ЭКОНОМИКА 1970
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ том VI, вып. 6

О КОНФЛИКТНЫХ ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

Б. Д. КОШАРСКИЙ, А. Т. АШЕРОВ, М. С. СКОРОБОГАТОВ

(Харьков)

Функционирование автоматизированной технико-экономической системы связано с решением на вычислительном центре (ВЦ) * алгоритмизированных задач управления двух видов: а) регламентных задач с установленными временем возникновения и приоритетами; б) внерегламентных задач, вероятностных по времени и возможности их возникновения. Внерегламентные задачи вызваны к решению средствами вычислительной техники по той причине, что, являясь задачами оперативного управления, они носят конфликтный характер (для их решения нужно отдать предпочтение одному из множества вариантов). Ситуация конфликта возникает в результате несоответствия «интересов» системы и отдельных ее подсистем, несовпадения «интересов» отдельных подсистем, несовпадения «интересов» системы в данный момент времени и в будущем и т. д. Причины возникновения конфликтных задач составляют конечное множество I и вытекают из: а) отсутствия или нехватки материала, полуфабриката или энергии; б) аварии технологического, энергетического или транспортного оборудования; в) изменения плановых заданий или заказов; г) отклонения от нормативов; д) неритмичной работы производственных подразделений и т. п. Причины возникновения конфликтных задач могут быть перенумерованы: $i_\alpha \in I$, $\alpha = 1, 2, \ldots, m$.

Различаются первичные и производные конфликтные задачи. Задачами вида $i \in I$ называются первичные конфликтные задачи, имеющие одну причину возникновения.

В настоящей работе рассматриваются: а) определение случайного числа конфликтных задач за время $(0, t)$; б) стабильность установленного регламента работы вычислительного центра в автоматизированной технико-экономической системе управления (АТЭСУ); в) определение необходимого фонда машинного времени для решения конфликтных задач; г) рациональность нарушения регламента ВЦ для решения конфликтных задач.

Решение этих вопросов, связанное с определением условий нормального функционирования ЭВМ в автоматизированных технико-экономических системах, может оказать существенное влияние на выбор парка машин ВЦ и определение их резерва исходя не только из условий надежности работы ЭВМ, но и условий стабильности регламента работы ВЦ и нормального функционирования АТЭСУ.

---

* Речь идет о наиболее распространенных однопрограммных автоматизированных системах управления промышленными предприятиями, решающее звено (например, ЭВМ) которых сосредоточено на ВЦ.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛУЧАЙНОГО ЧИСЛА КОНФЛИКТНЫХ ЗАДАЧ ЗА ВРЕМЯ $(0, t)$

Имеется $(m+1)$ поток событий: события просеянных потоков $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_m$ заключаются в появлении конфликтных задач видов $i_\alpha \in I$, $\alpha = 1, 2, \ldots, m$; поток Φ_{m+1} представляет собой суперпозицию просеянных потоков. На временной полуоси моменты $\theta_n(i)$ появления конфликтных задач вида i разделены случайными интервалами $\delta_n(i)$ так, что $\theta_n(i) = \sum\limits_{j=0}^{n-1} \delta_j(i)$, $n = 1, 2, \ldots$; $i = 1, 2, \ldots, m$; $\delta_0(i) = 0$; моменты θ_n появления событий в суммарном потоке разделены случайными интервалами δ_n так, что $\theta_n = \sum\limits_{j=0}^{n-1} \delta_j$, $n = 1, 2, \ldots$; $\delta_0 = 0$. Предположим, что: а) все величины $\delta_n(i)$ и δ_n независимы; б) все периоды $\delta_n(i)$ распределены одинаково по законам $W_i(t) = P\{\delta_n(i) > t\}$ с математическим ожиданием $\beta_i = M[\delta_n(i)]$ и дисперсией $\rho_i^2 = D[\delta_n(i)]$; в) все периоды δ_n распределены одинаково по закону $W(t) = P\{\delta_n > t\}$ с математическим ожиданием $\beta = M[\delta_n]$ и дисперсией $\rho^2 = D[\delta_n]$; г) законы $W_i(t)$ и $W(t)$ имеют непрерывные плотности соответственно $w_i(t) = -W_i'(t)$, $w(t) = -W'(t)$. Случайная величина $\nu_i(t)$, равная числу конфликтных задач вида i к моменту t, определяется из условия

$$t_{\nu_i(t)} < t \leqslant t_{\nu_i(t)+1}. \tag{1}$$

Величина $\nu_i(t)$ может принимать только целые неотрицательные значения. Заметим, что

$$P\{\nu_i(t) \geqslant n\} = P\{\theta_n(i) < t\} = P\{\delta_1(i) + \delta_2(i) + \ldots + \delta_{n-1}(i) < t\} = \\ = W_i^{(n)}(t), \tag{2}$$

