейнерного штабеля морского терминала является хорошо известной и давно исследуемой. Вариант чисто случайной выборки описывается с помощью теории вероятности, которая предлагает некоторые комбинаторные оценки. Утверждается, что наложение некоторых внешних ограничений и необходимость введения специальных правил, таких как разделение импорта / экспорта, хранение по судоходным линиям, сортировка партий железнодорожного или автомобильного транспорта и т. д., а также эффект «погружения», т. е. покрытия прибывших ранее ящиков поступившими позднее грузовыми партиями, размывает четкую алгебраическую картину, приводя к появлению различных эвристических подходов к решению проблемы. Отмечается, что новый импульс изучению данной проблемы придает стремительное развитие информационных технологий, теории искусственного интеллекта и методов имитационного моделирования. Рассмотрены научные публикации, описывающие множество моделей реальных и абстрактных терминалов, в которые встроены сложные механизмы, отражающие специфические особенности и избранные стра-

тегии. Утверждается, что эти модели обычно создаются с некоторыми ограниченными прагматическими целями и требованием максимально возможной близости к моделируемым объектам. Отмечается, что существует гораздо меньше моделей, предназначенных для научного изучения глубинных внутренних механизмов, ответственных за первичное поведение операционного штабеля, которые позволяют шаг за шагом вводить новые правила и ограничения, тем самым обеспечивая объективное доказательство эффективности использования и адекватности каждого последующего этапа. Исследованы особенности работы технологического оборудования, используемого на контейнерных терминалах, а также определены математические зависимости количества движений, необходимых различному перегрузочному оборудованию для выборки контейнеров в соответствии с геометрическими характеристиками штабеля.

Ключевые слова: морской порт, сухой порт, контейнерный терминал, трудоемкость выборки, селективность, технологическое оборудование, производительность операций, контейнерный штабель, комбинаторика, транспортно-технологическая схема.

Для цитирования:

Кузнецов А. Л. Селективность контейнеров в различных транспортно-технологических схемах / А. Л. Кузнецов, А. Д. Семенов, А. А. Радченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 4. — С. 672–682. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-672-682.

Введение (Introduction)

Контейнерный склад терминала является местом одновременного нахождения десятков тысяч контейнеров. Предоставляемая их конструкцией возможность складирования в несколько ярусов позволяет существенно экономить площадь, занимаемую складом. С другой стороны, выборка предназначенного для погрузки на транспортное средство целевого контейнера требует перемещения всех блокирующих доступ к нему контейнеров (находящихся выше его в штабеле). Каждое перемещение контейнера связано с работой сложного и дорогостоящего технологического оборудования, поэтому общая трудоемкость доступа, измеряемая количеством этих перемещений, ограничивает высоту складирования. Нахождение баланса между экономией площади и ростом затрат, связанных трудоемкостью выборки, составляет актуальную операционную проблему.

Актуальность данной проблемы подтверждена имеющейся специальной литературой [1], при этом главным инструментом ее исследования и решения является *имитационное моделирование*. В то же время имитационное моделирование не учитывает ряд случайных показателей, которые относят к категории *случайных возмущений* [2], [3]. Возникающая вследствие этого методическая погрешность по порядку величины сравнима с самим изучаемым эффектом. Для более адекватной оценки и интерпретации получаемых при помощи использования инструмента имитационного моделирования результатов следует в первую очередь идентифицировать базовые комбинаторные механизмы, лежащие в основе вероятностях схем выборки, сводящихся к схемам вероятностных испытаний. Изучению этих механизмов и посвящено данное исследование.

Информация о годовом грузопотоке контейнерного терминала Q и среднем сроке хранения контейнеров T_{dwell} позволяют оценить емкость единовременного хранения E , необходимую для обработки этого годового грузопотока: $E = \frac{Q \cdot T_{\text{dwell}}}{365}$ [4], [5]. Стандартные морские контейнеры обеспечивают возможность складирования их в несколько ярусов, таким образом уменьшая площадь их размещения на контейнерной площадке, измеряемую в терминальных наземных слотах: $S = \frac{E}{h}$.

С другой стороны, чем выше операционная высота штабеля h , тем больше перемещений («движений») требуется для выбора из него целевого контейнера [6], [7]. При этом строительство территории как для размещения штабеля, так и движения для выборки контейнера связано с дополнительными финансовыми затратами, поэтому для определения оптимальной операционной высоты необходимо найти баланс между возникающими при этом потерями, как условно показано на рис. 1.

