

## УДК 519.6

### Представление сложных систем в виде агрегатов

Иванов А.С. Мурзин Д.И. Астапов В.Н.

Самарский Государственный Технический Университет, Самара, e-mail:  
[alexandrivanov9644@yandex.ru](mailto:alexandrivanov9644@yandex.ru)

### Representation of complex systems in the form of aggregates

Ivanov A.S. Murzin D.I. Astapov V.N.

Samara State Technical University, Samara, e-mail:  
[alexandrivanov9644@yandex.ru](mailto:alexandrivanov9644@yandex.ru)

Рассмотрим СМО следующего вида: в моменты времени  $t_j$ , образующие случайный поток однородных событий, в систему поступают заявки. Заявка, поступившая в момент времени  $t_j$ , характеризуется параметром  $a_j$ . Если в момент времени  $t_j$  канал свободен, заявка немедленно принимается к обслуживанию. В противном случае заявка ставится в очередь, где может находиться некоторое ограниченное время  $\tau_j^{ож} = \varphi(\alpha_j, \beta)$  где  $\beta$  – параметр системы. Если до момента времени  $t_j + \tau_j^{ож}$  заявка не будет принята к обслуживанию, она получает отказ. Заявки принимаются к обслуживанию в порядке очереди. Длительность обслуживания  $\tau^{об} = \psi(\alpha_j, \beta)$ .

Consider the CFR of the following type: at time  $t_j$ , forming a random stream of homogeneous events, applications are received into the system. The application received at time  $t_j$  is characterized by the parameter  $a_j$ . If

the channel is free at time  $t_j$ , the request is immediately accepted for service. Otherwise, the application is put in a queue, where there may be some limited time  $\tau_j^{ож} = \varphi(\alpha_j, \beta)$  where  $\beta$  is the parameter the system. If the application is not accepted for service before the time  $t_j + \tau_j^{ож}$  it is refused. Applications are accepted for service on a first-come, first-served basis. Service duration  $\tau^{об} = \psi(\alpha_j, \beta)$ .

#### Техническое задание.

1. Представить в виде агрегата  $n$ -канальную СМО с ожиданием. Величина управляющего воздействия изменяется через  $j$  приходов заявок. Смысл управляющего воздействия – путём изменения количества мест в очереди обеспечить требуемую  $P_{отк}^{пр}$  и  $P_{обс}^{пр}$ . Правило выбора каналов – «по жребию». Заявки принимаются к обслуживанию в порядке поступления. Характеристика входного потока  $\lambda$ , потока обслуженных заявок  $\mu$ ; значения  $n, j, P_{отк}^{пр}, \Delta g$  приведены в таблице.

Номер варианта	1
$n$	1
$j$	10
$P_{отк}^{пр}$	0,1
$\lambda$	1
Среднее время обслуживание $\frac{1}{\mu}$ ед. времен.	0,2
$\Delta g$	1

2. Представить СМО в виде агрегата, для чего в первую очередь записать состояния агрегата  $z_l(t)$ .
3. Составить блок-схему алгоритма решения задачи и составить программу. 4. После проверки алгоритма преподавателем решить задачу на ЦВМ.
5. Провести анализ полученных результатов.

Целью моделирования является оценка доли обслуженных заявок и доли отказов. Состояния агрегата следующие:

$z_1(t)$  - время, оставшееся до конца обслуживания заявки;

$z_2(t)$  - величина управляющего сигнала.

Для построения операторной схемы алгоритма необходимы следующие операторы:

1.  $F_1$  - ввод исходных данных;
2.  $A_2$  - определение параметра  $\mu$  по формуле:

$$\mu := \frac{1}{\tau_{\text{обсл}}};$$

3.  $A_3$  - определение  $a$  по формуле:

$$a := U_1 + U_2;$$

4.  $A_4$  - определение  $U_1$  по формуле:

$$U_1 := U_2$$

5.  $P_5$  - проверка условия  $a < 4$ ;

6.  $A_6$  - определение  $a$  по формуле:

$$a := a - 4;$$

7.  $A_7$  - определение  $U_2$  по формуле:

$$U_2 := a;$$

8.  $A_8$  - определение числа  $\zeta$  из ряда случайных чисел с равномерным распределением в интервале  $[0;1]$  (РСЧ) по формуле:

$$\zeta := \frac{a}{4};$$

9.  $\Phi_9$  - формирование интервала между последовательными приходами заявок  $\tau^n$  по формуле:

$$\tau^n := -\frac{\ln \zeta}{\lambda}$$

10.  $A_{10}$  - определение моментов прихода заявок  $t^n$  по формуле:

$$t^n := t^n + \tau^n$$

11.  $P_{11}$  - проверка условия  $t^n < T$ ;

