

Список литературы

1. Бабурина О. Н. Развитие морского транспорта России в условиях глобализации: роль государственной власти / О. Н. Бабурина // Транспорт Российской Федерации. — 2013. — № 2 (45).
2. Грасс Е. Ю. К вопросу определения цены на контейнерные перевозки / Е. Ю. Грасс, Е. Ю. Евдокимова, Н. В. Митрофанова // Проблемы эксплуатации водного транспорта и подготовки кадров на юге России: материалы IX регион. науч.-техн. конф. — Новороссийск: РИО МГА им. адм. Ф. Ф. Ушакова, 2011. — С. 70–71.
3. Иванова С. Е. Методические подходы к формированию линейных тарифов на морские перевозки грузов морем / С. Е. Иванова, Н. В. Митрофанова // Проблемы эксплуатации водного транспорта и подготовки кадров на юге России: материалы VIII регион. науч.-техн. конф. — Новороссийск: РИО МГА им. адм. Ф. Ф. Ушакова, 2010. — С. 137–139.
4. Иванова С. Е. Современные принципы формирования цены перевозки грузов в линейном судоходстве / С. Е. Иванова, Н. В. Митрофанова // Журнал Университета водных коммуникаций. — СПб.: Изд-во СПГУВП, 2011. — Вып. 9 — С. 175–180.
5. Иванова С. Е. К вопросу о необходимости оценки российского рынка контейнерных перевозок на предмет ценового сговора / С. Е. Иванова, Н. В. Митрофанова // ЁЫЛЫМ ҚАЙНАРЫ: науч.-метод. журн. — Семей: РИО Университет Кайнар, 2013. — № 2. — С. 68–70.
6. <http://rosmorport.ru>media/File/State-Private...strategy...>
7. <http://www.morvesti.ru/news/index.php?news=17648>
8. <http://www.gruztech.net/article/324> (дата обращения: 01.07.2013).
9. http://astrabusiness.com/strategic_alliance/ (дата обращения: 11.04.2013).
10. <http://www.bimicon.ru/articles/vedushchie-konteynerye-kompanii-uchredili-novyuy-alyans.html> (дата обращения: 11.06.2013).

УДК 656.6

Е. А. Басов,
аспирант,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫСОТЫ СКЛАДИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ

CONTAINER YARD STACKING HEIGHT OPTIMIZATION

В статье обсуждается проблема оптимизации высоты складирования контейнеров как компромисс между операционными затратами и стоимостью площади.

The problem of the stacking height optimization as a trade-off between area and handling costs is discussed.

Ключевые слова: контейнерный терминал, площадка открытого хранения, высота штабеля.
Key words: container terminal, container yard, stacking height.



РОЦЕДУРА проектирования контейнерного терминала представляет собой процесс последовательного уточнения и детализации информации [1, с. 102, рис. 143, табл. 14]. Несколько упрощая, можно утверждать, что на первом этапе известен лишь период навигации (например, 365 дней) и желаемый годовой грузопоток. В принципе, уже из этого можно получить некоторые производные показатели:

Период навигации — Q ;

Годовой грузопоток — 365;

Суточная интенсивность операций — $q_{\text{сут}} = \frac{Q}{365}$.

Уточнение представлений о характеристиках акватории, подходных каналов и коммерческих условий работы позволяет составить представление о средневзвешенной судовой партии. В свою очередь это позволяет оценить среднее количество судов, обрабатываемых на терминале в год, а также средний интервал прибытия:

Средневзвешенная судовая партия — V ;

Число судозаходов на терминал — N ;

Средний интервал прибытия — $T_{\text{суд}} = \frac{365}{V}$.

Анализ работы портов-конкурентов, мирового опыта и практики ведения бизнеса в регионе позволяет оценить средние сроки хранения груза на терминале. Это в свою очередь позволяет сформулировать общие характеристики системы складирования: оборачиваемость склада, среднее число хранимых на складе полных судовых партий, среднее число одновременно формируемых на складе судовых партий и, наконец, средний объем склада [2, с. 9–14]:

Средний срок хранения — $T_{\text{хр}}$;

Среднее число хранимых судовых партий — $n = \frac{365}{T_{\text{хр}}}$;

Среднее число одновременно формируемых партий — $m = \frac{T_{\text{хр}}}{T_{\text{суд}}}$;

Средний объем склада — $E = mV = \frac{QT_{\text{хр}}}{365}$.



$$E = \frac{QT_{\text{хр}}}{365}$$

Рис. 1. Вместимость склада для заданного грузопотока Q

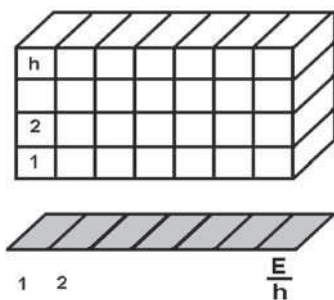


Рис. 2. Площадь основания в слотах для размещения склада объема E при высоте хранения h

Средний объем склада в виде условного вертикального «столбца» показывается рис. 1.