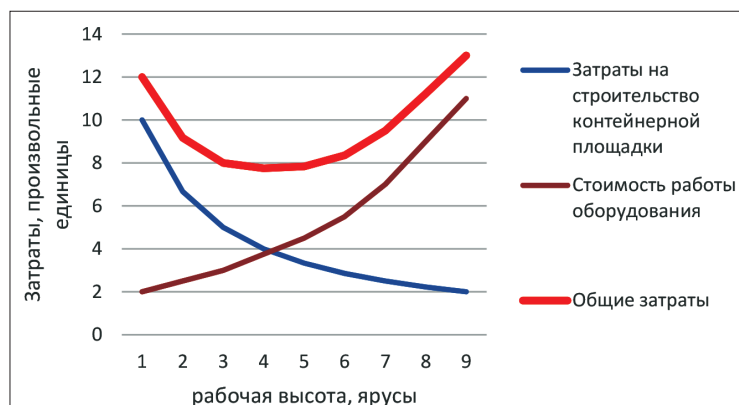


Рис. 1. Баланс потерь от площади и количества движений

Необходимая для организации площадь характеризуется определенными затратами, выраженными в некоторых произвольных денежных единицах. Эти же единицы позволяют оценить затраты, связанные с работой технологического оборудования. Оценка операционных площадей, необходимых в рамках различных систем обработки грузов, и расчет соответствующих расходов достаточно хорошо изучены, в то время как вопрос о селективности остается неопределенным [8]–[11]. В данной работе рассматривается трудоемкость выборки контейнеров при различных транспортно-технологических схемах работы терминала.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Селективность контейнеров в штабеле определяется как отношение числа коммерческих (производительных) движений к их общему числу (производительных и непроизводительных) [12]. Поскольку для одного контейнера производительным является лишь одно движение (которое оплачивается оператору терминала), это определение может быть записано следующим образом:

$$s = \frac{1}{N_{\text{движ}}} . \quad (1)$$

Контейнеры, которые должны быть выбраны в определенный момент времени, так называемые *горячие контейнеры*, находятся в одной из позиций штабеля. Они обычно покрыты *холодными контейнерами*, блокирующими прямой доступ к ним [13]. Различные контейнерные транспортно-технологические системы (точнее, эксплуатационные характеристики оборудования, используемого в этих системах) требуют расформирования либо только одного ряда, содержащего целевой контейнер, либо выборки нескольких рядов контейнеров, как показано на рис. 2.

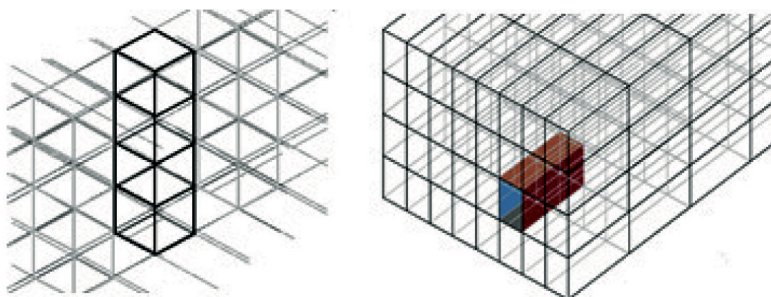


Рис. 2. Операционная зона для выборки

При этом селективность значительно различается, поэтому способ доступа оборудования к контейнерам штабеля делит все системы на два основных класса: *с верхним доступом* (портальные складские перегружатели на рельсовом ходу, портальные складские перегружатели на пневмоко-

лесном ходу, автоконтейнеровозы) и с боковым доступом (фронтальный погрузчик, боковой погрузчик, ричстакер) — рис. 3 и 4.