12.  $K_{12}$  - счётчик количества заявок, поступивших в систему,  $J$ :

$$\mathbf{J} := \mathbf{J} + 1;$$

13.  $P_{13}$  - проверка условия  $(\mathbf{J} \bmod \mathbf{J\_Control}) = 0$ ;

14.  $P_{14}$  - проверка условия  $\frac{L}{J} > P_{отр}^{np}$ ;

15.  $A_{15}$  - определение числа мест в очереди *Quic\_Maximum* по формуле:

$$\mathbf{Quic\_Maximum} := \mathbf{Queic\_Maximum} + \Delta g;$$

16.  $A_{16}$  - определение  $k$  по формуле:

$$k := 1;$$

17.  $A_{17}$  - определение минимального времени освобождения канала  $t_{min}^{ocb}$  по формуле:

$$t_{min}^{ocb} := t_k^{ocb};$$

18.  $A_{18}$  - определение номера *Channel* по формуле:

$$\mathbf{Channel} := k;$$

19.  $K_{19}$  - счётчик номера канала  $k$ :

$$k := k + 1;$$

20.  $P_{20}$  - проверка условия  $k \leq \mathbf{Number\_Of\_Channels}$ ;

21.  $P_{21}$  - проверка условия  $t_{min}^{ocb} < t_k^{ocb}$ ;

22.  $P_{22}$  - проверка условия  $t^n > t_{Channel}^{ocb}$ ;

23.  $P_{23}$  - проверка условия  $\mathbf{Length\_Of\_Quic} = 0$ ;

24.  $\Phi_{24}$  - формирование момента начала обслуживания заявки  $t^n$  по формуле:

$$t^n := t^{(n)};$$

25.  $\Phi_{25}$  - формирование случайного времени обслуживания заявки  $\tau^{обсл}$  по формуле:

$$\tau^{обсл} := -\frac{\ln \zeta}{\mu}$$

26.  $P_{26}$  - проверка условия  $t^{(H)} + \tau^{(обсл)} \leq T$ ;

27.  $A_{27}$  - определение момента освобождения канала номер *Channel* от обслуживания заявки  $t_{Channel}^{ocb}$  по формуле:

$$t_{Channel}^{ocb} = t^H + \tau^{обсл}$$

28.  $K_{28}$  - счётчик количества обслуженных заявок  $M$ :

$$M := M + 1$$

29.  $K_{29}$  - счётчик количества заявок, получивших отказ,  $L$ :

$$L := L + 1$$

30.  $P_{30}$  - проверка условия  $\max J < J_{max}$  □;

31.  $A_{31}$  - определение  $w$  по формуле:

$$w:=1;$$

32. .  $\Phi_{32}$  – формирование момента начала обслуживания заявки  $t^H$  по формуле:

$$t^H = t_{Channel}^{обс}$$

33. .  $P_{33}$  – проверка условия  $w < Quic\_Of\_Length$  ;

34. .  $A_{34}$  – определение положений заявок в очереди  $Quic[w]$  по формуле:

$$Quic [w]:= Quic [w+1]$$

35. .  $K_{35}$  – счётчик номера очереди  $w$ :

$$w:=w+1$$

36. .  $A_{36}$  – определение параметра освободившегося места в очереди  $Queue[w]$  по формуле;

$$Quic[w]:=0$$

37. .  $A_{37}$  – определение длины очереди  $Length\_Of\_Quic$  по формуле:

$$Length\_Of\_Quic:= Length\_Of\_Quic-1$$

38. .  $P_{38}$  – проверка условия

$$Length\_Of\_Quic < Length\_Of\_Quic\_Maximum$$

39.  $A_{39}$ - определение длины очереди  $Length\_Of\_Queue$  по формуле:

$$Length\_Of\_Quic := Length\_Of\_Quic + 1$$

40.  $A_{40}$  – определение  $w$  по формуле:

$$w:= Length\_Of\_Quic ;$$

41.  $A_{41}$  - определение параметра занимаемого места в очереди  $Queue[w]$  по формуле:

$$Quic[w ]:= t^n ;$$

42.  $A_{42}$  - определение доли обслуженных заявок  $P^{обсл}$  по формуле:

$$c ;$$

43.  $A_{43}$  - определение доли заявок, получивших отказ,  $P^{отк}$  по формуле

$$P^{отк} := \frac{L}{J}$$

44.  $Я_{44}$  - конец вычислений и выдача результатов.

