

УДК 621.313: 681.3

В.К. Маригодов, профессор, д-р техн. наук,

Г.А. Тихонов, доцент, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗОМКНУТЫХ СМО В СЕТЯХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Рассмотрены основные этапы моделирования работы одноканальной системы массового обслуживания (СМО) типа М/М/1. Приведена структурная схема моделирующего алгоритма СМО для заданного числа имитационных экспериментов.

Ключевые слова: *система массового обслуживания, имитационный эксперимент, алгоритм моделирования, требование, обработка требований.*

Этапы имитационного моделирования СМО на ЭВМ. Системы энергоснабжения, в которых используются СМО с различными классами приоритетов, исследованы в [1 – 3]. Поскольку упомянутые системы можно отнести к *большим системам управления*, то для исследования таких систем целесообразно использовать новый, быстро развивающийся метод — *имитационное моделирование*. Этот метод состоит в том, что с помощью ЭВМ воспроизводится поведение (состояние) исследуемой СМО. При этом исследователь-системотехник имеет возможность целенаправленно управлять ходом процесса имитации и на основании полученных результатов иметь представление о свойствах и качественных характеристиках поведения большой системы. Под имитационным моделированием понимается следующее: проведение с помощью ЭВМ экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение системы, для определения функциональных характеристик и рабочих параметров системы. Метод имитационного моделирования является дальнейшим развитием метода Монте-Карло [4].

Этапы имитационного моделирования состоят в следующем: 1) формулировка проблемы; 2) построение математической модели функционирования системы; 3) составление и отладка программы для ЭВМ, включая разработку процедур моделирования различных случайных факторов; 4) планирование имитационных многофакторных экспериментов; 5) проведение экспериментов и обработка результатов исследования (регрессионный анализ).

Целью статьи является разработка алгоритма имитационного моделирования СМО, работающей в сетях энергоснабжения.

Алгоритм процесса моделирования. Для моделирования больших систем целесообразно использовать *принцип особых состояний*. В этом случае модель функционирования системы рассматривается как совокупность параллельно протекающих процессов. Каждый из них является последовательностью событий, изменяющих состояние системы. Событие, возникающее в системе, можно рассматривать как *особое состояние*. В СМО возможны два процесса: 1) поступление требований; 2) «захват» и обслуживание требований (заявок на энергопотребление). На основании сведений о реакции системы на событие можно построить имитационную модель алгоритма функционирования СМО.

Далее для каждого выделенного процесса определяется момент T_i наступления очередного события i -го процесса. Выбор наиболее раннего момента наступления особого состояния определяется как

$$T_r = \min_i T_i, i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где r — номер процесса, в котором наступило ближайшее событие; n — число процессов; T_i — момент системного времени, имеющий отличие от реального времени, в котором работает моделирующая ЭВМ.

Структурная схема алгоритма имитационного моделирования изображена на рисунке 1. Этапы ее функционирования (операторы) имеют следующие назначения:

- 1 — (ЗНУ) оператор задания начальных условий для моделируемого варианта;
- 2 — (ЗНУОР) оператор задания начальных условий для одной реализации имитационного эксперимента;
- 3 — (ООМ) оператор определения очередного момента изменения состояния системы, которая находится по формуле (1);
- 4 — (ЛЮ) логический оператор перехода к оператору 5;
- 5 — (РСi) операторы реакции СМО на i -е событие;
- 6 — (ЗООЭ) оператор завершения одного эксперимента;

7 – (ПТЧЭ) оператор, проверяющий достаточность для статической точности число экспериментов;

8 – (ОРЭ) оператор обработки результатов эксперимента и выдачи в печать или в память ЭВМ.

