

**«NAUKA- RASTUDENT.RU»**

Электронный научно-практический журнал

График выхода: ежемесячно

Языки: русский, английский, немецкий, французский

**ISSN: 2311-8814**

**ЭЛ № ФС 77 - 57839 от 25 апреля 2014 года**

Территория распространения: Российская Федерация, зарубежные страны

Издатель: ИП Козлов П.Е.

Учредитель: Соколова А.С.

Место издания: г. Уфа, Российская Федерация

Прием статей по e-mail: [rastudent@yandex.ru](mailto:rastudent@yandex.ru)

Место издания: г. Уфа, Российская Федерация

---

Титоренко М.В., Баженов Р.И. Об имитационном моделировании систем массового обслуживания в среде GPSS // Nauka-rastudent.ru. – 2014. – No. 11 (11-2014) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/11/2134/>

© Титоренко М.В., Баженов Р.И., 2014

© ИП Козлов П.Е., 2014

УДК 004.942

**Титоренко Мария Викторовна**

*студент 5 курса факультета экономики, управления и права  
Приамурский государственный университет им.Шолом-Алейхема  
Биробиджан, Россия*

**Баженов Руслан Иванович**

*к.п.н., доцент, зав.кафедрой информатики и вычислительной техники  
факультет математики, информационных технологий и техники  
Приамурский государственный университет им.Шолом-Алейхема  
Биробиджан, Россия*

## **Об имитационном моделировании систем массового обслуживания в среде GPSS**

**Аннотация:** В данной статье описывается моделирование системы массового обслуживания в среде GPSS на примере кофе автомата в торговом центре. Рассмотрены три варианта моделирования в среде GPSS. Проведен анализ по каждому варианту.

**Ключевые слова:** GPSS, моделирование системы массового обслуживания, срок окупаемости, кредит

## **About simulation of Queuing systems in the software GPSS**

**Titorenko Mariya Viktorovna**

*5th year student of the Faculty of Economics, Management and Law  
Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Birobidzhan, Russia*

**Bazhenov Ruslan Ivanovich**

*candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of the Department  
of Computer Science  
Faculty of Mathematics, Information Technology and Technics  
Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Birobidzhan, Russia*

**Abstract:** This article describes the modeling of queuing systems in the environment on the example of GPSS coffee machine in the mall. Three variants of modeling in GPSS. The analysis for each option.

**Keywords:** GPSS, simulation of Queuing systems, the payback period, loan

Имитационное моделирование экономических процессов является одним из методов познания действительности. Множество экономических процессов можно представить как системы массового обслуживания (СМО). Решения задач СМО сопряжены с математическими трудностями и довольно часто они вообще не имеют аналитического решения. Поэтому выходом из такой ситуации является использование имитационное моделирование в специализированных компьютерных средах, предоставляющих необходимый аппарат для решения подобных задач.

Имитационное моделирование позволяет исследовать СМО при различных типах обслуживающих аппаратов, при различных дисциплинах обслуживания заявок. Средой, в которой можно адекватно решать моделирование систем массового обслуживания, является GPSS [19].

Вопросами имитационного моделирования занимались многие ученые. В.Т.Аверьянов, С.В.Полынько [1] показали применение GPSS WORLD для решения задач системы массового обслуживания. Р.И.Баженов и др. [2-7, 18, 22] использовал моделирование в обучении студентов. Управление системой закупок товаров, работ и услуг для нужд бюджетного образовательного учреждения на основе имитационного моделирования исследовала Е.В.Кийкова [8]. Значение изучения имитационного моделирования студентами вуза различных уровней подготовки описали Е.В.Кийкова и Е.Г.Лаврушина [9]. Е.Кудрявцев [10] показал применение GPSS World для имитационного моделирования различных систем. Е.Г.Лаврушина [11] использовала имитационную модель для изучения работы убойного комплекса в целях совершенствования деятельности предприятия промышленного птицеводства. Б.П.Лебединский и Е.Э.Желекова исследовали имитационное моделирование систем массового обслуживания в программном продукте GPSS [12]. Имитационное моделирование систем массового обслуживания с ограниченной очередью изучал Л.А.Осипов [13]. Р.И.Остапенко использование моделирование для процессов управления образованием [14]. М.И.Румянцев представил опыт

имитационного моделирования операционного дня отделения банка [15].  
Оценки системы моделирования GPSS WORD произвел Ю.И.Рыжиков [16].  
В.Н.Томашевский и Е.Г.Жданова исследовали имитационное моделирование в среде GPSS/PC [17]. Зарубежные ученые также применяют имитационное моделирование различных процессов [20, 21].