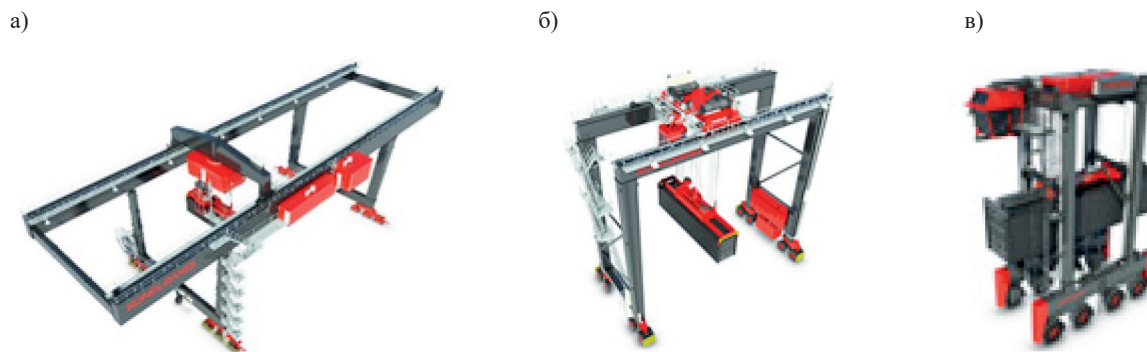


Рис. 3. Оборудование с верхним доступом:
а — Rail Mounted Gantry; б — Rubber Tyred Gantry; в — Straddle Carrier

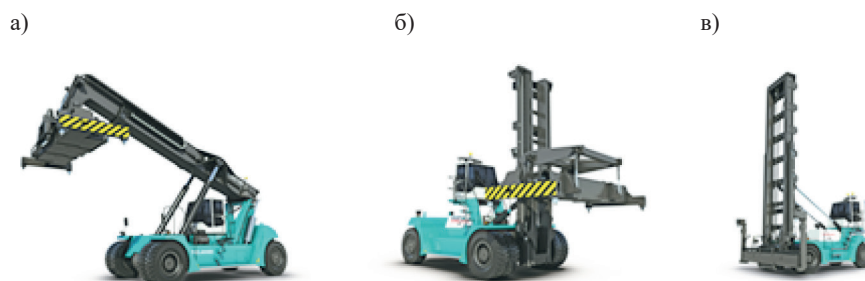


Рис. 4. Оборудование с боковым доступом:
а — Reachstacker; б — Mast Front Loader; в — Empty Container Handler

Целью данной работы не является формулировка рекомендаций по выбору транспортно-технологических схем, их можно найти в различных источниках, где анализируется весь спектр возможностей и требований к различным комбинациям грузоподъемного и транспортного оборудования, рассматриваемых на стадиях проектирования контейнерных терминалов. Данное исследование посвящено выявлению некоторых общих закономерностей, которым подчиняется работа различного технологического оборудования. Общий вид терминала с использованием различного оборудования приведен на рис. 5.



Рис. 5. Условный терминал, оснащенный всеми видами технологического оборудования

В контексте данного исследования будем выделять, как отмечалось ранее, оборудование с верхним и боковым доступом к контейнеру в штабеле (рис. 6).

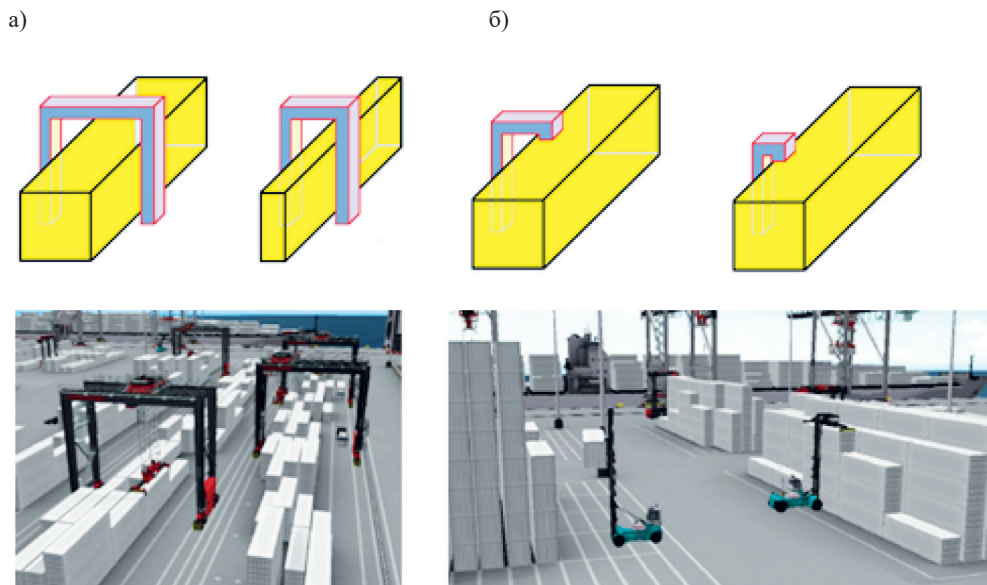


Рис. 6. Оборудование с верхним (а) и боковым (б) доступом

Результаты (Results)