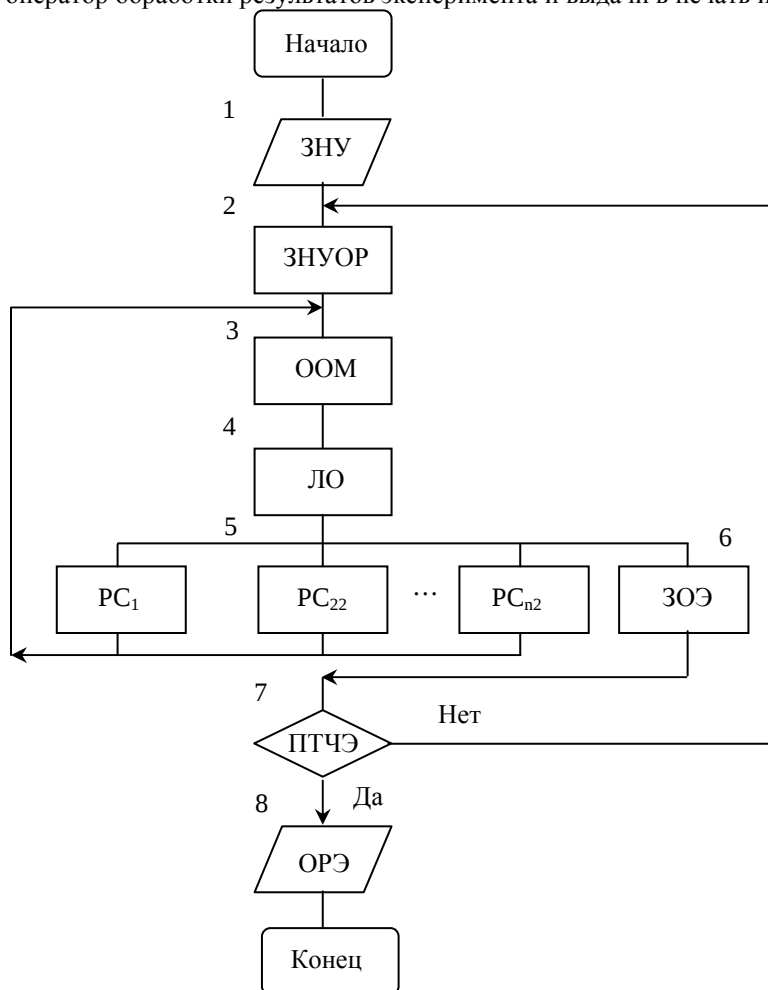


Рисунок 1 — Схема моделирующего алгоритма

Имитация разомкнутой одноканальной СМО с отказами. Структурная схема алгоритма имитационного моделирования такой системы изображена на рисунке 2.

В СМО поступает однородный поток требований (заявок на энергопотребление) с заданным законом распределения интервалов между требованиями. Длительность обслуживания требований является случайной величиной с заданным законом распределения. На входе СМО устанавливается накопитель (на рисунке 2 не показан). В том случае, если требование застает СМО занятой и накопитель заполненным, то оно теряется, получая отказ.

В результате моделирования необходимо отыскать вероятность отказа в обслуживании требований и коэффициент загрузки системы. Полагаем, что число реализаций (имитационных экспериментов) задано. Под реализацией следует понимать процесс обработки одного из требований.

В схеме (рисунок 2) приняты следующие обозначения операторов:

T_1 — момент времени поступления одного требования в СМО;

T_2 — длительность интервала между моментами поступления соседних требований;

T_3 — время обслуживания одного требования;

T_4 — момент времени освобождения СМО;

T — момент системного времени;

K — количество требований в системе, которые находятся в режиме обслуживания и в очереди;

Q — количество требований, находящихся в очереди;

K_1 — количество требований, получивших отказ в обслуживании;

K_2 — количество требований, поступивших в систему;

N — число заданных реализаций;

M — количество мест для ожидания в очереди (в накопителе).

