

УДК 656.072

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-9-43-48

С.В. Булатов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ НАЛИЧИИ СТРАХОВОГО ЗАПАСА

Разработаны модели управления запасными частями на автотранспортном предприятии при наличии страхового запаса. Задача: Минимизированы суммарные затраты на автотранспортном предприятии.

Определен размер партии запасных частей различной номенклатуры и качества, позволяющий службам МТО автотранспортных предприятий не

только обеспечить бесперебойный транспортный процесс, увеличить коэффициент технической готовности, сэкономить на невостребованных ранее запасах и гарантировать эффективное распределение финансовых ресурсов.

Ключевые слова: предприятие, подвижной состав, материально-техническое обеспечение, затраты, модель, планирование.

S.V. Bulatov

IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF DUPLICATES AT A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE IF AN INSURANCE RESERVE IS AVAILABLE

The purpose of this article is to develop a model for managing duplicates at a motor transport if there is an insurance reserve. The task is to minimize the total costs (losses) at the motor transport enterprise. For an optimal model of duplicates management, regardless of the supplier and the time of delivery, the insurance stock in the warehouses of motor transport enterprises will satisfy the demand for spare parts necessary for rolling stock. Also, taking into account the determination of the optimal size of duplicates, the prediction of sudden failures, as well as statistics maintained in the Procurement service of motor transport enterprises, the volume and frequency of orders for duplicates become known. Determining the size of duplicates batch of

various classification and quality allows the MTS (material and technical support) services of motor transport enterprises to ensure not only an uninterrupted transport process, but increase the coefficient of technical readiness and save on previously unclaimed stocks (surpluses) ensuring the effective distribution of financial resources. Further research in this area will be aimed at determining duplicates quality, supplied to the motor transport enterprise and developing methods for assessing the risk of the impact of defects in spare parts on failures and further consequences.

Key words: enterprise, railroads rolling stock, logistics, costs, model, planning.

Введение

Управление запасами является важнейшей задачей служб материально-технического обеспечения (МТО) автотранспортных предприятий (АТП). Своевременная доставка и наличие необходимых запасных частей влияет на работу подвижного состава и всего транспортного процесса. Продолжительность простоев подвижного состава в обслуживании и ремонте в ожидании необходимых запасных частей, их качества, быстрый и эффективный поиск запасных частей на складах предприятий, доставка пассажиров к месту назначения в срок зависит от поставщика запасных частей и грамотного управления

запасами службой МТО на АТП. Данные факторы влияют непосредственно на себестоимость транспортных процессов [1, 3].

Исследование работы службы материально-технического обеспечения АТП г. Оренбурга раскрывает имеющиеся проблемы в управлении запасными частями в виде образования дефицита запаса. Непредвиденное увеличение неисправностей подвижного состава, связанное с условиями и интенсивностью эксплуатации, качеством технического обслуживания и ремонта, качеством запасных частей или перебоев в работе поставщика запасных частей в виде задержек приводит к

дефициту запасных частей на складах АТП. Для таких обстоятельств необходимо иметь на АТП страховой запас. Планирование своевременного заказа, оптимального запаса является главной задачей службы МТО на АТП. Переизбыток запасных ча-

стей, как и их дефицит на складах, повышает затраты на хранение запасных частей, соответственно увеличиваются и суммарные затраты автотранспортных предприятий.

Теоретические исследования

Прогнозируя дефицит и зная о предстоящих убытках, служба МТО решает задачу минимизации суммарных затрат (убытков), которые выражаются:

$$C_0 \frac{1}{T} + (q-S)(1-\gamma)/2 + C_B S \frac{\gamma}{2} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где T – периодичность заказа партии запасных частей, мес.; q – размер партии запасных частей, шт.; S – максимально допустимый планируемый дефицит запасных частей, шт.; C_B – убытки из-за дефицита, руб./год; γ – доля времени наличия дефицита запасных частей.