Рассмотрим контейнерный штабель со средней рабочей высотой h ярусов. Верхние ящики в системах с верхним доступом можно выбрать за одно движение, контейнеры под ними — за два движения, самые нижние — за h движений. Следовательно, теоретическое среднее число перемещений на один контейнер составляет

$$N_{move} = \frac{h+1}{2}. \quad (2)$$

Системы с боковым доступом требуют выборки не только контейнеров, находящиеся поверх требуемого, но и расположенных между машиной и адресным столбцом. В случае мачтовых фронтальных погрузчиков, т. е. традиционных вилочных и штабелеров порожних контейнеров, количество движений, необходимых для выборки каждого ящика, указано на рис. 7.

h	1	$h+1$	$2 \cdot h+1$	$(w-1) \cdot h+1$
	2	$h+2$	$2 \cdot h+2$	$(w-1) \cdot h+2$
	h	$h+h$	$2 \cdot h+h$	$(w-1) \cdot h+h$
				w

Рис. 7. Операционная зона выборки

Соответственно общее количество движений, необходимых для обработки штабеля высотой h ярусов и шириной w строк, составляет

$$\begin{aligned}
 N_w &= \frac{h+1}{2}h + \frac{h+1}{2}h + h^2 + \frac{h+1}{2}h + 2h^2 + \dots + \frac{h+1}{2}h + (w-1)h^2 = \\
 &= \frac{(h+1)hw}{2} + [0+1+\dots+(w-1)]h^2 = \frac{(h+1)hw}{2} + \frac{w(w-1)h^2}{2} = \\
 &= \frac{h^2w + hw + h^2w^2 - h^2w}{2} = \frac{hw(hw+1)}{2}.
 \end{aligned} \quad (3)$$

При этом поскольку в штабеле содержится всего hw контейнеров, среднее количество движений на один контейнер определяется по формуле

$$N_{move} = \frac{N_w}{hw}. \quad (4)$$

В таком случае среднее количество движений на один контейнер для рассматриваемого технологического оборудования составит:

$$N_{move} = \frac{(hw+1)}{2}. \quad (5)$$

Количество движений при выборке контейнеров из штабеля ричстакером не подчиняется формуле (5), поскольку ричстакер может выбирать контейнеры через несколько рядов. Схема выборки контейнеров из штабеля ричстакером приведена на рис. 8.

