

5. Grossberg, S. Competitive learning: From interactive activation to adaptive resonance / S. Grossberg // Cognitive Science. – 1987. – Vol. 11. – P. 23 – 63.
6. Fausett, L. Fundamentals of Neural Networks. Architectures, Algorithms and Applications / L. Fausett. – New Jersey: Prentice Hall Int., Inc., 1994. – 461 p.
7. Дмитриенко, В.Д. Применение нейронных сетей для обработки измерительной информации / В.Д. Дмитриенко, Р.Д. Расрас. – Харьков: ХГПУ, 2000. – 114 с.
8. Дмитриенко, В.Д. Моделирование технологических процессов механообработки методами искусственного интеллекта: монография / В.Д. Дмитриенко [и др.]. – Харьков: НТМТ, 2009. – 224 с.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 24.12.2012*

ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОПИСАНИЯ В ВИДЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

П.П. Макарычев

*ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет
Россия, 440026, Пензенская обл., г. Пенза, ул. Красная, 40
makpp@yandex.ru*

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы построения математических моделей в виде систем массового обслуживания с использованием аппарата сетей Петри. Приводятся пример анализа производственной системы методом имитационного моделирования.

DISCRETE-EVENT SIMULATION OF BUSINESS-SYSTEMS ON THE BASIS OF THE DESCRIPTION IN THE FORM OF PETRI NETS *P.P. Makarychev*

Abstract

In this paper we consider the problems of construction of mathematical models in the form of systems of mass service with the use of the apparatus of Petri networks. Given the example of analysis of the production system simulation method.

Актуальность работы

Анализ производственных систем предполагает построение математических (имитационных) моделей. Отождествляя объекты производственной деятельности в системе с заявкой, обработку с обслуживанием, производственную систему можно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО). В случае однофазных СМО используется аппарат

дискретных и непрерывных цепей Маркова [1]. Как правило, цепи Маркова изображают в виде ориентированного графа (диаграммы переходов). Разработка математической модели СеМО более сложна. В модели требуется представить топологию сети, маршруты и логику переходов отдельных заявок.

Постановка задачи на построение модели

Пусть A и B – произвольные множества, T – множество моментов времени, A^T и B^T – множество всевозможных отображений из T в A и B соответственно. Временную систему S на X и Y можно задать отношением $S \subseteq X \times Y$, $X \subset A^T$, $Y \subset B^T$ [1]. Множество A называется алфавитом входных воздействий (входов), множество B – выходных величин (выходов) системы соответственно.

Объект состояний системы S в момент времени t определяется как абстрактное множество C_t , для которого определена функция $\rho_t : C_t \times X_t \rightarrow Y_t$, которая называется реакцией системы в момент времени t . Множество всех реакций системы ρ_t ,

$$\bar{\rho} = \{\rho_t : C_t \times X_t \rightarrow Y_t \text{ \& } t \in T\},$$

называется *семейством реакций системы S* , а множество $\bar{C} = \{C_t : t \in T\}$ – семейством объектов состояний. Функция $\Phi_{tt'}$ называется функцией перехода состояний на отрезке времени $\{t^* : t \leq t^* < t'\}$. Множество $\bar{\Phi}_{tt'}$,

$$\bar{\Phi} = \{\Phi_{tt'} : C_t \times X_{tt'} \rightarrow C_{t'} \text{ \& } t, t' \in T \text{ \& } t' > t\},$$

семейством функций перехода состояний.

Чтобы определить семейства функций $\bar{\rho}$, $\bar{\Phi}_{tt'}$, рассмотрим временные диаграммы СМО типа М/М/1: 2, приведенные на рис. 1.

Множество моментов времени, связанных с поступлением требований в СМО $M_1 = \{t_1, t_2, t_4, t_6, t_7, t_9\}$. Множество моментов времени, когда обслуженные требования покидают СМО $M_2 = \{t_2, t_5, t_8, t_{10}, t_{11}\}$. Множество моментов времени блокировки требований $M_3 = \{t_7\}$. Множество моментов поступления требований $M_4 = M_1 \setminus M_3$.

