



О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву 311280

(22) Заявлено 06.06.74 (21) 2032341/24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.08.76. Бюллетень № 32

Дата опубликования описания 10.12.76

(11) 526920

(51) М. Кл.² G 06G 7/48

(53) УДК 681.325(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. Н. Четвериков, Э. А. Баканович, М. А. Орлов, А. В. Меньков
и С. Ф. Костюк

(71) Заявители

Минский радиотехнический институт и Московское ордена Ленина
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое училище
им. Н. Э. Баумана

(54) СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

1

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано при моделировании широкого класса систем массового обслуживания.

Известна стохастическая модель системы массового обслуживания, содержащая модель обслуживающего прибора, устройство регистрации длины очереди, выполненное на базе реверсивного счетчика и подключенное через схему ИЛИ к входу модели обслуживающего прибора, а также устройство имитации очереди, включающее управляемый регистр сдвига с подключенными к его управляющим входам блоком поиска и селективного гашения заявок и генератором тактовых импульсов с регулируемой частотой.

Недостатком этой модели является то, что она позволяет моделировать узкий класс задач массового обслуживания. Это объясняется тем, что допустимое время пребывания заявок в очереди, определяемое частотой тактового генератора и числом разрядов регистра сдвига, является одинаковым и фиксированным для всех заявок данной очереди.

Целью изобретения является расширение класса решаемых задач.

Поставленная цель достигается тем, что она содержит $(n-1)$ генераторов пуассоновских импульсных потоков с регулируемыми интен-

2

сивностями, $(n-1)$ двухходовых элементов И и один $(n-1)$ входовой элемент ИЛИ, причем генераторы пуассоновских импульсных потоков через элементы И подключены к входам элемента ИЛИ, а выход элемента ИЛИ является первым выходом стохастической модели системы массового обслуживания, другие входы элементов И подключены к выходам соответствующих разрядов управляемого регистра сдвига, выходы элементов И подключены к установочным входам соответствующих разрядов управляемого регистра сдвига.

На чертеже приведена схема стохастической модели системы массового обслуживания.

Схема содержит устройство 1 генерирования входного потока заявок с регулируемыми вероятностными характеристиками интервалов времени между моментами появления заявок; устройство 2 регистрации длины очереди, представляющее собой реверсивный счетчик; элемент ИЛИ 3, анализирующий наличие очереди на обслуживании; модель 4 обслуживающего прибора с регулируемыми вероятностными характеристиками времени обслуживания заявок, начинающая работу при наличии в очереди на обслуживание хотя бы одной заявки; устройство 5 имитации очереди, позволяющее задавать произвольные требуемые вероятностные характеристики допустимого времени пре-

бывания заявок в очереди; регистр 6 сдвига, осуществляющий запоминание заявок, поступающих на обслуживание напустимое время пребывания их в очереди; блок 7 поиска и селективного гашения заявок, обеспечивающий гашение (исключение из очереди) заявки, находящейся в регистре сдвига и обслуженной моделью обслуживающего прибора; генераторы 8 и 9 — пуассоновских импульсных потоков, настраиваемые таким образом, что формируемые ими временные интервалы между соседними импульсами могут подчиняться любому наперед заданному (в том числе и регулярному) закону распределения; регулировкой характеристик импульсных потоков, формируемых генераторами 9, достигается заданное требуемой функции распределения случайного допустимого времени пребывания заявки в очереди; двухвходовые элементы И 10 и элемент ИЛИ 11.

Стохастическая модель системы массового обслуживания работает следующим образом.

Устройство 1 генерирования входного потока заявок выдает через промежутки времени, распределенные в соответствии с заданным законом (в том числе и через регулярные промежутки времени при соответствующей настройке), заявки (импульсы), поступающие на вход сложения устройства 2 регистрации длины очереди заявок и образующие очередь в устройстве 5 имитации очереди.

Заявка, поступившая от устройства 1, либо становится в очередь на обслуживание, если до ее прихода в устройстве 2 было зарегистрировано наличие очереди хотя бы из одной необслуженной заявки, либо непосредственно обслуживается моделью 4, если все предыдущие заявки были обслужены.

Пребывание в очереди на обслуживание имитируется в устройстве 5 продвижением заявок (соответствующих одиночных сигналов) по регистру 6 сдвига импульсами, поступающими от генератора 8 импульсного потока, подключенного к управляющему входу регистра.