Операторы, имеющие после номера букву, совершенно аналогичны оператору с тем же номером, но без буквы.

Исходные данные:

1.  $\lambda = 1$ ;

2.  $\tau_{ср}^{обсл} = 0.2$ ;

3.  $Number\_Of\_Channels = 1$ ;

4.  $Channel = 1$ ;

5.  $\tau^n = 0$ ;

6.  $T = 1000$ ;

7.  $J_{max} = 200$ ;
8.  $J_{control} = 10$ ;
9.  $\Delta g = 1$ ;
10.  $P_{np}^{(отк)} = 0.1$ ;
11.  $U_1 = 3.141592$ ;
12.  $U_2 = 0.542101$ ;

Операторская схема алгоритма:

$$\begin{aligned}
& F_1 A_2^{2,29\delta,30,41} A_3 A_4 P_5^{\downarrow 6, \downarrow 7} 5 A_6^{\downarrow 7} 5,6 A_7 A_8 \Phi_9 A_{10} P_{11}^{\downarrow 12, \downarrow 16a} 5 K_{12} P_{13}^{\downarrow 14, \downarrow 16} \\
& 13 P_{14}^{\downarrow 15, \downarrow 16} 14 A_{15}^{\downarrow 16} 13,14,15,30a A_{16}^{\downarrow 17} 16 A_{17} A_{18} K_{19}^{\downarrow 20} 19,19a P_{20}^{\downarrow 21, \downarrow 22} 20 P_{21}^{\downarrow 17a, \downarrow 19a} \\
& 21 A_{17a}^{\downarrow 18a} 17a A_{18a}^{\downarrow 19a} 18a,21 K_{19a}^{\uparrow 20} 20 P_{22}^{\downarrow 23, \downarrow 38} 22 P_{23}^{\downarrow 24, \downarrow 31} 23 \Phi_{24} \Phi_{25}^{\downarrow 26} 25 P_{26}^{\downarrow 27, \downarrow 29} \\
& 26 A_{27} K_{28}^{\downarrow 30} 26 K_{29}^{\downarrow 30} 28,29 P_{30}^{\uparrow 3, \downarrow 23a} 23 A_{31} \Phi_{32}^{\downarrow 25a} 32 \Phi_{25a} P_{26a}^{\downarrow 27a, \downarrow 29a} 26a A_{27a} K_{28a}^{\downarrow 33} \\
& 26a K_{29a}^{\downarrow 33} 26a,29a,35 P_{33}^{\downarrow 34, \downarrow 36} 33 A_{34} K_{35}^{\uparrow 33} 33 A_{36} A_{37}^{\downarrow 30a} 37 P_{30a}^{\uparrow 16, \uparrow 23a} 22 P_{38}^{\downarrow 39, \downarrow 29\delta} 38 A_{39} \\
& A_{40} A_{41}^{\uparrow 3} 38 K_{29\delta}^{\uparrow 3} 23a A_{3a} A_{4a} P_{5a}^{\downarrow 6a, \downarrow 7a} 5a A_{6a}^{\downarrow 7a} 5a,6a A_{7a} A_{8a}^{\downarrow P23\delta} 8a,11 P_{23\delta}^{\downarrow 16a, \downarrow P23a} \\
& 23\delta A_{16a}^{\downarrow 17\delta} 16a A_{17\delta} A_{18\delta} K_{19\delta}^{\downarrow 20a} 19\delta,19e P_{20a}^{\downarrow 21a, \downarrow 31a} 20a P_{21a}^{\downarrow 17e, \downarrow 19e} 21a A_{17e}^{\downarrow 18e} 17e A_{18e}^{\downarrow 19e} \\
& 18e,21a K_{19e}^{\uparrow 20a} 20a A_{31a} A_{32a}^{\downarrow 25\delta} 32a A_{25\delta} P_{26\delta}^{\downarrow 27\delta, \downarrow 29e} 26\delta A_{27\delta} A_{28\delta}^{\downarrow 33a} 26\delta K_{29e}^{\downarrow 33a} \\
& 26\delta,29e,35a P_{33a}^{\downarrow 34a, \downarrow 36a} 33a A_{34a} K_{35a}^{\uparrow 33a} 33a A_{36a} A_{37a}^{\uparrow 23a} 23\delta,30,30a,37a P_{23a}^{\downarrow 42, \downarrow 3a} 23a A_{42} \\
& A_{43} \mathcal{Y}_{44}.
\end{aligned}$$

Блок-схема алгоритма.



















