УДК 539.4

© И. В. Арифиллин, старший преподаватель
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет)
E-mail: i_arifullin@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-3-211-215

© I. V. Arifullin, senior teacher
(Moscow Automobile and Road Construction State
Technical University)
E-mail: i_arifullin@mail.ru

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В АЭРОПОРТАХ

METHOD OF ORGANIZING SPARE PARTS DELIVERY FOR AIRPORT VEHICLES

Рассматривается современный подход к организации поставок в соответствии со спецификой авиационных предприятий и требованиями к качеству услуг в данной отрасли с использованием единого центра поставок.

Ключевые слова: поставка запасных частей, единый центр поставок, специальная наземная техника аэропортов, организация перевозок, логистика.

The article considers a modern method of delivery organization according to the aviation company specific character and the requirements to the service quality in this field using a united supply center.

Keywords: spare parts delivery, united supply center, ground support facility vehicles, organization of transportation, logistics.

Рост количественных показателей авиаперевозок в РФ и постоянное повышение требований к их регулярности и безопасности должен обеспечиваться, в том числе, своевременной поставкой запасных частей для специальных автотранспортных средств (САТС), эксплуатируемых в аэропортах. По мере морального и технического износа САТС, произведенных многие годы назад, возникает потребность в обновлении парка, в том числе и автомобилями иностранного производства, что приводит к необходимости обеспечения разномарочной техники оригинальными агрегатами, запасными частями и комплектующими, которые можно заказать только в специализированных центрах или у дилеров фирм-производителей, расположенных, как правило, за пределами РФ. Интенсивная эксплуатация САТС, зачастую с нарушением действующих регламентов, требует построения для них эффективной системы обеспечения запасными ча-

стями, так как обслуживание зарубежной техники предъявляет высокие требования к качеству запасных частей и комплектующих.

Сегодня научно обоснованные методические средства логистической поддержки централизованной организации поставок запасных частей для САТС, эксплуатируемых в нескольких аэропортах мегаполиса, отсутствуют. Следствие — высокие затраты на техническое обслуживание и ремонт САТС, связанные с непроизводительными простоями этой техники и значительными издержками по доставке запасных частей. Обеспечить решение указанной проблемы может разработка методики организации поставок запасных частей для САТС, эксплуатируемых в аэропортах, оптимизирующей процесс по критерию минимума затрат. Рассмотрим данную задачу как задачу определения оптимального значения тоннажа автомобилей, необходимого для реализации программы по хранению запасных

частей и производственной программы по их перевозкам.

Для выполнения задачи оптимизации процессов поставки запасных частей для САТС МАУ примем показатель C — экономическая эффективность транспортно-логистической системы (ТЛС), который включает затраты на хранение запасов запасных частей $C_{xp}(t)$ и необходимые затраты на транспортирование $C_{tp}(t)$, при минимизации ущерба, наносимого качеству эксплуатации САТС при увеличении простоев, связанных с отсутствием запасных частей $Y_{np}(t)$:

$$\begin{cases} C = C_{xp}(t) + C_{tp}(t) \rightarrow \min; \\ Y = Y_{np}(t) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (1)$$

Проектируемая модель тесно связана с концепцией «точно в срок» и «логистикой быстрого реагирования», смысл которых заключается в поиске средств уменьшения или ликвидации разницы между реальным спросом и фактическим запасом и которые направлены на удовлетворение потребностей в самые короткие сроки при минимальных запасах. Определим ТЛС в функциях элементов системы (рис. 1).

Методика организации поставок запасных частей для САТС, эксплуатируемых в аэропортах, подразумевает их поставку из единого центра поставок (ЕЦП). Запасные части для САТС поступают в ЕЦП, где возможны два варианта реализации:

1) груз размещается в фонде формирования заказов в виде запаса, а впоследствии на автомо-

билях доставляется потребителю. Реализуется метод обработки грузов «поставка — склад — автомобиль — потребитель»;

2) груз непосредственно из ежеинтервального оборотного фонда загружается на автомобили для перевозки заказчиком. Этот вариант называется «поставка — автомобиль — потребитель». Такой вариант поставки, как правило, не только возможен, но и показывает значительную эффективность обслуживания потребителей.

