

УДК 658.52.011.56

## **ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СУМІЩЕННЯ ФАРБ У БАГАТОСЕКЦІЙНИХ РУЛОННИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИНАХ**

© В. Ф. Морфлюк, к.н.т., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Разработана интегрированная цифровая система автоматической стабилизации натяжения полотна бумаги и совмещения красок на многосекционных рулонных печатных машинах, обеспечивающая оптимизацию и унификацию процессов на основе цифровых средств измерения, обработки и регулирования, с использованием проблемно-ориентированных программных средств.**

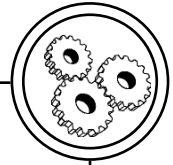
**The integrated digital system of automatic stabilization of pull of linen of paper and combination of inks on much sectional roll printing-presses is developed, providing optimization and standardization of processes on the basis of digital facilities of measuring, treatment and adjusting, with the use of the problem-oriented program facilities.**

### **Постановка проблеми**

Якість друкованої продукції при можливих змінах у перехідних режимах роботи багатосекційних рулонних друкарських машин в значній мірі залежить від суміщення фарб, яке в свою чергу є функцією параметрів натягу полотна паперу стрічкоживильного пристрою, деформації полотна при друкуванні, неточності формних та робочих циліндрів та ін., що вимагає розробку нових підходів та їх застосування для організації паралельних у часі процесів стабілізації натягу полотна паперу стрічкоживильного пристрою та стабілізації суміщення фарб на кожній секції друку у реальному масштабі часу на основі результатів математичного моделювання процесів стрічкопровідних підсистем [4, 6, 10, 11].

Побудова та організація паралельного у часі процесу стабілізації натягу полотна паперу стрічкоживильного пристрою та стабілізації суміщення фарб на кожній секції

друку базується інтеграції апаратних засобів та на оптимізації і уніфікації програмних засобів визначення та стабілізації суміщення фарб. Результати моделювання процесів у стрічкопровідних підсистемах та процесів суміщення фарб [1, 2, 4] надають можливість прогнозування можливих змін параметрів натягу полотна стрічкоживильного пристрою та суміщення фарб на кожній секції друку та визначають напрямки розробки програмно-апаратних засобів систем стабілізації суміщення фарб на основі цифрових засобів обробки інформації [1, 6, 8, 9]. Це показує тенденції для забезпечення якості друкованої продукції рулонних друкарських машин за рахунок упередженої стабілізації натягу полотна стрічкоживильного пристрою та оптимізації регулюючої дії поздовжнього суміщення фарб на кожній секції друку, що є актуальною проблемою побудови сучасних систем автоматичного регулювання суміщення фарб.



### **Аналіз попередніх досліджень**

Тенденції процесів визначення та регулювання натягу полотна стрічкоживильного пристрою та процесів стабілізації поздовжнього суміщення фарб на багатосекційних рулонних друкарських машинах на основі математичного моделювання показані у роботах [1—4, 7], але не надано підходів інтегральної організації та побудови процесів стабілізації параметрів стрічкопрвідних систем на кожній секції друку, що вимагає розробки та застосування методів і алгоритмів, які дозволяють інтегровано вирішувати проблему стабілізації вказаних процесів, за рахунок їх оптимізації та уніфікації.

Тенденції побудови інтегрованих систем автоматичної стабілізації суміщення фарб вказують, що основою їх проектування є об'єднання процесів аналізу математичних моделей процесів натягу полотна паперу і суміщення фарб для виявлення впливу кожного з них на загальне суміщення фарб по кожній секції друку, що потребує використання багатоканальних апаратних засобів перетворення інформації і об'єктивних методів її цифрової обробки та ефективної оптимізації процесу регулювання поздовжнього суміщення фарб.

### **Мета дослідження**

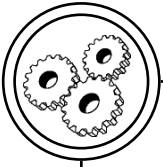
Метою статті є висвітлення результатів досліджень ефективної побудови апаратних засобів з уніфікацією програмних засобів, а на їх основі інтегрованої системи стабілізації процесів суміщення фарб на багатосекційних рулонних друкарських машинах у реальному масштабі часу, з оптимізацією процесів регулювання технологічних параметрів на основі сучасних швидкодіючих

засобах цифрового перетворення та обробки інформації на кожній секції друку.