Преобразуя выражение (1), с переменными T и γ , решение задачи минимизации суммарных затрат (убытков) рассматривается следующим образом:

$$C_0 \frac{1}{T} + (1-\gamma)2D \frac{T}{2} + C_B \gamma 2D \frac{T}{2} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где D – параметр модели, при $T > 0$ и $0 \leq \gamma \leq 1$.

Представим модели управления запасными частями анализируемых автотранспортных предприятий графически, как показано на рис. 1, где t_1 и t_2 – промежутки наличия запаса и дефицита запасных частей на T .

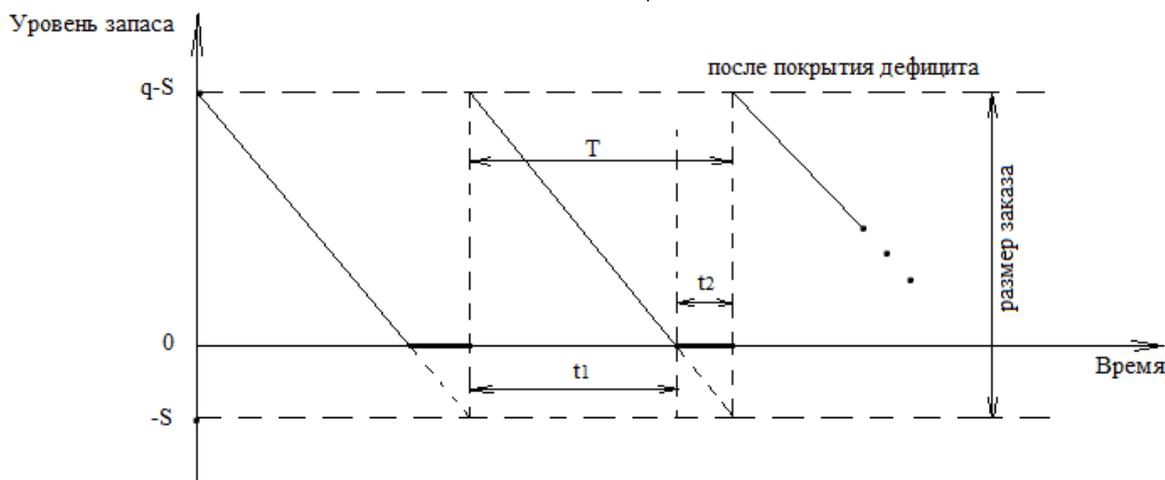


Рис. 1. График устранения дефицита запасов на АТП

Поставка запасных частей на АТП осуществляется ежемесячно. Из рисунка видно, что время возможного ожидания необходимых запасных частей при этом составляет около недели, что в современ-

ных условиях эксплуатации является недопустимым.

Суммарные затраты (убытки), представленные выше (2), необходимо рассмотреть как функцию $F(T, \gamma)$:

$$F(T, \gamma) = \frac{C_0}{T} + [(1-\gamma)2 + C_B \gamma 2] D \frac{T}{2}. \quad (3)$$

При $\gamma = 1$ определяемые параметры модели будут аналогичны, что и при $\gamma = 0$, но с одним исключением, что затраты на хранение запасных частей заменят потерями прибыли от ожидания необходимых запасных частей [2, 4-6].

Для оптимальных параметров при $\gamma = 1$ получаем:

– периодичность заказа партии запасных частей: $T_{(\gamma=1)}^* = \sqrt{\frac{2C_0}{DC_B}}$

– размер партии запасных частей:

$$q_{(\gamma=1)}^* = \sqrt{2C_0 \frac{D}{C_B}}$$

При определенной периодичности заказа партии запасных частей выражение $[F(T, \gamma) - C_0/T]$ является условием суммарных затрат на хранение запасных частей и потерь прибыли в ожидании необходимых запасных частей.

