

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

SIMULATION OF VEHICLE MAINTENANCE PROCESSES

Сергей Монтик, Анна Головач

*Брестский государственный технический университет
Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267*

The techniques of simulation of structure of a vehicle maintenance zone with usage of queueing theory and simulation modeling in the system GPSS World are considered. It is offered for simulation and optimization of structure of a zone of vehicle maintenance to use simulation models, in which it is considered as open queueing system with the incoming stream and service stream, which have a normal distribution.

Моделирование процессов функционирования производственных подразделений по техническому обслуживанию (ТО) автомобилей автотранспортных организаций позволяет определять их оптимальную структуру, т.е. оптимальное количество постов зоны технического обслуживания, при котором суммарные затраты на содержание производственного подразделения и потери прибыли от простоя автомобилей в ожидании обслуживания будут минимальны. Наиболее часто для моделирования применяется теория массового обслуживания и имитационное моделирование.

Целью данной работы является сравнение имитационных моделей процессов функционирования производственных подразделений по техническому обслуживанию транспортных средств на примере зоны ТО автомобилей-самосвалов производственно-коммерческого комплекса (ПКК) филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс».

Количество и режим работы автомобилей-самосвалов, режим работы зоны ТО принимался по данным ПКК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс». Первоначально для данных автомобилей был выполнен технологический расчет по типовой детерминированной методике, изложенной в [1, 2]. Определялось годовое количество технических воздействий в зоне ТО (первого технического обслуживания (ТО-1), второго технического обслуживания (ТО-2)), такт поста и ритм производства, расчетное количество постов ТО-1 и ТО-2. Расчетное суммарное количество постов ТО-1 и ТО-2 составило 0,955, поэтому дальнейшее моделирование выполнялось для одноканальных систем массового обслуживания.

Для имитационного моделирования процесса функционирования зоны ТО, использовалась система GPSS World Student Version 5.2.2. При составлении имитационных моделей использовались рекомендации источника [3]. Выполнялось имитационное моделирование зоны ТО-1 и ТО-2 для всех моделей автомобилей-самосвалов, имеющих на предприятии. При составлении имитационной модели процесса функционирования зона ТО рассматривалась: 1) в виде открытой системы массового обслуживания (СМО) с простейшими потоками; 2) в виде открытой 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, 4]. Поэтому при имитационном моделировании зоны ТО, как открытой 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 обслуживаний ТО 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.

В работе [4] указывается, что распределение фактического времени выполнения (фактической трудоемкости) ТО, распределение фактического времени поступления автомобилей на ТО, фактических пробегов до ТО подчиняется нормальному закону распределения с различными коэффициентами вариации. Поэтому при выполнении имитационного моделирования использовались также модели с входящим потоком требований и потоком обслуживаний, распределенных по нормальному закону с заданными коэффициентами вариации. Математическое ожидание для интервалов времени поступления на ТО, выполнения ТО, определялось как и для простейшего потока.

С целью определения фактического закона распределения интервалов времени поступления автомобилей-самосвалов на выполнение ТО выполнялась статистическая обработка данных, собранных в зоне ТО ПМК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс». Определение вида и параметров закона распределения, проверка его адекватности проводилась по методике, изложенной в [4]. Установлено, что фактическое распределение времени поступления автомобилей-самосвалов на выполнение ТО подчиняется нормальному закону распределения.

Результаты моделирования зоны ТО автомобилей-самосвалов ПМК филиала «Автовокзал г. Бреста» ОАО «Брестоблавтотранс» показали, что годовое количество технических обслуживаний, определенное с помощью имитационного моделирования с использованием открытой СМО с нормальным законом распределения входящего потока требований и потока обслуживания, совпадает с результатами типового технологического расчета, а коэффициент загрузки поста (расчетное количество постов) при технологическом расчете в 1,4 раза для ТО-1 и в 1,42 раза для ТО-2 выше, чем при имитационном моделировании (см. таблицу 1). Данное значение практически совпадает с коэффициентом резервирования постов $\varphi=1,4$, который используется при технологическом расчете [2].

Таблица 1
Сравнение результатов имитационного моделирования
и типового технологического расчета зоны ТО автомобилей-самосвалов

Модель автомобиля	Имитационное моделирование		Типовой технологический расчет	
	Количество обслуживаний в год	Коэффициент загрузки поста	Количество обслуживаний в год	Коэффициент загрузки поста
Зона ТО-1				
МАЗ-5516	217,5	0,266	217,54	0,375
МАЗ-6501	6,5	0,009	6,9	0,01
МАЗ-5551	75	0,107	74,1	0,15
Всего	299	0,382	298,54	0,535
Зона ТО-2				
МАЗ-5516	69	0,199	67,9	0,28
МАЗ-6501	6	0,019	6,6	0,03
МАЗ-5551	22,5	0,077	23,2	0,11
Всего	97,5	0,295	97,7	0,42

Модель автомобиля	Имитационное моделирование		Типовой технологический расчет	
	Количество обслуживаний в год	Коэффициент загрузки поста	Количество обслуживаний в год	Коэффициент загрузки поста
Всего зона ТО	396,5	0,677	396,24	0,955
Примечание – имитационное моделирование выполнялось с помощью открытой СМО с нормальным законом распределения входящего потока и потока обслуживания, коэффициент вариации времени выполнения ТО составлял 0,26, а времени поступления на ТО – 0,2; время моделирования работы зоны ТО – 2 года.				

Проведенный анализ позволяет рекомендовать для моделирования процесса функционирования 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 работе [4]. Для конкретной автотранспортной организации средние значения времени поступления на ТО и времени выполнения ТО и их коэффициенты вариации можно определить по результатам статистической обработки данных о работе зоны ТО. Применение данных имитационных моделей позволяет более точно определить требуемое количество постов ТО и оптимизировать их количество.

По результатам моделирования зоны ТО автомобилей-самосвалов ПКК филиала «Автостанция 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 автотранспортных организаций при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Основы научных исследований и инновационной деятельности» и дипломного проектирования.

Список литературы

1. ТКП 248-2010 (02190). Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения. – Мн.: РУП «БелНИИТ «Транстехника»», 2010. – 44 с.
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91. – М.: Росавтотранс, 1991.
3. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.: ил.
4. Научные исследования и решение инженерных задач: Учебн. пособие/ С. С. Кучур, М. М. Болбас, В. К. Ярошевич. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003.