

УДК 330.4

В.О. Левченко, Р.А. Янмурзаев*

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОЙКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ БРОНИРОВАНИЕМ

В статье описана имитационная модель процесса обслуживания клиентов на автомойке в среде VBA Excel.

Ключевые слова: имитационное моделирование, vba excel, пуассон.

Автомойка располагает тремя каналами на обслуживание, следовательно, представляет собой многоканальную систему массового обслуживания (СМО), для которой характерна схема на основе модели Гибель – Размножение.

Входной поток формируется клиентами, самостоятельно приезжающими на мойку, и клиентами, забронировавшими данную услугу на сайте.

Известны параметры входного потока, как клиентов, так и онлайн-потока.

В момент t администратору мойки поступают заявки на обслуживание. Производится анализ состояния автомойки: если все три канала на данное время и дату заняты, то предлагается другое время обслуживания, тем самым формируется очередь клиентов – здесь начало обслуживания случайная величина.

Если один из каналов свободен, то сообщаем клиенту – время ожидания приезда, то есть подтверждает заказ.



Рис. 1. Структурная схема

На рис. 1 представлена структурная схема обслуживания на автомобильной мойке.

Таким образом, в ходе процесса работы мойки возможны 2 ситуации:

- автомобиль поступает на мойку;
- в обслуживание отказывается.

* © Левченко В.О., Янмурзаев Р.А., 2016

Левченко Вадим Олегович (ssumonk@yandex.ru), кафедра математики и бизнес-информатики, Самарский университет, 443086, Российская Федерация, г.о. Самара, Московское шоссе, 34.

Янмурзаев Руслан Адылханович (Yanmurzaev.ruslan@mail.ru), кафедра математики и бизнес-информатики, Самарский университет, 443086, Российская Федерация, г.о. Самара, Московское шоссе, 34.

1) Моделирование процесса поступления заявок на обслуживание[8].

Процесс поступления заявок на обслуживание есть процесс Пуассона в соответствии, с которым за время t поступает количество заявок $\nu(t)$

$$P(\nu(t) = n) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} \exp(-\lambda t) = P_n(t).$$

Здесь параметр Пуассона определяется из условия

$$\bar{n} = E(\nu) = \sum_{k=0}^{\infty} k P_k = \lambda t.$$

где $E(\nu)$ – взятие математического ожидания.

Отсюда в качестве оценки параметра Пуассона имеем:

$$\lambda \cong n / t,$$

где \bar{n} – среднее количество заявок за время t .

Для рассматриваемой автомойки по известным данным $\lambda = 2$, то есть, в среднем ожидается две заявки в час. Тогда за 8-и часовой рабочий день $\lambda t = 2 \cdot 8 = 16$.

Моделирование процесса поступления заявок в среде VBA EXCEL имеет вид [1]:

- Генерация z – равномерно распределенной на интервале (0;1) случайной величины;

- определение количества случаев $n\nu$ для данного z из условия:

$$\sum_{k=0}^{n\nu} k \frac{(\lambda t)^k}{k!} \leq z.$$

Таким образом, текст программы имеет вид [2]

'количество заявок за день

$z = \text{Rnd}()$

$pi = \text{Exp}(-\text{lambda})$

$s = pi$

$nu = 0$

L2: If $z < s$ Then GoTo L1

$nu = nu + 1$

$pi = pi * \text{lambda} / nu$

$s = s * pi$

GoTo L2

L1: $n\nu = nu$

Отметим, что количество прибывающих машин не означает, что все эти машины будут обслужены, так как рассматриваемая автомойка обладает, во-первых, ограниченной автостоянкой (только 3 машины могут находиться в очереди и ждать начала обслуживания) и, во-вторых, если все места заняты, и все каналы обслуживания заняты, то прибывающая машина (заявка) получает отказ.

2) Моделирование моментов времени поступления заявок в течение дня [7].

Моменты времени поступления заявок в течение дня $t_k, k = 0, 1, 2, \dots, nv$ являются случайными величинами, имеющими экспоненциальное распределение.

