

УДК 656.073.27

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОГО ФРОНТА ХОЛОДИЛЬНОГО СКЛАДА

Ибрагимов Н.Н., Исматуллаев А.Ф.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта (Ташкент, Узбекистан)

Холодильные склады располагают лишь ограниченным количеством средств механизации и обслуживающего персонала и не всегда способны удовлетворить все поступающие грузопотоки. В связи с ростом грузооборота плодоовощной продукции сооружаются и реконструируются холодильные склады с примыканием железнодорожного транспорта, однако всё ещё остаются открытыми вопросы функционирования участка погрузки и разгрузки. Ежедневно создаются ситуации, когда возникает массовый спрос на обслуживание транспортных потоков. При этом характерным является большая неравномерность объёма поступления рефрижераторных вагонов. В связи с сооружением и реконструкцией холодильных складов осуществляются мероприятия по усилению технического оснащения погрузочно-разгрузочных фронтов и, в первую очередь, повышение условия перевозки плодоовощной продукции. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного фронта с помощью математических методов имеет большое значение для дальнейшего улучшения и совершенствования эксплуатационной работы холодильных складов. В статье обсуждаются вопросы определения оптимального числа подач рефрижераторных вагонов к холодильному складу, времени выполнения грузовых операций и, в конечном счете, поиска оптимальной перерабатывающей способности погрузочно-разгрузочных фронтов. Цель исследования состоит в выборе оптимальных значений параметров в зависимости от типа погрузочно-разгрузочного фронта (внешний подход или внутренний ввод железнодорожного пути на холодильный склад). Для достижения поставленной цели использовалась экономико-математическая модель, которая сводится к получению развернутого выражения эксплуатационных расходов. Получена экономико-математическая модель позволяющая определить оптимальные значения параметров погрузочно-разгрузочного фронта. Практическая значимость работы при реализации её результатов заключается в возможности снижения эксплуатационных расходов в зависимости от типа погрузочно-разгрузочного фронта.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, холодильный склад, погрузочно-разгрузочный фронт, рефрижераторный вагон, плодоовощная продукция, погрузка, разгрузка, транспортная тара.

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-01-88-96

В Центральной Азии перевозка плодоовощной продукции в основном осуществляется железнодорожным или автомобильным транспортом. Каждая тонна различных грузов в процессе доставки перегружается несколько раз, что значительно увеличивает объём погрузочно-разгрузочных работ и обуславливает их сложность и трудоёмкость, в первую очередь, на погрузочно-разгрузочном фронте [1-5].

На сегодняшний день помимо существующих проблем в системе доставки грузов наблюдается недостаточное развитие логистических объектов, которые можно было бы использовать для организации хранения, переработки и упаковки плодоовощной продукции [6-10]. Значительное влияние на погрузочно-разгрузочные операции оказывают технология и условия перевозок плодоовощной продукции.

Анализ работ по определению оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного фронта.

В настоящее время известно три метода определения технической оснащённости.

1) метод, в котором техническая оснащённость определяется исходя из того, что транспортные средства не должны простаивать под грузовыми операциями больше нормативного времени;

2) наиболее обоснованный метод, разработанный в Московском государственном университете путей сообщения, согласно которому параметры погрузочно-разгрузочного фронта определяются, исходя из условий достижения минимума суммарных эксплуатационных расходов;

3) метод, в котором техническая оснащённость определяется с помощью имитационной модели, позволяющей автоматически определять значения параметров погрузочно-разгрузочного фронта, меняя при этом условия протекания процесса.

Стоит отметить, что второй метод определения наиболее рациональных значений параметров погрузочно-разгрузочного фронта признаётся многими специалистами более

правильным, так как приводит к минимальным суммарным затратам. Так, например в [11] отмечается, что для расчёта технической оснащённости погрузочно-разгрузочного фронта необходима следующая информация:

- среднесуточный грузооборот в вагонах или в тоннах;
- характеристика неравномерности поступления вагонов;
- затраченное время на подачу и уборку вагонов;
- производительность погрузочно-разгрузочного фронта;
- соединяющий железнодорожный путь со складами.

