

# АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 655

Г. Д. ТОЛСТОЙ

## ПРОГНОЗУВАННЯ РОСТУ РІВНЯ МЕХАНІЗАЦІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Ріст рівня механізації і автоматизації (МІА) виробничих процесів є один із основних засобів підвищення продуктивності праці, здешевлення та підвищення якості продукції. Рівень МІА в поліграфічній промисловості неухильно зростає. Якщо в 1960 р. він становив 44%, а в 1965 р. — 53,4%, то в 1970 р. рівень МІА досяг в основному виробництві 70—75% [2]. Рівень МІА допоміжних процесів у поліграфії становить приблизно 20%. Тому дуже важливо визначити шляхи піднесення рівня МІА як основних, так і особливо допоміжних процесів.

Вирішальну роль у здійсненні МІА відіграють: ріст на підприємствах чисельності основного і допоміжного устаткування та поліпшення його техніко-економічних показників. Якщо зіставити ріст рівня МІА в поліграфії з ростом чисельності обладнання, то можна побачити, що ріст рівня МІА на один процент забезпечувався збільшенням чисельності устаткування в галузі в середньому на 1,1—1,2%. Наприклад, за деякими даними [1], ріст в галузі рівня МІА в 1968—1969 рр. супроводжувався надходженням на поліграфічні підприємства близько 6000 одиниць різноманітного устаткування.

Однак під час прогнозування росту рівня МІА в галузі недостатньо враховувати лише збільшення чисельності устаткування. Дуже важливо знати, як це устаткування використовується, яка віддача устаткування, яка кількість фізично та морально застарілого устаткування замінюється новим тощо.

У зв'язку зі сказаним для прогнозування росту рівня МІА можна запропонувати залежність

$$P_{\text{ма}t} = T[\Delta\Pi(1-k_3)k_{\text{в}}k_{\text{тд}}] + P_{\text{ма}0}, [\%], \quad (1)$$

де  $T$  — проміжок часу, що планується (в роках);  $\Delta\Pi$  — середньорічний приріст вартості устаткування галузі (в процентах за рік);  $k_3$  — коефіцієнт, що враховує у відносному вигляді частину нового устаткування, яке буде використане для заміни фізично та морально застарілого устаткування;  $k_{\text{в}}$  — коефіцієнт, що враховує у відносному вигляді використання устаткування, яке надійшло в галузь;  $k_{\text{тд}}$  — інтегральний коефіцієнт технічної досконалості устаткування та ефективності заходів по МІА;  $P_{\text{ма}0}$  — рівень МІА, досягнутий на початок періоду, що планується, (в процентах).

Враховуючи те, що на підприємствах завжди є частина устаткування, яке з тих або інших причин не експлуатується (готується до монтажу, монтується, ремонтується, чи взагалі не потрібне), то  $k_{\text{в}}$  в розгорнутому вигляді можна записати

$$k_{\text{в}} = \frac{y_{\text{е}}}{y_{\Sigma}} = \frac{y_{\text{е}}}{y_{\text{е}} + y_{\text{не}}} = \frac{y_{\text{е}}}{y_{\text{е}} + y_{\text{н}} + y_{\text{м}} + y_{\text{в}} + y_{\text{р}}}, \quad (2)$$

де  $y_{\text{е}}$  — вартість устаткування, що експлуатується;  $y_{\Sigma}$  — сумарна вартість устаткування;  $y_{\text{не}}$  — вартість устаткування, що не експлуатується,

$U_n, U_m, U_b, U_p$  — відповідно вартості устаткування, що ще не встановлене, перебуває в стадії монтажу, випробовується після монтажу або ремонту, перебуває на ремонті.

Інтегральний коефіцієнт технічної досконалості устаткування можна визначити як

$$k_{тд} = \frac{\varphi_y}{\varphi_0}, \quad (3)$$

де  $\varphi_y$  — безрозмірний коефіцієнт віддачі устаткування;  $\varphi_0$  — безрозмірний коефіцієнт озброєності робітників устаткуванням.