Для каждой заявки, находящейся на очереди, случайная величина τ допустимого времени пребывания ее в очереди может принимать значения от нуля до τ_m . Этот закон распределения величины τ зависит от распределения интервалов в потоках, формируемых генераторами 8 и 9 импульсных потоков. Значение величины τ_m зависит от разрядности N регистра сдвига, средней частоты f следования импульсов сдвига и закона распределения временных интервалов в потоке импульсов от генератора 8 сдвигающих импульсов.

Наиболее просто осуществляется воспроизведение любой функции распределения допустимого времени τ пребывания заявок в очереди при регулярном потоке импульсов сдвига, поступающих от генератора 8, и пуассоновских потоках импульсов, формируемых генераторами 9. Пусть в некоторый момент времени единственный сигнал (заявка) находится в i -ом разряде регистра 6 сдвига. За время $\tau^* = 1/f$ пре-

бывания заявки в i -ом разряде регистра 6 сдвига имеется определенная (заранее рассчитываемая) вероятность $P_i(\tau^*)$ появления импульса от i -го генератора 9 импульсного потока на входе i -го элемента И 10. Этот импульс проходит элемент ИЛИ 11 и появляется на выходе устройства 5 имитации очереди, а также на выходе модели, далее поступает через i -й элемент И 10 на нулевой установочный вход i -го разряда регистра 6 сдвига и устанавливает этот разряд в нулевое состояние, т. е. исключает данную заявку из очереди, так как допустимое время τ пребывания ее в очереди истекло. Если же за время τ^* через i -й элемент И 10 не пройдет ни одного импульса от i -го генератора 9 пуассоновского потока, то очередной импульс от генератора 8 регулярного потока перешлет единичный сигнал (продвинет заявку на позицию вперед) в следующий разряд регистра 6 сдвига.

Значения $P_i(\tau^*)$ при изменении i от 1 до N связаны с приращениями $\Delta_i F(t)$ воспроизводимой функции распределения $F(t)$ случайной величины τ следующим образом:

$$P_i(\tau^*) = \frac{\Delta_i F(t)}{1 - \sum_{j=1}^{i-1} \Delta_j F(t)}$$

Воспроизведение вероятностей $P_i(\tau^*)$ обеспечивается установкой соответствующих интенсивностей λ_i генераторов 9 импульсных потоков, формирующих в рассматриваемом случае экспоненциально распределенные временные интервалы между импульсами, обеспечивающие выполнение равенства,

$$P_i(\tau^*) = \int_0^{\tau^*} \lambda_i e^{-\lambda_i t} dt = 1 - e^{-\lambda_i \tau^*},$$

откуда при заданных значениях $P_i(\tau^*)$ находятся значения λ_i

$$\lambda_i = -f \ln [1 - P_i(\tau^*)].$$

Величина τ_m равна при этом суммарному времени пребывания единичного сигнала во всех разрядах регистра 6 сдвига

$$\tau_m = N/f.$$

По истечении этого времени заявка (импульс) появляется на $(N+1)$ -ом выходе регистра 6 сдвига (выход переполнения разрядной сетки регистра) и поступает через элемент ИЛИ 11 на выход устройства 5 имитации очереди, а также на выход модели.

Таким образом, регулировкой параметров импульсных потоков от генераторов 8 и 9 обеспечивается воспроизведение любых значений вероятностей $P_i(\tau^*)$ и тем самым требуемой произвольной функции распределения $F(t)$ допустимого времени τ пребывания заявок в очереди при заданном максимальном значении τ_m .

Дополнительные функциональные возможности предлагаемой стохастической модели системы массового обслуживания состоят в том,

что в ней воспроизводится случайный характер максимального допустимого времени τ_m пребывания заявок в очереди. Это достигается соответствующей настройкой генератора 8 сдвигающих импульсов. Так, при экспоненциальном распределении выходного потока генератора 8 величина τ_m будет распределена по закону Эрланга $(N-1)$ -го порядка. Настройка генератора 8 сдвигающих импульсов на нормальный закон распределения интервалов в выходном потоке обеспечивает получение нормально распределенной случайной величины τ_m . При этом соответствующей настройкой генераторов 9 импульсных потоков обеспечивается аппроксимация требуемых функций распределения допустимого времени τ пребывания заявок в очереди, в первом случае смесью распределений Эрланга $(i-1)$ -го порядка, $i=1, 2, \dots, N$, а во втором случае смесью нормальных распределений, являющихся i -кратными, $i=1, 2, \dots, N$, композициями нормальных распределений исходного потока сдвигающих импульсов от генератора 8.

