

УДК 65.011.46

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РЕМОНТА В СЕРВИСНЫХ ЗОНАХ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Сутова А.А.

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Абакан, e-mail: alena_suetova2@mail.ru

Настоящая статья посвящена вопросам оптимизации процесса управления технологическим процессом ремонта в сервисных зонах предприятий автотранспортного комплекса. Оптимизированный технологический процесс ремонта должен не только обеспечивать высокий уровень надёжности подвижного состава, увеличение коэффициента технической готовности, но и уменьшение простоев автомобильного парка. Простой можно значительно сократить за счёт такой рациональной организации технологического процесса ремонта, при которой не только устанавливаются оптимальные периодичности производства, но и установлено оптимальное количество ремонтных постов. В статье представлена методика исследования, а также пример практической реализации и технико-экономическая оценка результатов научного исследования для АТП. Разработанная методика позволяет обеспечивать не просто высокое качество и производительность сервисной зоны, но и возможность рассматривать большое число альтернатив, улучшать качество управленческих решений и точнее прогнозировать их последствия.

Ключевые слова: оптимизация, управление технологическим процессом, сервисная зона, система массового обслуживания, управление рисками

CONTROL OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF REPAIR IN SERVICE AREA OF ENTERPRISES OF MOTOR TRANSPORT

Suetova A.A.

Khakas Technical Institute – Branch of the Siberian Federal University, Abakan, e-mail: alena_suetova2@mail.ru

This article is dedicated to the control optimization of technological process of repair in the service areas of enterprises of motor transport. Optimized technological process of repair should not only provide a high level of reliability of rolling stock, increasing the coefficient of technical readiness, but also reduce idle time equipment. Idle time can be reduced considerably due to a rational organization of the technological process of repair, in which not only sets the optimum service intervals, but also established the optimal amount of repair posts. The paper presents a method of investigation, as well as an example of practical implementation, and technical and economic evaluation of the results of scientific research for the motor company. The developed method allows to provide not only high quality and performance of the service area, but also an opportunity to consider a large number of alternatives to improve the quality of management decisions and more accurately predict their consequences.

Keywords: optimization, technological process control, service area, queuing system, management of risks

Изменение системы хозяйственных связей, развитие внутренних и международных товарных рынков поставили перед предприятиями автотранспортного комплекса новые задачи, решение которых требует внедрения новых логистических и оптимизационных методов управления. Оптимизация планирования, организации и управления ремонта автомобилей должна быть нацелена на поддержание технически исправного состояния автомобилей, на повышение коэффициента технической готовности и уровня удовлетворенности клиентов.

Повышение эффективности управления ремонта для автотранспортных предприятий (АТП) может быть достигнуто путем повышения эффективности функционирования системы организации технического обслуживания (ТО) и ремонта и оптимизации организации работы сервисной зоны.

Для обеспечения качества услуг на станции технического обслуживания (СТО) производственные мощности должны быть определены по пиковому спросу, но при этом наличие ремонтных постов с низким коэффициентом загрузки увеличивает убытки от содержания сервисной зоны.

Установлено, что в решении задачи определения количества обслуживающих постов исторически сложились два подхода – детерминированный и вероятностный. Детерминированный базируется на «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Существующая методика технологического расчета, несмотря на основные преимущества, это относительная простота, отсутствие вероятностных законов и необходимости сбора статистических данных по отказам и неисправностям,

имеет ряд недостатков: несмотря на сложную структуру парка подвижного состава большинства АТП, она в основном ориентирована на предприятия с однородной структурой, не учитывается вероятностный характер поступления автомобилей в сервисную зону и длительности ремонта. При вероятностном подходе используются формулы теории массового обслуживания, при этом предполагается, что поток отказов стационарный, а время обслуживания распределено по показательному закону, что часто не соответствует результатам статистической обработки экспериментальных данных.

Кроме того, при использовании существующих методов не учитывается быстроменяющаяся обстановка конкурентного рынка, изменение экономической ситуации и рост затрат на капитальные вложения при организации сервисной зоны.