где $W_i^{(n)}(t)$ — законы распределения суммы n одинаково распределенных величин $\nu_i(t) = 1, \ldots, \nu_i(t) = n$ — выражаются интегралом типа свертки

$$W_i^{(n)}(t) = \int\limits_0^t W_i^{(n-1)}(t-\delta)\, dW(\delta),\ W_i^{(1)}(t) = W(t). \tag{3}$$

Из (2) следует, что

$$P_i^{(n)}(t) = P\{\nu_i(t) = n\} = W_i^{(n)}(t) - W_i^{(n+1)}(t). \tag{4}$$

Среднее число конфликтных задач вида i, возникших до момента t, равно

$$V_i(t) = M[\nu_i(t)] = \sum_{n=1}^{\infty} nP_i^{(n)}(t) = \sum_{n=1}^{\infty} n[W_i^{(n)}(t) - W_i^{(n+1)}(t)] =$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} nW_i^{(n)}(t) - \sum_{n=2}^{\infty} (n-1) W_i^{(n)}(t) = \sum_{n=1}^{\infty} W_i^{(n)}(t)$$

или

$$V_i(t) = \sum_{n=1}^{\infty} W_i^{(n)}(t). \tag{5}$$

Среднее число конфликтных задач всех видов за $(0, t)$ равно

$$V(t) = M[\nu(t)] = \sum_{i=1}^{m} M[\nu_i(t)] = \sum_{i=1}^{m} V_i(t) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{n=1}^{\infty} W_i^{(n)}(t). \tag{6}$$

Среднее число конфликтных задач за единицу времени (если эта единица мала) представляет собой опасность сбоя в системе управления и равна

$$v_i(t) = V_i'(t),\ v(t) = V'(t) = \sum_{i=1}^{m} v_i(t).$$

Из (5) следует, что опасность сбоя выражается рядом

$$v_i(t) = \sum_{n=1}^{\infty} w_i^{(n)}(t),\quad v(t) = \sum_{n=1}^{\infty} w^{(n)}(t), \tag{7}$$

где

$$w_i^{(n)}(t) = \frac{dW_i^{(n)}(t)}{dt},\ w^{(n)}(t) = \frac{dW^{(n)}(t)}{dt}.$$

В периоды функционирования промышленного предприятия, когда управленческая, технологическая и организационная дисциплины существенно не меняются, для потоков $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_m$ выполняются условия стационарности, ординарности и отсутствия последействия, в силу чего они являются простейшими, или однородными процессами Пуассона. Так как просеянные потоки взаимно независимы и каждый представляет собой пуассоновский поток, то суммарный поток тоже будет пуассоновским с параметром, равным сумме параметров слагаемых потоков [1]. Для пуассоновского распределения ряд формул существенно упрощается.

Плотности распределения

$$w_i(t) = \lambda_i e^{-\lambda_i t},\ \lambda_i = \frac{1}{\beta_i}; \tag{8}$$

$$w(t) = \lambda e^{-\lambda t},\ \lambda = \frac{1}{\beta} = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{\beta_i}; \tag{9}$$

функции надежности

$$W_i(t) = 1 - e^{-\lambda_i t},\ W(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \tag{10}$$

Число конфликтных задач вида i имеет распределение

$$P_i^{(n)}(t) = P\{\nu_i(t) = n\} = \frac{(\lambda_i t)^n}{n!} e^{-\lambda_i t}, \tag{11}$$

где $\lambda_i t = V_i(t)$. Величина $\nu(t)$ распределена по закону

$$P^{(n)}(t) = P\{\nu(t) = n\} = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}, \tag{12}$$

где $\lambda t = V(t)$. В частности, $P^{(0)}(t) = 1 - W(t) = e^{\lambda t}$. Опасности сбоя

$$v_i(t) = \lambda_i,\ v(t) = \lambda = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i.$$