Коефіцієнти  $\varphi_y$  та  $\varphi_0$  є відношення

$$\varphi_y = \frac{\Delta B + B_0}{B_0} = \frac{B_i}{B_0}, \quad (4)$$

$$\varphi_0 = \frac{\Delta O + O_0}{O_0} = \frac{O_i}{O_0}, \quad (5)$$

в яких  $B_i$  та  $B_0$  — відповідно віддача устаткування на 1 крб його вартості в проектному та базовому варіантах;  $\Delta B$  — приріст віддачі устаткування з врахуванням додатково встановленого устаткування або модернізації устаткування, що використовувалось у базовому періоді;  $O_i$  та  $O_0$  — відповідно вартості устаткування\* в розрахунку на одного робітника (в крб) у проектному та базовому варіантах;  $\Delta O$  — приріст вартості устаткування на одного робітника з врахуванням додатково встановленого устаткування або модернізації устаткування, що використовувалось у базовому періоді.

Зауважимо, що

$$\varphi_{пр} = \varphi_y \varphi_0, \quad (6)$$

де  $\varphi_{пр}$  — відносний коефіцієнт зміни продуктивності праці. Помноживши чисельник і знаменник залежності (3) на  $\varphi_0$ , одержимо

$$k_{тд} = \frac{\varphi_y}{\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0}{\varphi_0} = \frac{\varphi_{пр}}{\varphi_0^2}. \quad (7)$$

Таким чином, інтегральний коефіцієнт  $k_{тд}$  можна зобразити і як відношення зміни продуктивності праці до квадрату озброєності робітників устаткуванням у безрозмірному вигляді. З рівняння (1) легко визначити час, протягом якого буде досягнуто запланованого рівня МІА

$$T = \frac{P_{маі} - P_{ма0}}{\Delta\Pi(1 - k_3)k_b k_{тд}} = \frac{\Delta P_{ма}}{\Delta\Pi(1 - k_3)k_b k_{тд}}. \quad (8)$$

З рівнянням (8) та номограми (рис. 1) видно, що час, протягом якого досягається запланований приріст рівня МІА  $\Delta P_{ма}$ , буде меншим при великих значеннях  $\Delta\Pi$ ,  $k_b$  та  $k_{тд}$  і малих значеннях  $k_3$ . Наприклад, коли щорічно планувати  $\Delta\Pi = 1,2\%/р.$ ,  $k_3 = 0,1$ ;  $k_{тд} = 0,5$ ;  $k_b = 1,0$ , то збільшення рівня МІА на 10% можна буде досягнути приблизно через 18 років. Якщо ж при інших рівних умовах прийняти  $k_{тд} = 1$ , то час досягнення приросту рівня МІА на 10% скоротиться до 9 років.

Таким чином, щоб скоротити час досягнення запланованого приросту рівня МІА поряд зі збільшенням устаткування в галузі, потрібно поліпшувати використання устаткування, підвищувати рівень його технічної досконалості шляхом модернізації не лише на заводах поліграфічного машинобудування, але й в друкарнях, ширше застосовувати на устаткуванні автоматичні засоби контролю, регулювання і управління.

\* Йдеться про повну відновлювальну вартість устаткування.

За прогнозами [3] у 1980 р. рівень МІА в поліграфії повинен зрости до 90%. Користуючись залежністю (1), визначимо якого рівня досягне МІА в поліграфії за таких обставин:

а) приріст устаткування за п'ятирічку  $\Delta П$  змінюється за арифметичною прогресією з різницею прогресії  $d=0,1$ ;

б) приріст устаткування  $\Delta П$  за п'ятирічку змінюється за геометричною прогресією зі знаменником прогресії  $r=1,085$ ;

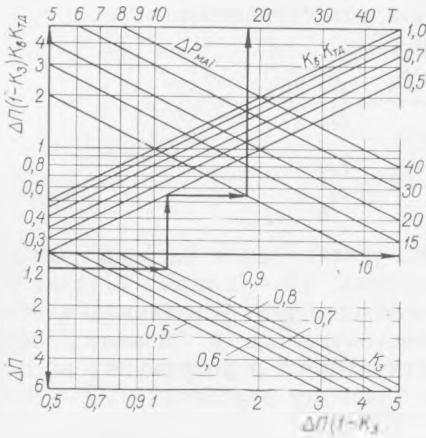


Рис. 1. Номограма для визначення часу, протягом якого буде досягнуто запланований приріст рівня МІА.