При этом число погрузочно-разгрузочных машин должно удовлетворять потребной перерабатывающей способности, определяемой объёмом работы склада, т.е.

$$Z \geq \frac{Q_c K_n}{365 \Pi (T - x t_m)}, \quad (1)$$

где Q_c – объём переработки грузов на складе в тонно-операциях за год, т/год; K_n – коэффициент неравномерности, учитывающий сезонные колебания; Π – часовая эксплуатационная производительность погрузочно-разгрузочного фронта или установки, ч; t_m – время на подачу и уборку или перестановку вагонов на выставочный путь, ч; x – число подач и уборок вагонов к погрузочно-разгрузочному фронту; T – время работы погрузочно-разгрузочного фронта в часах; 365 – дней в году.

Большой вклад в оптимизацию технического оснащения погрузочно-разгрузочного фронта внёс проф. А.А. Смехов [12]. В своих работах он ввёл основные разновидности определения оптимальных параметров технического оснащения:

- определение параметров технического оснащения;
- выбор очередности замены эксплуатируемых погрузочно-разгрузочных машин;
- определение параметров нескольких погрузочно-разгрузочных фронтов, взаимодействующих друг с другом;
- определение параметров нескольких взаимодействующих друг с другом погрузочно-разгрузочных фронтов с учётом многоэтапного их развития.

При оптимизации технического оснащения и работы погрузочно-разгрузочного

фронта требуется найти такие значения u , x и T , которые бы минимизировали величину приведенных затрат:

$$R^* = \min_{x, y, T} R(x, y, T), \quad (2)$$

если при этом на u , x и T налагаются ограничения:

$$\left. \begin{aligned} x_{\min} &\leq x \leq x_{\max}; \\ y_{\min} &\leq y \leq y_{\max}; \\ T_{\min} &\leq T \leq T_{\max}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Устанавливая границы изменения x и u справа и слева, следует учитывать эксплуатационно-экономические соображения. Что касается величины T , то минимальное время работы погрузочно-разгрузочного фронта T_{\min} обычно не меньше одной рабочей смены.

В работе [13] дается определение оптимального количества погрузочно-разгрузочных машин в зависимости от общих расходов, связанных с работой и простоем транспортных потоков в ожидании обслуживания погрузочно-разгрузочного фронта:

$$C_{\min} = C_{nm} T_{nm} + C_{pm} + C_{mn} T_{mn}, \quad (4)$$

где C_{nm} – приведенная себестоимость одного часа простоя погрузочно-разгрузочных машин, руб.; C_{mn} – приведенная себестоимость одного часа простоя транспортных средств, руб.; C_{pm} – приведенная себестоимость часа работы погрузочно-разгрузочных машин, руб.

В формуле (4) учитываются расходы, связанные с эксплуатацией и простоем средств механизации, транспортных средств, минимум которых даёт оптимальное число погрузочно-разгрузочных машин при определенном объёме работ.

В работе [14] рассматривались закономерности изменения приведенных затрат в зависимости от фактического времени простоя вагонов. Суммарные приведенные затраты по погрузочно-разгрузочному фронту представлялись как сумма четырех составляющих:

$$\Pi_{\Phi}^P = \Pi_{\Phi} + \Pi_{\Pi} + \Pi_3 + \Pi_{\sigma-\sigma}, \quad (5)$$

где Π_{Φ} – приведенные затраты по строительной части погрузочно-разгрузочного фронта; Π_{Π} – приведенные затраты по погрузочно-разгрузочным машинам; Π_3 – расходы на заработную плату рабочим; $\Pi_{\sigma-\sigma}$ – стоимость простоя вагонов за время их перегрузки.

