

УДК 681.5.015

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТАНЦИИ ИСПЫТАНИЙ СТИРАЛЬНЫХ МАШИН

С.В. ЛУКЪЯНЕЦ, А.Г. МИКУЛИЧ, С.И. СЕРГИЕНЯ*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

**ЗАО «АТЛАНТ» Минский завод холодильников
пр. Победителей, 61, Минск, 220035, Беларусь*

Поступила в редакцию 29 марта 2012

Рассмотрено применение имитационного моделирования при анализе производственных процессов в промышленности. В программном пакете GPSS World составлена модель, имитирующая работу станции приемо-сдаточных испытаний ЗАО ЗБТ* «АТЛАНТ». Выполнен компьютерный эксперимент по оценке эффективности работы станции при различных исходных данных, показана возможность увеличения производительности.

Ключевые слова: имитационное моделирование, приемо-сдаточные испытания, электротестер, стиральная машина автоматическая, оператор.

Введение

Использование имитационного моделирования в современной промышленности позволяет оценить полезность предлагаемых решений, выявить «узкие» места производства еще на этапе проектирования как при создании новых, так и при модернизации используемых систем и техпроцессов, избежать неоправданных затрат и повысить эффективность работы предприятия [1].

На данном этапе развития ЗАО ЗБТ «АТЛАНТ» ставится задача увеличения количества выпускаемых стиральных машин автоматов до 1000 штук за смену. Одним из участков, который должен обеспечить выполнение новых объемов выпуска, является станция приемо-сдаточных испытаний.

Основываясь на методике имитационного моделирования производственных процессов, изложенной в [2], выполнен компьютерный эксперимент применительно к рассматриваемому объекту.

Объект моделирования

Объектом исследования является станция приемо-сдаточных испытаний, предназначенная для проведения функционального тестирования и проверки соответствия требованиям электробезопасности стиральных машин автоматических (СМА). В случае обнаружения брака СМА отправляются на ремонтный участок.

*ЗБТ – завод бытовой техники

Станция (рис. 1) объединяет 14 испытательных стендов (ИС1-ИС14), 4 автоматических электрических тестера (Т1-Т4), транспортную автоматическую тележку (ТЛ).

В состав системы управления станцией также входят сканер штрих кодов, контроллер управления тележкой, сервер СУБД (на рисунке не показаны). Каждый испытательный стенд включает в себя следующие элементы: стендовый программируемый логический контроллер, промышленный компьютер с сенсорным дисплеем, испытательное место, оснащенное съемными экранами с пневматическими цилиндрами («пальцами») для проверки работы клавиш СМА и обеспеченное средствами подачи и откачки воды.

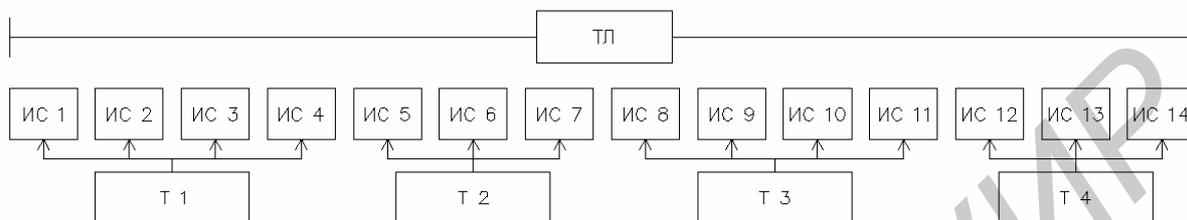


Рис. 1. Структурно-компоновочная схема станции

Алгоритм испытаний

Алгоритм испытаний, схема которого представлена на рис. 2, является полностью автоматическим процессом и разделяется на два этапа. На первом из них после подключения модуля СМА при помощи специального коннектора к компьютеру, кабеля питания СМА – к силовой сети, а также шлангов слива/налива – к водопроводу, производится проверка в различных режимах работы всех основных узлов стиральной машины: кнопок, селектора, клапанов, насоса, электронагревателя, двигателя. При этом осуществляется контроль потребляемого тока при помощи автоматического тестера и скорости вращения барабана – при помощи тахометра. На втором этапе осуществляется проверка СМА на электробезопасность: машина испытывается на соответствие требованиям по сопротивлению изоляции, качеству заземления, токам утечек и др. Электро-тестер способен проводить второй этап испытаний одновременно только на одной станции.

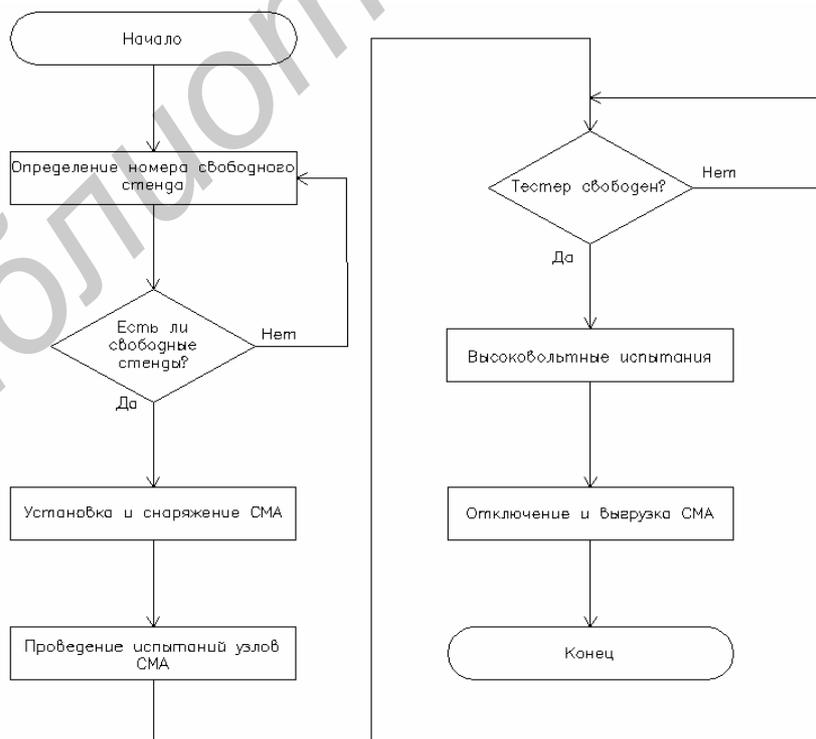


Рис. 2. Схема алгоритма испытаний СМА

Программа и результаты компьютерного эксперимента

Исходные данные для составления модели станции испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные

№ п/п	Параметр	Значение параметра
1	Такт работы тележки загрузки/ выгрузки, с	25
2	Время для снаряжения машины, с	20±10
3	Время основных функциональных испытаний, с	300±10
4	Время испытаний на электробезопасность, с	75±5
5	Время на отключение и выгрузку машины, с	20±10
6	Время моделирования, с	25920
7	Количество испытательных мест	14
8	Количество электро-тестеров	4
9	Количество операторов	2

Приведенная таблица основана на статистике, полученной в ходе работы станции в течение одного года. Для упрощения принимается, что в течение смены испытывается одна модель стиральных машин, поскольку затраты на переналадку ничтожно малы и не оказывают заметного влияния на производительность станции.

В соответствии с алгоритмом работы станции и исходными данными разработана программа на языке моделирования GPSS, фрагмент кода которой приведен на рис. 3.

```

:////////// MAIN ////////////////////////////////////////////

m_start          seize p1
                  enter psi

                  depart q_psi
                  assign 2,mx$PSI(p1,1) ; tester
                  assign 3,mx$PSI(p1,2) ; operator

m_main_1         transfer ,m_oper1          ; equipment
                  advance 300,10           ; main test time
m_main_2         transfer ,m_tester        ; electro-test
m_main_3         transfer ,m_oper2        ; disassembly
                  advance 25,5             ; delay before exit
                  release p1              ; release station

                  leave psi
                  terminate

:////////// INCREMENT param 1 ////////////////////////////////////////////

m_inc           test 1 p1,14,m_beg
                  index 1,1
                  transfer ,m_try

:////////// OPERATOR SUB1 ////////////////////////////////////////////

m_oper1         queue p3                   ; operator number
                  seize p3
                  depart p3
                  advance 20,10
                  release p3
                  transfer ,m_main_1

:////////// OPERATOR SUB2 ////////////////////////////////////////////

m_oper2         queue p3                   ; operator number
                  seize p3
                  depart p3
                  advance 20,10
                  release p3
                  transfer ,m_main_3
    
```

Рис. 3. Программный код модели станции испытаний

Код основной программы размещен между строками комментариев MAIN и INCREMENT. Здесь выполняется вход транзактов в подпрограммы, имитирующие основные этапы испытаний: подключение, основной цикл испытаний, проверка электробезопасности, отключение. Например, в строке transfer ,m_oper1 происходит безусловный переход транзакта к метке m_oper1. Попадая в блок queue р3 (метка m_oper1) транзакт становится в очередь на обслуживание оператором, номер которого содержится в 3-ем параметре транзакта (р3). Если очереди нет, он занимает этого оператора (блок seize р3). Далее в блоке advance 20,10 транзакт, в соответствии с исходными данными, обслуживается оператором, что имитирует процесс подключения всех необходимых для тестирования проводов, шлангов, клеммы заземления и т.д. После обслуживания транзакт возвращается в основную программу (блок transfer ,m_main_1). Аналогичным образом транзакт обрабатывается подпрограммами m_tester, m_oper2, имитирующими процесс электроиспытаний и отключения машины соответственно.

Моделирование испытаний было проведено при различном количестве испытательных стоек, тестеров, операторов и их комбинациях. Основные результаты моделирования работы системы в течение смены при коэффициенте использования рабочего времени 0,9 сведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты моделирования

Стенды	Количество		Коэфф. загрузки операторов	Коэфф. использования тестеров	Ср. время пребывания в очереди, с	Выпуск СМА, штук
	Тестеры	Операторы				
14	4	2	0,62	0,66	3,02	809
14	4	3	0,44	0,66	3,01	813
14	5	2	0,62	0,50	4,10	807
14	6	2	0,61	0,49	4,22	805
15	4	2	0,70	0,66	4,60	860
16	4	2	0,70	0,66	3,01	918
17	4	2	0,78	0,79	3,41	967
18	4	2	0,78	0,81	5,72	1018
18	5	2	0,78	0,65	4,33	1021

Заключение

Анализ результатов моделирования позволяет сделать вывод о целесообразности увеличения количества испытательных станций до 18 единиц. Увеличение количества электро-тестеров и/или операторов не приводит к требуемому повышению производительности. Наиболее приемлемым решением является следующий состав системы: 18 испытательных станций, 4 электротестера, 2 оператора.

SIMULATION OF THE TEST STATION OF WASHING MACHINES

S.V. LUKJANETS, A.G. MIKULICH, S.I. SERGIENIA

Abstract

Mathematical modeling and analysis of the test station of washing machines at the Atlant Inc. factory. Different ways and perspectives for performance improvement of the station examined. The results of modeling are introduced in the form of table.

Список литературы

1. Кудрявцев Е.М. Основы имитационного моделирования различных систем. М., 2004.
2. Лукьянец С.В., Пашкевич А.П. Моделирование гибких производственных систем и роботизированных комплексов. Мн., 2005.