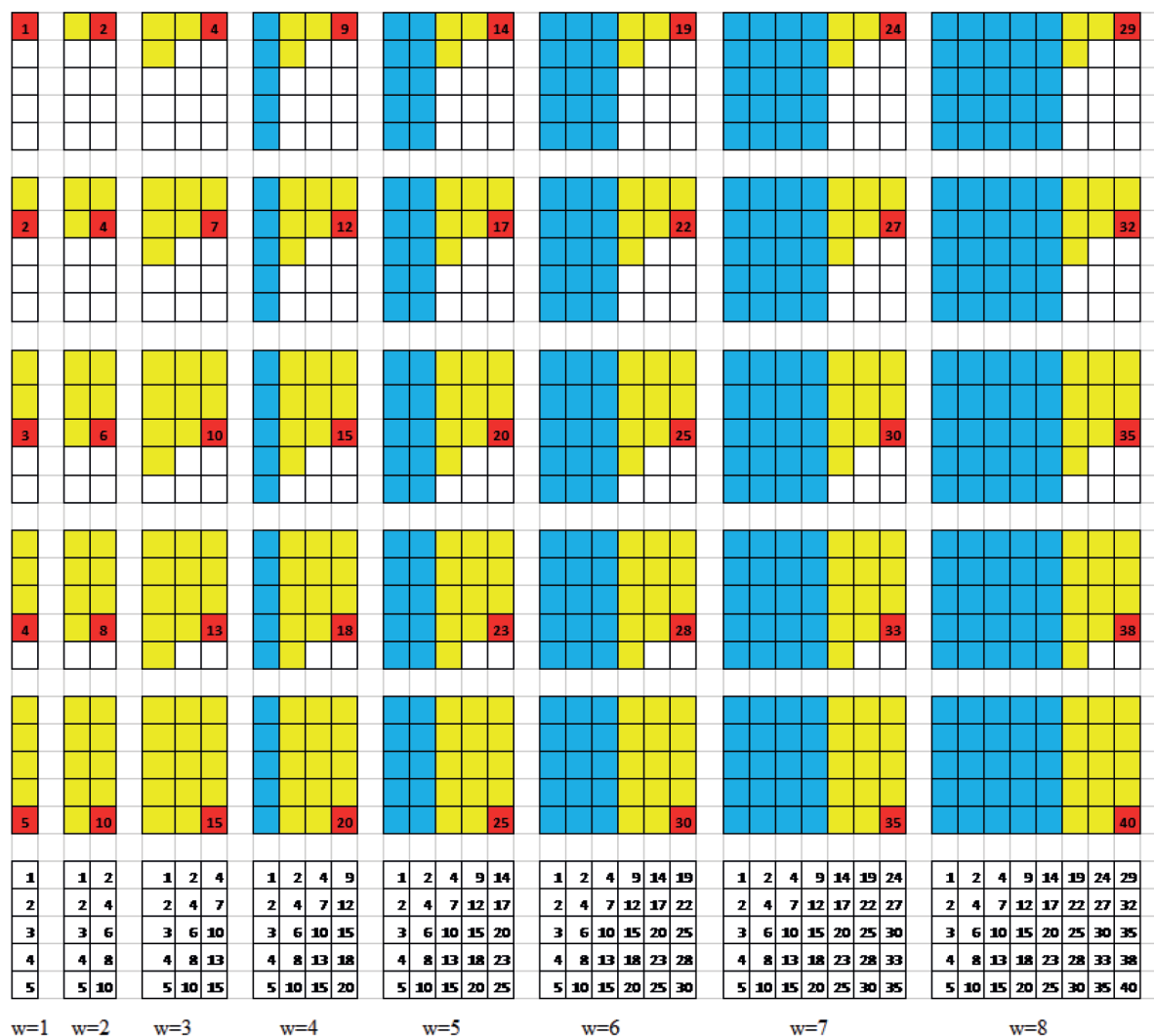


Рис. 8. Схематическое определение количества движений, необходимое для выборки целевого контейнера ричстакером при различной ширине штабеля и позиции контейнера

Анализ представленной схемы позволил определить, что выборка контейнера из штабеля ричстакером требует общего количества движений, определяемых выражением

$$N_w = \frac{1}{hw} \left\{ \frac{3(h+1)h}{2} + (w-2) \left[\frac{wh^2 + 5h - 2}{2} \right] \right\}. \quad (6)$$

На рис. 9 приведено сравнение среднего количества движений, требуемых для выборки контейнера в различных системах.

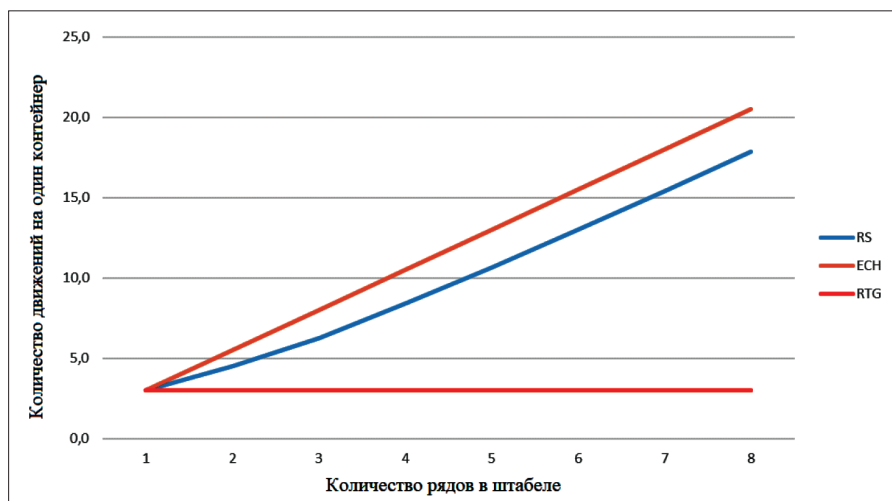


Рис. 9. Количество ходов в различных системах

Обсуждение (Discussion)

Основная задача любой технологической системы заключается в оптимальной обработке грузопотока, проходящего через терминал. В этом отношении имеет значение не общее количество движений, необходимых для доступа к требуемому контейнеру, а количество «производительных» перемещений, которое можно выполнить в течение определенного промежутка времени. Иными словами, нужно оценить производительность оборудования в разных системах. Предположим, средний полный цикл перемещения грузозахватного устройства (в данном случае спредера) занимает T_{move} секунд. Это значение обычно сообщается производителем и позволяет рассчитать техническую производительность оборудования $P_{theory} = \frac{3600}{T_{move}}$.

