Цель принятия решений при управлении формулируется следующим образом: выбрать переменные $U_{ij}(l)$, $(ij) \in X$, $l = 0, \ldots, L-1$, удовлетворяющие условию (2) и ограничениям (3) и (4), переводящие проект из начального состояния в конечное, так, чтобы свести до минимума общий критерий (2).

Математическая формулировка порождает типичную проблему управления и позволяет использовать весь аппарат современной теории управления для решения задачи оптимального использования распределения ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Трапезников. Автоматическое управление и экономика. «Автоматика и телемеханика», № 1. Изд-во «Наука», 1966.
2. Н. П. Бусленко. К теории сложных систем. Изв. АН СССР. «Техническая кибернетика», № 5, 1963.
3. Е. Б. Забежинская. К вопросу об исследовании организационных структур. Труды Ленэлектронмаш, т. V, VI, 1969.
4. А. И. Чуханов. Некоторые вопросы оптимизации системы управления большим проектом с иерархической структурой. «Экономика и математические методы», т. IV, вып. 3, 1968.
5. В. И. Петров. Структура автоматизированных систем управления предприятием. «Автоматика и вычислительная техника», № 1. Изд-во «Зинатне», Рига, 1970.
6. Radivoj Petrovic. Optimizion of Resourel allocation in Project Planning. Operations Resarch, 1968, vol. 16, № 3.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ МЕЖДУ ПОДСИСТЕМАМИ АСУП

И. В. Кузьмин, В. Ф. Канарский, В. Т. Мирошниченко, В. И. Гальченко

Харьков

Автоматизированные системы управления производством (АСУП) требуют системного подхода к оптимальному решению задач управления на всех уровнях иерархической структуры предприятия как на этапе разработки, так и при реализации плановых заданий. Этот непрерывный логико-вычислительный процесс требует четкой взаимосвязи между подсистемами, основанной на единых первичных источниках информации. Выходные (входные) показатели подсистем можно условно разбить на две группы: стационарную и нестационарную. Под стационарной информацией будет пониматься полный объем плановых и планово-производных показателей, период повторения (декада, месяц, квартал и т. д.) которых определяется сетевым графиком планирования хода производства; под нестационарной — объем оперативной информации, возникающей в процессе

реального хода производства. Выбор технических средств, обеспечивающий в должной мере обмен информацией между подсистемами, в первую очередь зависит от соотношения этих двух видов информации, циркулирующих между отдельными подсистемами и верхними уровнями иерархической структуры предприятия [1]. При этом исходные показатели, определяющие объемы информации между подсистемами:

N — количество заказов на предприятии ($i = 1, 2, \ldots, N$);

Q — полный объем финансирования,

$$Q = \sum_{i=1}^{i=N} Q_i; \tag{1}$$

где Q_i — объем финансирования i-го заказа;

$T_{i\,\text{пр}}$ — приведенная длительность условного среднего заказа

$$T_{i\,\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} T_i}{N}, \tag{2}$$

где T_i — плановая длительность выполнения i-го заказа.

Оперируя понятиями временно́й коэффициент удельных плановых затрат

$$K_{\text{уд}} = \frac{Q}{N} T_{i\,\text{пр}},$$

который с учетом (2) запишется

$$K_{\text{уд}} = \frac{Q}{N^2} \sum_{i=1}^{i=N} T_i,$$

и временно́й коэффициент максимальных плановых затрат на наиболее сложный заказ, имеющий минимальный коэффициент преемственности

$$K_{\text{уд. max}} = \max [Q_i T_i], \tag{3}$$

получим выражение для приведенного коэффициента плановых затрат

$$K_{\text{уд. пр}} = \frac{K_{\text{уд}}}{K_{\text{уд. max}}}.$$

Структура технических средств, обеспечивающая передачу потоков стационарной информации, является производной от финансовых затрат, отражающих сложность каждого заказа, и характеризуется $K_{\text{ст. ф}}$ — коэффициентом стабильности, который с достаточной степенью точности для мелкосерийного производства можно считать [2] равным

$$K_{\text{ст. ф}} = k\left(1 - e^{-K_{\text{уд. пр}}}\right),$$

где k — статистический коэффициент стабильности плана, определяющий постоянство заказов, получаемых предприятием, на планируемый период (для приборостроительных заводов $0{,}2 \leqslant k \leqslant 0{,}8$).

Условный объем стационарной информации между отдельными подсистемами

$$I_{jf} = (1 + K_{\text{ст. }q}) \sum_{j=1;\, f=1}^{j=q;\, f=q} I_{0jf} R_{jf}, \quad (j \neq f), \tag{4}$$

где q — количество подсистем ($j = 1, 2, \ldots, q$; $f = 1, 2, \ldots, q$);

I_{0jf} — статистический стационарный объем информации между подсистемами;

R_{jf} — корреляционная функция, учитывающая кратность использования потоков стационарной информации и возможности упорядочения структуры АСУП.

