

8. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства шлифованных деталей / П.И. Ящерицын. – Мн.: Навука и тэхніка, 1971. – 210 с.
9. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин / А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 1975. – 223 с.
10. Гулида Э.Н. Управление надежностью цилиндрических зубчатых колес / Э.Н. Гулида. – Львов: Вища школа, 1983. – 136 с.

УДК 623.437

Гончаревич С.Н., Мишин А.Н., Пилипчук А.П.

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТАНЦИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Военная академия Республики Беларусь

Разработана имитационная модель процесса функционирования СТО. Разработанная модель может быть использована для планирования, сравнения вариантов обслуживания, определения средней длины очереди автомобилей, ожидающих обслуживания и обоснования мероприятий по повышению производительности.

Введение.

В процессе эксплуатации автомобиля периодически возникает необходимость выполнения технического обслуживания или текущего (гарантийного) ремонта. Данные операции выполняются на станции технического обслуживания (СТО) автомобилей. Анализ процесса функционирования СТО является важной задачей, для решения которой в настоящее время широко используются методы математического моделирования. Реализация данного подхода позволяет определить производительность СТО, среднюю длину очереди прибывших автомобилей, требуемое количество и оборудование рабочих мест, оценить загруженность и осуществить расстановку сотрудников на рабочих местах, разработать расписание снабжения запасными деталями и приспособлениями [1]. Математические модели позволяют заменить натурные исследования, сократить время исследования, выявить наиболее значимые факторы, оказывающих влияние на функционирования СТО.

Постановка задачи.

Задача настоящей работы – выполнить анализ существующих подходов к моделированию функционирования СТО и разработать математическую модель, позволяющую учесть наиболее значимые факторы, влияющие на эффективность функционирования СТО.

Решение задачи

Функционирование СТО можно представить как процесс обслуживания поступающих заявок (поток автомобилей, прибывающих на СТО) и формирования выходного потока (поток обслуженных заявок постами станции). Схема СТО изображена на рис. 1.

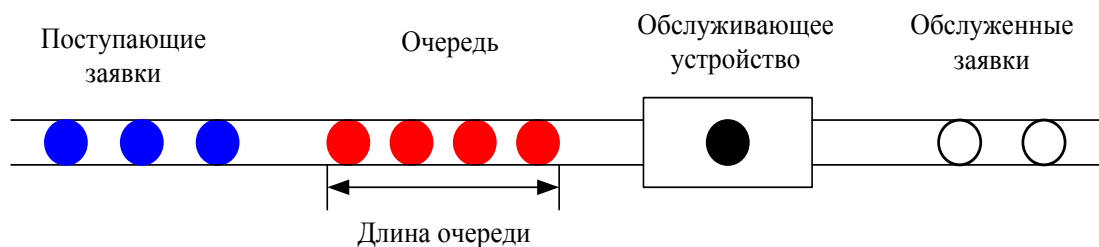


Рис. 1. - Схема функционирования СТО

В общем случае интервалы между поступающими заявками неодинаковы: это случайные величины, определяемые вероятностным законом распределения входного потока. Заявки, вставшие в очередь, ожидают начала обслуживания в соответствии с дисциплиной очереди (дисциплиной обслуживания). Они могут быть различными: первый пришёл - первый идёт на обслуживание или наоборот, последний пришёл - первый обслуживается. Подобные задачи относятся к классу задач

теории массового обслуживания. При этом если поток заявок следует закону Пуассона, а время обслуживания распределено по показательному закону, то такие процессы называются марковскими, для исследования которых имеется хорошо разработанная теория [2]. Если же поток заявок не следует закону Пуассона и время обслуживания распределено не по показательному закону, то для решения этих задач применяются методы имитационного моделирования [3]. Данный подход позволяет не только прогнозировать исследуемые рабочие характеристики, но и выявлять их причинно-следственные связи с параметрами и характеристиками совокупности процессов, происходящих при функционировании исследуемой системы. Имитационное моделирование состоит в математическом описании структуры исследуемой системы с включением в процесс ее функционирования генераторов случайных последовательностей, представляющих законы распределения интервалов между заявками во входных потоках и/или времени обработки в обслуживающих приборах. Это допускает использование случайных процессов с произвольными законами распределения и обеспечивает более точный результат, чем другие методы. Такое моделирование может оказаться единственным для сложных систем, когда невозможно их аналитическое описание. Для имитационного моделирования систем массового обслуживания применяют специализированные пакеты [4]. Для практики важно построить модель, доведенную до расчета количественных показателей эффективности и изложенную в виде, допускающем понимание ее логики с целью использования для определения рациональных структуры и параметров различных технических систем. Имитационную модель желательно описать программой, допускающей реализацию в распространенных математических пакетах [5]. Для исследования производительности СТО автомобилей в общем случае целесообразно использовать метод Монте-Карло [1].