В связи с этим актуальной научной задачей является разработка математического аппарата и методики, позволяющих до начала строительства и реконструкции, а также в процессе функционирования предприятий автотранспортного комплекса оценивать показатели эффективности работы сервисной зоны, в короткие сроки проводить оценку происходящих изменений и оценивать их влияние на состояние и перспективы развития предприятия.

Для решения поставленной задачи разработана методика исследования, состоящая из следующих этапов:

1. Создание информационного модуля для сбора, обработки и анализа информации по изменению параметров безотказности и долговечности и создание статистического модуля для оценки параметров надежности основных механизмов, систем и элементов автомобиля.

2. Оценка оптимального технического ресурса и группирование элементов с целью определения оптимального межпрофилактического интервала, формирование паспорта профилактики.

3. Создание статистического модуля интервалов заездов автомобилей на ступени профилактики (СТП) и текущий ремонт (ТР) и длительностей проведения работ с целью оптимизации процесса управления технологическим процессом ремонта в сервисных зонах АТП.

4. Разработка математической модели технологического процесса ремонта в сервисных зонах АТП как замкнутой системы массового обслуживания (СМО) с использованием имитационного моделирования.

5. Разработка математической модели технологического процесса ремонта в сервисных зонах СТО как СМО с ожиданием

в очереди с использованием имитационного моделирования.

6. Создание информационных систем управления рисками на АТП и СТО, которые позволяют определить показатели функционирования сервисной зоны.

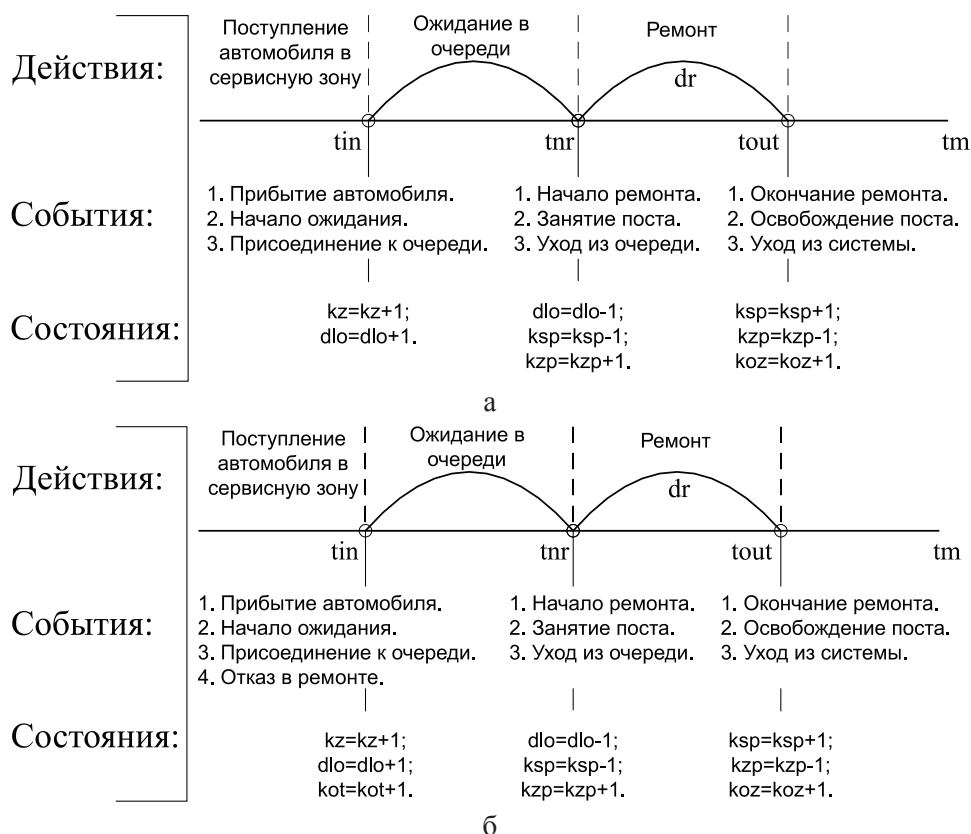
Одним из методов оптимизации управления технологическим процессом ремонта в АТП является внедрение многоступенчатой технологии профилактики. Проведенный анализ алгоритмов моделирования систем профилактики позволяет заключить, что экономико-вероятностный метод определения периодичности профилактических воздействий в рассматриваемом аспекте технологического процесса ремонта учтет все вероятностные и стоимостные факторы и даст гарантию при проведении профилактических мероприятий с оптимальной периодичностью определенного уровня безотказности при известных затратах на реализацию этой тактики, несмотря на необходимость сбора достоверной статистической информации об изменении технического состояния элементов.