Технико-экономические и эксплуатационные показатели проектируемых технических средств [2] возможно определить как

$$I_{0jf} = \xi n b \lambda T_0, \tag{5}$$

где $\xi = \dfrac{C_{\text{ск}}}{C_{\text{ск}} + C_{\text{э}}}$ — коэффициент, учитывающий стоимость и технические возможности канала связи;

$C_{\text{ск}}$ — стоимость оборудования;

$C_{\text{э}} = \alpha T$ — стоимость эксплуатации;

$\alpha = \dfrac{C_{\text{обсл}} + C_{\text{зип}}}{t_{\text{рес}}}$ — коэффициент;

$C_{\text{обсл}}$ — стоимость содержания обслуживающего персонала;

$C_{\text{зип}}$ — стоимость ЗИП;

$t_{\text{рес}}$ — полный ресурс работы канала связи;

T — полное время передачи стационарной и нестационарной информации по одному условному каналу за время $t_{\text{рес}}$;

n — количество задач, приходящихся на каждый условный канал связи;

b — среднее число передаваемых символов, необходимое для решения одной условной экономико-математической задачи (определяется на основе статистического обследования);

$T_0 = a_n T_{0l} (1 - p_{0l})^{\mu}$ — время передачи необходимого объема информации для решения одной условной экономико-математической задачи;

a_n — соотношение условных объемов стационарной и нестационарной информации для данной подсистемы;

T_{0l} — время передачи стационарной и нестационарной информации по одному условному каналу с вероятностью безотказной работы p_{0l};

μ_t — коэффициент, характеризующий удельный показатель пропускной способности $S_{уд}$ (под относительным удельным показателем пропускной способности понимается полный объем сведений, который может быть передан при максимальной достоверности за минимальный промежуток времени для данного вида связи);

λ — число условных идентичных каналов связи между подсистемами, где под условным каналом связи для АСУП, исходя из ее организационно-технических и структурных характеристик, понимается совокупность средств, определяемых едиными технико-эксплуатационными характеристиками.

Режим работы каналов связи в значительной мере будет обусловлен характером, объемом и периодичностью нестационарной информации, поступление которой нужно рассматривать с позиций статистической динамики. С другой стороны, технико-экономические показатели деятельности предприятия являются теми синтезирующими компонентами, в свете которых наиболее целесообразно оценивать как возможные объемы нестационарной информации, так и параметры проектируемых технических средств связи с учетом их эксплуатационно-стоимостных характеристик [3]. Особенно важно это для мелкосерийного и индивидуального производств, где важнейший показатель эффективности — сокращение сроков перестройки технологического процесса как на стадии подготовки производства, так и при реализации продукции. В подобной ситуации основные потоки нестационарной информации целесообразно формализовать по следующим составляющим:

а) констатация факта невозможности принятия того или иного технического решения каким-либо звеном иерархии;

б) уточнение этого факта, принятие решения по коренному преобразованию изделия или принятие другого конструктивного решения на основе ранее принятой стратегии;

в) доведение решения до всех исполнительных звеньев иерархии и выработка поправок (коррекций) к дальнейшему планированию хода производства.

Исходя из изложенного, приведенный показатель объема нестационарной информации можно выразить в виде

$$Z = \frac{k_{\Phi} k_c N b \theta}{\lambda}^{k_{\text{ц}} k_{\Phi} h \left(1 + \frac{\Sigma^x m^d m}{\Sigma^x r d_r}\right)}, \qquad (6)$$

где k_{Φ} — функционально-структурный показатель проектируемой АСУП ($k_{\Phi} \leqslant 1$);

k_0 — обобщенный семантический показатель сложности системы кодов;

θ — объем нестационарной информации по отдельному заказу;

$k_ц$ — коэффициент, учитывающий ценность информации для принятия решения ($k_ц \leqslant 0{,}5$);

h — число выпускающих цехов;

x_m — номенклатура цехов вспомогательного производства;

x_r — номенклатура цехов основного производства;

$d_{m.r} = k_у k_{ст} k_т$ — показатели преемственности соответственно для цехов вспомогательного и основного производства;

$k_у$ — коэффициент унификации;

$k_{ст}$ — коэффициент стандартизации;

$k_т$ — коэффициент технологичности.

