

УДК 656.07+06

В. В. АЛАБИНА, О. Н. ЧИСЛОВ

Ростовский государственный университет путей сообщения,

г. Ростов-на-Дону

veronika.zenkova@mail.ru, o_chislov@mail.ru

РАЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Рассмотрены особенности взаимодействия видов транспорта на транспортно-складском комплексе при организации прямой перевалки грузов. Определены последовательность и продолжительность выполнения грузовых операций, а также очередность обслуживания транспорта и подвижного состава и факторы, оказывающие влияние на продолжительность задержки подвижного состава на транспортно-складском комплексе, предложены меры, позволяющие ускорить процесс перевалки грузов на складском комплексе грузовой станции.

Технологическое взаимодействие видов транспорта складских комплексов является важным аспектом в организации грузовых перевозок. Грузовые станции играют ключевую роль в этом процессе, поскольку они обеспечивают координацию различных видов транспорта, таких как автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный (рисунок 1).

Функционирование транспортно-складского комплекса грузовой станции предполагает различные варианты взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта, которые часто имеют динамически вариативные параметры [1]. Для математического описания данных вопросов рассмотрим применение положений аппарата теории массового обслуживания (ТМО). По принятой классификации ТМО взаимодействие видов транспорта складского комплекса следует рассматривать в виде замкнутой сети с вероятностями обслуживания [2].

Определение порядка выполнения элементов транспортно-технологической цепи ТСК предполагает изучение специфики каждого вида транспорта и особенности грузов, которые они доставляют.



Рисунок 1 – Основные функциональные особенности транспортно-складских комплексов

Для определения технически рентабельного варианта перевалки грузов ТСК необходимо выполнить сетевое планирование, которое предполагает последовательное или последовательно-параллельное выполнение операций с грузами (рисунок 2).

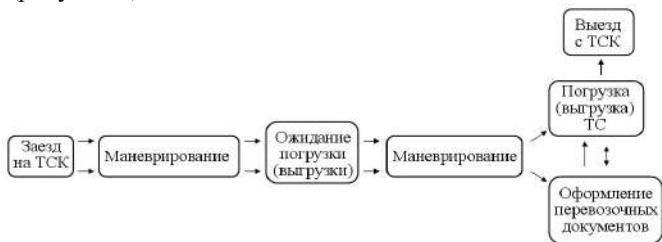


Рисунок 2 – Схемы вариантов взаимосвязей технологических операций ТСК

Часто спрос на перевозки грузов, а также операции, производимые в процессе доставки грузов, носят стохастический характер, поэтому наиболее подходящим способом построения транспортно-логистической цепи могут быть сети Петри, которые для более детального изучения позволяют разбивать основные элементы на подсистемы, что снижает погрешность будущих расчетов сроков доставки (перевалки) грузов [3].

Рассмотрим технологические операции ТСК с тарно-штучными грузами при передаче на автотранспорт собственников. На рисунке 2 представлены варианты последовательностей основных и вспомогательных операций при организации погрузки-выгрузки грузов на складском комплексе. Очередность обслуживания автомобилей можно рассмотреть на основе следующих принципов ТМО и политики приоритета [4]:

- «первый пришел – первый обслуживается» (FCFS);
- «последний пришел – первый обслуживается» (LIFO).

Важным аспектом эффективного взаимодействия транспорта на складском комплексе является оптимизация маршрутов движения транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, а также минимизация времени простоя транспорта (таблица 1).

Таблица 1 – Определение продолжительности работы погрузочно-разгрузочной машины

Показатель	Расчетное значение
Средняя продолжительность цикла, с	$t_w = t_{nn} + t_n + t_m + t_p$
Техническая производительность погрузочно-разгрузочных машин, т/ч, $P_T = 3600 \cdot Q_n / T_{\text{ц}}^{\text{сов}}$	147,7
Продолжительность одного рабочего цикла, с, $T_{\text{ц}}^{\text{сов}} = \varphi(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_n)$	73,12
Продолжительность перемещения погрузчика с грузом, с, $t_3 = \frac{l_{\text{пер}}}{V_{\text{пер/гр}}} + t_{p-3}$	9,14
Время подъема груза, с, $t_5 = \frac{H_n}{V_{n/гр}} + t_{p-3}$	19,5
Время опускания порожней каретки, с, $t_8 = \frac{H_n}{V_{n/безгр}} + t_{p-3}$	14,7
Время на обратный ход погрузчика (без груза), с, $t_{10} = \frac{l_{\text{пер}}}{V_{\text{пер/безгр}}} + t_{p-3}$	8,06
Общее время нахождения автомобиля грузоподъемностью 15 т в пункте погрузки (выгрузки), мин, $t_n = t_1^n + t_2^n + t_3^n + t_4^n = t_1^n + t_0^n$	30,1
Общее время нахождения автомобиля при оформлении перевозочных документов параллельно с погрузкой, мин, $t_n = t_1^n + t_3^n + t_4^n = t_1^n + t_0^n$	23,1