Стратегии прогнозирования вероятности потерь прибыли автотранспортных предприятий в ожидании необходимых запасных частей при $T > 0$, соотношение продолжительностей интервалов наличия запасов t_1 и отсутствия необходимых запасных частей t_2 с учетом периодичности заказа и других влияющих факторов зависит только от C_B . Соотношение продолжительностей интервалов наличия и отсутствия необходимых запасных частей, когда затраты АТП при постоянной периодичности заказа будут минимальными, достигается при $\frac{t_2}{t_1} = \frac{\gamma}{1-\gamma}$.

Параметры оптимальной стратегии прогнозирования вероятности потерь прибыли АТП в ожидании запасных частей, когда $C_B > 0$, с учетом всех преобразований, будут следующими:

– периодичность заказа партии запасных частей, мес.:

$$T^* = \sqrt{\frac{2C_0 C_B}{DC_B}}$$

– размер партии запасных частей,

$$\text{шт.: } q^* = \sqrt{2C_0 D};$$

– максимальный размер дефицита за-

$$\text{пасных частей, шт.: } S_{\max} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_B^2}}$$

Если поставка запасных частей реализуется партиями, размер которых будет только покрывать дефицит, т.е. параметр γ соответствует граничному значению $\gamma = 1$, то потери прибыли от ожидания необходимых запасных частей отсутствуют ($C_B = 0$).

Для периодичности повторного заказа партии запасных частей имеем $T \rightarrow \infty$, что для ситуаций, возникающих на АТП, означает сокращение количества поставок запасных частей, но большими партиями.

Размер заказа $q_{(C_B=0)}^*$ определяется равенством $q_{(C_B=0)}^* = D \times T_{(C_B=0)}^*$.

При управлении запасными частями оптимальной будет такая модель планирования, которая в случае возникновения непредвиденных отказов подвижного состава (промежуток t_2) компенсирует необходимые запасные части из страхового запаса [8-10].

В сравнении с моделями, применяемыми на анализируемых автотранспортных предприятиях, в модели, рассмотренной ниже, основные параметры видоизменяются:

C_g – убытки из-за отсутствия необходимых запасных частей на АТП, руб./год;

$S/2$ – средний уровень дефицита запасных частей на t_2 ;

$q/2$ – средний уровень запаса запасных частей на t_1 .

График оптимальных поставок партий запасных частей на автотранспортное предприятие представлен на рис. 2.

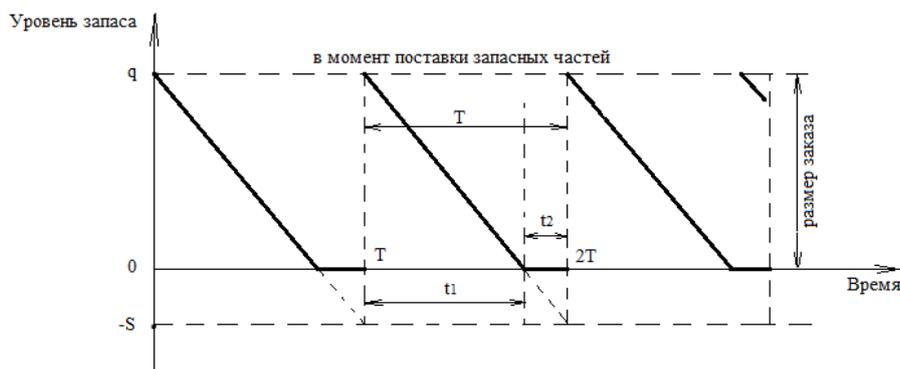


Рис. 2. График оптимальных поставок партий запасных частей на АТП

Из рисунка видно, что на промежутке времени t_2 , когда уровень запаса равен 0, необходимые запасные части для ремонта подвижного состава АТП берутся из страхового запаса, тем самым, не образуя убытков из-за отсутствия необходимых запасных частей.

