

ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МІСТКОСТІ ПОЛІГРАФІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Однією з характерних особливостей науково-технічного прогресу є неухильна інтелектуалізація функцій обслуговуючого персоналу (ОП) устаткування, яка супроводжується вивільненням людини від малокваліфікованої ручної роботи. Обслуговування сучасного високоавтоматизованого устаткування пов'язане перш за все з функціями управління, що здійснюється на основі переробки значної кількості виробничої інформації. Обсяги цієї інформації невпинно зростають, а час, що відводиться на її сприймання і переробку, скорочується.

У зв'язку з цим важливо ще на стадії проектування автоматизованого устаткування, реалізуючи задані техніко-економічні параметри майбутньої машини, вирішувати питання переробки ОП інформації у процесі відпрацювання інформаційної складової [2] у системі людина—машина з метою створення сприятливих умов управління виробничим процесом. Розглянемо деякі аспекти цієї проблеми.

Виразимо інформаційну місткість * процесу контролю, регулювання й управління машиною I в бітах, а пропускну здатність

* Під інформаційною місткістю машини розуміємо кількість інформації про її технічний стан, точність відпрацювання заданої програми по досягненню відповідного техніко-економічного ефекту, яку в процесі експлуатації машини ОП збирає і переробляє для прийняття рішення з метою реалізації регулюючої та керуючої дії на виробничий процес.

людини V в бітах за секунду. Тоді час сприймання і переробки інформації ОП у процесі контролю, регулювання і управління можна записати

$$T_y = I : V. \quad (1)$$

Коли врахувати, що в складі будь-якої машини є певна кількість вузлів, які потребують контролю, регулювання й управління, то відношення (1) запишеться

$$T_y = t_1 + t_2 + \dots + t_n, \quad (2)$$

де $t_1, t_2 \dots t_n$ — час на сприймання та переробку інформації, що надходить від відповідних вузлів машини у процесі контролю, регулювання й управління виробничим процесом.

Тривалість спостереження за функціонуванням механізму з метою регулювання й управління визначається його складністю, важливістю виконуваної ним операції, його технічним станом, надійністю, якістю сировини чи напівфабриката, який він обробляє, та іншими факторами. Враховуючи ці фактори, тривалість спостереження за окремим вузлом і управління ним t_i у процесі роботи машини можна визначити як відношення його інформаційної місткості i_i в бітах, частоти спостережень ω_i до швидкості сприйняття і переробки інформації ОП V в бітах/с

$$t_i = \omega_i i_i : V = i_{\Sigma i} : V, \quad (3)$$

де $i_{\Sigma i}$ — сумарна кількість інформації, яку необхідно сприйняти і переробити обслуговуючому персоналу при здійсненні контролю регулювання і управління i -м вузлом машини.

З урахуванням викладеного рівняння (2) набере вигляду

$$\begin{aligned} T_y = t_1 + t_2 + \dots + t_n &= \frac{i_{\Sigma 1}}{V} + \frac{i_{\Sigma 2}}{V} + \dots + \frac{i_{\Sigma n}}{V} = \\ &= (i_{\Sigma 1} + i_{\Sigma 2} + \dots + i_{\Sigma n}) : V = \sum_{i=1}^n i_{\Sigma i} : V. \end{aligned} \quad (4)$$

При форсуванні режимів роботи устаткування відношення сумарного часу сприймання та переробки інформації ОП до тривалості циклу машини зростає.

Дослідимо зміну цього співвідношення на прикладі проектування машини, що складається з п'яти вузлів, і визначимо чисельність ОП, виходячи з потреби забезпечення відпрацювання інформаційної складової процесу [2] для швидкостей машини: $n_1=50$; $n_2=60$ і $n_2=70$ цикл./хв.

Користуючись формулами (3) і (4), визначимо час сприймання і переробки інформації ОП при контролі, регулюванні й управлінні як окремими вузлами, так і машиною в цілому. Результати розрахунків зведемо в табл. 1. При проведенні розрахунків приймаємо вихідною інформаційну місткість вузлів машини при $n_1=50$ цикл./хв ($t_{ц1}=1,2$ с). Одночасно припускаємо, що інформаційна місткість вузлів і машини в цілому зростають пропорційно збільшенню швидкості машини (див. у табл. 1 стовпчики n_2 і n_3).

Переробка інформації ОП

№ вузла	Інформаційна місткість вузла I_v , біт			Тривалість спостережень в межах циклу, $t_{ц}$	Сумарна кількість інформації переробленої за цикл, біт			Час на сприйняття, переробку інформації ОП і управління протягом циклу с		
	n_1	n_2	n_3		n_1	n_2	n_3	n_1	n_2	n_3
1	50	60	70	0,20	10,0	12,00	14,00	0,333	0,400	0,470
2	40	48	56	0,18	7,2	8,65	10,00	0,240	0,288	0,333
3	10	12	14	0,04	0,4	0,48	0,56	0,013	0,016	0,018
4	30	36	42	0,15	4,5	5,40	6,30	0,150	0,180	0,210
5	20	24	28	0,08	1,6	1,92	2,25	0,053	0,064	0,075
Σ	150	180	210	-	23,7	28,45	33,11	0,789	0,948	1,106

Розрахункову чисельність ОП з урахуванням необхідності відпрацювання інформаційної складової процесу знаходимо з відношення

$$m_p = T_{уц} : t_{ц}, \quad (5)$$

де $t_{ц}$ — тривалість циклу машини, с.