Разработана имитационная модель функционирования СТО, которая основана на использовании генераторов псевдослучайных чисел для различных законов распределения известных математических пакетов прикладных программ, что позволяет более полно учитывать различные вероятностные факторы и определять закономерности изменения параметров системы и их оптимальные значения. Модель позволяет проводить анализ и прогнозирование работы СТО не по средним или нормативным, а по оперативно рассчитанным технологическим параметрам на каждый конкретный объект управления в конкретный момент времени.

Проанализирована работа СТО автомобилей, которая имеет в своем распоряжении одну линию, работает с ожиданием автомобилей в очереди, время начала работы $T_{нач}=10$ ч, время окончания работы $T=18$ ч. Данное представление достаточно полно описывает процесс функционирования пункта технического обслуживания и ремонта воинской части при приеме приписанной техники. На рисунке 2 представлена блок-схема алгоритма решения поставленной задачи. Приняты следующие обозначения: t_{np} – время между двумя очередными автомобилями, прибывающими на ПТОР, t_p – время обслуживания автомобиля; t – текущее время, T – время окончания работы, $t_{осв}$ – время освобождения линии.

В качестве результатов моделирования получаются значения счетчиков поступивших заявок k , автомобилей принятых без очереди m , автомобилей в очереди a , обслуженных автомобилей в очереди l . Вычисления повторяются N раз, после чего вычисляется среднее количество обслуженных автомобилей $Ml \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i$, среднее количество прибывших автомобилей $Mk \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i$, среднее количество автомобилей в очереди $Ma \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i$.

Проанализирована работа станции технического обслуживания автомобилей (СТО) которая имеет в своем распоряжении одну линию, работает без ожидания автомобилей в очереди. Характеристики работы СТО приняты согласно [1]. Число реализаций выбрано в соответствии с [5] и составило $N=256$. На рисунке 3 представлены результаты двух реализаций разработанной модели.