В работе [15] была построена имитационная модель в среде AnyLogic. Был использован дискретно-событийный подход, который позволил рассмотреть процесс разгрузки транспортных средств с помощью имитационной модели. Также были рассчитаны основные показатели эффективности погрузочно-разгрузочного фронта, которые могут быть рассмотрены при наличии статистической информации о функционировании реального объекта. Целью поиска оптимизации функционирования погрузочно-разгрузочного фронта являются:

- коэффициент загрузки каналов;
- средняя длина очереди;
- среднее время ожидания обслуживания;
- вероятность ожидания обслуживания.

Имитационная модель позволяет оценить перерабатывающую способность в условиях различных видов заявок, предназначенных для визуализации, анализа и поиска устойчивых параметров.

В работе [16] предложена система приоритетов транспортного обслуживания производственных подразделений промышленных предприятий, учитывающая влияние различных факторов. На ее основе выстроены основные этапы методики обслуживания погрузочно-разгрузочного фронта, позволяющей в оперативном режиме определять оптимальную очередность транспортного обслуживания производственных подразделений.

В работе [17] рассмотрены основные предпосылки, лежащие в основе построения системы управления погрузочно-разгрузочным фронтом. Сформулированы основные положения системного и программно-целевого подхода применительно к элементарной логистической системе – погрузочно-разгрузочному фронту.

В работе [18] содержится описание имитационной модели работы грузового фронта в условиях обслуживания четырех категорий транспортных средств. Автор считает, что с помощью имитационной модели можно рассчитать основные показатели эффективности работы.

В работе [19] определены следующие критерии оптимизации:

- минимизация значений времени нахождения груза на погрузочно-разгрузочном фронте

$$T_p \rightarrow \min, \quad (6)$$

- минимизация затрат, связанных с выполнением операций, производимых на погрузочно-разгрузочном фронте

$$C_{нрф} \rightarrow \min. \quad (7)$$

При этом время нахождения груза в течение суток состоит из ряда переменных:

$$T_p = t_{ny}^{ож} + t_{нр} + t_{ny}^{ож} + t_a^{ож} + t_a, \quad (8)$$

где $t_{ny}^{ож}$, $t_{нр}$, $t_a^{ож}$ – продолжительность ожидания соответственно подачи-уборки вагонов, погрузки-выгрузки и грузовых операций автомобилями, ч; t_{ny} , $t_{нр}$, t_a – продолжительность соответственно подачи-уборки вагонов, погрузки-выгрузки вагонов и погрузки-выгрузки автомобиля, ч.

Затраты, связанные с выполнением операций, производимых на погрузочно-разгрузочном фронте, будут равны:

$$C_{нрф} = \sum_{i=1}^k C_i, \quad (9)$$

где k – виды затрат на выполнение операций погрузочно-разгрузочного фронта.

Для моделирования авторы выбрали сети Петри, которые позволили исследовать вероятностные процессы с учётом отказов и очередей.

В работах [20, 21] было выявлено, что на определение рациональных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка в первую очередь влияет технология и условия перевозки тарно-штучных грузов.

Анализ методологии определения наиболее рациональных значений параметров погрузочно-разгрузочного фронта показал, что основное внимание направлено на переменные параметры, такие, как количество подач, количество погрузочно-разгрузочных машин, но при этом недостаточно внимания уделено типу погрузочно-разгрузочного фронта.

Выбор оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного фронта.

Управляемым параметром является перерабатывающая способность $Q_{нр}$, определяемая простом подвижного состава под грузовыми операциями $t_{обс}$ и временем работы холодильного склада в течение суток $T_{скл}$. Между переменными $Q_{нр}$, $t_{обс}$, t_m , $T_{скл}$, q_v , $n_{ваг}$ существует зависимость, определяемая соотношением

$$Q_{пер} = \frac{T_{скл} q_e n_{ваг}}{(t_m + t_{обсл}) m_{под}}$$

Величина $t_{обсл}$ зависит от количеством подач $m_{под}$ на грузовой фронт холодильного склада.