Рассмотрим моделирование системы массового обслуживания оценки рентабельности установки кофе-автомата в торговом центре.

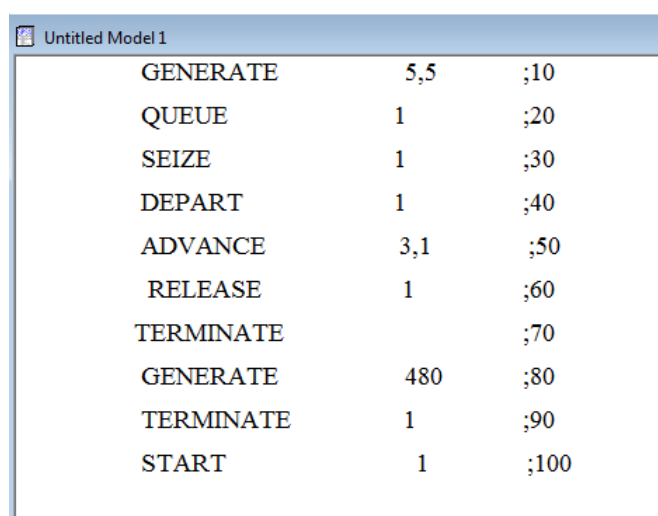
Стоимость автомата 125 000 р., аренда 2 000 р., сырье на 1 месяц (кофе, сахар, какао, сухие сливки, сухое молоко, чай, горячий шоколад, вода, одноразовая посуда) 15 000 р., электроэнергия 2 000 р., обслуживание 1 500 р. Итого месячные расходы  $2\,000 + 15\,000 + 2\,000 + 1\,500 = 20\,500$  р.

Стоимость 1 стаканчика напитка 25 р. Вложения в проект составят 145 500р.

Время покупки кофе  $3 \pm 1$  минуты. Потребители приходят примерно через  $5 \pm 5$  минут. Рабочий день торгового центра составляет 480 минут - 8 часов.

Необходимо определить срок окупаемости проекта.

Для решения разработаем имитационную модель в среде GPSSWord1 (рис.1).



Operation	Count	Time
GENERATE	5,5	;10
QUEUE	1	;20
SEIZE	1	;30
DEPART	1	;40
ADVANCE	3,1	;50
RELEASE	1	;60
TERMINATE		;70
GENERATE	480	;80
TERMINATE	1	;90
START	1	;100

Рис. 1. Имитационная модель

После проведения моделирования получились следующие результаты (рис. 2):

Tuesday, October 07, 2014 23:27:39

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	480.000	9	1	0

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	91	0	0
	2	QUEUE	91	0	0
	3	SEIZE	91	0	0
	4	DEPART	91	0	0
	5	ADVANCE	91	1	0
	6	RELEASE	90	0	0
	7	TERMINATE	90	0	0
	8	GENERATE	1	0	0
	9	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
1	91	0.566	2.984	1	92	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY	
1	3	0	91	54	0.193	1.019	2.506	0

Рис. 2 Отчет системы моделирования

По данным отчета видно, что автомат загружен на 56%, им воспользовался 91 потребитель. В течение всего рабочего времени максимальное количество людей в очереди равно 3.

Рассчитаем доход автомата в сутки  $91 \cdot 25 = 2\,275$  р. В месяц  $31 \cdot 2\,275 = 70\,525$  р. Чистый доход  $70\,525 - 20\,500 = 50\,025$  р.

Срок окупаемости =  $145\,500 / 50\,025 = 2.9$ , то есть примерно 3 месяца.