Скориставшись даними табл. 1 і формулою (5), визначимо розрахункову чисельність ОП, яка здатна відпрацювати інформаційну складову процесу при експлуатації проектованої машини (таблиця 2).

Таблиця 2

Розрахункова і фактична чисельність ОП

Швидкість машини, цикл./хв	Тривалість циклу $t_{ц}$, с	Розрахункова чисельність ОП m_p	Фактична чисельність ОП m_f	Коефіцієнт активного часу ОП a
$n_1=50$	1,2	0,660	1,0	0,660
$n_2=60$	1,0	0,948	1,0	0,948
$n_3=70$	0,86	1,286	2,0	0,643

З табл. 2 видно, що при швидкостях машини n_1 та n_3 коефіцієнти активного часу ОП, які одержуємо з відношення

$$a = m_p : m_f, \quad (6)$$

близькі за своїми значеннями. Однак у першому випадку машину обслуговує один робітник, а в другому — два. За однакових інших умов виробіток одного робітника при $n_1=50$ в 1,43 рази більший ніж при $n_3=70$. При $n_2=60$ виробіток зростає порівняно з режи-

мом при $n_1=50$ в 1,2 раза, що супроводжується інтенсифікацією праці робітника за інформаційною складовою в 1,42 раза.

Полегшення умов праці ОП і зменшення його чисельності можна досягнути шляхом підвищення ступеня автоматизації проектованої машини.

Покажемо це на конкретних розрахунках. Відомо, що цикловий коефіцієнт автоматизації K_a [2] дорівнює

$$K_a = \frac{M_{a.I}}{M_{a.I} + M_{p.I}} = \frac{M_{a.I}}{M_{\Sigma I}}, \quad (7)$$

де $M_{\Sigma I}$, $M_{a.I}$ і $M_{p.I}$ — показники мультипрограмного режиму системи людина—машинна (СЛМ). Якщо показник $M_{a.I}$ записати у вигляді

$$M_{a.I} = M_{\Sigma I} - M_{p.I}, \quad (8)$$

то рівняння (7) можна записати

$$K_{a.I} = \frac{M_{\Sigma I} - M_{p.I}}{M_{\Sigma I}} = i - \frac{M_{p.I}}{M_{\Sigma I}}. \quad (9)$$

Маючи на увазі, що

$$M_{p.I} = m_{\Phi} a V_{\max} t_{\Sigma}, \quad (10)$$

а $M_{\Sigma I}$ є сумарна інформаційна місткість проектованої СЛМ I_c в бітах, зведемо рівняння (9) до вигляду

$$K_a = 1 - \frac{m_{\Phi} a V_{\max} t_{\Sigma}}{I_c}. \quad (11)$$

Фактичну чисельність ОП знайдемо з виразу

$$m_{\Phi} = \frac{i_{\Sigma} n}{60 a V_{\max}}, \quad (12)$$

де i_{Σ} — інформаційна місткість процесу контролю, регулювання й управління, здійснюваного ОП в межах циклу, біт; n — число циклів машини за хвилину; t_{Σ} — тривалість циклу машини, с.

Підставивши (12) в (11), одержуємо

$$K_a = 1 - \frac{i_{\Sigma} n t_{\Sigma}}{60 I_c}. \quad (13)$$

Використавши дані табл. 2 та формулу (13), розраховуємо K_a проектованої машини і знаходимо, що він однаковий для всіх трьох режимів (n_1 , n_2 і n_3) і дорівнює 0,842. Цим власне і пояснюється інтенсифікація роботи ОП і збільшення його чисельності при форсуванні швидкості машини.

Для того, щоб забезпечити у режимах n_2 і n_3 умови роботи ОП і його чисельність однаковими з режимом n_1 , необхідно відповідно збільшити K_a . Здійснення такої умови забезпечується доведенням у режимах n_2 та n_3 i_{Σ} до 23,7 біт при одночасному збільшенні, як показують розрахунки за формулою (13), коефіцієнта K_a в режимі n_2 до 0,868, а в режимі n_3 до 0,887.

З формули (12) вилучимо $m_{\Phi a}$

$$m_{\Phi a} = m_p = \frac{I_c(1 - K_a)}{V_{\max} t_n}, \quad (14)$$

і здійснимо перевірку.