### **Результати проведеного дослідження**

Підтримка заданої точності суміщення фарб на кожній секції друку багатофарбових рулонних друкарських машин у реальному масштабі часу є головною вимогою якості друкованої продукції, яка може стабільно забезпечуватися на основі упередженої стабілізації натягу полотна стрічкоживильного пристрою та оптимізації процесів стабілізації поздовжнього суміщення фарб на кожній секції друку за рахунок прогнозування регулюючої дії. Побудова систем цифрової стабілізації суміщення фарб у багатосекційних рулонних друкарських машинах ґрунтується на статистичному методі визначення і стабілізації натягу полотна [10] та уніфікованому алгоритмі оптимізації регулюючої дії та адаптивного регулювання [9], та на результатах дослідження математичних моделей суміщення фарб, що стосуються аналізу деформації стрічки, взаємної регулюючої дії та методів їх реалізації [1—5]. Аналіз математичних моделей суміщення фарб [1, 2, 5] показує, якщо контроль параметрів виконувати по кожній секції друку відносно першої секції, а необхідну стабілізацію — за допомогою зміни фази формного циліндра, то інтеграція цих процесів найбільше відповідають сучасній концепції побудови систем цифрової стабілізації суміщення фарб на кожній секції друку.

Виходячи з того, що процес натягу полотна стрічкоживильного пристрою та процес поздовжнього суміщення фарб на кожній секції друку змінюються незалежно у часі, необхідно застосовувати апаратні



засоби вимірювання та регулювання, які дозволяють послідовно у певний термін часу контролювати вказані процеси [9], а програмні засоби повинні застосовувати засоби мультипрограмування [11] для забезпечення синхронізації почергового запуску процесів стабілізації на визначений період часу, який визначає псевдопаралельний режим стабілізації програмного середовища мультипрограмування. Це ставить умову для, щоб процеси стабілізації натягу полотна та суміщення фарб по кожній секції друку виконувались за час  $\tau_{\text{стаб}}$ , який менше часу проходження відповідної ділянки полотна паперу між двома секціями друку:

$$\tau_{\text{стаб}} < \frac{\pi \times d}{V_{\text{пол}}},$$

де  $d$  — діаметр формного циліндра;  $V_{\text{пол}}$  — швидкість полотна паперу.

Згідно цього при проектуванні програмно-апаратних засобів стабілізації повинно враховувати, що загальний час стабілізації дорівнює сумі часу стабілізації натягу полотна та часу стабілізації суміщення фарб на кожній секції друку:

$$\tau_{\text{стаб}} = (\tau_{\text{стаб}})_{\text{нат}} + n * (\tau_{\text{стаб}})_{\text{сум}},$$

де  $n$  — кількість секцій друку. Тобто час стабілізації суміщення фарб на всіх секції друку та час стабілізації натягу полотна не повинні перевищувати половини загального часу стабілізації або бути взаємно узгодженими між собою:

$$0,5\tau_{\text{стаб}} \geq (\tau_{\text{стаб}})_{\text{нат}}$$

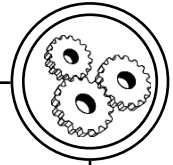
$$\text{або } 0,5\tau_{\text{стаб}} \geq n * (\tau_{\text{стаб}})_{\text{сум}}$$

$$\text{або } \tau_{\text{стаб}} \geq k * (\tau_{\text{стаб}})_{\text{нат}} + l * n * (\tau_{\text{стаб}})_{\text{сум}}$$

де  $k + l \leq 1$ , що є основою побудови як апаратних засобів, так і розробка уніфікованих програмних засобів для виконання вказаних процесів стабілізації у мультипрогравному середовищі за фіксованих час. Уніфіковані програмні засоби на мові СІ (рис. 1) забезпечують запуск процесів на час, який відводиться для виконання процесу натягу полотна стрічкоживильного пристрою і процесу стабілізації по-

```
void stabiliz()
{
    Process nat, sym;
st:
    nat.newProcess("C:\\PROGRAM\\NAT.PRO");
    sym.newProcess("C:\\PROGRAM\\SYM.PRO");
    nat.endProcess(500);
    sym.endProcess(1000);
    goto st;
}
```

Рис. 1. Уніфіковані програмні засоби для виконання процесу стабілізації натягу полотна і процесу стабілізації поздовжнього суміщення фарб та встановлення часу стабілізації



здовжнього суміщення фарб та процедур, які визначають час на переключення одного процесу на інший.