Математическая модель определения оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного фронта выглядит следующим образом: для заданных характеристик входящего потока и типа обслуживания необходимо найти такие $m_{под}$, $T_{скл}$, которые привели бы критерий оптимизации к минимуму:

$$R = f(m_{под}, T_{скл}) \rightarrow \min. \quad (10)$$

На величины параметров накладывается система ограничений, определяемых эксплуатационными соображениями:

$$\left. \begin{aligned} m_{под}^{\min} \leq m_{под} \leq m_{под}^{\max}; \\ T_{скл}^{\min} \leq T_{скл} \leq T_{скл}^{\max}; \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где R – суммарные эксплуатационные расходы, тыс. руб.; $m_{под}$ – количество подач; $T_{скл}$ – рабочее время склада, ч; $Q_{пер}$ – перерабаты-

вающая способность погрузочно-разгрузочного фронта, т/сут; $t_{обсл}$ – время затрачиваемое на погрузочно-разгрузочные операции; t_m – время на подачу и уборку вагонов, ч; q_e – размер транспортной партии груза в одном вагоне, т.

Минимальные значения параметров $m_{под}$ определяются требованиями выполнения заданного объёма работы холодильного склада, а максимальные значения – наличием выделенных ресурсов. Из физического смысла следует, что $T_{скл}^{max} = 24$ ч.

В общем виде выражение для критерия оптимизации погрузочно-разгрузочного фронта может быть записано следующим образом:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4. \quad (11)$$

Расходы, связанные с обслуживанием при внешнем расположении железнодорожного пути, составляют

$$R_1 = \frac{n_{ваг} l_{ваг}}{m_{под}} \cdot \frac{(C_{жд} + B_p C_p + (B_p + 5) C_T)(\alpha_a + \beta_p + H_u) \cdot 10^{-5}}{365}, \quad (12)$$

где $n_{ваг}$ – количество поступивших вагонов на погрузку или разгрузку на холодильный склад, ваг/сут; $l_{ваг}$ – длина одного рефрижераторного вагона, м; B_p – ширина грузовой рампы с козырьком, м; 5 – ширина участка земли, занимаемого складом и подъездным путём снаружи холодильного склада, м; $C_{жд}$ – стоимость одного метра длины железнодорожного пути, руб./м; C_p – стоимость 1 м² грузовой рампы с козырьком, руб.; C_T – стоимость 1 м² земельного участка, занимаемая холодильным складом или подъездным

путём, руб./м²; α_a – амортизационные отчисления, включающие расходы на полное восстановление и капитальный ремонт зданий и сооружений, %; α_p – отчисления на текущий ремонт склада и железнодорожного пути, %; H_u – ставка на налога на имущество, %; 10^{-5} – пересчёт процентов в десятичные дроби и руб. в тыс. руб.

Расходы, связанные с обслуживанием при внутреннем расположении железнодорожного пути в складское здание, составляют

$$R_2 = \frac{n_{ваг} l_{ваг}}{m_{под}} \cdot \frac{(C_{жд} + (B_p + 5) H C_{скл})(\alpha_a + \beta_p + H_u) \cdot 10^{-5}}{365}, \quad (13)$$

где H – полезная высота склада от пола до низа фермы покрытия, м; $C_{скл}$ – стоимость 1 м³ объёма холодильного склада, руб./м³

Расходы, связанные с простоем рефрижераторных вагонов при погрузке или выгрузке плодоовощной продукции:

$$R_3 = \frac{n_{ваг} C_{зр}}{T_{скл}} \left(t_n + \frac{q_e}{y Q_{час} m_{под}} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (14)$$

где $C_{зр}$ – стоимость простоя вагонов под грузовыми операциями, руб.; t_n – нормированное время простоя под подготовительными операциями для одного вагона, ч; q_e – размер транспортной партии груза в одном вагоне, т; y – количество погрузочно-разгрузочных машин или устройств; $Q_{час}$ – часовая производительность погрузочно-разгрузочных машин или

устройств, т/ч; 10^{-3} – пересчёт руб. в тыс. руб.