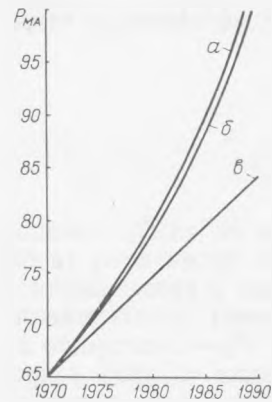


Рис. 2. Ріст рівня МІА залежно від умов зміни чисельності устаткування:

а —  $\Delta П$  змінюється за арифметичною прогресією з різницею прогресії  $d=0,1$ ; б —  $\Delta П$  змінюється за геометричною прогресією зі знаменником прогресії  $r=1,085$ ; в —  $\Delta П$  залишається незмінним і дорівнює 1,2%.

в) приріст устаткування  $\Delta П$  за п'ятирічку залишається незмінним і дорівнює 1,2%.

При цьому прийемо, що в 1970 р., прийнятому за базовий, рівень МІА  $P_{ма0}=65\%$ ; коефіцієнт, який враховує чисельність устаткування, що підлягає заміні  $k_3=0,1$ ; а  $k_{ТД}=0,9$ . Разом з тим у випадках а), б) за кожне п'ятиріччя  $k_{ТД}$  зростає на 10%. У всіх випадках коефіцієнт використання устаткування прийнятий рівним одиниці. У 1970—75 рр. приріст устаткування становив 1,2%. Перший член в арифметичній і геометричній прогресіях був прийнятий  $a_0=\Delta П=1,2\%$ .

Виходячи з вказаних умов одержимо такі результати: по п. а) в 1980 р. рівень МІА досягне 80%; по п. б) — 78,5% і по п. в) — 74,5%. У 1990 р. по пп. а), б) буде досягнуто рівня МІА 100%, а по п. в) лише 84% (рис. 2). Графіки (рис. 2) і залежність (1) свідчать про те, що рівнем МІА в часі можна управляти шляхом планування зміни відповідних показників, які входять до залежності (1).

Під час прогнозування рівня МІА важливо передбачити як буде змінюватись чисельність робітників у галузі. Чисельність робітників у галузі зі зміною рівня МІА можна знайти з залежності (8), підставивши в неї замість  $k_{ТД}$  його значення з (7), пам'ятаючи, що

$$\varphi_{пр} = \frac{B_{пi}}{C_i} : \frac{B_{п0}}{C_0} = \frac{B_{пi} C_0}{B_{п0} C_i} = \Theta \frac{C_0}{C_i}, \quad (9)$$

де  $B_{п0}$  та  $B_{пi}$  — випуск валової продукції (в крб) відповідно до і після

підвищення рівня МІА;  $Ч_0$  та  $Ч_i$  — чисельність робітників до і після підвищення рівня МІА;  $\Theta$  — відносна зміна випуску валової продукції внаслідок збільшення рівня МІА. Отже,

$$T = \frac{\Delta P_{\text{ма}} \varphi_0^2 Ч_i}{\Delta П (1 - k_3) k_b \Theta Ч_0}, \quad (10)$$

звідки

$$Ч_i = \frac{\Delta П (1 - k_3) k_b \Theta Ч_0}{\Delta P_{\text{ма}} \varphi_0^2}. \quad (11)$$

З залежності (11) бачимо, що за інших рівних умов, чисельність робітників тим менша, чим вищий рівень МІА та відносний коефіцієнт озброєності  $\varphi_0$ .