Та или иная технологическая схема контейнерного терминала предполагает размещение этого условного «столбца» контейнеров в некоторый штабель (близкий по форме к параллелепипеду). В зависимости от высоты складирования основание штабеля будет занимать различное количество наземных слотов:

$$\text{Площадь склада в тgs} — S = \frac{E}{p} = \frac{Vm}{h}$$

Штабель, соответствующий требуемому среднему объему хранения E и высотой h , показан на рис. 2.

Штабель на рисунке условно представлен одной секцией, но это не ограничивает применимость рассуждений для случая штабеля с произвольным прямоугольным основанием.

Наземный слот контейнерного склада (tgs, или terminal ground slot), представляет собой площадь, занимаемую основанием одного TEU. Чистая площадь наземного слота составляет около 15 м². Валовая площадь s , занимаемая одним наземным слотом, различна для разных технологических систем [1].

Площадь штабеля в квадратных метрах определяется умножением валовой площади слота s на площадь основания, измеренной в слотах (рис. 3).

$$\text{Площадь склада в м}^2 — S_{\text{м}^2} = \frac{sVm}{h}$$

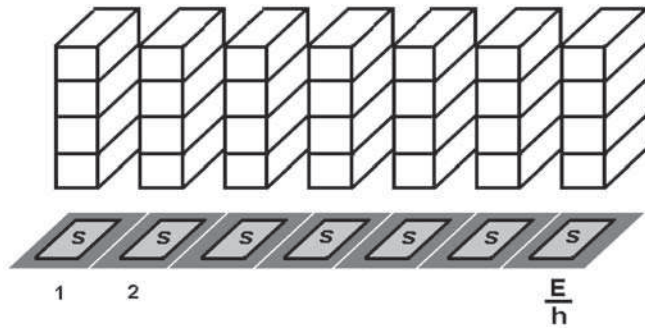


Рис. 3. Площадь штабеля в m^2 при высоте хранения h

Зная годовую стоимость аренды квадратного метра земли a , можно вычислить годовую стоимость аренды площади склада для той или иной схемы:

$$\text{Годовые затраты на площадь} \text{ --- } C_s = \frac{asVm}{h}.$$

Это позволяет рассчитать стоимость, связанную со складированием одного TEU:

$$c_s = \frac{C_s}{Q} = \frac{asVm}{Qh} = \frac{asVm}{NVh} = \frac{asm}{Nh} = \frac{asT_{\text{суд}}T_{\text{xp}}}{h365T_{\text{суд}}} = \frac{asT_{\text{xp}}}{365h}.$$

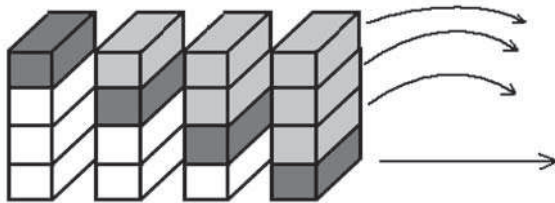


Рис. 4. Движения для выборки контейнера из штабеля

При хранении на одном слоте «столбца» из h контейнеров его обработка в среднем требует $\frac{(h+1)}{2}$ движений (рис. 4).

Действительно, верхний контейнер выбирается за одно движение, контейнер во втором слое сверху — за два движения, контейнер в нижнем слое — за h движений, то есть всего $1 + 2 + \dots + h = \frac{(h+1)h}{2}$ движений для обработки столбца высотой h , или $\frac{(h+1)}{2}$ движений на каждый из отдельных контейнеров «столбца».

При известной стоимости одного подъема b можно рассчитать затраты, связанные с выборкой одного контейнера из штабеля высотой h контейнеров.

$$\text{Затраты на выборку} \text{ --- } c_h = b \frac{h+1}{2}.$$

Отсюда рассчитывается полная стоимость обработки одного контейнера.

$$\text{Полные затраты на TEU} \text{ --- } c_h = c_s + c_h = \frac{asT_{\text{xp}}}{365h} + b \frac{h+1}{2}.$$

Для определения оптимальной высоты складирования, дающей минимум совокупных затрат, необходимо приравнять к нулю первую производную:

$$\text{минимум затрат} \text{ --- } \frac{d}{dh}c = -\frac{asT_{\text{xp}}}{365h^2} + \frac{b}{2} = 0.$$

Решение этого уравнения дает значение высоты:

$$\text{оптимальная высота} \text{ --- } h = \sqrt{\frac{2asT_{\text{xp}}}{365b}}.$$

Отношение $\frac{365}{T_{\text{xp}}}$ есть коэффициент оборачиваемости склада $k_{\text{об}}$, откуда получаем искомое значение оптимальной высоты складирования.

$$\text{Оптимальная высота складирования} \text{ --- } h = \sqrt{\frac{2as}{k_{\text{об}}b}}.$$

Полученные соотношения позволяют провести расчеты нескольких важных параметров, которые могут использоваться для выбора технологических схем и высоты складирования для каждой из них.