Параллельное выполнение дополнительных операций позволяет сократить общее время нахождения автомобиля в пункте погрузки (выгрузки), но непосредственно погрузка занимает меньше времени (6,1 мин) в сравнении со вспомогательными (сопутствующими) операциями (рисунок 3).

Автомобили поступают в ТСК на обслуживание к складам и вагонам из одной очереди множества вариантов очередей. Состояние модели функционирования представим, как i – количество автомобилей в центре погрузки.

Число i включает в себя автомобили, ожидающие в очереди и находящиеся под погрузкой на складе ТСК.

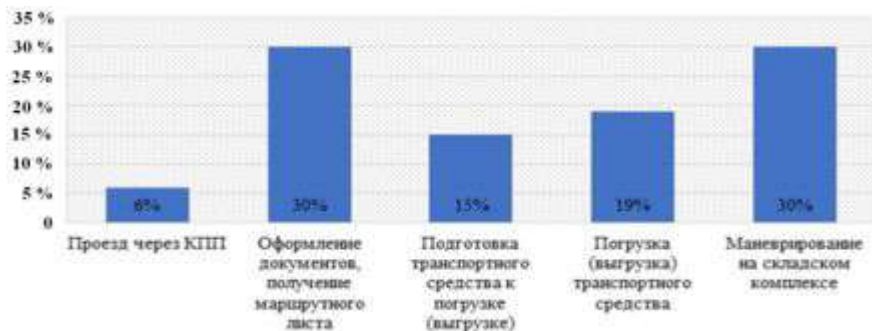


Рисунок 3 – Время нахождения транспортного средства в пункте погрузки (выгрузки)

Модель как образ реально функционирующего центра погрузки может переходить из одного состояния в другое, под действием двух событий: поступления порожних и ухода груженых автомобилей. Вероятностью одновременного наступления этих двух событий в теории массового обслуживания пренебрегают.

Если через λ_i обозначить интенсивность поступления одиночного автомобиля, то общая интенсивность потока автомобилей под погрузку, авт./ч, определяется по формуле

$$\lambda_i = (m - i) \lambda_1. \quad (1)$$

Интенсивность обслуживания центра погрузки в зависимости от числа i автомобилей определяется следующим образом:

$$\mu_i = \begin{cases} \frac{\mu}{S}, & \text{при } 0 \leq i \leq S, \\ S, & \text{при } S + 1 \leq i \leq m \end{cases} \quad (2)$$

Коэффициент загрузки центра обслуживания при работе одного автомобиля вычисляется как

$$\Psi_1 = \lambda_1 / \mu. \quad (3)$$

Вероятность простоя вагонов

$$P_0 = \left(\sum_{i=0}^S \frac{m! S^i \Psi_1^i}{i!(m-i)!} + \sum_{i=S+1}^m \frac{m! S^S \Psi_1^i}{(m-i)! S!} \right)^{-1}. \quad (4)$$

Среднее число i автомобилей в центре погрузки

$$m_{об} = \left(\sum_{i=0}^S i \frac{m! S^i \Psi_1^i}{(m-i)! i!} + \sum_{i=S+1}^m i \frac{m! S^S \Psi_1^i}{(m-i)! S!} \right) \cdot P_0. \quad (5)$$

Интенсивность поступления автомобилей на обслуживание

$$\lambda = (m - m_{об}) \lambda_1. \quad (6)$$

Коэффициент загрузки центра обслуживания

$$\Psi = (m - m_{об}) \Psi_1. \quad (7)$$

Среднее число автомобилей, находящихся под погрузкой

$$S_p = m_{\text{пог}} = S\Psi. \quad (8)$$

Среднее число автомобилей, находящихся в очереди

$$m_1 = m_{\text{об}} - S\Psi. \quad (9)$$

Среднее число свободных от работы автомобилей

$$S_c = (1 - \Psi)S. \quad (10)$$

Коэффициент простоя автомобилей

$$\rho_a = \frac{m_{\text{оч}}}{m}. \quad (11)$$

Коэффициент простоя вагонов

$$\rho_b = 1 - \Psi. \quad (12)$$

Для организации прямого варианта перевалки грузов необходимо определить время задержки вагонов и грузов на транспортно-складском комплексе при заданном объеме суточного грузопотока 450 т/сут (таблица 2).