Другими словами промежуток времени между поступлениями заявок есть случайная величина, имеющая экспоненциальное распределение:

$$y = F(\tau) = P(t < \tau) = 1 - \exp(-\lambda\tau).$$

Здесь параметр $\lambda \cong n/T$ определяется на основе фактических данных как количество клиентов, прибывающих на автомойку, за время T .

То есть, это тот же самый параметр Пуассона, который определяет количество прибывающих автомашин на мойку в течение дня.

В принципе, если известно среднее время между заявками dt_λ , то можно положить

$$\lambda = 1/dt_\lambda.$$

Отсюда для имитации находим $\tau = -\frac{1}{\lambda} \ln(1-Z)$, где Z – случайная величина имеющая равномерное распределение на интервале от 0 до 1.

Но поскольку $(1-Z)$ имеет то же самое распределение, то для имитации можно применять $\tau = -\frac{1}{\lambda} \ln(Z)$.

В среде VBA Excel: моменты времени $tn(k)$ – случайные величины поступления заявок (приезда) клиентов, при отсутствии очереди (СМО без очереди) время прибытия есть одновременно и начало обслуживания [3]:

```
'начало поступления заявки – начало обслуживания – 9 часов утра  
tn(0) = 9  
If nv = 0 Then GoTo L3  
For k = 1 To nv  
z = Rnd()  
tn(k) = tn(k - 1) - Application.Ln(z) / lambda  
If tn(k) > 17 Then GoTo L3  
Next k  
L3:  
' конец рабочего дня – 16_00 дня
```

Отметим, что данная модель должна быть улучшена с учетом наличия мест на автостоянке и также наличия количества свободных мест на автостоянке [4].

3) Моделирование моментов окончания обслуживания.

Для каждого $tn(k)$ можно поставить в соответствие время окончания обслуживания $tk(k)$ с помощью генерации времени обслуживания, также имеющего экспоненциальное распределение с параметром $\mu = 1/dt_\mu$, где dt_μ – это среднее время обслуживания [5]. В частности, для рассматриваемой автомойки, среднее время обслуживания составляет 30 минут, то есть, $\mu = 2$

```
'моменты окончания обслуживания  
If nv = 0 Then GoTo L4
```

```

For k = 1 To 100
z = Rnd()
tk(k) = tn(k) – Application.Ln(z) / mju
Next k
L4:

```

'конец обслуживания

Отметим, что здесь нет ограничения $tk(k) > 16$, то есть, если даже обслуживание начинается почти в 16_00, то будет длиться, пока не закончится.

4) Включение в модель несколько каналов обслуживания, учет количества мест на автостоянке, учет бронирования.

При упрощении учета системы бронирования получаем: во-первых, увеличение входящего потока заявок; во-вторых, фактически увеличение количества мест на автостоянке (без ограничений).

Поэтому при программной реализации поступим следующим образом:

Рассматриваемая автомойка содержит 3 канала обслуживания nk и должна рассматриваться как трехканальная СМО, кроме того, не будем учитывать очереди на автостоянке.

В связи с усложнением модели предлагается ее модификация следующим образом [6, 10].

Пусть nk – это идентификатор количества свободных каналов, в начальный момент времени $nk = 3$.

Далее предлагается оперировать только моментами поступления заявок $tz(k)$, которые являются, как и ранее случайными величинами, имеющими экспоненциальное распределение с параметром $\lambda = 1/dt_\lambda$, где dt_λ – среднее время между поступлениями заявок, в данном случае $dt_\lambda = 0,5$ и $\lambda = 2$ [7].

Пусть далее $z = \text{rnd}()$ – как и ранее, равномерно распределенная на интервале (0,1) случайная величина.

Вследствие внедрения этой модели в работу – планируется увеличение эффективности, что увеличит количество клиентов.