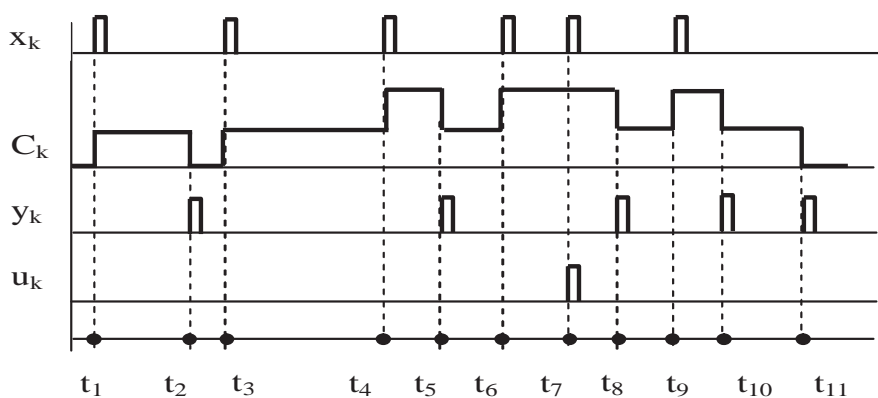


Рис. 1. Временная диаграмма СМО

Зададим поступление последовательности заявок на вход СМО с помощью δ -функции Дирака

$$x_k = x_k(t) = \begin{cases} \delta_x(t - t_k), & \text{если } t_k \in M_1 \\ 0, & \text{если } t_k \notin M_1 \end{cases}.$$

Моменты окончания обслуживания требований в СМО

$$\varepsilon_k = \varepsilon_k(t) = \begin{cases} \delta_\varepsilon(t - t_k), & \text{если } t_k \in M_2; \\ 0, & \text{если } t_k \notin M_2. \end{cases},$$

В этом случае число заявок, поступивших на вход СМО, определяется соотношением

$$S(t) = \int_0^t \sum x_k(\tau) [t_k \in M_4] d\tau.$$

Число заявок, покинувших СМО после обслуживания, определяется соотношением

$$Q(t) = \int_0^t \sum \varepsilon_k(\tau) [t_k \in M_2] d\tau.$$

Число требований, находящихся в СМО в момент времени t (состояние системы)

$$C_t = \int_0^t \left(\sum x_k(\tau) [t_k \in M_4] - \sum \varepsilon_k(\tau) [t_k \in M_2] \right) d\tau.$$

Время, проведенное всеми заявками в СМО за время t , (блокированные требования исключены)

$$\gamma(t) = \int_0^t C_t(\tau) d\tau.$$

Среднее время, проведенное обслуженной заявкой в системе

$$\bar{T} = \gamma(t) / \alpha(t) \quad (1)$$

Среднее число заявок в системе за промежуток времени $(0, t)$

$$\bar{N} = \gamma(t) / t \quad (2)$$

Оценки функционирования СМО (1, 2) не зависят от параметров входного потока требований и распределения времени обслуживания требований. Однако исследование СеМО аналитическими методами при произвольном распределении времени обслуживания и входного потока ограничены. Чтобы обеспечить высокую степень достоверности имитационного моделирования, необходима технология обеспечивающая сравнимость с результатами аналитических расчетов в предельных точках. Это возможно при построении модели в виде сети Петри [3].

Организация имитационного моделирования

На рис. 2 приведена модель СМО в форме сети Петри. На входе СМО присутствует два потока заявок с интенсивностями λ_1 и λ_2 , которые поступают в буфер с неограниченной размерностью. Буфер в модели представлен позицией p_1 . Начало обслуживания заявки определяется временем срабатывания перехода t_1 , окончание обслуживания – перехода t_2 . Наличие маркера в позиции p_2 соответствует занятости канала обслуживания, в позиции p_3 – освобождению канала. Интенсивность обслуживания заявок в канале μ .