Соответствующая величина (Δ) для указанной модели будет представлена следующим образом:

$$C_0 \left(\frac{1}{T} \right) + (1-\gamma)^2 D \frac{T}{2} + C_g \gamma^2 D \frac{T}{2} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Сравнение целевой функции (5) с аналогичной, используемой на автотранспортных предприятиях г. Оренбурга показывает, что при замене C_B на C_g условие для функции минимизации сохраняется прежним. Следовательно, все отмеченные выше замечания останутся справедливыми, и данная модель считается универсальной для всех видов АТП с различным парком подвижного состава, как по маркам, моделям, так и по их количеству с учетом условий и интенсивности эксплуатации.

Для нахождения параметров модели управления в виде оптимальных поставок партий запасных частей можно воспользоваться следующими формулами:

$$\Delta = C_0 \frac{1}{T} + (1-\gamma) \frac{g}{2} + C_g \gamma \frac{S}{2}. \quad (4)$$

С учетом следующих преобразований: $q = t_1 \cdot D$, $S = t_2 \cdot D$, выражение (4) для величины суммарных затрат (убытков) позволяет при нахождении оптимальной стратегии управления запасными частями сформулировать задачу оптимизации:

- периодичность заказа партии запасных частей, мес.: $T^* = \sqrt{\frac{2C_0}{D}}$;

- размер партии запасных частей, шт.: $q^* = \sqrt{2C_0 D}$;

- максимальный размер дефицита запасных частей, шт.: $S_{\max} = \sqrt{\frac{2C_0 D}{C_g^2}}$.

В редком случае, когда убытки из-за отсутствия необходимых запасных частей отсутствуют ($C_g = 0$), задача минимизации суммарных затрат на автотранспортных предприятиях принимает следующий вид:

$$C_0 \left(\frac{1}{T} \right) + (1-\gamma)^2 D \frac{T}{2} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Результаты исследований

Оптимальным для данной задачи решением являются следующие условия (ограничения): $\gamma^* = 1$ и $T \rightarrow \infty$, т.е. для оптимальной модели управления запасными частями независимо от поставщика и времени поставки запасных частей страховой запас на складах автотранспортных предприятий удовлетворит спрос на запасные

части, необходимые для подвижного состава.

Также с учетом определения оптимального размера партии запасных частей и их качества, а также прогнозирования внезапных отказов и статистики, ведущейся в службе МТО автотранспортных предприятий, становятся известны объемы и частота выполнения заказов запасных частей [7].

Заключение

Анализ информации, полученной с многих автотранспортных предприятий, а именно, причины отказов и неисправностей, время простоя подвижного состава в ремонте из-за ожидания необходимых запасных частей, управление запасными частями, устранение дефицита и переизбытка запасных частей, график их поставок на

АТП позволил обнаружить главные проблемы в работе служб МТО. Решение которых требует эффективных, своевременных и качественных. Определив оптимальный размер партии запасных частей различной номенклатуры, служба МТО автотранспортных предприятий обеспечит бесперебойный транспортный процесс,

увеличит коэффициент технической готовности, а также сэкономит на неостребованных ранее запасах (излишках), соот-

