

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фистуль, В.И. Физика и химия твердого тела / В.И. Фистуль. – М.: Металлургия. – 1995. – 486 с.
2. Завистовский С.Э., Кириенко А.С., Бельченков Р.И. Патент на полезную модель «Пневмодинамическая камера для упрочнения шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания», № 8054 от 12.09.2011г.
3. Завистовский С.Э, Завистовский В.Э., Кириенко А.С. Залечивание микротрещин в процессе пневмодинамической обработки галтелей шеек коленчатых валов/ Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс]: электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию ПГУ, Новополоцк, 19-20 апр.2018г. / Полоцкий гос.универ.; под ред.чл.корр., д.т.н., проф. В.К.Шелега.- Новополоцк, 2018.- 1 электрон.опт.диск CD-ROM).- с.70-73.

УДК 629.113:004.94

АНАЛИЗ МЕТОДИК МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Монтик С. В.

Брестский государственный технический университет

Брест, Республика Беларусь

При проектировании и реконструкции автотранспортных предприятий (АТП) необходима оптимизация структуры производственных подразделений по техническому обслуживанию автомобилей, т. е. определение оптимального количества постов зоны технического обслуживания (ТО) по критерию минимальных суммарных затрат на содержание зоны и потерь прибыли из-за простоя автомобилей.

Для моделирования структуры зоны ТО автомобилей широко используются теория массового обслуживания и имитационное моделирование. Одним из преимуществ имитационного моделирования является возможность задавать требуемые законы распределения потока требований на обслуживания и потока обслуживания, а также отслеживать поведение системы во времени.

В данной работе выполняется сравнение методик моделирования структуры зоны ТО с использованием имитационного моделирования на примере зоны ТО автомобилей-самосвалов производственно-коммерческого комплекса (ПКК) филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс».

Первоначально определялись исходные данные для моделирования. Для это был выполнен технологический расчет зоны ТО по типовой детерминированной методике, изложенной в [1, 2]. Количество и режим работы автомобилей-самосвалов, режим работы зоны ТО принимался по данным ПКК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс». Расчетное суммарное количество постов ТО-1 и ТО-2 составило 0,955, поэтому дальнейшее моделирование выполнялось для одноканальных систем массового обслуживания (СМО).

Для имитационного моделирования процесса функционирования зоны ТО, использовалась система GPSS World Student Version 5.2.2. Выполнялось имитационное моделирование зоны ТО-1 и ТО-2 для всех моделей автомобилей-самосвалов, имеющих на предприятии. При составлении имитационной модели процесса функционирования зоны ТО, зона ТО рассматривалась: 1) в виде разомкнутой СМО с простейшими потоками; 2) в виде разомкнутой СМО с входящим потоком требований и потоком обслуживаний, распределенных по нормальному закону с заданными коэффициентами вариации; 3) в виде замкнутой СМО с простейшими потоками; 2) в виде замкнутой СМО с входящим потоком требований и потоком обслуживаний, распределенных по нормальному закону с заданными коэффициентами вариации. При этом предусматривалась возможность образования очереди.

Для моделирования простейшего потока требований интервал времени между соседними событиями должен иметь показательное распределение [3]. Поэтому при имитационном моделировании зоны ТО, как разомкнутой СМО, интервалы времени поступления автомобилей на ТО задавались по экспоненциальному закону с математическим ожиданием, равным отношению годового фонда времени работы зоны ТО к годовому количеству технических обслуживаний для группы автомобилей одной модели, а интервалы времени на обслуживание одного автомобиля – также по экспоненциальному закону с математическим ожиданием равным такту поста.

При имитационном моделировании зоны ТО, как замкнутой СМО, использовался другой подход. Первоначально с помощью оператора GENERATE задавалось требуемое количество автомобилей. Затем выполняется задержка автомобиля на время выполнения транспортной работы до следующего ТО. Далее автомобиль проходит ТО и возвращается в систему для выполнения транспортной работы до следующего ТО. Цикл повторяется для каждого автомобиля в течение времени моделирования работы зоны ТО. Для простейшего потока требований интервалы времени поступления автомобилей на ТО, а также интервалы времени выполнения ТО задавались по экспоненциальному закону.

Математическое ожидание интервалов времени поступления автомобилей на обслуживание определялось как отношение годового фонда времени работы зоны ТО к годовому количеству технических обслуживаний для одного автомобиля. Математическое ожидание интервалов времени на обслуживание одного автомобиля принималось равным такту поста.