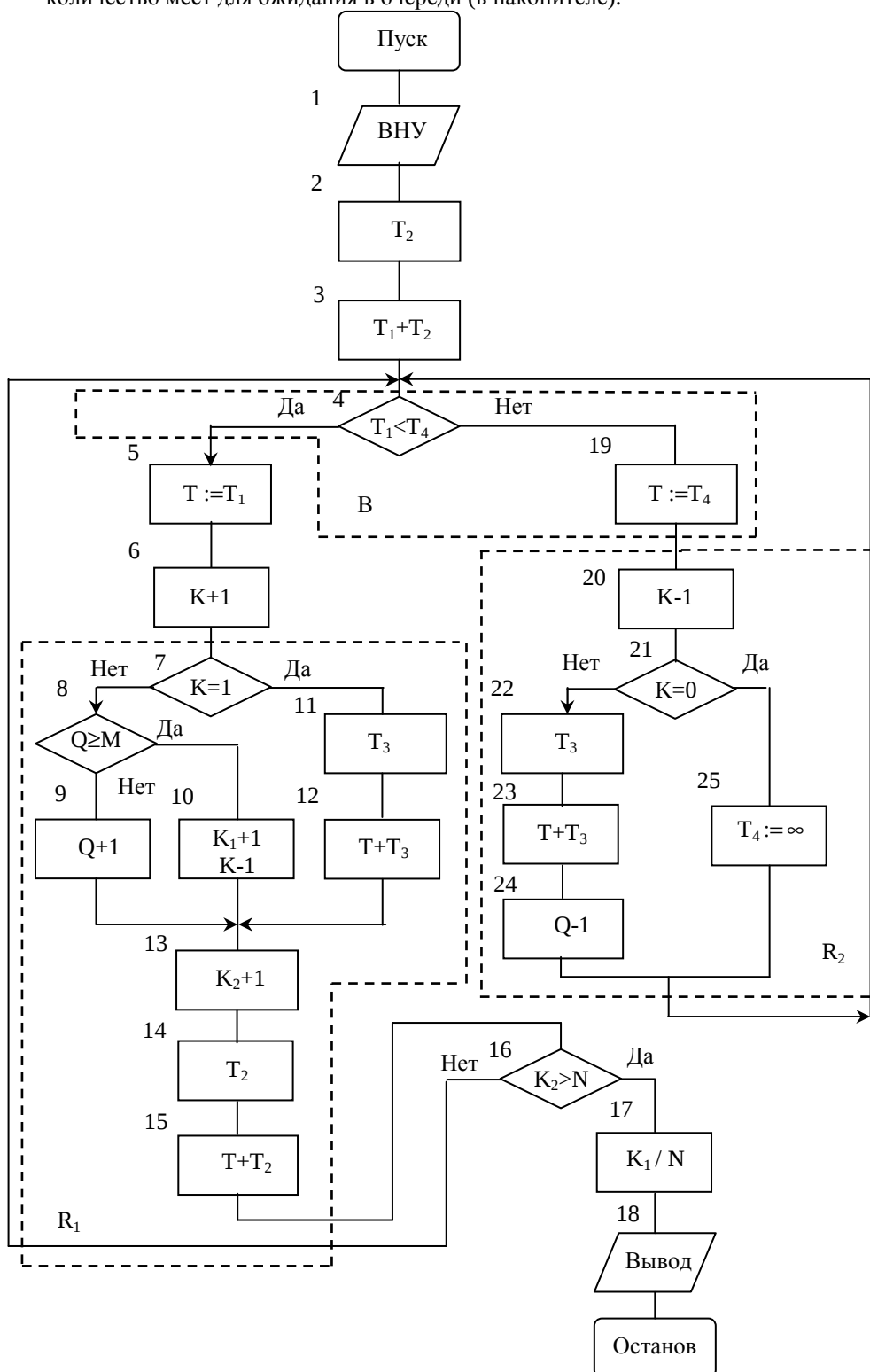


Рисунок 2 — Алгоритм моделирования СМО

Оператор 1 осуществляет ввод заданных для моделирования значений N и M , а также присваивает нулевые значения счетчикам количества требований, поступивших в СМО (K_2), а также находящихся в системе (K) и в очереди (Q), получивших отказ в обслуживании (K_1), в том числе переменным, имеющим значение текущего времени поступления требований (T_1) и системного времени (T).