Для режиму n_2 : $I_c = 150$ біт; $K_a = 0,868$; $t_{ц2} = 1$ с,

$$m_{n_2} = \frac{150(1 - 0,868)}{30 \cdot 1} = 0,660;$$

для режиму n_3 : $I_c = 150$ біт; $K_a = 0,887$; $t_{ц3} = 0,86$ с,

$$m_{n_3} = \frac{150(1 - 0,887)}{30 \cdot 0,86} = 0,660.$$

Перевірка показала, що відповідне збільшення K_a у режимах n_2 і n_3 дало можливість забезпечити умови роботи ОП на рівні режиму n_1 .

Точно визначити інформаційну місткість СЛМ I_c поки що не вдається. Тому проведемо наближені розрахунки величини I_c для деяких СЛМ поліграфічного виробництва, скориставшись фотографіями робочих місць ОП рулонної ротаційної машини «Пламаг», аркушевої ротації ПРЛ та блокооброблюючого агрегата.

Необхідні дані та результати визначення кількості інформації, що сприймається, переробляється і реалізується ОП в процесі управління машиною, наведені в табл. 3. Дані про час контролю, регулювання і управління запозичені з робіт [3, 4].

Таблиця 3

Значення інформаційної місткості устаткування

Тип машини, марка	Час управління, відпрацьований ОП за зміну			Число циклів машини за хвилину	Інформаційна місткість циклу, біт	Кількість інформації, переробленої ОП I_c за час T_{cy}
	I член бригади	II члени бригади	Сумарний час T_{cy}			
Рулонна ротація «Пламаг»	Друкар 359'30"	пом. друкаря 334'	693'30"	150	24	$2,496 \cdot 10^6$
Аркушева ротація ПРЛ	Ст. друкар 227'	Друкар 174'	401'	80	45	$1,443 \cdot 10^6$
Блокооброблювальний агрегат БО-2	Ст. машиніст 341'	Машиніст 323'30"	664'30"	35	100,3	$2,332 \cdot 10^6$

У шостому стовпчику записані значення інформаційної місткості циклів машин в бітах, які кількісно характеризують інформаційну складову процесу їх обслуговування, розраховані за формулою

$$i_{ц} = \frac{60}{n} m_{\Phi} V_{\max}, \quad (15)$$

де n — число циклів машини за хвилину; m_{Φ} — фактична чисельність ОП; V_{\max} — найбільша пропускна здатність ОП в бітах за секунду. (У нашому прикладі V_{\max} прийнята 30 біт/с [1]).

Запишемо вираз для визначення сумарної кількості інформації, перероблюваної ОП за час обслуговування машини $T_{\Sigma y}$

$$I_{\Sigma} = 60m_{\phi}V_{\max}T_{\Sigma y}, \quad (16)$$

приймавши у нашому випадку $\alpha = 1$.

Підставивши в (16) значення m_{ϕ} з (12), перепишемо рівняння (16)

$$I_{\Sigma} = i_{\text{ц}} n T_{\Sigma y}, \quad (17)$$

проведемо розрахунки I_{Σ} , а результати впишемо у сьомий стовпчик табл. 3.

Одержані розрахунковим шляхом значення $i_{\text{ц}}$ та I_{Σ} дають наближене уявлення про інформаційну місткість циклу та сумарну кількість інформації, перероблюваної ОП при управлінні трьома різними поліграфічними машинами.

Порівнюючи ці дані, можна зауважити, що зі збільшенням швидкості машини, при однаковій чисельності ОП, інформаційна місткість циклу * зменшується. Це зменшення досягається за рахунок підвищення ступеня автоматизації устаткування.

Потреби форсування швидкостей поліграфічного устаткування ставлять задачу пошуку точних методів визначення інформаційної місткості виробничих процесів, що дасть змогу цілеспрямовано здійснювати підвищення ступеня його автоматизації та ще на стадії проектування закладати сприятливі умови роботи ОП.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крылов А. А. Человек в автоматизированных системах управления. Изд-во Ленинградского ун-та, 1972.
2. Толстой Г. Д. Визначення циклового коефіцієнта механізації і автоматизації з врахуванням енергетичної і інформаційної складових виробничого процесу.— «Поліграфія і видавнича справа», 1975, № 11.
3. Хейфец Л. М. О механизации операций в полиграфическом производстве.— «Научные труды МПИ», 1960, № 12.
4. Хейфец Л. М. Техничко-экономические вопросы конструирования к модернизации полиграфических машин. М., 1962.

G. D. TOLSTOY

QUESTIONS OF PRINTING EQUIPMENT INFORMATION CAPACITY DETERMINATION

Summary

The article considers the task of determination of the man-machine system information capacity. The examples of approximate calculation of printing equipment information capacity, which reflects the information component of the man-machine system working up by the personnel in the course of management are given.

* Йдеться про кількість інформації, яку доводиться сприймати, переробляти і реалізувати ОП у процесі управління машиною. В автоматизованому устаткуванні значна частина інформації переробляється механізмами, приладами та регуляторами.