

ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Докт. экон. наук, проф. ПОХАБОВ В. И., канд. экон. наук, доц. ПИЛИПУК Н. Н.

Белорусский национальный технический университет

В условиях перехода к рыночным отношениям транспортный фактор оказывает существенное влияние на эффективность производственно-хозяйственной деятельности функционирующих структур предприятий. Конкурентоспособность автотранспортных предприятий в основном будет определяться надежным удовлетворением потребности клиентуры в перевозке грузов и пассажиров. В этой связи рассматриваемая в статье проблема повышения эффективности производства на основе эксплуатационной и коммерческой надежности транспорта приобретает особую актуальность.

Сегодня автомобильный транспорт республики осуществляет основной объем перевозок – 70...75 % (грузооборот 89...90 %, доля транспортных издержек в себестоимости продукции достигает пятой ее части, в трудовых затратах – одной трети) и выполняет роль связующего звена в единой технологической цепи производства.

Возникновение отказов в этой цепи обуславливается многими факторами, например сезонными колебаниями потребности в грузоперевозках, несбалансированностью пропускных возможностей транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, низким уровнем организации, управления и технологии перевозок, дорожными и погодными условиями, техническим состоянием подвижного состава, а также отсутствием методов комплексной оптимизации процессов транспортного обеспечения. Поэтому в последние 10...15 лет широкое применение находит теория надежности. При этом максимальный уровень надежности соответствует минимальным совокупным издержкам или наименьшей потере прибыли транспортников, про-

изводителей и потребителей продукции. Внедрение теории надежности, как показали исследования, позволило не только обосновывать рациональную потребность в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах, но и совершенствовать технологию и организацию перевозок и, что весьма существенно, вносить коррективы в хозяйственные взаимоотношения участников транспортного процесса.

При проектировании и производстве транспортного средства закладывается определенный уровень надежности, который в условиях его эксплуатации обеспечивается техническим обслуживанием и ремонтом. Оттого как организовано обслуживание, насколько трудовые и материальные затраты отличаются от оптимальных, объективно диктуемых конструктивными свойствами автомобилей и условиями их эксплуатации, в значительной мере зависит эффективность транспортного обеспечения производства.

По данным специализированной организации ООН по промышленному развитию (ONUDI), внешний эффект от вложений в рациональную организацию поддержания и обеспечения работоспособности изделий в 15...16 раз выше, чем внутренний. В среднем на единицу дополнительных вложений в систему обслуживания и ремонта экономия в сфере эксплуатации составляет 4,4...4,6 единицы.

Научно-технический прогресс сопровождается повышением исходной надежности отдельных узлов и агрегатов автомобиля, что приводит к снижению объема профилактических и ремонтных работ. Однако их общий объем, как показывает отечественный и зарубежный опыт автомобилестроения, вследствие специализации под-

вижного состава, оснащения его механизмами погрузки-разгрузки, съёмными кузовами и т. д. представляет значительную величину. Все это требует квалифицированного труда и внедрения дорогостоящих средств обслуживания автотранспортной техники, что трудно реализуемо в условиях коммерческих и арендных формирований.

Поэтому предпочтение следует отдавать специализированному обслуживанию с максимально возможным использованием производственно-технической базы, созданной ранее. При этом возникают предпосылки использования в целях повышения эффективности транспортного обеспечения принципов эксплуатационного резервирования, способствующего экономии материальных и людских ресурсов для выполнения трудоемких и капиталоемких технологических процессов, оптимизации потребления и дислокации в регионе запасных частей.

Для количественной оценки эксплуатационной надежности (техническая эксплуатация) достаточно использовать такие ее свойства, как безотказность, ремонтпригодность и долговечность. Их совокупность наиболее полно определяет машину как восстанавливаемое изделие.

При управлении работоспособностью автомобильного парка по уровню надежности предлагаются следующие технико-экономические показатели использования автомашин.

Коэффициент готовности, который исчисляется по формуле:

$$K_r = \frac{1}{1 + \rho},$$

где ρ – приведенная плотность потока отказов.