Затраты, связанные с подачей и уборкой вагонов, составляют:

$$R_4 = m_{под} t_m C_m 10^{-3}, \quad (15)$$

где t_m – время затрачиваемое на подачу и уборку вагонов, ч; C_m – стоимость одного локомотива-часа при маневровых работах, руб.; 10^{-3} – пересчёт руб. в тыс. руб.

Исходя из значений параметров, была построена зависимость эксплуатационных расходов и количества подач при $T_{скл} = 8$ ч.

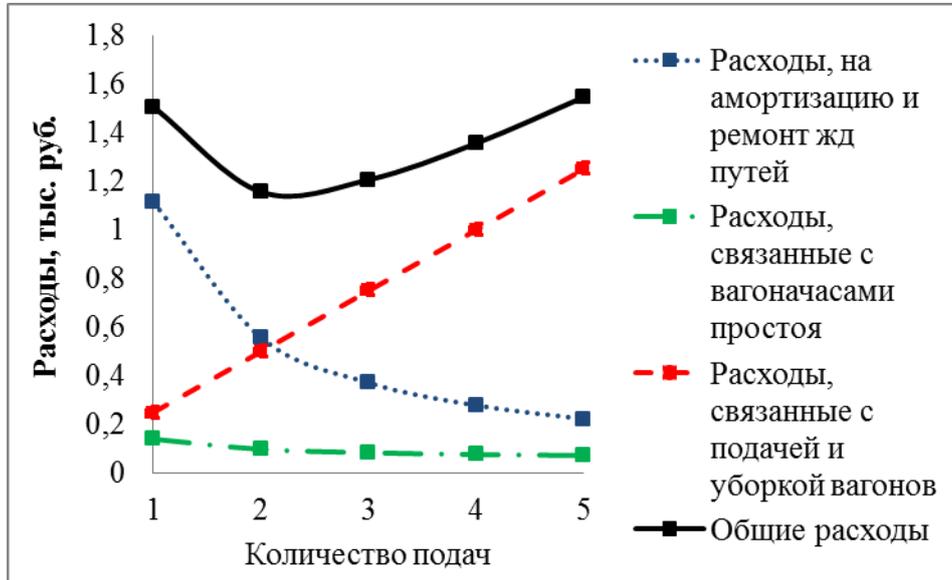


Рис. 1. Зависимость эксплуатационных расходов погрузочно-разгрузочного фронта при внешнем расположении железнодорожных путей (в расчёте на один рефрижераторный вагон)

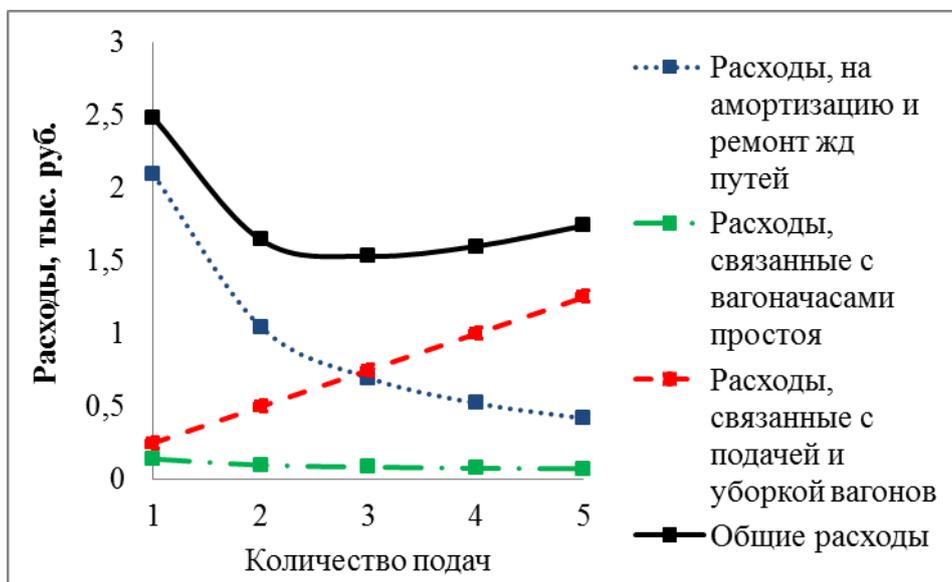


Рис. 2. Зависимость эксплуатационных расходов погрузочно-разгрузочного фронта при внутреннем расположении железнодорожных путей (в расчёте на один рефрижераторный вагон)

Из анализа рис. 1 и 2 видно, что при изменении количества подач от 1 до 5, определен режим оптимальной работы погрузочно-разгрузочного фронта холодильного склада.