Таким образом, формируется задача определения некоторого соотношения перевозок грузов с ЕЦП вариантами «поставка — склад — автомобиль — потребитель», «поставка — автомобиль — потребитель» и необходимого количества единиц подвижного состава для выполнения заданного объема перевозок. При моделировании данного процесса обработки груза на ЕЦП должны рассчитываться следующие величины (ежеинтервальный период времени принят 24 часа — сутки, период моделирования 365 дней — год):

q_0 — наличие продукции на базе в момент времени t , t ;

q_t — количество запасных частей, поступивших на ЕЦП в момент времени t , t ;

q_{1t} — количество запасных частей, обработанных обоими методами за сутки, t ;

q_{2t} — количество запасных частей, выгруженных на ЕЦП и обработанных методом «поставка — склад — автомобиль — потребитель» за сутки, t ;

Рис. 1. Структура ТЛС в функциях, реализуемых в процессах поставки запасных частей

Π_i — годовая потребность в запасных частях i -го потребителя, т;

Π_τ — суточная потребность в запасных частях, т;

l_i — длина ездки от ЕЦП до i -го потребителя, км;

$t_{п.в1}$ — время погрузки или разгрузки 1 т запасных частей, ч/т;

$t_{дв1}$ — время движения автомобиля, приходящееся на 1 км, ч/км;

A_r — среднее количество единиц подвижного состава, привлекаемое к перевозкам запасных частей, ед.;

t_n — время работы 1 автомобиля в наряде за сутки, ч/сут;

$T_{нг}$ — производительное время работы 1 автомобиля в наряде (погрузка-разгрузка), ч/год;

$T_{нп.г}$ — непроизводительное время работы 1 автомобиля в наряде (простой в ожидании погрузки на ЕЦП), ч/год;

α_p — среднее время работы 1 автомобиля, отнесенное к 1 т запасных частей при доставке их с ЕЦП потребителям;

c_1 — стоимость 1 ч непроизводительного пребывания автомобиля в наряде, руб./ч;

c_2 — стоимость погрузки и выгрузки 1 т запасных частей, руб./ч;

c_3 — стоимость хранения 1 т запасных частей на ЕЦП за сутки, руб./ч;

c_4 — стоимость транспортировки 1 т запасных частей, руб./ч;

T — период моделирования, год; $d\tau$ — время пребывания груза на ЕЦП, сут.

Общие затраты за год на обработку груза на ЕЦП составят

$$z = c_1 T_{нп.г} + c_2 \int_0^T q_{1\tau} d\tau + c_3 \int_0^T (q_0 + q_{2\tau}) d\tau + c_4 2 \sum_j (t_{п.в1} \Pi_j + t_{дв1} l_j). \quad (2)$$

Управляющим параметром (параметром оптимизации) является количество автомобилей, привлекаемых для перевозок. В результате расчетов возможно получение зависимости изменения затрат от числа автомобилей. Минимум суммарных затрат будет соответствовать оптимальному количеству автомобилей, необходимых для вывоза поступающих запчастей.

На основе разработанной системы управления поставками запасных частей проведен ряд экспериментов, направленных на сравнительный анализ вариантов систем массового обслуживания (СМО) (рис. 2). Для апробации моделей рассматривалась международная схема маршрута перевозки запасных частей для САТС Московского авиационного узла (МАУ) «Подольск (Россия) — Мюнхен (Германия)».

На рис. 2 в первом случае рассматривались три отдельные СМО для трех аэропортов по отдельности. Во втором случае рассматривалась единая СМО с объединением входных потоков и каналов первой фазы (поиск заказа). Количество каналов второй фазы (процесс доставки) не изменялось.

Если для первого варианта время цикла поставки (время пребывания в системе) равно $T_{проб} = 395$ ч, то объединение потоков и каналов первой фазы (что соответствует второму варианту СМО) сокращает общий цикл до $T_{проб} = 149$ ч (рис. 3).

Далее определяются удельные технико-эксплуатационные и экономические показатели работы автомобилей, привлекаемых для перевозки партий определенных потребностей в грузе. В частности, по результатам расчетов определена функциональная зависимость удельного показателя «необходимый тоннаж автомобилей» q (т/сут) от времени цикла доставки партии

Рис. 2. Схема вариантов решения двухфазных многоканальных СМО: DME — аэропорт Домодедово; SVO — аэропорт Шереметьево; VKO — аэропорт Внуково; W — параметр интенсивности заявок (вход)

груза запасных частей (рис. 4). При сокращении времени полного цикла доставки с $T_{\text{проб}} = 395$ ч до $T_{\text{проб}} = 149$ ч увеличивается необходимое количество автомобилей для выполнения заданного объема перевозок и возрастают затраты на их эксплуатацию в рамках работы СМО по предлагаемому варианту.

Нужно определить оптимальное количество привлекаемого тоннажа автомобилей для реализации программы по хранению запасных частей ЕЦП и выполнению производственной программы по перевозкам (рис. 5).