Коэффициент стоимости эксплуатации:

$$K_c = \frac{LC_i}{l_{cp} C_6},$$

где L – пробег автомобиля за рассматриваемый период; l_{cp} – средняя наработка на отказ; C_i – средняя стоимость восстановления одного отказа; C_6 – балансовая стоимость автомобиля.

Показатель удельной стоимости произведенной работы

$$C_{ж} = \left[\frac{L_c}{L_r} \int_{0,5}^{-0,5} C(L) dL + C_6 \right] / \left[\frac{L_c}{L_r} \int_{0,5}^{-0,5} P(L) dL \right],$$

где $C(L)$ – эксплуатационные затраты с учетом ущерба от простоя подвижного состава в функции пробега автомобиля; L_c – пробег за его нормативный срок службы; L_r – годовой пробег автомобиля; $P(L)$ – производительность автомобилей в функции пробега.

Как методологическая основа теории надежности в полной мере применима к системе коммерческой эксплуатации, которая состоит из большого количества взаимосвязанных элементов (транспортные, погрузочно-разгрузочные средства, дорожная сеть и т. д.), и состояние которой зависит от времени, окружающей среды, режима работы, нагрузок и других факторов. Система также является стохастической, поскольку определяющие ее параметры изменяются в пространстве и времени случайным образом.

Коммерческая эксплуатация – это совокупность специфических свойств элементов транспортного процесса, способных удовлетворять потребность в перевозках в заданное время в реальных условиях эксплуатации. Данное определение отражает нацеленность автомобильного транспорта на конечные результаты – полное и своевременное выполнение заявок клиентуры в конкретных условиях перевозок грузов.

Одно из основных понятий – отказ – событие, при котором потребность в перевозках не удовлетворена в заданное время. Особенностью такого отказа стало то, что он не вызывает прекращения процесса доставки грузов, а лишь ведет к снижению его эффективности.

В соответствии с предложенными определениями надежности принят груз, а не транспортные и погрузочно-разгрузочные средства, что позволяет разрабатывать мероприятия по активизации системы в целом, а не по отдельной ее составной части.

Для оценки коммерческой надежности предлагаются следующие основные показатели: вероятность безотказной работы; коэффициент выполнения задания; ущерб от несвоевременности

выполнения требований на перевозки; издержки автохозяйств от непроизводительных простоев автомашин.

В целях оптимизации значений показателей и систем обеспечения надежности в целом задача формализуется как процесс массового обслуживания, связанный с удовлетворением большого числа требований, проявляющихся в случайные моменты времени. При этом рекомендуются следующие критерии:

- предельные характеристики состояния системы обслуживания;

- минимизация суммарных издержек от простоя автомобилей и средств обслуживания или максимизация эффективности производства.

Основными предельными характеристиками являются:

- соотношение между интенсивностью потока требований λ , количеством источников m и интенсивностью обслуживания μ

$$m\lambda \geq \mu;$$

- вероятность непревышения времени ожидания требования допустимой величины $t_{\text{доп}}$

$$P\{\gamma \geq t_{\text{доп}}\} = \sum_{k=0}^m P_k P_k\{\gamma \geq t_{\text{доп}}\};$$

- минимально допустимая вероятность безотказной работы

$$P(l) = e^{-\frac{l}{l_{\text{ср}}}} \geq P_0;$$

- минимально допустимый коэффициент готовности

$$K_r = 1 - \frac{1 - P_0}{\rho^m} \geq K_0,$$

где P_0 – вероятность простоя системы обслуживания.

Критерий оптимизации по минимуму издержек для однопостовой системы обслуживания

$$Z(m)_{\min} = U_a \left[1 - \frac{1 - P_0}{\rho^m} (1 + \rho) \right] + U_0 \frac{P_0}{m} + C_p \frac{1 - P_0}{m} (1 + K_b),$$

где U_a , U_0 , C_p – издержки от простоя автомобиля, системы обслуживания и стоимость ее работы; K_b – коэффициент, учитывающий отношение затрат на восстановление поста к затратам на обслуживание автомобилей.