Для практических нужд представляется интересным знание числа конфликтных задач для большого времени t; в [2] показано, что для процессов, аналогичных изучаемым, случайная величина $\nu(t)$ асимптотически нормальна со средним $M[\nu(t)] \sim t/\beta$ и дисперсией $D[\nu(t)] \sim \rho^2 t/\beta^3$. Этот факт позволяет просто и достаточно точно оценить возможное число конфликтных задач на большом интервале времени. С вероятностью $1 - \varepsilon$ число задач за $(0, t)$ будет заключено в пределах

$$\frac{t}{\beta} - u_{\varepsilon/2} \frac{\rho\sqrt{t}}{\beta^{3/2}} < \nu(t) < \frac{t}{\beta} + u_{\varepsilon/2} \frac{\rho\sqrt{t}}{\beta^{3/2}}, \tag{13}$$

где $u_{\varepsilon/2}$ — квантиль нормального распределения при двусторонней оценке с вероятностью $1-\varepsilon$.

Пример 1. Пусть среднее время появления конфликтных задач $\beta = 50$ час., дисперсия наработки на задачу $\rho^2 = 900$ час^2. Требуется с вероятностью 0,9 оценить число конфликтных задач, которые могут появиться за 500 час.

Так как нужна лишь односторонняя оценка, при заданном $\varepsilon = 0{,}1$ находим по таблицам u_ε из условия

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int\limits_{-\infty}^{u_\varepsilon} e^{-x^2/2}\, dx = 1-\varepsilon; \quad u_\varepsilon = 1{,}281.$$

Тогда с вероятностью 0,9 выполняется неравенство

$$\nu(t) < \frac{t}{\beta} - u_\varepsilon \frac{\rho\sqrt{t}}{\beta^{3/2}} = \frac{500}{50} + 1{,}281 \frac{30\sqrt{500}}{\sqrt{50^3}} \approx 12.$$

2. СТАБИЛЬНОСТЬ РЕГЛАМЕНТА РАБОТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Если все возникающие конфликтные задачи поступают для решения на ВЦ, то потоки событий будут определяться иначе. Условимся, что автоматизированная технико-экономическая система функционирует стационарно и начинает наблюдаться с момента поступления на ВЦ конфликтной задачи. Процессор ВЦ решает случайное время τ_1' конфликтную задачу, затем ведет некоторое случайное время τ_1'' регламентные работы, после чего в течение τ_2' решает конфликтную задачу; а в τ_2'' выполняет снова регламентные работы и т. д. При этом τ' есть полное время решения первичной конфликтной задачи и всех ее производных, необходимых для первичной задачи.

Моменты $t_n' = Q_n = \sum\limits_{j=0}^{n-1} \delta_j$, $n = 1, 2, \ldots, \delta_0 = 0$, соответствующие окончанию времени τ''_{n-1} ведения регламентных работ, назовем отказами регламента или просто отказами. Моменты $t_n'' = \sum\limits_{j=0}^{n-1} \delta_j + \tau_i'$, $n = 1, 2, \ldots, \delta_0 = 0$, соответствующие окончанию периода τ_n' решения конфликтной задачи, назовем восстановлениями регламента или просто восстановлениями. Отказы регламента, соответствующие поступлению конфликтной задачи вида i, назовем отказами вида i.

Если предположить, что: а) все величины τ_n' и τ_n'' независимы; б) все периоды τ_n' распределены одинаково по закону* $F(t) = P\{\tau_n' > t\}$ с математическим ожиданием $T_1 = M[\tau_n']$ и дисперсией $\sigma_1^2 = D[\tau_n']$; в) все периоды τ_n'' распределены одинаково по закону $G(t) = P\{\tau_n'' > t\}$ с математическим ожиданием $T_2 = M[\tau_n'']$ и дисперсией $\sigma_2^2 = D[\tau_n'']$; г) законы $F(t)$ и $G(t)$ имеют непрерывные плотности соответственно $f(t) = F'(t)$ и $g(t) = G'(t)$; д) $\sigma_1^2 + \sigma_2^2 \neq 0$ (чтобы не отвлекаться на вырожденный случай), то рассматриваемый процесс является простым процессом восстановления с конечным временем восстановления.