Якщо, наприклад, прийняти, що  $T = 10$  років;  $\Delta П = 3\%/р$ ;  $Ч_0 = 1000$  робітників;  $k_3 = 0,3$ ;  $\Theta = 1,3$ ;  $k_b = 0,9$ ;  $\varphi_0 = 1,3$ , то при плануванні приросту рівня МІА від 5 до 30% чисельність робітників за формулою (11) буде змінюватись за кривою *a* (рис. 3). При плануванні приросту рівня МІА величиною 14,6%, як видно з графіка  $Ч_i = Ч_0 = 1000$  чол. При плануванні приросту рівня МІА менших за 14,6% при заданих вище даних чисельність робітників різко зростає. Наприклад, при  $\Delta P_{\text{ма}} = 10\%$ ,  $Ч_i = 1440$  робітників, а при  $\Delta P_{\text{ма}} = 5\%$ ,  $Ч_i = 4140$  робітників (на графіку не показано). Таким чином, умови, при яких чисельність робітників стає меншою за вихідну ( $Ч_0 = 1000$ ), можуть скластися лише при плануванні  $\Delta P_{\text{ма}}$  більшим від 14,6%. Інші дві криві (*б* та *в*) на рис. 2 показують зміну чисельності робітників при  $\Delta П = 2$  та  $\Delta П = 1$ .

Зі збільшенням рівня МІА на підприємствах зростає число засобів автоматичного контролю, регулювання та управління. Поряд зі щораз ширшим оснащенням машин різноманітними засобами автоматики в умовах росту рівня МІА в промисловості створюються сучасні автоматизовані системи машин.

Сучасні автоматизовані системи машин складаються з машин-двигунів, передаточних механізмів, машин-знарядь (робочих машин), транспортуючих машин, контролюючих і регулюючих пристроїв та керуючих машин.

В умовах неухильного зростання рівня МІА науково-технічна революція призводить до принципової зміни способів зв'язку людини з засобами праці та зв'язку між окремими виробничими процесами. А це означає, що на виробництві відбуваються якісні зміни всіх структурних зв'язків. На промислових підприємствах з'являються спеціалісти нових профілів, відповідні служби, що їх об'єднують, тощо.

У поліграфії з ростом рівня МІА виникла потреба в спеціалістах нового профілю для обслуговування засобів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів, кількість яких на підприємствах зростає з року в рік, розробки та впровадження у виробництво специфічних автоматичних контрольно-регулюючих та управляючих пристроїв. Такі спеціалісти повинні мати належну підготовку в галузі електротехніки, електроніки, елементів і систем електро-, пневмо- і гідравтоматики,

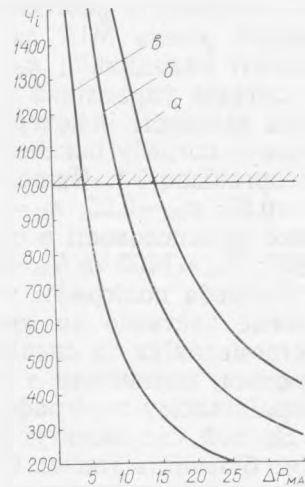


Рис. 3. Зміна чисельності робітників залежно від  $\Delta P_{\text{ма}}$ ,  $\Delta П$ ,  $\varphi_0$ ,  $\Theta$ ,  $k_3$  та  $k_b$ :  
*a* — при  $\Delta П = 3$ ; *б* — при  $\Delta П = 2$ ; *в* — при  $\Delta П = 1$ .

контрольно-вимірювальної техніки, пристроїв збирання оперативної виробничої інформації, потрібної для вдосконалення та автоматизації процесів управління виробництвом, тощо. Мова йде про підготовку наладників, техніків та інженерів по автоматизації процесів поліграфічного виробництва. Для наближеного розрахунку кількості наладників засобів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів  $Ч_{на}$ , техніків  $Ч_{та}$  та інженерів  $Ч_{іа}$  по автоматизації виробничих процесів у поліграфії можна запропонувати залежності