Оператор терминала и его клиенты интересуются не технической и даже не эксплуатационной, а коммерческой производительностью, определяемой следующим образом:

$$P_{efficient} = \frac{3600}{N_{move} T_{move}} = s P_{theory}. \quad (7)$$

Таким образом, коммерческая производительность показывает, какое количество контейнеров клиента терминала оборудование может извлечь из штабеля.

Рассмотрим, как изменится производительность различных типов оборудования при увеличении ширины штабеля, выбрав для этого некоторые стандартные значения $T_{move} = 250$ с — для фронтальных погрузчиков и $T_{move} = 120$ с — для оборудования портального типа. Рабочие циклы подъемно-транспортного оборудования с боковым доступом занимают больше времени ввиду особенностей выполнения технологических операций.

На рис. 10 приведены результаты расчетов коммерческой производительности для различного оборудования на основе его расчетной селективности и выбранных значений рабочих циклов. Представленные на рисунке данные относятся к штабелю одинаковой операционной высоты, но разной ширины.

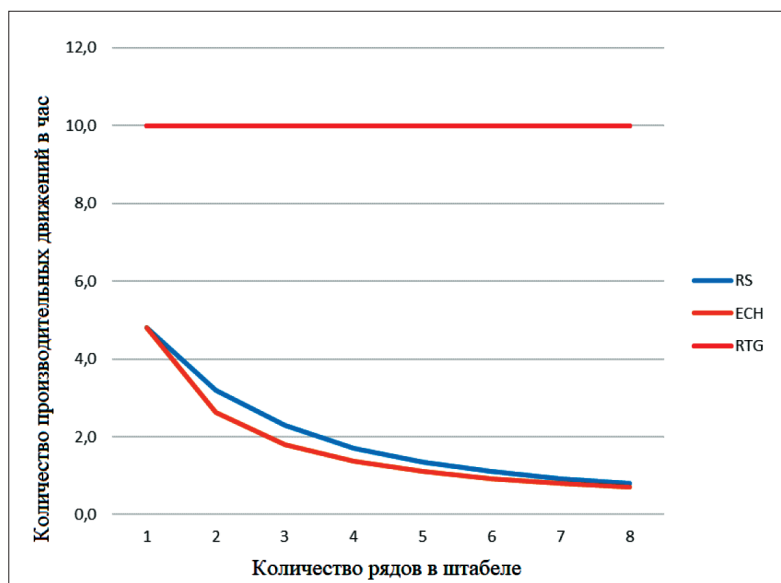


Рис. 10. Коммерческая производительность в различных системах

Обычно не составляет труда получить от экономических служб предприятия данные о стоимости 1 ч работы оборудования. Если эти данные имеются, то можно оценить себестоимость одного коммерческого движения в различных системах. Для примера можно использовать усредненные данные о стоимости часа, приведенные в следующей таблице:

Примерная стоимость мото-часа различного технологического оборудования

Технологическое оборудования		RTG	RS	ECH
Стоимость работы	долл./мото-ч	24	21	18

В этом случае указанная себестоимость будет такой, как показано на рис. 11.

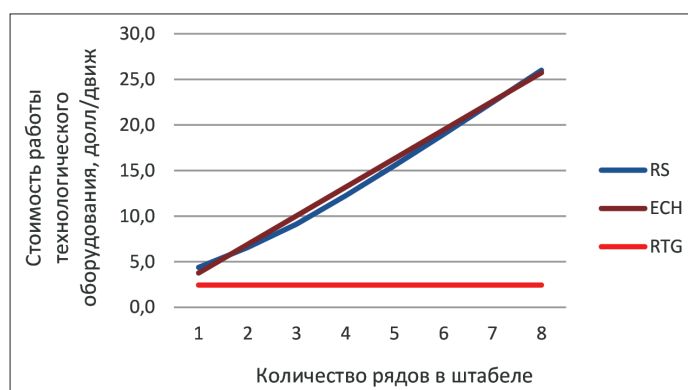


Рис. 11. Изменение стоимости выборки целевого контейнера с ростом ширины штабеля

При малой высоте складирования ричстакер как технологическая машина имеет преимущество перед фронтальным погрузчиком, которое объясняется его способностью работать во втором ряду через первый. С увеличением ширины штабеля это преимущество утрачивается вследствие более высокой стоимости часа работы и большого количества непроизводительных движений.