Все результаты, полученные в п. 1, могут быть распространены на процесс отказов регламента. Так, среднее число отказов регламента за $(0, t)$, называемое функцией восстановления,

$$H(t) = V(t) = \sum_{n=1}^{\infty} G^{(n)}(t) \tag{14}$$

---

* Все характеристики, относящиеся к отказам вида $i \in I$, в дальнейшем будут иметь индекс «i».

и удовлетворяет интегральному уравнению [2]

$$H(t) = G(t) + \int_0^t H(t-\Delta)\, dG(\Delta).$$

Опасность отказов

$$h(t) = H'(t) = g(t) + \int_0^t h(t-z)\, g(z)\, dz. \tag{15}$$

Вероятность отказа регламента в момент t по i-й причине равна отношению $h_i(t)\,/\,h(t)$, а поэтому распределение длительности периода восстановления, начавшегося в момент t, может быть найдено по формуле полных вероятностей

$$F(t) = P\{\tau_n' > t\} = \sum_{i=1}^{m} \frac{h_i(t)}{h(t)} F_i(t). \tag{16}$$

Если за время $(0, t)$ многократно происходили отказы вида i, то интенсивности $h_i(t)$ и $h(t)$ меняются очень медленно, поэтому можно предположить

$$h_i(t) \equiv h_i, \quad h(t) \equiv h.$$

Тогда периоды регламентных работ распределены по экспоненциальному закону

$$G(t) = P\{\tau_n'' > t\} = 1 - e^{-ht}, \tag{17}$$

а периоды восстановления имеют распределение

$$F(t) = P\{\tau_n' > t\} = \sum_{i=1}^{m} \frac{h_i}{h} F_i(t). \tag{18}$$

Среднее время сохранения регламента из (17) равно

$$T_2 = \int_0^\infty e^{-ht}\, dt = \frac{1}{h}, \tag{19}$$

а среднее время его восстановления

$$T_1 = \int_0^\infty [1 - F(t)]\, dt = \sum_{i=1}^{m} \frac{h_i}{h} T_{1i}. \tag{20}$$

Вероятность того, что в момент t ведутся регламентные работы, определяется коэффициентом стабильности регламента $k_c(t)$. Для его нахождения рассмотрим события $A_n = \{t_n'' < t < t'_{n+1}\}$, $n = 1, 2, \ldots$. Событие A_n состоит в том, что к моменту t произошло n восстановлений и в момент t ведутся регламентные работы.

Событие B, состоящее в отсутствии конфликтной задачи в момент t, равно сумме событий A_n

$$B = \bigcup_{n=1}^{\infty} A_n.$$

Отсюда, из-за несовместимости событий A_n

$$k_c(t) = P\{B\} = \sum_{n=1}^{\infty} P\{A_n\}. \tag{21}$$

Как показано в [3], с увеличением времени $t \to \infty$ величина (21) стремится к своему стационарному значению $k_c \sim T_2\,/\,(T_1 + T_2)$. С учетом

(20) коэффициент стабильности регламента можно принять

$$k_c = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{m} h_i T_{1i}}. \tag{22}$$

Вероятность сохранения установленного регламента работы в течение $(0, t)$

$$P(t) = k_c e^{-ht} = k_c e^{-t/T_2}. \tag{23}$$

Если автоматизированная система управления наблюдается достаточно долго, то интенсивности $h_i(t)$ и $h(t)$ приближаются к своим пределам (теорема о плотностях восстановления [2]) *

$$\lim_{t\to\infty} h_i(t) = \frac{1}{T_{2i}}; \ \lim_{t\to\infty} h(t) = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{T_{2i}}.$$

В этом случае формулы (19), (20), (22), (23) получают вид

$$T_2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} \frac{1}{T_{2i}}}; \ T_1 = T_2 \sum_{i=1}^{m} \frac{T_{1i}}{T_{2i}}; \ k_c = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{m} \frac{T_{1i}}{T_{2i}}}; \tag{24}$$

$$P(t) = k_c e^{-t/T_2}. \tag{25}$$

Пример 2. Определить стабильность установленного регламента работы ВЦ и вероятность его сохранения в течение 10 час. работы, если потоки конфликтных задач, возникающие по трем причинам, являются пуассоновскими с параметрами соответственно

$\lambda_1 = 0,1$ задача / час.; $\lambda_2 = 0,05$ задача / час.; $\lambda_3 = 0,04$ задача / час.