Рис. 3. Зависимость времени полного цикла от количества каналов и их производительности: $T_{\text{проб}}$ — время цикла поставки, ч; $T_{\text{обр}}$ — время обработки, производительность канала, ч; Кол — количество каналов СМО, ед.

Покажем основные результаты разработки ТЛС управления хранением и перевозками (поставкой) запасных частей для САТС МАУ:

1. Время цикла доставки сократится с $T_{\text{проб}} = 395$ ч до $T_{\text{проб}} = 149$ ч.

2. Разработанная методика организации поставок запасных частей для специальных автомобилей, эксплуатирующихся в аэропортах, и алгоритм ее реализации позволяют определять оптимальный суммарный тоннаж ежесуточно привлекаемого подвижного состава ($q = 7$ т/сут) по критерию минимальных затрат.

3. Удельные затраты при реализации программы по хранению запасных частей на ЕЦП и производственной программы по их перевозкам сократятся с 2900 руб./сут до 2100 руб./сут.

Вывод. Обосновано, что формирование системы интегрированной логистической поддержки (ИЛП) путем создания ЕЦП по управлению поставками запасных частей для эксплуатантов наземной техники аэропортов Московского авиационного узла позволит сократить время ожидания эксплуатантами запасных частей. Таким образом, сформирована научная методика для решения проблемы ИЛП комплексного управления материально-техническим обеспечением специальных автомобилей МАУ, в первую очередь для САТС иностранного производства. Данный подход, реализующий централизованную структуру снабжения, снижает высокие издержки процесса обеспечения запасными частями, связанные со сложностью организации их перевозок.

Рис. 4. Зависимость удельного показателя «необходимый тоннаж автомобилей» от времени цикла доставки

Рис. 5. График зависимости значения удельных затрат на реализацию программы по хранению запасных частей в ЕЦП и производственной программы по перевозкам от тоннажа привлекаемого количества автомобилей

Библиографический список

1. Арифуллин И. В., Некрасов В. В., Соловьева А. А. Интегрированная логистическая поддержка поставок запасных частей для аэродромной наземной техники (на примере пожарных машин аэропортов Московского авиационного узла) // Автотранспортное предприятие. 2013. № 7 (42). С. 54–55.
2. Арифуллин И. В. Создание интегрированной транспортно-логистической системы Новой Москвы путем внедрения комплексных транспортных узлов // Транспорт: наука, техника, управление. 2013. № 9. С. 64–66.
3. Арифуллин И. В. Комплексная оценка качества доставки запасных частей для технического обслуживания автотранспортного парка // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. 2016. № 2 (45). С. 37–41.
4. Арифуллин И. В. Оптимизация технического обслуживания автомобилей (на примере аэродромных машин) с использованием основ логистических принципов доставки запасных частей // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 218–220.

References

1. Arifullin I. V., Nekrasov V. V., Solov'eva A. A. *Integrirrovannaya logisticheskaya podderzhka postavok zapasnykh chastei dlya aehrodrumnoy nazemnoy tekhniki (na primere pozharnykh mashin aehroportov Moskovskogo*

aviatsionnogo uzla) [Integrated logistic support of spare parts deliveries for the airfield land equipment (on the example of fire trucks of the airports of the Moscow aviation hub)]. *Avtotransportnoe predpriyatie – Motor transportation enterprise*, 2013, no. 7 (42), pp. 54–55.

2. Arifullin I. V. *Sozdanie integrirrovannoy transportno-logisticheskoy sistemy Novoy Moskvy putem vnedreniya kompleksnykh transportnykh uzlov* [Creation of the integrated transport and logistic system of the New Moscow by introduction of complex transport hubs]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie – Transport: science, equipment, management*, 2013, no. 9, pp. 64–66.

3. Arifullin I. V. *Kompleksnaya otsenka kachestva dostavki zapasnykh chastei dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtotransportnogo parka* [Complex assessment of the quality of spare parts delivery for maintenance operation of the motor transportation park]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Moscow automobile and road construction state technical university*, 2016, no. 2 (45), pp. 37–41.

4. Arifullin I. V. *Optimizatsiya tekhnicheskogo obsluzhivaniya avtomobiley (na primere aehrodrumnykh mashin) s ispol'zovaniem osnov logisticheskikh printsipov dostavki zapasnykh chastei* [Optimization of maintenance of vehicles (on the example of airfield vehicles) with use of bases of the logistic principles of spare parts delivery]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 3 (56), pp. 218–220.