Процесс функционирования сервисной зоны – это переход ее из одного состояния в другое. Причина перехода из состояния в состояние называется событием, которое является, в свою очередь, следствием начала или окончания соответствующего действия.

В результате исследования были определены действия и события, имеющие место в сервисной зоне предприятий автотранспортного комплекса, где под состояниями системы будем понимать: kz – количество заявок, поступивших в сервисную зону, dlo – длину очереди, ksp – количество свободных постов сервисной зоны, kzp – количество занятых постов сервисной зоны, koz – количество обслуженных заявок, kot – количество заявок, которым отказали в ремонте из-за отсутствия свободных постов (только для СМО с ограничениями на очередь).

Хронологическая последовательность действий, событий и состояний, имеющих место в общем случае в сервисной зоне предприятий автотранспортного комплекса при прохождении через систему одной заявки, для АТП представлена на рисунке а, для СТО – рисунке б.

Проведенный анализ показал, что для моделирования технологического процесса ремонта в сервисной зоне целесообразно принять модель коррекции значения таймера модельного времени, где время корректируется с постоянным шагом. А величину интервала tik необходимо принять равной 1 минуте, так как меньшее значение значительно увеличит время моделирования, а большее даст погрешность, не удовлетворяющую исследованию.



Действия, события и состояния в сервисной зоне:

t_{in} – время поступления автомобиля в сервисную зону; t_{nr} – время начала ремонта; t_{out} – время выхода заявки из сервисной зоны; dr – длительность ремонта; t_m – модельное время (на момент работы счетчика времени)

В ходе исследования установлено, что сервисная зона предприятий автотранспортного комплекса обладает эргодическим свойством, следовательно, при моделировании принимаем одну достаточно долгую реализацию и за время моделирования $tend$ принимаем 10000 часов.

Одним из важнейших вопросов оптимизационного моделирования технологического процесса ремонта является выбор критерия оптимизации и описывающей его целевой функции. Так как разрабатываемая в ходе исследования система управления рисками для сервисной зоны предприятий автотранспортного комплекса должна обеспечивать минимизацию затрат, то в качестве критерия оптимальности примем экономический показатель минимума суммарных затрат.

Установлено, что сервисная зона АТП – это СМО с фиксированным количеством заявок, периодически требующих обслуживания, – замкнутая СМО, а значит, интенсивность входящего потока заявок зависит от состояния системы, причем источник требований является внутренним и генерирует ограниченный поток заявок. Тогда

целевая функция для АТП – это минимум суммарных затрат на содержание ремонтных постов во время их простоя и работы (включают только заработную плату рабочим) и убытки от простоя автомобилей в ремонте и ожидании.

Установлено, что сервисная зона СТО – это СМО с ограничением на длину очереди – открытая СМО. Тогда целевая функция для СТО – это минимум суммарных затрат на содержание ремонтных постов во время их простоя и работы, на обслуживание автомобилей и убытки, связанные с отказами в обслуживании.

Следующим этапом работы стало создание оригинального программного обеспечения для моделирования управления рисками на предприятиях автотранспортного комплекса: «Управление рисками с применением имитационного моделирования на автотранспортных предприятиях», «Управление рисками с применением имитационного моделирования на автосервисных предприятиях». В качестве среды разработки использован программный комплекс Delphi 7 компании Borland.