Потоки восстановлений также пуассоновские с параметрами: $\mu_1 = 2$ задача/час., $\mu_2 = 3$ задача/час., $\mu_3 = 2,5$ задача/час., и все конфликтные задачи поступают для решения на ВЦ.

Согласно (8)

$$T_{11} = 1/\mu_1 = 0,5 \text{ час.}; \quad T_{12} = 1/\mu_2 = 0,33 \text{ час.}; \quad T_{13} = 1/\mu_3 = 0,4 \text{ час.};$$

$$T_{21} = 1/\lambda_1 = 10 \text{ час.}; \quad T_{22} = 1/\lambda_2 = 20 \text{ час.}; \quad T_{23} = 1/\lambda_3 = 25 \text{ час.}$$

Коэффициент стабильности регламента работ ВЦ

$$k_c = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{m} T_{1i}/T_{2i}} = \frac{1}{1 + (0,5/10 + 0,33/20 + 0,4/25)} = 0,92.$$

Согласно (24), среднее время сохранения регламента $T_2 \approx 5,25$ час.; вероятность его из (25)

$$P(t) = 0,92 e^{-10/5,25} = 0,135.$$

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ НАРАБОТКИ ВРЕМЕНИ РЕШЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Сумма всех периодов τ_n восстановлений регламентных работ до момента t, включая и неполный период восстановления, примыкающий к моменту t, называется суммарной наработкой времени восстановления регламента до момента t и обозначается N_t. Таким образом, суммарная наработка

* Для пуассоновских потоков отказов и восстановлений это справедливо на любом интервале времени.

времени восстановления — это суммарное время решения внерегламентных конфликтных задач до момента t.

Пусть фонд машинного времени для решения конфликтных задач управления, равный γ, будет исчерпан в случайный момент времени t_γ. Между N_t и t_γ существует связь

$$P\{N_t < \gamma\} = P\{t_\gamma > t\}.$$

Для определения законов распределения N_t и t_γ рассмотрим отдельно потоки периодов τ_n' и τ_n''.

В величине $\gamma = \tau_1' + \tau_2' + \ldots + \tau_4'$ число слагаемых равно числу $\nu^1(\gamma)$ восстановлений регламентных работ, происшедших до момента t_γ; в разности $t_\gamma - \gamma = \tau_1'' + \tau_2'' + \ldots + \tau_\varkappa''$ число слагаемых равно числу $\nu^2(t_\gamma - \gamma)$ отказов регламента, происшедших до момента t_γ. Эти числа равны, т. е. $\nu^1(\gamma) = \nu^2(t_\gamma - \gamma)$. Тогда из события $\{t_\gamma > t\}$ следует, что $\nu^1(\gamma) = \nu^2(t_\gamma - \gamma) \geqslant \nu^2(t - \gamma)$, а поэтому вероятность

$$\Psi(\gamma, t) = P\{N_t < \gamma\} = P\{t_\gamma > t\} = P\{\nu^1(\gamma) \geqslant \nu^2(t - \gamma)\}. \quad (26)$$

При известных распределениях $\nu^1(y)$ и $\nu^2(y)$ по (4)

$$\Psi(\gamma, t) = \sum_{n=1}^{\infty} [G^{(n)}(t - \gamma) - G^{(n+1)}(t - \gamma)]\, F^{(n)}(\gamma), \quad (27)$$

где, как обычно, $G^{(0)}(t - \gamma) = F^{(0)}(\gamma) \equiv 1$. Формулу (27) можно использовать при небольшом t, когда для вычисления ряда потребуется сравнительно немного его членов. С ростом t выражение (27) становится малопригодным, и поэтому представляется интересным асимптотическое поведение вероятности $\Psi(\gamma, t)$ при t и $\gamma \to \infty$. Исследование предельных свойств подобного выражения приведено в [3]. При $t \to \infty$ величина N_t асимптотически нормальна с математическим ожиданием

$$M[N_t] \sim \frac{T_1}{T_1 + T_2}\, t \quad (28)$$

и дисперсией

$$D[N_t] \sim \frac{T_1^2 T_2^2 \left(\frac{\sigma_1^2}{T_1^2} + \frac{\sigma_2^2}{T_2^2}\right)}{(T_1 + T_2)^3}\, t. \quad (29)$$