Сигналы, появляющиеся на выходе модели (на выходе устройства 5 имитации очереди), образуют поток потерянных (необслуженных или не полностью обслуженных) заявок, поступающих на вход вычитания устройства 2 регистрации длины очереди, в котором с каждым импульсом обеспечивается уменьшение на единицу длины очереди заявок.

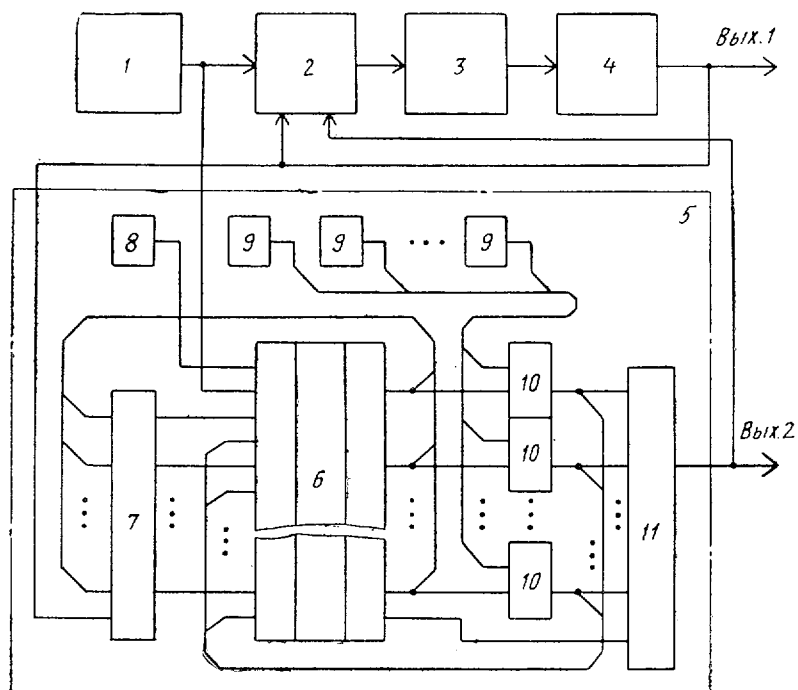
Импульсы с выхода модели 4 обслуживающего прибора образуют поток обслуженных заявок, поступающих на выход системы массового обслуживания, в блок 7 поиска и селективного гашения заявок и на вход вычитания устройства 2 регистрации длины очереди, при

этом блок 7 поиска и селективного гашения заявок обеспечивает поиск и исключение из очереди обслуженной заявки, т. е. подачу сигнала на нулевой установочный вход соответствующего разряда регистра 6 сдвига, а в устройстве 2 регистрации длины очереди обеспечивается с каждым импульсом уменьшение длины очереди на одну заявку.

Техническая эффективность данного изобретения заключается в расширении функциональных возможностей стохастической модели системы массового обслуживания, а именно — в обеспечении воспроизведения случайных значений допустимого времени пребывания заявок в очереди, распределенных по произвольному требуемому закону.

Формула изобретения

Стохастическая модель системы массового обслуживания по авт. св. № 311280, отличающаяся тем, что, с целью расширения класса решаемых задач, она содержит $(n-1)$ генераторов пуассоновских импульсных потоков с регулируемой интенсивностью $(n-1)$, двухвходовых элементов И и один $(n-1)$ входовой элемент ИЛИ, причем генераторы пуассоновских импульсных потоков через элементы И подключены к входам элемента ИЛИ, а выход элемента ИЛИ является первым выходом стохастической модели системы массового обслуживания, другие входы элементов И подключены к выходам соответствующих разрядов управляемого регистра сдвига, выходы элементов И подключены к установочным входам соответствующих разрядов управляемого регистра сдвига.

Составитель **И. Хазова**Редактор **Н. Суханова**Техред **З. Тараненко**Корректор **Л. Орлова**

Заказ 2314/16

Изд. № 1650

Тираж 864

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2