Применение разработанных программных продуктов в условиях реальных предприятий автотранспортного комплекса позволяет:

– моделировать работу сервисной зоны одновременно при разном числе ремонтных постов с определением основных характеристик функционирования;

– выбирать оптимальное планировочное решение сервисной зоны посредством выбора варианта соответствующего либо минимальному значению функции цели, снижающему затраты до минимума, либо такого варианта, при котором показатели качества обслуживания клиентов и затраты будут оптимальными для владельца предприятия.

Завершающим этапом работы стала практическая реализация и технико-экономическая оценка результатов научного исследования для АТП и СТО.

Так, например, для проведения исследования на АТП было выбрано предприятие, осуществляющее перевозки грузов по маршруту г. Абакан – г. Красноярск с численностью подвижного состава 27 автомобилей марки МАЗ.

Был выбран массив отказов двигателя по автомобилям МАЗ 630308. На основании собранных данных по отказам на предприятии были выделены одиннадцать групп основных механизмов, систем и элементов двигателя, по которым производился расчет; для удобства ведения расчета для них была разработана кодировка: кривошипно-шатунный механизм (КШМ) – 1, газораспределительный механизм (ГРМ) – 2, система питания – 3, форсунка – 4, топливный насос высокого давления (ТНВД) – 5, турбокомпрессор и охладитель наддувочного воздуха – 6, коллектор, сильфоны – 7, система смазки – 8, гидромучта – 9, водяной насос – 10, расширительный бачок, радиатор, термостат – 11.

По основным механизмам, системам и элементам двигателя была проведена оценка точечных показателей надежности, выбраны теоретические законы распределения и подтверждены критерием согласия.

Далее была проведена оценка оптимального технического ресурса механизмов, систем и элементов двигателя. Для оценки средних удельных затрат были определены C_{III} , C_p – средние стоимости аварийных и предупредительных ремонтов для всех групп, скажем $C_{III} = 20096,21$; $C_p = 577,87$ для группы 3, $C_{III} = 301001,52$; $C_p = 10583,18$ для группы 9.

С использованием экономико-математического метода оптимального планирова-

ния были оценены значения оптимальных технических ресурсов основных механизмов, систем и элементов двигателя соответствующих минимальным удельным затратам, например, для группы 4 для первого восстановления:

$$L_{opt} = 20 \text{ тыс. км,}$$

$$S_{уд.мин} = 0,382 \text{ руб. на тыс. км.}$$

Для поддержания двигателей в технически исправном состоянии были рекомендованы следующие виды и периодичность технических воздействий: ЕО; обслуживание через 9000 км (ТО-1); обслуживание через 18000 км (ТО-2), СТП 1-СТП 21, проводимые на пробеге и в объеме, представленном в паспорте системы планового ремонта, и последующие СТП с периодичностью 108 тыс. км с заданной номенклатурой операций.

С 1 января 2013 года на исследуемом предприятии была внедрена разработанная система планового ремонта. В результате обработки собранных статистических данных были получены интервалы заездов автомобилей на СТП, ТР и длительности проведения работ, что является исходной информацией для оптимизации процесса управления технологическим процессом ремонта в сервисной зоне.

Анализ производственной деятельности предприятия за 2013 год позволил выявить, что средние затраты на содержание поста в час составляют 265 руб., средняя цена простоя поста в час – 180 руб., средняя цена простоя автомобиля в час – 3500 руб., количество автомобилей, обслуживаемых на постах ремонта двигателей, равно 19.

В связи с большим объемом данных при моделировании работы сервисной зоны при количестве ремонтных постов от 1 до 100 в таблице приведены результаты моделирования при kp от 1 до 2.

Делаем вывод, что в заданных условиях число постов для сервисной зоны ТР двигателей, обеспечивающее максимальный экономический эффект, должно быть равно 1. При этом среднее время ожидания в очереди автомобилем составит 0,036 часа.