Для многопостовых систем обслуживания критерий оптимизации имеет следующий вид:

$$Z(m)_{\min} = \frac{U_a \sum_{n=s+1}^m \frac{(u-s)m! \rho^n}{s^{n-s} s!(m-n)!} + C_p s(1 + K_b s) + \sum_{n=0}^s \frac{m! \rho^n}{n!(m-n)} - \left[U_0 + C_p s(1 + K_b s) \sum_{n=0}^s \frac{(s-n)m! \rho^n}{n!(m-n)!} \right]}{- \sum_{n=s+1}^m \frac{m! \rho^n}{s^{n-s} s!(m-n)!}},$$

где s – число постов обслуживания.

Анализ и исследование критериев позволили установить влияние входящих в него параметров на точность результатов. Наибольшее воздействие на оптимум оказывают интенсивность потока требований λ , издержки от простоя автомашин U_a и постов U_0 .

Для упрощения поиска результатов оптимизации систем обслуживания на основе критериев разработаны номограммы, с помощью которых легко определяется число каналов обслуживания.

Обоснование максимальной загрузки системы обслуживания на основе установленного потока требований создает предпосылки для производительного использования подвижного состава. Вместе с тем все более актуальным становится поиск путей обеспечения ритмичной работы транспортных, погрузочно-разгрузочных средств, трудовых ресурсов, в том числе службы ТО и ремонта. Стратегия управления автомобильным парком, выраженная максимальным совокупным временем полезной работы всех участников транспортного процесса, достигается резервом полнокомплектных машин.

Резервирование как метод обеспечения ритмичной и эффективной работы может производиться различными способами в зависимости от наличия и состояния парка, системы обслуживания, технологии транспортных процессов. Од-

ним из них является перевод части парка в резерв, который включается в работу при выходе из строя задействованных в транспортном процессе автомобилей. Такой резерв и оперативное маневрирование им позволяют существенно повысить ритмичность и производительность автомобильного парка в конкретном транспортном процессе и снизить потребность в ремонтно-обслуживающем персонале.

Метод резервирования полнокомплектных автомашин однопостовой системой обслуживания рассматривается как парк, включающий m_a автомобилей, из которых работают m , а n_p находятся в резерве ($m_a = m + n_p$). В результате построения графа состояний и решения системы уравнений получены следующие основные показатели.

Среднее число работающих машин определяется из условия

$$m_{cp} = m_a - (n_z + m_z),$$

а среднее число автомобилей в резерве:

$$n_z = n_p - m_z \text{ при } n_p > m_z;$$

$$n_z = 0 \text{ при } n_p \leq m_z.$$

Количество обслуживаемых и ожидающих обслуживание равно

$$m_z = \left[\sum_{k=1}^{n_p} k(m\rho)^k + \sum_{\substack{n_p+z \\ 1 \leq z \leq m}} \frac{m^n m! (n_p + z) \rho^{n_p+z}}{(m-z)!} \right] P_0,$$

где P_0 – вероятность нахождения на работе всех m , а в резерве n автомобилей при отсутствии их в системе обслуживания запишется

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n_p} (m\rho)^k + \sum_{\substack{n_p+z \\ 1 \leq z \leq m}} \frac{m^n m! \rho^{n_p+z}}{(m-z)!} \right]^{-1}.$$

Результаты расчетов по приведенным выражениям и экспериментальная проверка, произведенные при различном количественном составе парка, изменении соотношения работающих и

резервных машин и разной приведенной плотности потока отказов, позволили установить эффективность полнокомплектного резервирования. Она существенным образом зависит от величины приведенной плотности потока ρ , которая, в свою очередь, определяется безотказностью и оперативностью восстановления работоспособности машин. Чем выше этот показатель, тем больший эффект получается вследствие резервирования. Так, при $\rho = 0,1$ максимальное значение коэффициент эксплуатационной надежности приобретает при семи работающих и одной резервной, а при $\rho = 0,3$ он обеспечивается для того же парка из четырех работающих и четырех резервных автомобилей.