В першій частині виконується ідентифікація інтегрованих оболонок NAT.PRO та SYM.PRO, які визначають кількісний склад запуску прикладних програм стабілізації натягу, а у другій частині визначається порядок та час виконання активізованих процесів. Опис програм виконується на основі проблемно-орієнтованої мови [8], яка оптимізує прикладну програму, забезпечує стабільність результатів вимірювання, їх програмну корекцію та математичну обробку, а також стабілізацію процесів. Інтегрована оболонка NAT.PRO складається з програмного модулю вимірювання та статистичної обробки натягу (NAT\_O.DAT), програмного модулю аналізу (NAT\_A.DAT) та програмного модулю регулювання натягу (NAT\_R.DAT), а інтегрована оболонка SYM.PRO складається з програмного модулю перетворення аналогового сигналу (SYM\_PA.DAT), програмного модулю обробки імпульсних сигналів та визначення суміщення фарб (SYM\_OS.DAT) та програмного модулю регулювання суміщення фарб (SYM\_R.DAT).

Дослідження показують, що застосування мультипрограмних засобів реалізації програм сприяє мінімізації процесів стабілізації параметрів у багато фарбових рулонних друкарських машинах та підвищує ефективність процесів автоматизації апаратних засобів перетворення і регулювання параметрів за рахунок їх уніфікації.

Для автоматизації вимірювання параметрів застосовується уніфікований багатоканальний аналого-цифровий перетворювач інфор-

мації, який забезпечує необхідну швидкодію для перетворення сигналів у цифровий код, та уніфікований багатоканальний цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) інформації для забезпечення регулювання процесами стабілізації параметрів технологічних процесів друку, керування якими здійснюється ЕОМ з проблемно-орієнтованим програмним забезпеченням для опису процесів вимірювання, аналізу та регулювання відповідними параметрами на основі мультипрограмних засобів ідентифікації та активізації виконання інтегрованих оболонок рис. 2.

Згідно аналізу результатів цифрового моделювання [1, 2, 5] виконана екстраполяція вперед по максимумах перехідних характеристик (X<sub>21</sub>, X<sub>31</sub>, X<sub>41</sub>, X<sub>51</sub>) по п'яти секцій друку та отримано аналітична залежність для математичного обчислення значення максимального прогнозованого відхилення поздовжнього суміщення фарб на послідуєчих секціях друку, що забезпечує заміну вимірювання суміщення фарб на послідуєчих секціях друку, починаючи з третьої, прогнозованими теоретичними розрахунками ( $\Delta_{31}$ ,  $\Delta_{41}$ ,  $\Delta_{51}$ , ...,  $\Delta_{81}$ ):

$$X_{N1} = k * 0,3037LN(N) + 0,3487,$$

де  $X_{N1}$  — максимальне прогнозоване відхилення, N — номер секцій друку,  $M = N - 1$ ,

$$k = \frac{X_{M1 \text{ вим.}}}{X_{M1}}$$

На основі уніфікованого алгоритму оптимізації регулюючої дії [9] визначення прогнозованих максимальних значень відхилення поздовжнього суміщення фарб на