Таблица 2 – Определение продолжительности задержки вагонов и грузов на транспортно-складском комплексе при организации прямой перевалки грузов

Показатель	Расчетное значение
Продолжительность задержки вагонов и грузов на ТСК, ч, $T_3 = Z_p b / Q$	0,555
Среднеквадратическое отклонение вагонопотоков, ваг., $s_B = 0,5 a l c B T$	3,847
Интенсивность вагонопотока, ваг./ч, $I_B = Q_{\text{сут}} / q_B t$	0,228
Среднеквадратическое отклонение автомобилей, авт., $\sigma_a = \sqrt{(1 - P) \lambda_a T}$	7,035
Расчётное количество груза, оставшегося на ТСК, т, $Z_p = 0,798 \sqrt{q_B^2 \cdot \sigma_B^2 \cdot q_a^2 \cdot \sigma_a^2}$	213,7
Дополнительный коэффициент $\beta = \frac{1}{1 + \frac{e_B + e_B a}{e_{ск} + e_{са}}}$	0,65
Количество задержанных вагонов на транспортно-складском комплексе в ожидании выгрузки, ваг., $m_p = Z_p \cdot \frac{b}{q_B}$	2,170
Продолжительность задержки вагонов на ТСК, ч	1,25

Таким образом, при суточном грузопотоке тарно-штучных грузов 450 т общее время нахождения автомобилей в пункте погрузки составило 30,1 мин, при условии параллельного выполнения подготовительных операций с транспортным средством и погрузкой транспортного средства общее время сократилось и составило 23,1 мин. Определено допустимое время задержки вагонов и грузов на ТСК – 0,555 ч (33,3 мин). Актуальность проведенного

исследования определяется необходимостью повышения эффективности работы ТСК грузовых станций, что способствует эффективному выполнению программ технико-экономического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Еловой, И. А. Особенности развития железнодорожных грузовых перевозок / И. А. Еловой, Л. В. Осипенко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. / редкол. А. К. Головнич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : БелГУТ. – 2022. – Вып. 4. – С. 90–93.

2 Моделирование крупнейшей в мире железнодорожной сортировочной станции с использованием теории массового обслуживания / М. Л. Жарков [и др.] // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 3 (51). – С. 4–14.

3 Временная параметризация в распределении грузопотоков транспортно-технологических систем / О. Н. Числов [и др.] // Вестник Сибирского гос. ун-та путей сообщения. – 2019. – № 3 (50). – С. 14–22.

4 Алабина, В. В. Организация прямой перевалки грузов на станции Ростов-Товарный / В. В. Алабина // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. / редкол.: А. К. Головнич (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : БелГУТ. – 2022. – Вып. 4. – С. 6–11.

V. V. ALABINA, O. N. CHISLOV

CURRENT PRINCIPLES OF ORGANIZING LOGISTICS OPERATIONS AT TRANSPORT AND WAREHOUSE COMPLEXES

The features of interaction between modes of transport in the transport and warehouse complex when organizing direct transshipment of goods are considered. The sequence and duration of cargo operations, as well as the priority of servicing transport and rolling stock, have been determined. The factors influencing the duration of the delay of rolling stock at the transport and warehouse complex have been identified, and measures have been proposed to speed up the process of transshipment of goods at the warehouse complex of the freight station.

Получено 25.11.2023

ISSN 2664-5025. Проблемы перспективного развития
железнодорожных станций и узлов. Вып. 5. Гомель, 2023

УДК 656.211

М. М. АЛАЕВ, Т. И. КАШИРЦЕВА

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва
A777MM@mail.ru, Ka-t-i@yandex.ru*

ВОЕННО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПОЕЗДА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Исследуется роль транспортного обеспечения фронта в годы Великой Отечественной войны, представлены исторические факты большого значения военно-