Немного изменим задачу.

Возьмем данные с предыдущего примера. Для открытия бизнеса берем кредит на 150 000 р., ставка 16%, срок 1 год. Погашение кредита аннуитетными платежами (выплаты по кредиту осуществляются равными выплатами). Рассчитаем взнос на погашение кредита в месяц в программе MS Excel (рис. 3). Взнос = 13 609,63р.

A5	:	X	✓	<i>f<sub>x</sub></i>	=ПЛТ(16%/12;12;-150000)
	A	B	C	D	E
2					
3					
4	150000	16%			
5	13 609,63р.				
6					

Рис.3. Расчет кредита

Сумма выплаты кредита с процентами составит  $13\,609,63 \cdot 12 = 163\,315,56$  р. Месячные расходы  $20\,500 + 13\,609,63 = 34\,109,63$  р.

Время работы торгового центра с 10-00 до 22-00 (12 часов = 720 минут). Время покупки кофе  $3 \pm 1$  минуты интервал прихода клиентов  $10 \pm 5$ , время покупки чая  $2 \pm 1$  их интервал прихода  $15 \pm 5$ . Стоимость одного стакана кофе 25 р., чая 20 р.

Требуется определить срок окупаемости проекта.

Создадим имитационную модель (12 часов) дня работы автомата (рис. 4).

```

Untitled Model 2
GENERATE 10,5 ;10
QUEUE BA ;20
SEIZE B ;30
DEPART BA ;40
ADVANCE 3,1 ;50
RELEASE B ;60
TERMINATE ;70

GENERATE 15,5 ;80
QUEUE BA ;90
SEIZE B ;100
DEPART BA ;110
ADVANCE 2,1 ;120
RELEASE B ;130
TERMINATE ;140

GENERATE 720 ;150
TERMINATE 1 ;160

START 1 ;170

```

Рис.4. Имитационная модель второй задачи

После проведения моделирования отчет системы представлен на рис.5.

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	68		0	0
	2	QUEUE	68		0	0
	3	SEIZE	68		0	0
	4	DEPART	68		0	0
	5	ADVANCE	68		0	0
	6	RELEASE	68		0	0
	7	TERMINATE	68		0	0
	8	GENERATE	49		0	0
	9	QUEUE	49		0	0
	10	SEIZE	49		0	0
	11	DEPART	49		0	0
	12	ADVANCE	49		0	0
	13	RELEASE	49		0	0
	14	TERMINATE	49		0	0
	15	GENERATE	1		0	0
	16	TERMINATE	1		0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
B	117	0.424	2.609	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY	
BA	1	0	117	88	0.046	0.285	1.151	0

Рис.5. Отчет по моделированию второй задачи

Из отчета можно понять, что автомат загружен на 42%. Всего клиентов 117, кофе выбрало 68 клиента, чай 49. Максимальное количество в очереди один человек.

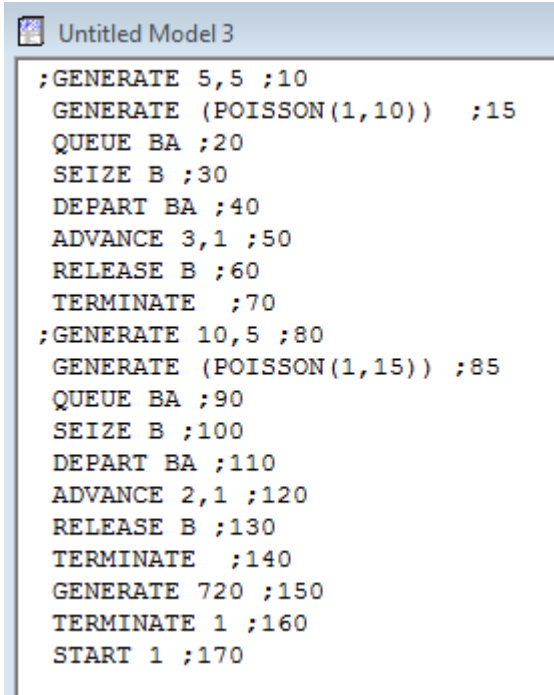
Доход автомата в сутки составит  $68 \cdot 25 = 1\,700$  р.,  $49 \cdot 20 = 980$  р. Итого  $1\,700 + 980 = 2\,680$  р. В месяц  $2\,680 \cdot 31 = 83\,080$  р. Чистый доход  $83\,080 - 34\,109,63 = 48\,970,37$  р. Срок окупаемости  $= 163\,315,56 / 48\,970,37 = 3,33$  примерно 4 месяца.