$$Ч_{на} = \kappa_{нр} Ч_{р} P_{ма}; \quad (12)$$

$$Ч_{та} = \kappa_{тн} \kappa_{ут} Ч_{на}; \quad (13)$$

$$Ч_{іа} = \kappa_{іт} \kappa_{уі} Ч_{та}, \quad (14)$$

де  $\kappa_{нр}$  — відношення кількості наладників до кількості робітників;  $Ч_{р}$  — чисельність робітників, зайнятих в основному виробництві;  $P_{ма}$  — середній рівень МІА галузі;  $\kappa_{тн}$  — відношення кількості техніків до кількості наладників;  $\kappa_{ут}$  — коефіцієнт, що враховує потребу техніків для органів управління та науково-дослідних організацій;  $\kappa_{іт}$  — відношення кількості інженерів до кількості техніків;  $\kappa_{уі}$  — коефіцієнт, що враховує потребу інженерів для органів управління та науково-дослідних організацій\*. Якщо, наприклад, прийняти:  $\kappa_{нр} = 0,05$ ;  $Ч_{р} = 150000$ ;  $P_{ма} = 0,65$ ;  $\kappa_{тн} = 0,25$ ;  $\kappa_{іт} = 0,40$ ;  $\kappa_{ут} = 1,2$  та  $\kappa_{іа} = 1,3$ , то потреба поліграфічної промисловості в спеціалістах нового профілю становить —  $Ч_{на} = 4850$ ;  $Ч_{та} = 1450$  та  $Ч_{іа} = 750$ .

Потреба поліграфії у спеціалістах нового профілю задовольняється лише частково по лінії підготовки інженерних кадрів. Інженери-електромеханіки за спеціалізацією автоматизація виробничих процесів готуються, починаючи з 1963 р. (перший випуск відбувся в 1968 р.) в Українському поліграфічному інституті імені Івана Федорова\*\*.

За цей час інститут підготував понад 120 спеціалістів, але переважна більшість (понад 90%) на поліграфічних підприємствах з різних причин використовується не за фахом. Наладники і техніки з автоматизації виробничих процесів у поліграфії взагалі не готуються.

Темпи росту рівня МІА у поліграфії значною мірою залежатимуть від того, як поліграфічні підприємства будуть забезпечені робочими та інженерно-технічними кадрами з автоматизації виробничих процесів та від ефективності їх використання. Тому одним із важливих завдань на сучасному етапі є організація підготовки наладників і техніків, розширення та поліпшення підготовки інженерів для автоматизації виробничих процесів. Поряд з цим потрібно передбачити у штатних розкладах поліграфічних підприємств посади для нових спеціалістів та створити спеціальні підрозділи і служби з автоматизації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вакулина Т. Д. Научная организация труда на предприятиях полиграфической промышленности.— В кн.: Внедрение научной организации труда на полиграфических предприятиях. М., «Книга», 1969.

2. Ванюшина А. М. Повышать культуру производства.— «Полиграфия», 1971, № 2.

\* Коефіцієнти  $\kappa_{нр}$ ,  $\kappa_{тн}$  та  $\kappa_{іт}$  зі збільшенням рівня МІА зростають. Наприклад, за даними Мірошникова П. С. та Мірошникова Л. П. [4], при використанні універсального устаткування  $\kappa_{нр} = 0,06 \div 0,08$ , а спеціалізованого  $\kappa_{нр} = 0,1 \div 0,12$ . На автоматичних лініях на одного оператора вже сьогодні припадає один або декілька наладників (тобто  $\kappa_{нр} \geq 1$ ).

\*\* У період з 1969 по 1972 рр. інженерів з автоматизації виробничих процесів випускав і Московський поліграфічний інститут.

3. Жаров К. А. Перспективы производства новой полиграфической техники.— «Полиграфическое производство», 1961, № 10.

4. Мірошников П. С., Мірошников Л. П. Автоматизація виробництва та її проблеми. Київ. «Знання», 1969.

*G. D. TOLSTOI*

**ON THE PROBLEM OF THE PREDICTION OF PRINTING PRODUCTION  
MECHANIZATION LEVEL**

**Summary**

The relationships for determining the rise of printing production mechanisation and automation level in the time scale with regard to the quantitative rise of equipment, its application and technical perfection, are proposed.