Для расчетов выбраны значения стоимости подъемов в условных единицах, осредненные по данным отечественных и зарубежных источников (табл. 1).

Таблица 1

Средние значения стоимости одного подъема

Система складирования	FLT	RS	SC	RTG/RMG
Стоимость подъема, b	12	13	7	6

На рис. 5 представлены зависимости приведенной стоимости обработки контейнеров (связанной с использованием площади и трудоемкостью выборки из штабеля) для различных схем складирования контейнеров.

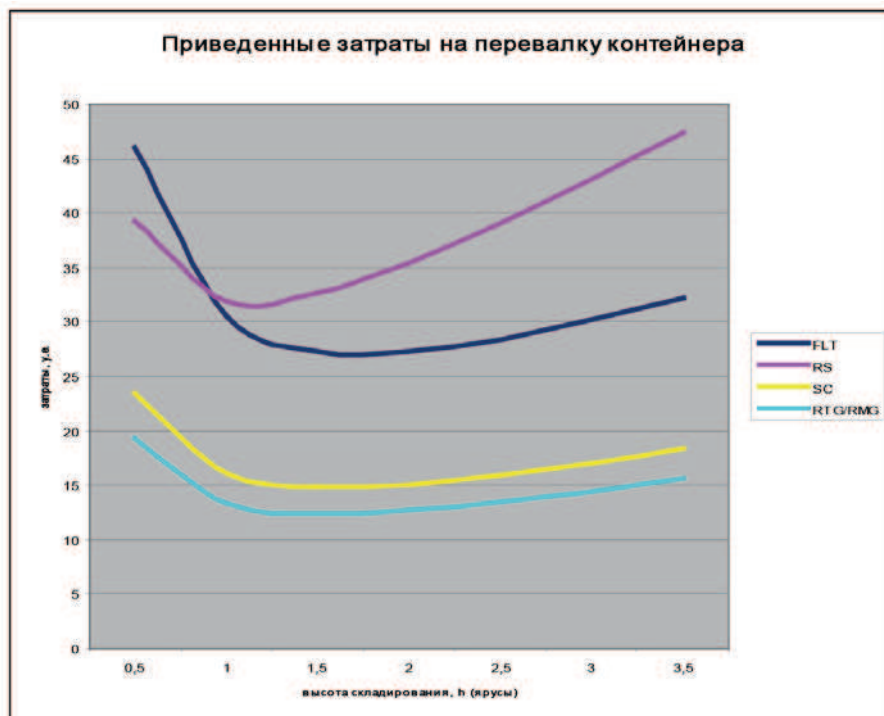


Рис. 5. Приведенные затраты обработки контейнера для различных технологических схем

Итак, стремление добиться высоты складирования, близкой к максимальной технической для выбранного оборудования, является экономически неоправданным. Как показывают проведенные рассуждения, эта высота должна определяться из экономических соображений и требований качества обслуживания клиента, а не геометрией купленной складской машины.

Выводы

1. Установлена связь между важнейшими коммерческими и технологическими параметрами деятельности контейнерного терминала — стоимостью аренды земли, себестоимостью подъема, сроком хранения, схемой складирования — и высотой складирования, оптимизирующей совокупные затраты на перевалку контейнера.

2. Теоретически рассчитаны валовые площади слотов для различных схем складирования, лежащие в основе методики определения плотности складирования для различных технологических систем.

3. Установлена зависимость числа перемещений для выборки контейнера от высоты складирования для различных схем складирования, позволяющая дать оценку увеличения времени выборки и себестоимости этой операции.

4. Проведенные с использованием практических данных расчеты показывают, что оптимальная высота складирования контейнеров с произвольной выборкой составляет 2–3 яруса, независимо от использованного оборудования.

5. Рост количества движений для выборки контейнера является одним из главных негативных факторов, сопровождающих увеличение высоты складирования, поскольку связан либо с ухудшением качества услуг, либо с затратами на приобретение дополнительного оборудования.

6. Предложенные методики дают владельцу или оператору терминала инструментарий для принятия обоснованных коммерческих решений.

Список литературы

1. Кузнецов А. Л. Оборудование контейнерных терминалов: учеб.-практ. пособие, рекомендованное КС по транспортному образованию и науке Минтранса РФ / А. Л. Кузнецов, А. Л. Степанов. — СПб., 2001.

2. Кузнецов А. Л. Сравнение различных методик оценки требуемой вместимости склада при технологическом проектировании контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов, Е. Ю. Козлова // Эксплуатация морского транспорта: ежекварт. сб. науч. ст. — 2008. — № 4 (54).