Так как в действительности клиенты не приходят по равномерно, то будем для имитационного моделирования Пуассоновский закон распределения вероятностей прихода покупателей, которые достаточно адекватно представляет описываемую ситуацию [19].

Возьмем данные из второй задачи. Сумма кредита 163 315,56 р. Взнос на погашение кредита 13 609,63 р в месяц. Месячные расходы  $20\,500 + 13\,609,63 = 34\,109,63$  р. Время работы торгового центра с 10-00 до 22-00 (12 часов = 720 минут). Время покупки кофе  $3 \pm 1$  минуты интервал прихода

клиентов  $10 \pm 5$ , время покупки чая  $2 \pm 1$  их интервал прихода  $15 \pm 5$ . Приход клиентов – простейший поток заявок интенсивность которого за кофе 6 человек в час; за чаем 4 человека в час.

Создадим имитационную модель с Пуассоновским законом распределения (12 часов) дня работы автомата. Интенсивность потока заявок Пуассоновским распределением 6 человек в час переводим в поступление клиентов в среднем через 10 мин. для кофе, и 15 мин. для чая (рис. 6).



```
Untitled Model 3
;GENERATE 5,5 ;10
GENERATE (POISSON(1,10)) ;15
QUEUE BA ;20
SEIZE B ;30
DEPART BA ;40
ADVANCE 3,1 ;50
RELEASE B ;60
TERMINATE ;70
;GENERATE 10,5 ;80
GENERATE (POISSON(1,15)) ;85
QUEUE BA ;90
SEIZE B ;100
DEPART BA ;110
ADVANCE 2,1 ;120
RELEASE B ;130
TERMINATE ;140
GENERATE 720 ;150
TERMINATE 1 ;160
START 1 ;170
```

Рис. 6. Имитационная модель с пуассоновским распределением  
Отчет системы после моделирования представлен на рис.7.



LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	75		0	0
	2	QUEUE	75		0	0
	3	SEIZE	75		0	0
	4	DEPART	75		0	0
	5	ADVANCE	75		0	0
	6	RELEASE	75		0	0
	7	TERMINATE	75		0	0
	8	GENERATE	51		0	0
	9	QUEUE	51		0	0
	10	SEIZE	51		0	0
	11	DEPART	51		0	0
	12	ADVANCE	51		0	0
	13	RELEASE	51		0	0
	14	TERMINATE	51		0	0
	15	GENERATE	1		0	0
	16	TERMINATE	1		0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
B	126	0.464	2.651	1		0	0	0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
BA	1	0	126	93	0.066	0.375	1.432

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
128	0	724.000	128	0	1		
129	0	734.000	129	0	8		
130	0	1440.000	130	0	15		

Рис. 7. Результат моделирования третьей задачи

По данным отчета по моделированию видно, что автомат загружен на 46%. Всего клиентов 126, кофе выбрало 75 клиента, чай 51. Максимальное количество в очереди один человек. Доход автомата в сутки составит  $75 \cdot 25 = 1\,875$  р,  $51 \cdot 20 = 1\,020$  р. Итого  $1\,875 + 1\,020 = 2\,895$  р. В месяц  $2\,895 \cdot 31 = 89\,745$  р. Чистый доход  $89\,745 - 34\,109,63 = 55\,635,37$  р. Срок окупаемости  $= 163\,315,56 / 55\,635,37 = 2,94$  примерно 3 месяца.

