

2. Илесалиев Д.И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2016. – С. 16.

3. Илесалиев Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Логистика: современные тенденции развития. – 2015. – № 1. – С. 174–176.

4. Илесалиев Д.И. К вопросу о схеме размещения стеллажей на складе / И.Д. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – № 1. – С. 99–106.

К ВОПРОСУ О ФУНКЦИОНИРОВАНИИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

Шахбоз АБДУВАХИТОВ,

*PhD, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ташкент, Узбекистан*

Азиз ИСМАТУЛЛАЕВ,

*докторант, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ташкент, Узбекистан*

Жамол ШИХНАЗАРОВ,

*ассистент, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ташкент, Узбекистан*

Дурдона УМАРОВА,

*студентка магистратуры, Ташкентский государственный транспортный
университет, Ташкент, Узбекистан*

DOI: <https://doi.org/10.47689/978-9943-7818-0-1-pp249-252>

Аннотация: В данной работе описан переход системы из одного состояния в другое, который выражается прибытием и отправлением различных видов транспорта в процессе взаимодействия контейнерного терминала (КТ) с внешней средой.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, контейнерный терминал, контейнерная площадка, контейнер.

Построив вероятностную модель этого явления можно вычислить значения параметров, характеризующие эффективность этой операции. Успешное применение математического аппарата, с применением так называемых «Марковских случайных процессов» [1-4]. Рассматриваются Илесалиевым Д.И. в своей диссертационной работе «Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок», данная работа может описать операции такого рода. Исследуемые КТ по теории Марковских случайных процессов, рассматриваются как сложная

технико-экономическая система. Как известно, $Y=\{y_i\}$, $i=1,n$ – конечное множество и имеет множество рёбер $Z=\{z_{i,j}\}$, $i,j=1,n$. Основные вершины графа состояний работы КТ выглядят следующим образом: y_1 – ЖД ПРУ; y_2 – технологический участок таможенный зоны; y_3 – АВТО ПРУ; y_4 – технологический участок хранения.

Переходы из одного состояния в другое, описаны следующим образом: z_{12} – выгрузка контейнеров из ЖДТ в таможенный участок; z_{13} – перегрузка контейнеров из ЖДТ на автотранспорт; z_{14} – выгрузка контейнеров из ЖДТ, в участок хранения, минуя таможенный участок; z_{21} – погрузка контейнеров из таможенного участка на ЖДТ; z_{23} – погрузка контейнеров из таможенного участка на автотранспорт; z_{24} – перемещение контейнеров из таможенного участка в участок хранения; z_{31} – перегрузка контейнеров из автомобильного транспорта на железнодорожный транспорт;

z_{32} – выгрузка контейнеров из автотранспорта на таможенный участок; z_{34} – выгрузка контейнеров из автотранспорта на участок хранения, минуя таможенную зону; z_{41} – погрузка контейнеров из участка хранения на ЖДТ; z_{42} – перемещение контейнеров из участка хранения в таможенную зону; z_{43} – погрузка контейнеров из участка хранения на автотранспорт.

На рисунке 1 показан результирующий вид графа состояний КТ.

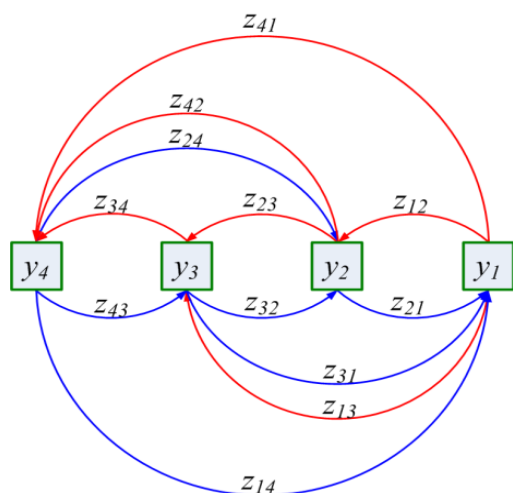


Рисунок 1. Граф состояний и переходов КТ

Граф состояний КТ позволяет удобно хранить матрица смежности в формуле (1), а также производить с ним операции.

$$A = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} & z_{14} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} & z_{24} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} & z_{34} \\ z_{41} & z_{42} & z_{43} & z_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

Под влиянием прибытия и отправления транспорта в процессе функционирования КТ, данная система переходит из одного состояния в другое. Состояния

характеризуются большим или меньшим числом технологических операций [1].

Согласно теории Марковских случайных процессов, исследуемые КТ будем рассматривать как физическую систему W с дискретными состояниями $W_1, W_2, \dots, W_n$, причём переходы системы из состояния в состояние возможны, только в моменты: $t_1, t_2, \dots, t_k \dots$ [1]. Случайный процесс, происходящий на КТ, состоит в том, что в последовательные моменты времени, система ведет себя, следующим образом:

$$W_1 \rightarrow W_2 \rightarrow W_4 \rightarrow W_1 \dots, \quad (2)$$

Или же в моменты времени, система может оставаться в прежнем состоянии:

$$W_1 \rightarrow W_1 \rightarrow W_2 \rightarrow W_3 \rightarrow W_4 \rightarrow W_1 \dots, \quad (3)$$

Зная ежесуточную статистику прибытия и отправления транспорта можно вычислить среднее время нахождения лов в том или ином состоянии, а также можно определить вероятности состояний $P_i(k)$ после k -шага переходов [1]:

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^n P_j(k-1)P_{ji} \quad (i=1, \dots, n) \quad (4)$$

где $P_j(k-1)$ – вероятность пребывания системы в W_j состоянии, в предыдущий дискретный момент времени $(k-1)$ [1].