ветственно сократит суммарные затраты АТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баннов, И. В.** Простые модели анализа уровня сервиса при обеспечении запасными частями / И. В. Баннов, С. Ф. Головин // Вестник Московского автодорожного института. - 2011. - № 4. - С. 29-34.
- Горяева, Е. Н.** Зависимость затрат на запасные части от возраста подвижного состава автомобильного транспорта / Е. Н. Горяева, И. А. Горяева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. - 2012. - №44. - С. 185-186.
- Зубрицкас, И. И.** Анализ отказов и неисправностей автобусов ЛИАЗ / И. И. Зубрицкас // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5. - С. 24-27.
- Ионов, В. В.** Исследование эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобилей КамАЗ // Вестник Северо-восточного государственного университета. - 2013. - № 20. - С. 57-61.
- Катаргин, В. Н.** Оценка спроса на автомобильные запасные части на основе модели смеси вероятностных распределений / В. Н. Катаргин, В. М. Терских // Вестник Иркутского государственного технического университета. - 2014. - № 4. - С. 110-114.
- Макарова, А. Н.** Уточнение периодичности технического обслуживания автомобилей в эксплуатации / А. Н. Макарова // Научно-технический вестник Поволжья. - 2014. - №1. - С. 117-120.
- Максимов, В. А.** Построение и анализ однофакторных математических моделей расхода запасных частей городскими автобусами в эксплуатации / В. А. Максимов, О. В. Моложавцев // Вестник Московского автодорожного института. - 2009. - №2. - С. 7-11.
- Семейкин, В. А.** Входной контроль качества продукции машиностроения / В. А. Семейкин // Сельский механизатор. - 2013. - № 11. - С. 22-23.
- Таранов, А. В.** Управление запасами на машиностроительных предприятиях в условиях широкой номенклатуры используемых ресурсов / А. В. Таранов // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2011. - № 4. - С. 188-202.
- Хмельницкий, А. Д.** Проблемы функционирования автотранспортного бизнеса: эволюция преобразований и стратегические ориентиры развития : монография / А. Д. Хмельницкий. - М.: РIOR, 2018. - 543 с.
- Bannov, I. V.** Simple models for analyzing the level of service when providing duplicates / I. V. Bannov, S. F. Golovin // Bulletin of the Moscow Highway Institute. - 2011. - No. 4. - pp. 29-34.
- Goryaeva, E. N.** The dependence of duplicates costs on the age of the rolling stock of motor transport / E. N. Goryaeva, I. A. Goryaeva // Bulletin of the South Ural State University. - 2012. - No. 44. - pp. 185-186.
- Zubritskas, I. I.** Analysis of failures and malfunctions of LIAZ buses / I. I. Zubritskas // Modern problems of science and education. - 2014. - No. 5. - pp. 24-27.
- Ionov, V. V.** Research of operational reliability of transmission units of KAMAZ vehicles // Bulletin of the North-Eastern State University. - 2013. - No. 20. - pp. 57-61.
- Katargin, V. N.** Estimation of demand for automotive spare parts based on the model of a mixture of probability distributions / V. N. Katargin, V. M. Ter-skikh // Bulletin of the Irkutsk State Technical University. - 2014. - No. 4. - pp. 110-114.
- Makarova, A. N.** Clarification of the frequency of maintenance operation of cars in the field/ A. N. Makarova // Scientific and Technical Bulletin of the Volga region. - 2014. - No. 1. - pp. 117-120.
- Maksimov, V. A.** Construction and analysis of one-factor mathematical models of spare parts consumption by city buses in operation / V. A. Maksimov, O. V. Molozhvtsev // Bulletin of the Moscow Automobile Institute. - 2009. - No. 2. - pp. 7-11.
- Semeykin, V. A.** Input quality control of machine-building products / V. A. Semeykin // Rural mechanizer. - 2013. - No. 11. - pp. 22-23.
- Taranov, A.V.** Inventory management at machine-building enterprises in the conditions of a wide range of resources used / A.V. Taranov // Bulletin of the Bryansk State Technical University. - 2011. - No. 4. - pp. 188-202.
- Khmelnitsky, A.D.** Problems of functioning of the motor transport business: the evolution of transformations and strategic development guidelines: monograph / A.D. Khmelnitsky. - Moscow: RIOR, 2018. - 543 p.

Ссылка для цитирования:

Булатов, С.В. Повышение эффективности управления запасными частями на автотранспортном предприятии при наличии страхового запаса / С.В. Булатов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. - № 9. – С. 43 - 48 . DOI: 10.30987/1999-8775-2021-9-43-48.

Статья поступила в редакцию 05.04.21.
Рецензент: д.т.н., доцент Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова,
Дорохин С.В.,
член редсовета журнала «Вестник БГТУ».
Статья принята к публикации 26.08.21.

Сведения об авторах:

Булатов Сергей Владимирович, магистрант кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт авто-

мобилей» Оренбургского государственного университета, e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru.

Bulatov Sergey Vladimirovich, Master's Degree Student of the department "Technical operation and auto-

motive maintenance", Orenburg State University, e-mail: bul.sergey2015@yandex.ru.