Библиографический список

1. Беннинга Ш. Основы финансов с примерами в Excel. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2014. 960 с.
2. Джексон М., Стонтон М. Финансовое моделирование в Excel: углубленный курс. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 352 с.
3. Беннинга Ш. Финансовое моделирование с использованием Excel. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. 592 с.
4. Авдошин С.М., Песоцкая Е.Ю. Информатизация бизнеса. Управление рисками. М.: ДМК Пресс, 2011. 176 с.
5. Дмитриев Д.С. Критерии выбора оптимального программного обеспечения при проектировании информационной образовательной среды // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского государственного университета. 2014. № 2. С. 57–61.
6. Борисова С.П., Борисов В.И., Таликина М.Е. Методика расчета тарифных ставок при страховании инвестиционных рисков // Новая наука: Проблемы и перспективы. 2015. № 5–1. С. 235–237.
7. Левченко В.О., Никишов В.Н. Математическая модель электронной коммерции // Математика, экономика и управление. 2015. Т. 3. С. 80–83.

8. Сараев Л.А. Основы государственного регулирования экономики: учебное пособие / Л.А. Сараев, Н.М. Тюкавкин // Самара, 2014.
9. Сараев Л.А. Организационная структура и сфера деятельности Всемирной Торговой Организации/ Л.А.Сараев, Н.М. Тюкавкин// Вестник Самарского государственного университета. 2013. № 1 (102). С. 145–150.
10. Сараев А.Л. Закономерности взаимодействия потребителей и производителей в условиях непрерывного конкурентного рынка / А.Л. Сараев, Л.А. Сараев // В сборнике: Актуальные проблемы развития финансово-экономических систем и институтов материалы и доклады I Международной научно-методической конференции: в 2-х частях. Самарский государственный университет; под общ. ред. А.Н. Сорочайкина. 2010. С. 58–68.

References

1. The Benning S. the Foundations of Finance with examples in Excel. M.: LLC "I. D. Williams", 2014. 960с.
2. Jackson M., Staunton M. Financial modelling in Excel: advanced course. M.: Publishing house "vil'yams", 2006. 352 с.
3. The Benning S. Financial modeling using Excel. M.: LLC "I. D. Williams", 2007. 592 с.
4. Avdoshin S.M., Pesotskaya E.Y. Computerization of business. Risk management. M.: DMK Press, 2011. 176 с.
5. Dmitriev D. C. Criteria for selection of the optimal software in the design of information educational environment // Bulletin of young scientists and specialists of the Samara state University. 2014. № 2. P. 57–61.
6. Borisov S.P., Borisov V.I., Calicina M.E. Methods of calculation of tariff rates for insurance of investment risks New science: Problems and prospects. 2015. № 5-1. P. 235–237.
7. Levchenko O.V., Nikishov V.N. A mathematical model of e-Commerce // Mathematics, Economics and management. 2015. Vol. 3. P. 80–83.
8. Saraev L.A. fundamentals of state regulation of the economy: textbook / L.A. Saraev, N.M. Tyukavkin // Samara, 2014.
9. Saraev L.A. Organizational structure and scope of the world Trade Organization / L.A. Saraev, N.M. Tyukavkin // Vestnik of Samara state University. 2013. № 1 (102). P. 145–150.
10. Saraev A.L. regularities of interaction between consumers and producers in the context of continuous competitive market / A.L. Sheds, L.A. Barnes // Actual problems of development of financial-economic systems and institutionally and the reports of the I International scientific-practical conference: in 2 parts. Samara state University; Under the General editorship of A.N. Sorochkina. 2010. P. 58–68.

*V.O. Levchenko, R.A. Yanmurzaev**

SIMULATION PROCESS SERVICE CAR WITH AUTOMATIC BOOKING

The article describes a simulation model of the customer service process at the car wash in VBA Excel environment.

Key words: simulation, vba excel, Poisson.

Статья поступила в редакцию 23/1/2016.
The article received 23/1/2016.

* *Levchenko Vadim Olegovich* (ssumonk@yandex.ru), Department of Mathematics and Business Informatics, Samara University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

Yanmurzaev Ruslan Adylkhanovich (Yanmurzaev.ruslan@mail.ru), Department of Mathematics and Business Informatics, Samara University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.