Заключение.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Предложена экономико-математическая модель позволяющая определить оптимальные значения количества подач на погрузочно-разгрузочный фронт, а также время работы склада.

2. Определены эксплуатационные расходы погрузочно-разгрузочного фронта при внешнем и внутреннем расположении железнодорожных путей (в расчёте на один рефрижераторный вагон).

3. Проведенный анализ в работе позволяет правильно выбрать технологию перегрузки, а также эффективно использовать погрузочно-разгрузочные средства.

Список литературы

1. Илесалиев, Д.И. Перевозка экспортно-импортных грузов в Республике Узбекистан / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коровяковский, О.Б. Маликов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 3 (39). – С. 11-17.

2. Маликов, О.Б. Логистика пакетных перевозок штучных грузов / О.Б. Маликов, Е.К. Коровяковский, Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – № 4 (41). – С. 51-57.

3. Маликов, О.Б. Некоторые вопросы экономической эффективности перевозки сыпучих грузов в контейнерах / О.Б. Маликов, Е.Г. Курилов, Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Том 13. - № 4(49). – С. 493-501.

4. Илесалиев, Д.И. Обоснование проекта сети грузовых терминалов тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. - № 4. – С. 110-116. DOI: 10.22281/2413-9920-2016-02-04-110-116

5. Журабов, К.А. Определение параметров холодильных терминалов для отгрузки плодоовощной продукции на железнодорожный транспорт / К.А. Журабов // Известия Петербургского университета путей сообщения. - 2012. - № 3 (32). – С. 59-66.

6. Илесалиев, Д.И. К вопросу о вместимости складов тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. -

2017. - № 2. – С. 28-37. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-02-154-162

7. Илесалиев, Д.И. Использование различных схем расположения проходов склада тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Логистика: современные тенденции развития: Материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. 9-10 апреля 2015 г. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2015. – С. 174-176.

8. 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. – № 6 (34). – С. 52-59.

9. 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. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-01-99-106

10. Илесалиев, Д.И. Анализ влияния транспортной тары на условия перевозок / Д.И. Илесалиев // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. - 2017. - № 1. – С. 9-13.

11. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте / В.М. Акулиничев. – М.: Высш. шк., 1983 – 247 с.

12. Смехов, А.А. Математические модели процессов грузовой работы / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.

13. Туйчиев, Э.Т. Интенсификация использования транспортных и технических средств на грузовых станциях / Э.Т. Туйчиев, С.Д. Джумабаев. – Ташкент, 1990. – 240 с.

14. Маликов, О.Б. Исследование и выбор оптимальных параметров прирельсовых складов тарно-штучных грузов: дисс. канд. техн. наук: 05.22.08 / Маликов Олег Борисович – Л., 1976. – 214 с.

15. Галкин, Ю.Е. Оценка перерабатывающей способности грузового фронта методом имитационного моделирования / Ю.Е. Галкина, Е.К. Ковалёв, В.С. Тимченко // Вестник транспорта Поволжья. – 2015. – № 1(49). – С. 54-58.

16. Корнилов, С.Н. Методика обслуживания грузовых фронтов (на основе системы приоритетов транспортного обслуживания

производственных подразделений) / С.Н. Корнилов, А.С. Новиков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2007. – № 4 (28). – С. 65-73.

17. Ольшанский, А.М. Программно-целевой подход к управлению грузовыми фронтами как логистическими системами / А.М. Ольшанский // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. - 2009 – № 3 (25). – С.44-49.