На производстве чаще всего, встречаются ситуации, когда переходы системы из одного состояния в другое происходят в случайное время. Описанное выше, связано с неравномерностью прибытия и отправления железнодорожного и автомобильного транспорта. Схема Марковского случайного процесса с непрерывным временем применяется для описания таких процессов [1].

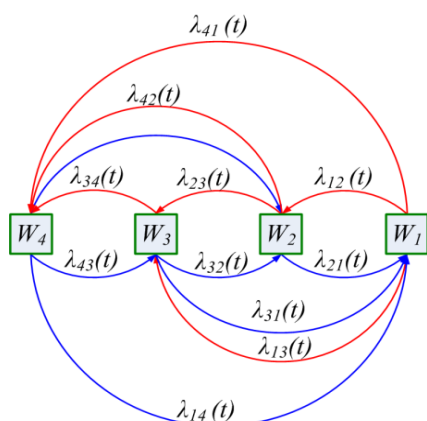
Вероятность $P_i(t)$ того, что в момент времени t система КТ будет находиться в состоянии W_1, W_2, W_3, W_4 , при этом для любого момента времени t сумма вероятностей равна единице [1].

Вероятностью перехода системы КТ в случае непрерывного времени становится плотность вероятности перехода. Предел отношения вероятности перехода за время Δt из состояния W_i в состояние W_j к длине промежутка Δt называется плотностью вероятности перехода λ_{ij} [1]:

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t}, \quad (5)$$

где $P_{ij}(\Delta t)$ – вероятность того, что система КТ, находившаяся в момент t в состоянии W_i , за время Δt перейдет из него в состояние W_j .

На рисунке 1 отражен граф состояний системы КТ. Вероятности состояний системы как функции времени можно определить, зная размеченный граф состояний [1]:



$$P_1(t), P_2(t), \dots, P_n(t), \quad (6)$$

Вероятности удовлетворяют дифференциальным уравнениям, определенного вида, называемым уравнением Колмогорова [1]:

**Рисунок 2. Граф
состояния системы КТ в
процессе непрерывного
времени**

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dP_1(t)}{dt} &= -\lambda_{12}P_1(t) - \lambda_{13}P_1(t) - \lambda_{14}P_1(t) + \lambda_{21}P_2(t) + \lambda_{31}P_3(t) + \lambda_{41}P_4(t) = \\ &= -P_1(t) \cdot (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}) + \lambda_{21}P_2(t) + \lambda_{31}P_3(t) + \lambda_{41}P_4(t); \\ \frac{dP_2(t)}{dt} &= -\lambda_{21}P_2(t) - \lambda_{23}P_2(t) - \lambda_{24}P_2(t) + \lambda_{12}P_1(t) + \lambda_{32}P_3(t) + \lambda_{42}P_4(t) = \\ &= -P_2(t) \cdot (\lambda_{21} + \lambda_{23} + \lambda_{24}) + \lambda_{12}P_1(t) + \lambda_{32}P_3(t) + \lambda_{42}P_4(t); \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= -\lambda_{31}P_3(t) - \lambda_{32}P_3(t) - \lambda_{34}P_3(t) + \lambda_{13}P_1(t) + \lambda_{23}P_2(t) + \lambda_{43}P_4(t) = \\ &= -P_3(t) \cdot (\lambda_{31} + \lambda_{32} + \lambda_{34}) + \lambda_{13}P_1(t) + \lambda_{23}P_2(t) + \lambda_{43}P_4(t); \\ \frac{dP_4(t)}{dt} &= -\lambda_{41}P_4(t) - \lambda_{42}P_4(t) - \lambda_{43}P_4(t) + \lambda_{14}P_1(t) + \lambda_{24}P_2(t) + \lambda_{34}P_3(t) = \\ &= -P_4(t) \cdot (\lambda_{41} + \lambda_{42} + \lambda_{43}) + \lambda_{14}P_1(t) + \lambda_{24}P_2(t) + \lambda_{34}P_3(t); \end{aligned} \right. , (7)$$

При составлении этой системы дифференциальных уравнений можно записать ее таким образом:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = -\sum_{j=0}^n \lambda_{ij}P_i(t) + \sum_{j=0}^n \lambda_{ji}P_j(t) , \quad (8)$$

Система уравнений (7) описывает динамику вероятности нахождения КТ в одном из состояний.

Исследованные системы функционирования КТ, по которым можно заключить, что система переходит из одного состояния в другое под влиянием прибытия и отправления транспорта.

Предложена методика определения необходимого количества ПРМ на основе теории “Марковских случайных процессов” в зависимости от взаимодействия различных видов транспорта

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:

1. Илесалиев Д. И. Обоснование метода переработки тарно-штучных грузов на перевалочных складах в цепях поставок: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2016. – 16 с
2. Илесалиев Д.И. Влияние расположения проходов между стеллажами на показатели работы склада водного транспорта / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский / Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – Вып. 6 (34). – С. 52-59.
3. Илесалиев Д.И. Исследования функционирования контейнерного терминала / Илесалиев Д.И., Абдувахитов Ш.Р. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2019. – № 11. – С. 59-62.
4. Илесалиев Д.И. Обоснование этапности развития железнодорожного участка Ахангаран-Тукимачи-Сырдарьинская / Илесалиев Д.И., Сатторов С.Б., Махматкулов Ш.Г. // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2020. – № 6. – С. 15-23.