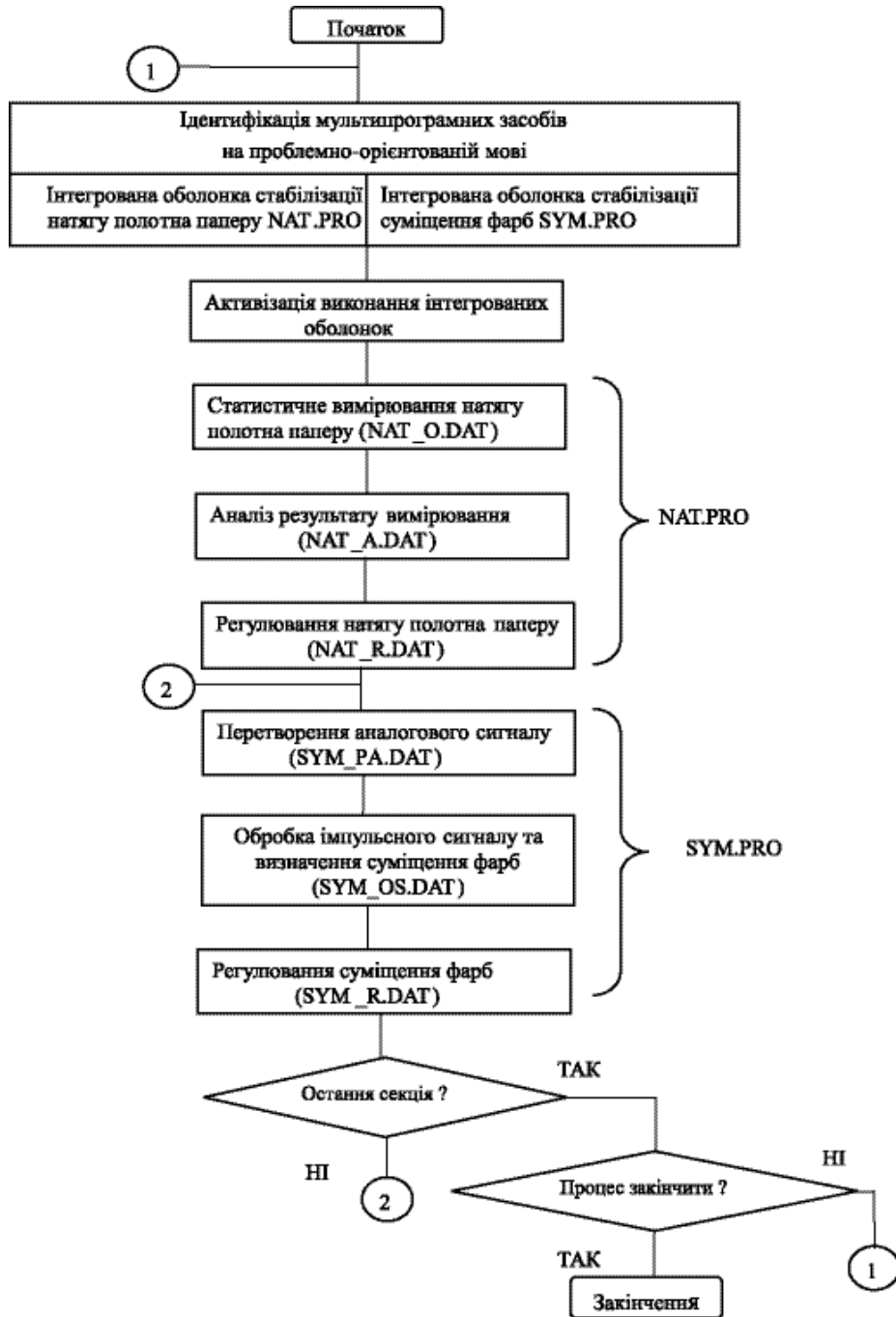
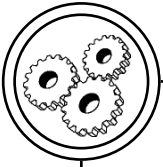
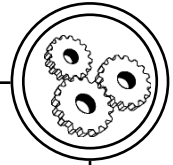


Рис. 2. Структурна схема функціонування інтегрованої системи автоматизації процесів стабілізації параметрів



послідуючих секціях друку ( $\Delta_{31}$ ,  $\Delta_{41}$ ,  $\Delta_{51}$ , ...,  $\Delta_{81}$ ) виконується по наступним залежностям відносно другої секції друку:

$$\Delta_{31} = \frac{X_{21}^{21\text{вим}}}{X_{21}} (0,3037 \times \ln(3) + 0,3487)$$

$$\Delta_{41} = \frac{X_{21}^{21\text{вим}}}{X_{21}} (0,3037 \times \ln(4) + 0,3487)$$

.....