Выполненные аналитические (комбинаторные) исследования касались чисто случайных механизмов выборки контейнеров из штабеля. Специалистам, работающим на контейнерных терминалах, известен тот факт, что «горячие ящики» (контейнеры, требуемые к вывозу) имеют

тенденцию «тонуть» в штабеле, опускаясь к его основанию и постепенно покрываясь «холодными ящиками», прибывшими позже и находящимися в штабеле в течение всего срока хранения. Считается, что этот эффект увеличивает трудоемкость выборки и поэтому требует отдельного рассмотрения.

Выводы (Conclusion)

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Во многих случаях сложное поведение больших систем является результатом взаимодействия совокупности простых процессов. Идентификация и результативное изучение этих механизмов требуют фундаментального методологического подхода, развивающего представления от простого к сложному.
2. Проблема селективности контейнеров в штабеле хорошо известна и обсуждаема, однако полученные к настоящему времени результаты не могут считаться ее окончательным решением.
3. Данное исследование посвящено изучению первичных комбинаторных механизмов, отвечающих за трудоемкость селективности контейнеров в штабеле, различающихся принципами работы технологического оборудования. Исследование в качестве результата предлагает простые математические зависимости, которые могут использоваться в теоретических и практических целях при изучении операций контейнерных терминалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Borgman B.* Online rules for container stacking / B. Borgman, E. van Asperen, R. Dekker // *OR spectrum*. — 2010. — Vol. 32. — Is. 3. — Pp. 687–716.
2. *Saenen Y. A.* Intelligent stacking as way out of congested yards? Part 1 / Y. A. Saenen, R. Dekker // *Port Technology International*. — 2007. — Vol. 31. — Pp. 87–92.
3. *Sanen Y. A., Dekker R.* Intelligent stacking as way out of congested yards? Part 2 // *Port Technol Int* 2007. — 2007. — T. 32. — С. 80–85.
4. *Кириченко А. В.* Морская контейнерная транспортно-технологическая система: монография / А. В. Кириченко [и др.]; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А. В. Кириченко. — СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2017. — 412 с.
5. *Валькова С. С.* Вероятностно-статистический метод расчета вместимости склада морского порта / С. С. Валькова // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. — 2018. — Т. 10. — № 3. — С. 507–519. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-507-519.
6. *Rekik I.* A case based heuristic for container stacking in seaport terminals / I. Rekik, S. Elkosantini, H. Chabchoub // *Advanced Engineering Informatics*. — 2018. — Vol. 38. — Pp. 658–669. DOI: 10.1016/j.aei.2018.08.016.
7. *Kuznetsov A. L.* Evaluation of sinking effect in container stack / A. L. Kuznetsov, A. V. Kirichenko, A. D. Semenov // *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. — 2020. — Vol. 14. — No. 1. — Pp. 159–162. DOI: 10.12716/1001.14.01.19.
8. *Кузнецов А. Л.* Имитационное моделирование как инструмент расчета наземных контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов [и др.] // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология*. — 2018. — № 1. — С. 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.
9. *Vis I. F. A.* A comparative analysis of storage and retrieval equipment at a container terminal / I. F. A. Vis // *International Journal of Production Economics*. — 2006. — Vol. 103. — Is. 2. — Pp. 680–693. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.01.002.
10. *Wiese J.* A survey of container terminal characteristics and equipment types / J. Wiese, N. Klierer, L. Suhl // *Paderborn: Decision Support & Operations Research Lab, Paderborn University*. — 2009. — Working Paper 0901.
11. *Gosasang V.* Long-term container throughput forecast and equipment planning: the case of Bangkok Port / V. Gosasang, T. L. Yip, W. Chandraprakasikul // *Maritime Business Review*. — 2018. — Vol. 3. — No. 1. — Pp. 53–69. DOI: 10.1108/MABR-07-2017-0019.