Объем нестационарной информации по отдельному заказу с учетом указанного можно определить как

$$\theta = \beta[k_ф g + \alpha\gamma n' (\Sigma r_l + \Sigma v_l)], \qquad (7)$$

где β — относительный показатель сложности преобразования информации между подсистемами;

g — среднее число плановых показателей по цехам;

α — весовой показатель сложности заказа;

γ — статистический коэффициент технологической сложности заказа;

n' — среднее число заказов на цех;

Σr_l — средний объем сводной спецификации по цехам;

Σv_l — средний объем организационно-технических показателей работы по цехам.

Следовательно, приведенный объем оперативной информации

$$I_{ij} = \sum_{i=1;\ j=1}^{i=N;\ j=q} ZK_{ик}K_р\lambda T_0\eta R_{ij} \qquad (i \neq j), \qquad (8)$$

где $K_{ик} = \dfrac{Sp_l}{S_{max}p_{T_{max}}} \dfrac{t_0}{T_{пл}}$ — коэффициент использования канала, под которым будем понимать отношение количества фактических сообщений к предельно допустимому числу сообщений ($K_{ик} \leqslant 1$);

S — реальная пропускная способность канала с вероятностью p_l, характеризующей квалификацию оператора;

$t_0 = \Sigma \Delta t_l$ — наиболее вероятное суммарное время передачи сообщений;

S_{max} — предельная пропускная способность канала связи;

$p_{T_{max}}$ — вероятность ошибки при данных технических средствах и способах преобразования информации;

η — коэффициент, учитывающий старение информации;

$T_{пл}$ — планируемый промежуток времени, характеризующий своевременность поступления информации;

$K_р = \frac{cnk_\theta T_0}{\lambda T_{пл}}$ — коэффициент, характеризующий регламент работы канала связи, под которым понимается последовательность передачи сообщений с учетом своевременности информации;

c — априорный коэффициент приоритетности;

k_θ — коэффициент периодичности обмена информацией;

R_{ij} — корреляционная функция, учитывающая кратность использования потоков нестационарной информации и возможности упорядочения структуры АСУП.

Окончательно условный объем информации между подсистемами из выражений (4) и (8):

$$I = k_о (I_{jj} + I_{ij}) = k_о \left[(1 + K_{ст.\,q}) \sum_{\substack{j=1;\ j=1; \\ j \neq j}}^{j=q;\ j=q} \xi nb\lambda T_0 R_{jj} + \right.$$

$$\left. + \sum_{\substack{i=1;\ j=1; \\ i \neq j}}^{i=N;\ j=q} ZK_{ик} K_р \lambda T_0 \eta_i R_{ij} \right] = k_о \lambda T_0 \left[(1 + K_{ст.\,q}) \sum_{\substack{j=1;\ j=1; \\ j \neq j}}^{j=q;\ j=q} \xi nb R_{jj} + \right.$$

$$\left. + \sum_{\substack{i=1;\ j=1; \\ i \neq j}}^{i=N;\ j=q} ZK_{ик} K_р \eta_i R_{ij} \right], \qquad (9)$$

где $k_о = 1{,}2 \div 1{,}9$ — коэффициент, характеризующий отношение фактического объема информации к расчетному.

Приведенное выражение (9) оценки информационных потоков между подсистемами АСУП с точностью, достаточной для ориентировочного выбора технических средств, определяет объемы потоков информации. Отклонение рассчитанного объема информации из выражения (9) от фактического на величину $k_о$ обусловлено следующими причинами [1]:

1) документооборот в условиях машинной обработки данных существенно отличается от анализируемого документооборота и,

следовательно, изменяются количественные характеристики потоков информации;

2) в условиях машинной обработки данных вводится дополнительная избыточность для повышения достоверности передаваемых данных и выполняемых вычислений (избыточное кодирование, методы программного контроля и т. д.);

3) основные коэффициенты, используемые для определения объемов потоков информации, являются статистическими и могут быть уточнены либо моделированием информационных потоков, либо статистической обработкой данных существующих АСУП.

Таким образом, приближенный метод определения объемов информации между подсистемами является основной базой как при выборе технических средств, обеспечивающих надежное функционирование каналов связи и устройств сбора, хранения, преобразования, передачи и приема информации, так и при разрешении конфликтных ситуаций, возникающих между стоимостными характеристиками и возможностями системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация информационно-вычислительного центра предприятия (методические указания). МИЭИ им. С. Орджоникидзе, М., 1970.

2. А. С. Касаткин, И. В. Кузьмин. Оценка эффективности автоматизированных систем контроля. Изд-во «Энергия», 1967.

3. В. И. Ланцберг. Об одном методе исследования потоков информации руководителя на промышленном предприятии. «Электронная техника», серия 10, вып. 5 (37), МЭП СССР, М., 1970.