$$\Delta_{81} = \frac{X_{21}^{21\text{вим}}}{X_{21}} (0,3037 \times \ln(8) + 0,3487)$$

Математичне обчислення прогнозованих максимальних значень відхилення поздовжнього суміщення фарб відносно третьої секції друку виконується по наступним залежностям:

$$\Delta_{41} = \frac{X_{31}^{31\text{вим}}}{X_{31}} (0,3037 \times \ln(4) + 0,3487)$$

$$\Delta_{51} = \frac{X_{31}^{31\text{вим}}}{X_{31}} (0,3037 \times \ln(5) + 0,3487)$$

.....

$$\Delta_{81} = \frac{X_{31}^{31\text{вим}}}{X_{31}} (0,3037 \times \ln(8) + 0,3487)$$

Математичне обчислення прогнозованих максимальних значень відхилення поздовжнього суміщення фарб виконується для послідо-

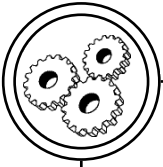
чих секцій друку після кожного вимірювання, поки не визначимо для 8-ої секції друку, при цьому для оптимізації процесу стабілізації можливої регулюючої дії поздовжнього суміщення фарб застосовується зміна фази формного циліндра, яка згідно результатів математичного моделювання забезпечує стабілізацію поздовжнього суміщення фарб тільки на обраній секції друку, виключаючи необхідність стабілізації на інших секціях друку.

**Висновки**

1. Організація інтегрованої системи автоматизації процесів стабілізації натягу полотна на основі статистичного методу визначення і стабілізації, уніфікованого алгоритму оптимізації регулюючої дії поздовжнього суміщення фарб та засобів мультипрограмування у багато секційних рулонних друкарських машинах дозволяє оптимізувати процеси стабілізації та забезпечує уніфікацію програмно-апаратних засобів, що сприяє підвищенню ефективності процесів стабілізації, тобто якості друкованої продукції.

2. Застосування проблемної орієнтації побудови програмного середовища для опису процесів стабілізації надає можливість швидкої адаптації при зміні алгоритмів автоматичної стабілізації та забезпечує точність вимірювання та регулювання технологічних параметрів.

1. Луцків М. М. Системи автоматичного керування ротаційними машинами з пружними зв'язками. — К.: 1991. — 71 с. 2. Казакевич В. В., Избицкий Э. И. Системи автоматического управления полиграфическими процессами. — М.: Книга, 1978. — 341 с. 3. Ефимов М. В., Толстой Г. Д. Автоматизация технологических процессов полиграфии. — М.: Книга, 1989. — 512 с. 4. Дурняк Б. В. Стрічкопродні системи рулонних ротаційних машин. — К.: Атіка, 2002. — 292 с. 5. Морфлюк В. Ф. Метод оптимізації регулювальної дії суміщення фарб на багато-секційних рулонних друкарських машинах // Друкарство. — 2006. — № 3. — С. 40—43. 6. Морфлюк В. Ф. Автоматизація процесів контролю технологічних пара-



метрів поліграфічного устаткування // Друкарство. — 2001. — № 1. — С. 34—35. 7. Щербина Ю. В. Динамические свойства процессов управления движением бумаги и краски в рулонных печатных машинах: Монография / Моск. гос. ун-т печати. — М.: МГУП, 2003. — 270 с. 8. Морфлюк В. Ф. Проблемно-орієнтовані засоби контролю та регулювання параметрів суміщення фарб // Друкарство. — 2005. — № 1. — С. 39—43. 9. Морфлюк В. Ф. Уніфікований алгоритм оптимізації регулюючої дії поздовжнього суміщення фарб для рулонних друкарських машинах // Технологія і техніка друкарства. — 2006. — № 1—2. — С. 101—107. 10. Морфлюк В. Ф. Статистичне оцінювання та визначення натягу паперового полотна у рулонних 11. Морфлюк В. Ф. Мультипрограмні засоби стабілізації параметрів технологічних процесів у рулонних друкарських машинах // Друкарство. — 2005. — № 6(65). — С. 44—46.

Рецензент — О. Ф. Розум, к.т.н., професор,  
дійсний член Академії інженерних наук України

Надійшла до редакції 07.12.07