Затраты на устранение отказов за 2012 год составили 6697136 руб. Затраты на устранение отказов и проведение СТП за 2013 год составили 3645614 руб. Таким образом, годовой экономический эффект для сервисной зоны исследуемого предприятия от внедрения стратегии профилактики ремонта двигателей составил 3051522 руб., значит, снижение затрат в 2013 году по сравнению с 2012 годом составило 45,6%.

Результаты моделирования сервисной зоны при кр от 1 до 2

кр	C_o	P_o	$P_{\text{прост.сис}}$	$P_{\text{отн}}$	$Q_{\text{абс}}$	$M[K]$	$M[S]$	$t_{\text{ср.ожид}}$
1	436	0,9082	0,9082	1	0,0435	0,0918	0	0,049
2	875	0,916	0,9572	1	0,0428	0,0856	0	0,0023
кр	$t_{\text{ср.обсл}}$	$t_{\text{сум}}$	U	\bar{U}	$M[\gamma]$	$K_{\text{прост}}$	$K_{\text{занят}}$	Погрешность, %
1	2,1032	2,1522	0	1	0,9082	0,9082	0,0918	0
2	1,992	1,9943	0	1	1,9144	0,9572	0,0428	0

По данным предприятия годовой объем работ в 2012 году составил 19173 чел.·ч, в 2013 – 18465 чел.·ч, из которых 7479 чел.·ч – трудоемкость на выполнение ТР. Таким образом, произошло снижение годовой трудоемкости работ на 3,7% и снижение трудоемкости ТР на 61%.

Итак, разработанная методика оптимизации процесса управления технологическим процессом ремонта в сервисных зонах предприятий автотранспортного комплекса позволяет обеспечивать не просто высокое качество и производительность сервисной зоны, но и возможность рассматривать большое число альтернатив, улучшать качество управленческих решений и точнее прогнозировать их последствия.

Список литературы

1. Бедняк М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей. – Киев: Высшая школа, 1983. – 131 с.
2. Булгаков Н.Ф. Статистические модели оптимизации и управления эксплуатационной надежностью автотранспортных средств: дис. д-ра техн. наук. – Красноярск, 2000. – 292 с.
3. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели / Лукинский В.С., Бережной В.И. и др. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 280 с.
4. Олейников А.В. Управление системой профилактики на транспорте: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01: защищена 16.07.2006: утв. 10.11.2006. – Красноярск, 2006. – 164 с.

5. Олейников А.В., Булгаков Н.Ф. Исследование показателей надежности газобаллонного оборудования автомобилей ГУП «Автоколонна № 2038» // Материалы II Всероссийской научно-технической конференции. – Красноярск, 2004. – С. 127–128.

References

1. Bednjak M.N. Modelirovanie processov tehničeskogo obsluživanja i remonta avtomobilej. Kiev: Vysshaja shkola, 1983. 131 p.
2. Bulgakov N.F. Statističeskie modeli optimizacii i upravlenija jekspluatacionnoj nadežnostju avtotransportnyh sredstv: dis. d-ra tehn. nauk. Krasnojarsk, 2000. 292 p.
3. Lukinskij V.S. Logistika avtomobilnogo transporta: koncepcija, metody, modeli / Lukinskij V.S., Berežnoj V.I. i dr. M.: Finansy i statistika, 2000. 280 p.
4. Olejnikov A.V. Upravlenie sistemoy profilaktiki na transporte: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.13.01: zashhishhena 16.07.2006: utv. 10.11.2006. Krasnojarsk, 2006. 164 p.
5. Olejnikov A.V., Bulgakov N.F. Issledovanie pokazatelej nadežnosti gazoballonogo oborudovanja avtomobilej GUP «Avtokolonna no. 2038» // Materialy II Vserossijskoj nauchno-tehničeskoj konferencii. Krasnojarsk, 2004. pp. 127–128.

Рецензенты:

Муслимов А.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Приборостроение», Кыргызско-Российский славянский университет им. Б. Ельцина, г. Бишкек;
 Давлятов У.Р., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, г. Бишкек.