Эффективность резервирования возрастает с увеличением количественного состава парка. Если при $\rho = 0,5$ максимальное значение получается при отсутствии резерва, то при $m_a = 16$ коэффициент эксплуатационной надежности ρ достигает максимума при $n_p = 2$. Поэтому резервирование как метод повышения производительности транспортных средств и особенно водительского состава эффективно и для крупных автопредприятий.

При резервировании поток отказов равен $\lambda(m - n_p)$, и с увеличением резервных машин n_p он уменьшается. Работоспособность автомобильного парка при такой стратегии может быть обеспечена с меньшей напряженностью работ в системе обслуживания, что определяет эффективность резервирования для технической службы.

Резервирование позволяет снизить дефицит механизаторов, ремонтных рабочих, а также потребность в погрузочно-разгрузочных средствах, участвующих в конкретном технологическом процессе. Это наиболее характерно для уборочно-транспортных комплексов, где участниками процесса являются комбайны, транспортные средства, операторы различного профиля и ремонтно-обслуживающие работники при уборке зерна, картофеля, свеклы, зеленых кормов и т. д. Например, для функционирования четырех зерноуборочных комбайнов и 20-ти автомобилей необходим 31 человек. При оптимальном резерве ($\rho = 0,1$) требуется 26 производственных рабочих и 16 задействованных автомашин, остальные четыре – в резерве.

Другое направление резервирования заключается в создании дополнительных постов или подключении ремонтных рабочих с целью сокращения числа автомобилей, пребывающих в системе обслуживания, что повышает эксплуатационную надежность парка. В работе построены и проанализированы модели оптимизации многоканальных систем обслуживания с резервированием специализированных и универсальных постов ремонтной службы. Эти формы резервирования позволяют маневрировать транспортными, погрузочно-разгрузочными средствами, производственной базой и технической службой для достижения наиболее эффективных результатов.

ВЫВОДЫ

1. Обоснована необходимость применения теории надежности в оптимизации широкого круга производственных задач, имеющих место при технической и коммерческой эксплуатации автомобильного парка.

2. Предложены новые принципы оптимизации систем обслуживания производственной базы, ремонтной службы, количественного состава транспортных и погрузочно-разгрузочных средств в едином технологическом процессе.

3. Разработаны основы эксплуатационного резервирования как метода управления технологическими процессами. При этом в едином комплексе стратегия управления эксплуатацией выражается обеспечением максимального совокупного времени полезной работы, рационального соотношения трудовых ресурсов и технических средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственной техники // М. М. Севернев, Т. П. Каплун, В. А. Самков и др. – Мн.: Ураджай, 1987. – 167 с.
2. Похабов В. И. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей. – Мн.: Ураджай, 1988. – 192 с.

УДК 338.24.021.8.339.727.22/24

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Засл. деят. науки РБ, докт. физ.-мат. наук, проф. ДЕМЧУК М. И.,
экономисты ШАРАЙ Е. В., ШАРАЙ Е. А.*

Белорусский национальный технический университет

Устойчивое развитие системы воспроизводственных отношений в Республике Беларусь на этапе структурных социально-экономических преобразований необходимо в приоритетном порядке строить на основе проведения активной государственной инвестиционной политики, результатом деятельности которой будут организация новых конкурентоспособных производств и формирование передовых отраслей, обеспечивающих развитие реального сектора экономики – производства.

Рассматривая инвестиционную политику более подробно, проанализируем финансовое обес-

печение инвестиций и кратко охарактеризуем инвестиционную восприимчивость экономики Республики Беларусь на современном этапе.

Общая модель формирования внешних инвестиционных фондов представлена на рис. 1, основными блоками которой являются: рынки акций, облигаций, денег, прямые (внутренние и внешние) и портфельные инвестиции (ППИ), система государственного долгосрочного кредитования инвестиционных проектов и программ.

В высокоразвитых постиндустриальных странах важное значение имеют рынок капитала и система освоения ППИ частных инвесторов.