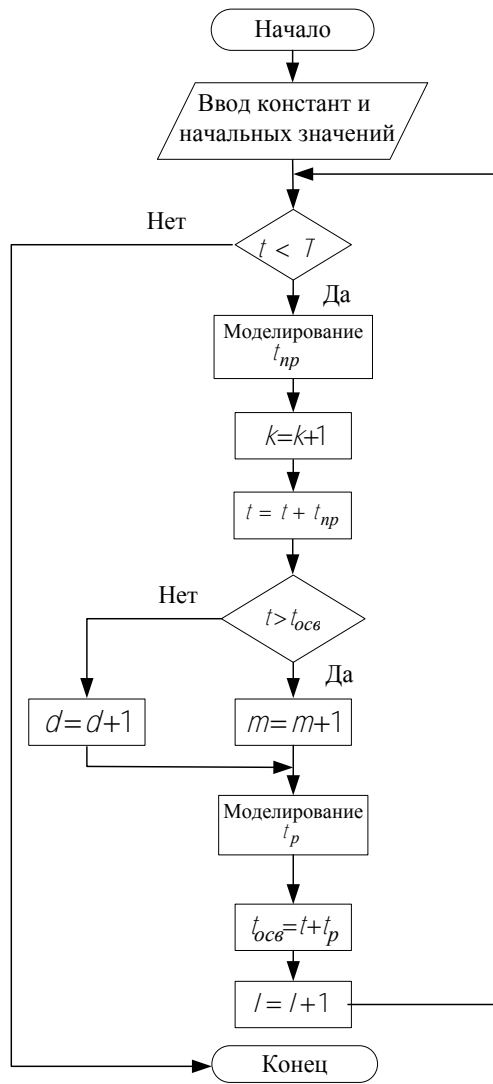


Рис. 2. – Блок-схема алгоритма моделирования

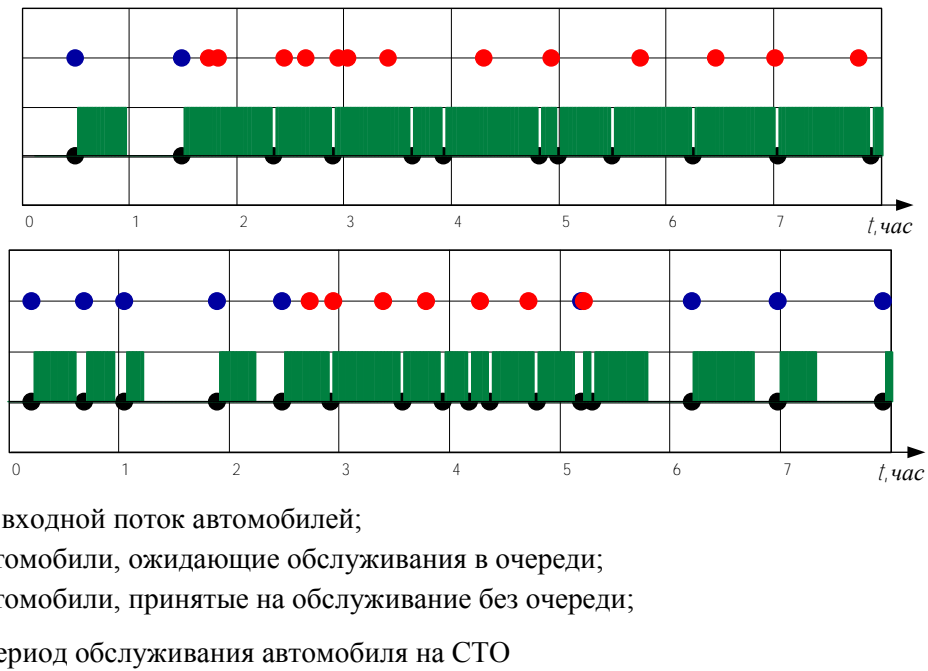


Рис. 3. – Результаты имитационного моделирования

Выполненный анализ процесса функционирования СТО свидетельствует о ее недостаточной эффективности, т.к. при среднем количестве прибывающих в течение рабочего дня автомобилей ($M_k=16,74$) было обслужено 75,48% ($M_l=12,64$). Полученные результаты моделирования можно использовать для обоснования организационных и технологических мероприятий по повышению производительности. Такими мероприятиями могут быть увеличение числа постов или внедрение более совершенного оборудования.

Выводы.

Разработанная модель может быть использована для планирования, сравнения вариантов обслуживания, определения средней длины очереди автомобилей, ожидающих обслуживания. Выяснение этих вопросов необходимо менеджменту предприятия для введения соответствующих коррекций в организацию обслуживания и составления планового задания для СТО.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

- развитие имитационной модели в направлении, которое позволяет учитывать резервы времени на выполнение отдельных технологических операций;
- разработка моделей функционирования СТО в условиях неоднородного входного потока заявок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Завадский, Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования / Ю.В. Завадский. – М.: Транспорт, 1977. – 72 с.
2. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
3. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1968. – 356 с.
4. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 - 400 с.
5. Кирьянов, Д.В. Самоучитель MathCAD 2001 / Д.В. Кирьянов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2001. - 544 с.

УДК 621.95

Дечко Э.М.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Постоянно растущие требования в металлообработке к повышению производительности и снижению себестоимости возможны при комплексном подходе к решению подобных задач, включающих анализ всей системы СПИД с учетом физических процессов при резании материалов. В статье предлагаются некоторые пути решения оптимизации процессов глубокого сверления

Современные направления интенсификации сверления глубоких отверстий диаметром $d \geq (3-5)$ связаны с новыми исследованиями технологического процесса, включающим разработку новых специальных конструкций сверл из быстрорежущих и твердосплавных материалов; расширение размерного ряда малых и больших диаметров с различными длинами рабочей части и углами наклона винтовых канавок $\omega = 28, 29, 31, 45, 60^\circ$; специальными формами заточки режущей части сверл с вогнутыми, выпуклыми и волнообразными режущими лезвиями; разработкой инструментов с различными типами износостойких покрытий; подводом СОЖ под высоким давлением и увеличенным ее расходом через рабочую часть сверла непосредственно в зону резания и др.

Однако в технической литературе и каталогах недостаточно освещаются проблемы, связанные непосредственно с процессами резания при сверлении; оптимизацией режущей части, жесткостными характеристиками сверл и колебательными процессами, сопутствующими сверлению инструментами с большими длинами рабочей части; точностью получаемых отверстий и качеством получаемых поверхностей.