Аналогично при $\gamma \to \infty$ величина t_γ асимптотически нормальна с математическим ожиданием

$$M[t_\gamma] \sim \frac{T_1 + T_2}{T_1}\, \gamma \quad (30)$$

и дисперсией

$$D[t_\gamma] \sim \left(\frac{\sigma_1^2}{T_1^2} + \frac{\sigma_2^2}{T_2^2}\right) \frac{T_2^2}{T_1}\, \gamma. \quad (31)$$

Пример 3. Пусть $T_1 = 4$ час.; $T_2 = 30$ час.; $\sigma_1 = 1$ час.; $\sigma_2 = 6$ час. Требуется определить суммарную наработку N_t времени решения конфликтных задач за $t = 2000$ час. и момент времени t_γ, к которому будет исчерпан фонд $\gamma = 200$ час. машинного времени на внерегламентные задачи.

Из (28) — (30) получаем

$$M[N_t] \sim 235 \text{ час.}; \quad \sqrt{D[N_t]} \sim 9 \text{ час.};$$

$$M[t_\gamma] \sim 1700 \text{ час.}; \quad \sqrt{D[t_\gamma]} \sim 68 \text{ час.}$$

Следовательно, с вероятностью $1-\varepsilon=0{,}95$ суммарная наработка N_t заключена в пределах

$$M[N_t]-u_{\varepsilon/2}\sqrt{D[N_t]}<N_t<M[N_t]+u_{\varepsilon/2}\sqrt{D[N_t]}$$

или

$$217<N_t<253,$$

а момент t_γ — в пределах

$$M[t_\gamma]-u_{\varepsilon/2}\sqrt{D[t_\gamma]}<t_\gamma<M[t_\gamma]+u_{\varepsilon/2}\sqrt{D[t_\gamma]}$$

или

$$1564<t_\gamma<1836.$$

4. РАЦИОНАЛЬНОСТЬ НАРУШЕНИЯ РЕГЛАМЕНТА РАБОТЫ ВЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Так как поступление конфликтных задач на ВЦ для их решения носит вероятностный характер, а задачи по своей природе требуют немедленного решения, не представляется возможным оперативно и точно оценить целесообразность нарушения регламентных работ в каждом случае. Однако можно построить тактические оценки, оптимальные в статистическом смысле. Если календарное наблюдаемое время разбить на непересекающиеся интервалы ξ_{lr}, $r=1,2,\ldots$, и каждому интервалу сопоставить функцию $C_{lr}(t)$ ущерба от нарушения регламентных работ, то всегда возможно выделить конечное число ψ групп интервалов, для которых функции ущерба достаточно близки. Тогда функция ущерба для интервала ξ_{lr}, относящегося к l-й группе, $l=1,2,\ldots,\psi$, будет определяться некоторым средним значением $\bar{C}_l(t)$.

В общем случае каждому виду $i\in I$ конфликтных задач также может быть сопоставлено среднее значение функции эффекта $\bar{E}_{il}(t)$ от решения задачи, возникшей внутри периода ξ_{lr}. Тогда для каждого момента θ_n, попавшего внутрь ξ_{lr}, положительное значение функции

$$Y_n(t)=\bar{C}_l(t)-\bar{E}_{il}(t) \tag{32}$$

является достаточным условием пересмотра регламента ВЦ для решения возникшей конфликтной задачи с абсолютным приоритетом. Естественно, что функция $Y_n(t)$ может принимать значения, меньшие нуля. В связи с этим изучаемый процесс будет представляться как процесс восстановления с конечным временем восстановления и вероятностным отбором точек отказов.

Если значение функции (32) является не единственным критерием для решения вопроса целесообразности нарушения регламента, то должна быть построена более дальновидная (стратегическая) оценка, учитывающая конкретные ограничения (например, ограниченный фонд машинного времени на решение внерегламентных задач и др.) и дающая критерий для отбора точек отказов. Построение стратегических оценок, оптимальных в статическом смысле,— предмет дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. П. Климов. Стохастические системы обслуживания. М., «Наука», 1966.
2. Д. Р. Кокс, В. Л. Смит. Теория восстановления. М., «Сов. радио», 1967.
3. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. Математические методы в теории надежности. М., «Наука», 1965.

Поступила в редакцию
4 IV 1967