Подводя итог можно сказать, что моделирование в среде GPSS позволяет получить статистические данные о процессах, происходящих в моделируемой системе. Данная программа целесообразна для использования на различных предприятиях, с ее помощью можно сократить время на изучение влияния факторов и найти оптимальное решение для поставленной

цели. В нашем случае мы получили, что окупаемость проекта по установки автомата в торговом центре составляет примерно три месяца.

### **Список литературы:**

1. Аверьянов В.Т., Польшко С.В. Имитационное моделирование системы массового обслуживания на языке GPSS WORLD // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2010. Т. 7. № 3. С. 37-44.
2. Баженов Р. И. Информационная безопасность и защита информации: практикум. Биробиджан: Изд-во ГОУВПО «ДВГСГА», 2011. 140 с.
3. Баженов Р.И. Об организации научно-исследовательской практики магистрантов направления «Информационные системы и технологии» // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 9-2 (41). С. 62-69.
4. Баженов Р.И. О методике обучения проектированию информационных систем будущих менеджеров // Психология, социология и педагогика. 2014. № 8 (35). С. 30-38.
5. Баженов Р.И. Об организации деловых игр в курсе «Управление проектами информационных систем» // Научный аспект. 2014. Т. 1. № 1. С. 101-102.
6. Баженов Р.И. Проектирование методики обучения дисциплины «Информационные технологии в менеджменте» // Современная педагогика. 2014. № 8 (21). С. 24-31.
7. Баженов Р.И., Лопатин Д.К. Об имитационном моделировании экономических процессов средствами специализированной программной среды // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 88-92.
8. Кийкова Е.В. Управление системой закупок товаров, работ и услуг для нужд бюджетного образовательного учреждения на основе

- имитационного моделирования // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 302.
9. Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г. Значение изучения имитационного моделирования студентами вуза различных уровней подготовки // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 388.
  10. Кудрявцев Е. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. М.: ДМК Пресс, 2013. 320 с.
  11. Лаврушина Е.Г. Разработка имитационной модели работы убойного комплекса для совершенствования деятельности предприятия промышленного птицеводства // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 3 (40). С. 404-408.
  12. Лебединский Б.П., Желекова Е.Э. Имитационное моделирование систем массового обслуживания в программном продукте GPSS // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. 2012. № 24. С. 66-69.
  13. Осипов Л. А. Имитационное моделирование систем массового обслуживания с ограниченной очередью // Наука и техника транспорта. 2010. № 4. С. 30-36.
  14. Остапенко Р.И. Использование структурных уравнений в моделировании процессов управления образованием // Управление образованием: теория и практика. 2013. № 4 (12). С. 1-8.
  15. Румянцев М.И. Опыт имитационного моделирования операционного дня отделения банка средствами GPSS WORLD // Сборник научных трудов Sworld. 2010. Т. 10. № 3. С. 79-82.
  16. Рыжиков Ю.И. Оценки системы моделирования GPSS WORD // Информационно-управляющие системы. 2003. № 2-3. С. 30-38.
  17. Томашевский В. Н., Жданова Е. Г. Имитационное моделирование в среде GPSS/PC. М.: Бестселлер, 2003.

18. Ходос О.С., Баженов Р.И. Обучение трехмерному моделированию в UNITY3D // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 6-3 (38). С. 14.
19. Шрайбер Т. Д. Моделирование на GPSS: М.: Машиностроение, 1980.
20. Kadono D., Izumi T., Ooshita F., Kakugawa H., Masuzawa T. An ant colony optimization routing based on robustness for ad hoc networks with GPSS // Ad Hoc Networks. 2010. Т.8. № 1. С. 63-76.
21. Mourtzis D., Doukas M. Design and Planning of Manufacturing Networks for Mass Customisation and Personalisation: Challenges and Outlook // Procedia CIRP. 2014. Т.19. С.1-13.
22. Vexler V.A., Bazhenov R.I., Bazhenova N.G. Entity-relationship model of adult education in regional extended education system // Asian Social Science. 2014. Т. 10. № 20. С. 1-14.

© Титоренко М.В., Баженов Р.И., 2014

*Дата публикации: 17.11.2014*