Переменной, имеющей значение текущего времени освобождения СМО (T_4), присваивается значение, равное «машинной бесконечности». Оператор 2 формирует случайный интервал между соседними поступающими требованиями в соответствии с заданным законом распределения. Оператор 3 формирует момент поступления в СМО первого требования. Операторы 4, 5, 19 составляют обобщенный оператор В, который выбирает очередной момент изменения состояния системы.

Операторы 6 — 15 представляют в совокупности обобщенный оператор R_1 , определяющий реакцию СМО на приход требования. Операторы 20 — 25 входят в обобщенный оператор реакции R_2 , на освобождение обслуживающей системы.

При моделировании использовались следующие параметры: число реализаций однородного (простого) потока требований $N = 250$; поток имеет пуассоновское распределение; длительность процесса обслуживания требований подчиняется экспоненциальному закону; интенсивность потока $\lambda = 5$ бит/с; емкость накопителя составила 500 требований; количество потребителей электроэнергии 40. Для моделирования использовалась система Micro-Cap8. В результате имитационного моделирования СМО были получены следующие среднестатистические характеристики: средний коэффициент загрузки $\rho_{cp} = 0,73$; вероятность отказа в обслуживании требований $p_{cp} = 0,17$.

Заключение. Таким образом, рассмотрены основные этапы имитационного моделирования разомкнутой СМО, которая управляет процессом распределения электроэнергии между потребителями. При этом разработан алгоритм моделирования, использующий принцип особых состояний, основанный на представлении модели функционирования СМО в виде совокупности ряда параллельно протекающих вычислительных процессов. В структурную схему алгоритма имитационного моделирования СМО входят следующие обобщенные операторы: оператор, выбирающий очередной момент изменения состояния системы; операторы, определяющие реакцию СМО на приход требований и на процесс освобождения системы.

В результате моделирования определены среднестатистические значения коэффициента загрузки СМО и вероятности отказа в обслуживании.

К задачам дальнейших исследований в данном направлении можно отнести, например, рассмотрение алгоритмов работы замкнутых СМО и стохастических одноканальных и многоканальных сетевых моделей.

Библиографический список использованной литературы

1. Маригодов В.К. Управление распределением электроэнергии как система массового обслуживания / В.К. Маригодов, Р.В. Иванников, Г.А. Тихонов // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2008. — Вып. 88. — С. 113–116.
2. Маригодов В.К. Энергоснабжение как система массового обслуживания с абсолютными приоритетами и прерыванием / В.К. Маригодов, Г.А. Тихонов // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 62–65.
3. Маригодов В.К. Распределение электроэнергии как система массового обслуживания со смешанными приоритетами / В. К. Маригодов // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология: сб. науч. тр. — Севастополь, 2009. — Вып. 97. — С. 66–68.
4. Решение краевых задач методом Монте-Карло / Б.С. Елепов, А.А. Кронберг, Г.А. Михайлов, К.К. Сабельфельд. — Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1980. — 174 с.

Поступила в редакцию 28.03.2011 г.

Марігодов В.К., Тіхонов Г.О. Імітаційне моделювання розімкнутих СМО у мережах енергопостачання

Розглянуто основні етапи моделювання роботи одно каналної системи масового обслуговування (СМО) типу М/М/1. Наведена структурна схема алгоритму, що моделює СМО для заданого числа імітаційних експериментів.

Ключові слова: система масового обслуговування, імітаційний експеримент, алгоритм моделювання, вимога, обробка вимог.

Marigodov V.K., Tichonov G.A. Simulation Modeling of Unfasten Mass Service Systems in Energy Supply Networks

Considered are the common stages of modeling one-channels unfasten mass service system (MSS) type M/M/1. The structure scheme MSS of the modeling algorithm MSS for propose a number imitational experiments is obtained.

Keywords: mass service system, imitational experiment, modeling algorithm, demand, processing of demands.