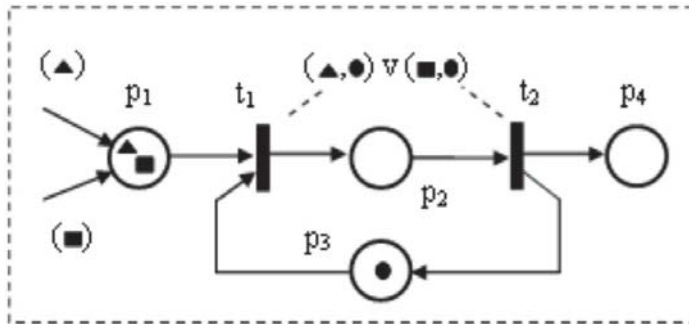


Рис.2. Имитационная модель СМО

Предположим, что поступление заявок на вход СМО определяется следующей системой уравнений:

$$\begin{pmatrix} z_n^1 \\ z_n^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_{n-1}^1 + \text{rexp}(\lambda_1) \\ z_{n-1}^2 + \text{rexp}(\lambda_2) \end{pmatrix},$$

где $n = 1, 2, \dots, G$, $G \leq N/2$, N – суммарное число заявок, обслуженных в канале СМО, $\text{rexp}()$ – функция генерации последовательности случайных чисел с экспоненциальным распределением.

В связи с тем, что времена поступления заявок случайны, введем в модель процедуру сортировки заявок с использованием следующей последовательности преобразований:

$$v_{2n-1} = z_n^1; v_{2n} = z_n^2; z = \text{sort}(v),$$

где $\text{sort}()$ – встроенная в математический пакет функция сортировки.

Если длительность обслуживания заявок в канале имитировать с использованием выражения

$$u_k = \text{rexp}(1, \mu),$$

то последовательность событий, связанных с окончанием обслуживания заявок в канале

$$v_k = \text{if}(z_k \geq v_{k-1}, z_k, v_{k-1}) + u_k,$$

где if – функция, в соответствие с которой v_k присваивается значение z_k , если выполняется условие $z_k \geq v_{k-1}$, иначе – v_{k-1} .

Аналогично, последовательность событий, связанных с ожиданием заявками обслуживания в буфере, можно сформировать следующим образом:

$$w_k = \text{if}(z_k \geq v_{k-1}, 0, v_k - z_k - u_k).$$

Суммарное количество заявок, поступивших на вход СМО в произвольный момент времени,

$$S(t) = \sum_{k=1}^N \Phi(t - z_k),$$

где Φ – функция Хевисайда.

Суммарное количество заявок, обслуженных и покинувших СМО на текущий момент времени,

$$Q(t) = \sum_{k=1}^N \Phi(t - z_k).$$

При $\lambda_1 = 0.4$ и $\lambda_2 = 0.4$ и $\mu = 1$ графики зависимости количества поступивших и обслуженных заявок СМО на начальном этапе обслуживания приведены на рис.3.

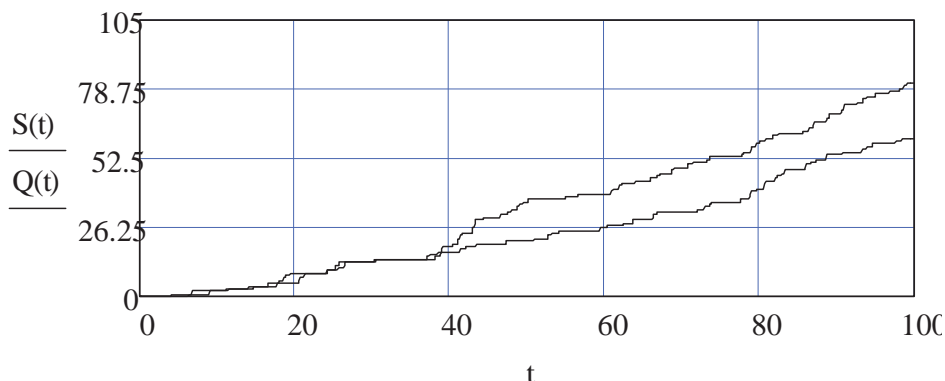


Рис. 3. Графики $S(t)$ и $Q(t)$

График зависимости количества заявок, находящихся в СМО, в текущий момент времени приведен на рис. 4.