18. Тимченко, В.С. Имитационная модель грузового фронта / В.С. Тимченко // Новое слово в науке: Перспективы развития. – 2015. – № 2(4). – С. 235-236.

19. Нагорный, Е.В. Выбор режима функционирования погрузочно-разгрузочного фронта / Е.В. Нагорный, А.В. Павленко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2005. – Вып. 29 – С. 106-109.

20. Илесалиев, Д.И. Определение оптимальных параметров погрузочно-разгрузочного участка с помощью математических методов / Д.И. Илесалиев, Е.К. Коро-

вяковский // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: Сб. тр. LXXV Всеросс. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С. 227-233.

21. Илесалиев, Д.И. Определение оптимальных значений параметров погрузочно-разгрузочного участка тарно-штучных грузов / Д.И. Илесалиев // Известия Петербургского университета путей сообщения. - 2015. – № 3 (44). – С. 55-63.

Сведения об авторах

Ибрагимов Назрилла Набиевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Транспортная логистика и сервис» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, академик Международной академии холода, *ibragimov-n@mail.ru*.

Исматуллаев Азизбек Фахриддинович – магистрант кафедры «Транспортная логистика и сервис» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта, *ismatullayev.aziz@mail.ru*.

SELECTING THE OPTIMAL SETTINGS LOADING-UNLOADING FRONT OF REFRIGERATING WAREHOUSE

Ibragimov N.N., Ismatullaev A.F.

Tashkent institute of railway engineering (Tashkent, Uzbekistan)

It must be borne in mind that refrigerated warehouses have only a limited number of mechanization and maintenance personnel and are not always able to satisfy all incoming cargo flows. In connection with the growth in the turnover of fruit and vegetable products, refrigerated warehouses are being built and reconstructed with the junction of the railway transport, but the issues of the operation of the loading and unloading station are still open. Every day situations are created where there is a massive demand for servicing traffic flows. At the same time, a large unevenness in the volume of arrival of refrigerated wagons is characteristic. In connection with the construction and reconstruction of refrigeration warehouses, measures are being taken to strengthen the technical equipment of loading and unloading fronts and, above all, to increase the conditions for the transportation of fruit and vegetable products. Determination of optimal parameters of the loading and unloading front by means of mathematical methods is of great importance for the further improvement and improvement of the operational work of refrigerated warehouses and not only. The article discusses the issue of determining the optimum number of refrigerated wagon deliveries to the cold store, the time of cargo operations and, ultimately, the search for the optimal processing capacity of loading and unloading fronts. Relations with this purpose of the research consists in the selection of optimal values of parameters depending on the type of loading-unloading front (external approach or internal entry of the railway track into the cold store). Methods of research. When solving the set goal, an economic-mathematical model was used, which is reduced to obtaining a detailed expression of operating costs. Results: The economic-mathematical model allowing to determine optimal values of parameters of the loading-unloading front is obtained. Practical significance of the research in the implementation of its results lies in the possibility of reducing operating costs, depending on the type of loading and unloading front.

Keywords: railway transport, refrigerating warehouse, loading and unloading front, refrigerated wagon, fruit and vegetable products, loading, unloading, transport packaging

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-01-88-96

References

1. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K., Malikov O.B. Transportation of export-import cargoes in the Republic of Uzbekistan. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2014, Vol.3, No.39, pp. 11-17. (In Russian)
2. Malikov O.B., Korovyakovskij E.K., Ilesaliev D.I. Logistics of package shipments of piece cargo. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2014, Vol.4, No.41, pp. 51-57. (In Russian)
3. Malikov O.B., Kurilov E.G., Ilesaliev D.I. Some questions of economic efficiency of transportation of bulk cargo in containers. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2016, Vol.4, No.49, pp. 493-501. (In Russian)
4. Ilesaliev D.I. Justification of the project network terminal piece cargoes. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No.4, pp. 110-117. DOI: 10.22281/2413-9920-2016-02-04-110-116 (In Russian)
5. Zhuraboev K.A. Determination of parameters of the cooling terminals for the shipment of fruits and vegetables on the rail. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya*, 2012, Vol.3, No.32, pp. 59-66. (In Russian)
6. Ilesaliev D.I. To the question of the capacity of warehouses for packaged cargoes. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No.3. pp. 28-37. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-02-154-162 (In Russian)
7. Ilesaliev D.I. Using different layouts warehouse aisles unitized cargo. *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiya: Materialy XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 9-10 aprelya 2015 g.* Saint-Petersburg, GUMRF imeni admirala S.O. Makarova, 2015, pp. 174-176. (In Russian)
8. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K. Influence of location aisle on the performance of the storage water transport. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*, 2015, Vol.6, No.34, pp. 52-59. (In Russian)
9. Ilesaliev D.I. On the question of the layout of shelving in the warehouse. *Nauchno-tehnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No.1, pp. 99-

106. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-01-99-106 (In Russian)

10. Ilesaliev D.I. Analysis of the impact of transport packaging on transport conditions. *Transport Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona*, 2017, No.1, pp. 9-13. (In Russian)

11. Akulinichev V.M. *Organizatsiya perevozok na promyshlennom transporte* [The organization of transportations on an industrial transport]. Moscow, Vysshaja shkola, 1983. (In Russian)

12. Smekhov A.A. *Matematicheskie modeli protsessov gruzovoy raboty* [Mathematical models of the processes of cargo work]. Moscow, Transport, 1982. (In Russian)

13. Tuychiev Je.T. Dzhumabaev S.D. *Intensifikatsiya ispol'zovaniya transportnykh i tekhnicheskikh sredstv na gruzovykh stantsiyakh* [Intensification of the use of transport and technical means in freight stations]. Tashkent, 1990. (In Uzbek)

14. Malikov O.B. Research and selection of optimal parameters for rail track warehouses for piece cargo. Cand. Diss. (Engineering). St. Petersburg. 1976. 214 p. (In Russian)

15. Galkin Yu.E., Kovalyov E.K., Timchenko V.S. Evaluation of the processing ability of the cargo front using imitation modeling. *Vestnik transporta Povolzh'ya*, 2015, Vol.1, No.49, pp. 54-58. (In Russian)

16. Kornilov S.N., Novikov A.S. The method of servicing freight fronts (based on the priority system of transport services for production units). *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya*, 2007, Vol.4, No.28, pp. 65-73. (In Russian)

17. Olshanskij A.M. The program-target approach to the management of cargo fronts as logistic systems. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Tekhnicheskie nauki*, 2009, Vol.3, No.25, pp. 44-49 (In Russian)

18. Timchenko V.S. Imitation model of the cargo front. *Novoe slovo v nauke: Perspektivy razvitiya*, 2015, Vol.2, No.4, pp. 235-236. (In Russian)

19. Nagornyy E.V., Pavlenko A.V. Choice of the mode of operation of the loading and unloading front. *Vestnik Harkovskogo natsionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta*, 2005, No.2, pp. 106-109. (In Ukrainian)

20. Ilesaliev D.I., Korovyakovskij E.K. Determination of optimal parameters of the loading and unloading section using mathematical methods. *Transport: problemy, idei, perspektivy: Sbornik trudov LXXV Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*. Saint-Petersburg, : FGBOU VPO PGUPS, 2015, pp. 227-233. (In Russian)

21. Ilesaliev D.I. Determination of optimal values for the parameters of the loading and unloading section of packaged cargo. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshheniya*, 2015, Vol.3, No.44, pp. 56-63. (In Russian)

Authors' information

Nazrilla N. Ibragimov – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department “Transport logistics and services” at Tashkent institute of railway engineering (Uzbekistan), Academician of International Academy of refrigeration, ibragimov-n-n@mail.ru

Azizbek F. Ismatullaev – undergraduate of Department “Transport logistics and services” at Tashkent institute of railway engineering (Uzbekistan), ismatullayev.aziz@mail.ru

Дата принятия к публикации
(Date of acceptance for publication)
19.12.2017

Дата публикации
(Date of publication):
25.03.2018