12. Кузнецов А. Л. Влияние технических ограничений перегрузочного оборудования на производительность операций / А. Л. Кузнецов, А. Д. Семенов, В. П. Левченко // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 3. — С. 417–429. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-3-417-429.

13. Кузнецов А. Л. Анализ оптимизационных стратегий складирования контейнеров / А. Л. Кузнецов, А. Д. Семенов, А. З. Борович // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2019. — Т. 11. — № 5. — С. 803–812. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-803-812.

REFERENCES

1. Borgman, Bram, Eelco van Asperen, and Rommert Dekker. "Online rules for container stacking." *OR spectrum* 32.3 (2010): 687–716. DOI: 10.1007/s00291-010-0205-4.

2. Saanen, Y. A., and R. Dekker. "Intelligent stacking as way out of congested yards? Part 1." *Port Technology International* 31 (2007): 87–92.

3. Saanen, Y. A., and R. Dekker. "Intelligent stacking as way out of congested yards? Part 2." *Port Technology International* 32 (2007): 80–85.

4. Kirichenko, A. V., et al. *Morskaya konteinernaya transportno-tekhnologicheskaya sistema: monografiya*. Edited by A. V. Kirichenko. SPb.: Izd-vo MANEB, 2017.

5. Valkova, Svetlana S. "Stochastic method for sea port storage capacity calculation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.3 (2018): 507–519. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-507-519.

6. Rekik, Ines, Sabeur Elkosantini, and Habib Chabchoub. "A case based heuristic for container stacking in seaport terminals." *Advanced Engineering Informatics* 38 (2018): 658–669. DOI: 10.1016/j.aei.2018.08.016.

7. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, and A. D. Semenov. "Evaluation of sinking effect in container stack." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 14.1 (2020): 159–162. DOI: 10.12716/1001.14.01.19.

8. Kuznetsov, Alexander L'vovich, Alexander Viktorovich Kirichenko, Andrei Stanislavovich Tkachenko, and German Borisovich Popov. "Simulation modelling as a dry cargo terminals' calculation tool." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 1 (2018): 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.

9. Vis, Iris F. A. "A comparative analysis of storage and retrieval equipment at a container terminal." *International Journal of Production Economics* 103.2 (2006): 680–693. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.01.002.

10. Wiese, Jörg, Natalia Kliewer, and Leena Suhl. "A survey of container terminal characteristics and equipment types." *Paderborn: Decision Support & Operations Research Lab, Paderborn University* (2009). Working Paper 0901.

11. Gosasang, Veerachai, Tsz Leung Yip, and Watcharavee Chandraprakaikul. "Long-term container throughput forecast and equipment planning: the case of Bangkok Port." *Maritime Business Review* 3.1 (2018): 53–69. DOI: 10.1108/MABR-07-2017-0019.

12. Kuznetsov, Aleksandr L., Anton D. Semenov, and Veronika P. Levchenko. "The influence of container handling equipment technical limitations on the operations productivity." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.3 (2019): 417–429. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-3-417-429.

13. Kuznetsov, Aleksandr L., Anton D. Semenov, and Albert Z. Borevich. "Analysis of optimization container stacking strategies." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 11.5 (2019): 803–812. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-803-812.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецов Александр Львович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: thunder1950@yandex.ru, kaf_pgt@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kuznetsov, Aleksandr L. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: thunder1950@yandex.ru, kaf_pgt@gumrf.ru

Семенов Антон Денисович — диспетчер
ООО «Логистический парк «Янино»
Российская Федерация, Ленинградская область,
Всеволожский район, д. Янино-1,
Торгово-логистическая зона «Янино-1», № 1
e-mail: asemyonov054@gmail.com
Радченко Анна Александровна — инженер
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: kaf_pgt@gumrf.ru

Semenov, Anton D. — Dispatcher
Yanino Logistics Park LLC
Vsevolozhsky District, Yanino-1 village,
Trade and logistics zone Yanino-1, No. 1,
Leningrad Region, Russian Federation
e-mail: asemyonov054@gmail.com
Radchenko, Anna A. — Engineer
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035,
Russian Federation
e-mail: kaf_pgt@gumrf.ru

*Статья поступила в редакцию 7 июля 2020 г.
Received: July 7, 2020.*