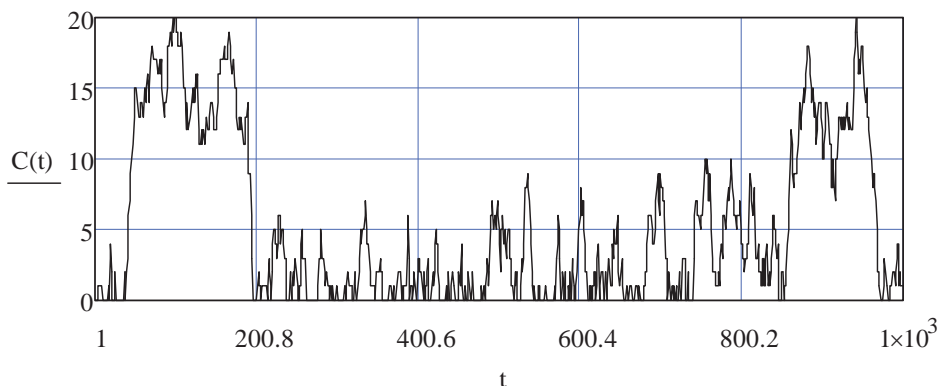


Рис. 4. График $Q(t)$

Среднее число заявок в СМО заявок на выбранном интервале времени $N_c = (\sum_{k=1}^N (v_k - z_k)) / v_N$.

При заданных значениях λ_1 , λ_2 и μ имеем $N_c = 4.16$. Среднее время пребывания заявки на выбранном интервале времени

$$T_c = (\sum_{k=1}^N (v_k - z_k)) / N.$$

При тех же параметрах входных потоков заявок и СМО $T_c = 5.24$ единиц модельного времени. Среднее время ожидания заявки в буфере $W_c = T_c - 1 / \mu = 4.24$.

Заключение

На основе результатов имитационного моделирования СМО интенсивность обслуженных заявок

$$L = N_c / T_c .$$

Таким образом, $L = 0.795$ и относительная величина отклонения аналитических расчетов и вычислительного эксперимента составляет 0.6%, что подтверждает высокую степень адекватности моделей

Библиографический список

1. Шварц, М. Сети связи: протоколы, моделирование и анализ. В 2-х ч. Пер. с англ. / М. Шварц. – М.: Наука, 1992.
2. Крылов, В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения./ В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. Котов, В.Е. Сети Петри. / В.Е. Котов.– М.: Наука, ГРФМЛ, 1984. – 123 с.

*Работа представлена д.т.н.,
профессором кафедры вычислительной техники и
прикладной математики Логуновой О.С.
Дата представления работы: 24.12.2012*

ОЦЕНКА СХОДИМОСТИ МОДЕЛЕЙ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

В.А. Акатьев, Л.В. Волкова

*ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»,
Россия, 129226, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4
Akatiev07@mail.ru*

Аннотация

В настоящее время для оценки избыточного давления на различных удалениях от центра взрыва газовой смеси используются различные математические модели. Возникают вопросы о достоверности результатов, получаемых при применении указанных моделей. В данной работе сопоставлены результаты расчетов параметров взрывов, полученных с использованием трех действующих методик для конкретного сценария аварии со взрывом бензиновоздушной смеси.

TESTING THE OPERATING MODEL FOR THE PARAMETER ESTIMATES EXPLOSION GAS MIXTURE

Akatiev V. A., Volkova L. V.

Abstract

At the present time for an assessment of superfluous pressure on various removals from the center of explosion of an air-gas mixture various mathematical models are used. There are questions of reliability of the results received at application of specified models. In this work results of calculations of parameters of the explosions received with use of three operating techniques for the concrete scenario of failure with explosion of an air-gas mixture are compared.