В работе [4] приводятся данные, что распределение периодичности выполнения ТО-1 и ТО-2, а также распределения фактической трудоемкости (времени выполнения) ТО-1 и ТО-2 подчиняются нормальному или логарифмически нормальному закону распределения. В работе [5] указывается, что нормальному закону подчиняется распределение пробегов автомобилей по календарным срокам (коэффициент вариации 0,10), периодичность профилактических работ (коэффициент вариации 0,20), трудоемкость групп операций регулярных профилактических работ (коэффициент вариации 0,26), а также трудоемкость

групп операций профилактических работ и регламентированного по трудоемкости сопутствующего текущего ремонта (коэффициент вариации 0,26).

В результате статистической обработки данных, собранных в зоне ТО производственно-коммерческого комплекса филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс», установлено, что фактическое распределение времени поступления автомобилей-самосвалов на выполнение ТО подчиняется нормальному закону распределения с коэффициентом вариации 0,3586. Проверка адекватности вероятностной математической модели выполнялось с помощью критерия согласия Пирсона. Значение коэффициента вариации 0,3586 можно объяснить неритмичностью работы автомобилей-самосвалов, а также тем, что использовались статистические данные за небольшой период времени работы зоны ТО.

В дальнейшем выполнялось имитационное моделирование зоны ТО, при котором входящий поток требований на обслуживание и поток обслуживаний подчинялся нормальному закону распределения.

Результаты имитационного моделирования с использованием замкнутой СМО значительно отличаются от типового технологического расчета: меньшее количество обслуживаний за год, коэффициент загрузки поста, поэтому для дальнейшего моделирования работы зоны ТО автомобилей-самосвалов использовалась открытая СМО с нормальным законом распределения входящего потока и потока обслуживания.

Результаты имитационного моделирования зоны ТО автомобилей-самосвалов ПКК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс» с помощью открытой СМО с нормальным законом распределения входящего потока и потока обслуживания (коэффициент вариации времени выполнения ТО – 0,26; коэффициент вариации времени поступления на ТО – 0,2; время моделирования работы зоны ТО – 2 года) показали, что годовое количество технических обслуживаний, определенное с помощью имитационного моделирования, совпадает с результатами типового технологического расчета, а коэффициент загрузки поста (равный расчетному количеству постов) при технологическом расчете в 1,4 раза для ТО-1 и в 1,42 раза для ТО-2 выше, чем при имитационном моделировании. Данное превышение практически совпадает с коэффициентом резервирования постов $\varphi=1,4$, который используется при технологическом расчете [2].

Проведенный анализ методик моделирования позволяет рекомендовать для моделирования и оптимизации структуры зоны ТО имитационные модели, в которых зона ТО рассматривается как открытая СМО с нормальным законом распределения входящего потока и потока обслуживания с коэффициентами вариации, рекомендованными в [5]. Для конкретного предприятия средние значения времени поступления на ТО и времени выполнения ТО и их коэффициенты вариации возможно определить по результатам статистической обработки данных о работе зоны ТО. Применение данных имитационных моделей позволяет более точно определить требуемое количество постов ТО и сократить их количество.

По результатам моделирования зоны ТО автомобилей-самосвалов ПКК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс» можно рекомендовать объединение работ ТО-1 и ТО-2 и использование одного универсального поста ТО.

Разработанные имитационные модели используются студентами специальности 1 – 37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» для оптимизации структуры зоны ТО АТП при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Основы научных исследований и инновационной деятельности» и дипломного проектирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

4. ТКП 248-2010 (02190). Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения. – Мн.: РУП «БелНИИТ «Транстехника»», 2010. – 44 с.

5. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: Учебник / М.М.Болбас, Н. М. Капустин, А. С. Савич и др.; Под ред. М. М. Болбаса - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.

6. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.: ил.

7. Захаров, Н. С. Определение параметров зоны технического обслуживания с учетом неравномерности поступления автомобилей / Н. С. Захаров, Г. В. Абакумов, Е. С. Шевелев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 132 с.

8. Научные исследования и решение инженерных задач: Учебн. пособие/ С. С. Кучур, М. М. Болбас, В. К. Ярошевич. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003.

UDC 681.5

MOBILE VEHICLE DRIVES CONTROL SYSTEM

R.Stetter¹, O.Prokopenya², P.Pakhomski²

1) High Technical School of Ravensburg-Weingarten, Germany

2) Brest state technical university,
Brest, Belarus

The problem which are discussing taught mobile vehicles with separate drives of turning and rotation for each wheels. Velocity of rotation of wheel depend of it turn angle. The vehicle scheme is shown on fig. 1.

Required turn angles of wheels while velocity vector of point A_0 turned on angle α .

$$\alpha_{BH} = \arctg\left(\frac{L}{L/\operatorname{tg}(\alpha) - 0,5H}\right), \quad (1)$$

$$\alpha_B = \arctg\left(\frac{L}{L/\operatorname{tg}(\alpha) + 0,5H}\right), \quad (2)$$

In this formulas L – distance between wheels axles, H – distance between wheels on one axle.

Required turn velocity of wheels