

УДК 681.51:655.1/3

ВИБІР АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ПОЛІГРАФІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

О. Р. Казьмірович, Р. В. Казьмірович

*Українська академія друкарства,
вул. Підголосько, 19, Львів, 79020, Україна*

Запропоновано та розвинуто концепцію уніфіковано-модульного формування нового покоління інформаційно-керуючих пристроїв для створюваних вітчизняних поліграфічних машин та устаткування з метою їх інтеграції в багаторівневі комп'ютерно-інтегровані виробництва з цифровою системою управління.

Ключові слова: *поліграфічне устаткування, інформаційно-керуючі пристрої, комп'ютерно-інтегроване виробництво, PLC, SCADA.*

Постановка проблеми. Останнім часом у поліграфії відбулися фактично революційні зміни, зумовлені бурхливим розвитком мережевих інформаційних технологій, комп'ютерної та мікропроцесорної техніки й відповідного програмного забезпечення. Змінилися зовнішня та внутрішня структура виробництва, ринок поліграфічної продукції; постійно вдосконалюються системи автоматизації та цифрового керування виробництвом, які, інтегруючи всі технологічні процеси, дають можливість знизити матеріальні, енергетичні й трудові витрати на випуск продукції, забезпечують підвищення економічного балансу підприємств загалом та покращення якості продукції. З'явилися регіональні та глобальні інформаційні мережі, які сприяють ефективнішій взаємодії суб'єктів та об'єктів виробництва, віддалених на значні відстані. Все це, безумовно, віддзеркалюється на розробках фірм-виробників поліграфічного обладнання та відображає основні тенденції майбутнього поліграфії, гармонізуючи її з розвитком інформаційних технологій.

Комп'ютерні інформаційні технології та засоби досягли такого рівня розвитку, який дає змогу інтегрувати поліграфічне виробництво, включно з додрукарськими, друкарськими та післядрукарськими процесами, в єдину систему з цифровим керуванням. Аналогічні системи забезпечують не тільки ефективний інформаційно-часовий контроль, а й прецизійне керування технологічними процесами. Це дозволило суттєво підвищити якість продукції та продуктивність обладнання, зменшуючи його простой. Можна вважати, що розвиток комп'ютерно-інтегрованого виробництва (СІМ — Computer Integrated Manufacturing) у поліграфії набув незворотного характеру, але перебуває на ранній стадії, елементи систем існують і працюють, проте водночас зрозуміло, що вони будуть постійно розвиватися [1]. Рівень автоматизації цифрових робочих потоків визначається застосуванням технічних засобів для керування процесами перетворення, передавання та використання інформації без участі в ньому людини.

Отже, враховуючи викладене, основними напрямками вітчизняної поліграфічної галузі промисловості є набуття відповідних знань та досвіду експлуатації

сучасного автоматизованого устаткування через освітні навчальні програми та підвищення технічного рівня й конкурентоспроможності вітчизняного поліграфічного устаткування шляхом розроблення концепцій проектування нового покоління інформаційно-керуючих пристроїв (ІКП) для створюваних машин, які зможуть працювати в багаторівневих комп'ютерно-інтегрованих поліграфічних виробництвах. Модульний принцип побудови таких ІКП є найраціональнішим [2–3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Будь-яка множина ІКП поліграфічних машин та устаткування, надалі — Ms-система, складається з багатьох конструктивно та функціонально пов'язаних конструктивних частин — фізичних об'єктів (радіодеталей, вузлів, блоків та ін.). На вітчизняних поліграфічних підприємствах формування ІКП переважно проводить кожен завод за індивідуально-модульною концепцією.

У працях [2–3] запропоновано уніфіковано-модульне формування техніки (УМФТ), при якому проєктант також, як і при індивідуальному, суворо дотримується ТЗ та алгоритму, але використовує уніфіковану для всієї множини ІКП вітчизняного поліграфічного устаткування систему модуль-виробів: функціональних і конструктивних модулів, з яких і проходить формування заданої Ms-системи. Необхідність мати у розпорядженні попередньо підібраний набір уніфікованих функціональних та конструктивних модулів для Ms-системи і є основною відмінністю уніфіковано-модульного проєктування від індивідуально-модульного. За цією концепцією автори розробили комплекс ІКП поліграфічного устаткування [4–5] на базі застосування заводостійких інтегральних мікросхем серії K511.

Незважаючи на суттєву економічну ефективність цієї концепції на всіх стадіях життєвого циклу в межах країни, вона водночас з об'єктивних причин не дає змоги вітчизняним машинам працювати у виробництвах з цифровою системою управління та в результаті бути готовими до роботи з даними CIP4/JDF через застосування в сучасному поліграфічному виробництві розвинутих мережових технологій, підвищення складності технологічних процесів, які потребують неперервного розширення та централізації процесів керування, а тому зумовлюють щораз більшу потребу в інноваційних системах автоматичного керування.

Мета статті — розроблення структури уніфіковано-модульного багаторівневого формування ІКП для поліграфічного устаткування вітчизняного виробництва на програмно-апаратній платформі, яка б могла функціонувати в багаторівневих комп'ютерно-інтегрованих поліграфічних виробництвах з цифровою системою управління.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до загальноприйнятої структури системи автоматизованого управління у промисловості [6–9], використовується багаторівнева Mw-система автоматизованого управління поліграфічним виробництвом.

1-й рівень Mw'-системи — множина програмних та апаратних засобів інтегрованих АСУ (АСУВ–АСУТП) на рівні менеджменту та виробничого пла-

нування (ERP-системи — Enterprise Resource Planning) поліграфічним виробництвом

$$Mw^1 = \{\{Mw_{11}\}, \{Mw_{12}\}\}, \quad (1)$$

де $Mw_{11} = \{D_{11}, \dots, D_{1m}, \dots, D_{1n}\}$, $D_{1k} \in Mw_{11}$ — множина програмних засобів рівня менеджменту та виробничого планування; $Mw_{12} = \{A_{11}, \dots, A_{1m}, \dots, A_{1n}\}$, $A_{1k} \in Mw_{12}$ — множина апаратних засобів рівня ERP

$$Mw^1 = \{\{D_{11}, \dots, D_{1m}, \dots, D_{1n}\}, \{A_{11}, \dots, A_{1m}, \dots, A_{1n}\}\}.$$

Програмні засоби цього рівня можуть бути розділені на три великі групи [6]: локальні системи (1С, БЭСТ, ИНФИН, Инфо-Бухгалтер, Турбо-Бухгалтер, Супер-Менеджер), середні інтегровані системи (Scala, Галактика/Парус, SunSystems, Ресурс) та великі інтегровані системи (SAP/R3, BAAN, Oracle Applications). Як апаратні засоби на рівні ERP використовують переважно сучасні офісні РС.

2-й рівень Mw^2 -системи — множина програмних та апаратних засобів системи управління видавничо-поліграфічним комплексом рівня АСУТП (MES — Manufacturing Execution Systems)

$$Mw^2 = \{\{Mw_{21}\}, \{Mw_{22}\}\}, \quad (2)$$

де $Mw_{21} = \{D_{21}, \dots, D_{2m}, \dots, D_{2n}\}$, $D_{2k} \in Mw_{21}$ — множина програмних засобів рівня MES; $Mw_{22} = \{A_{21}, \dots, A_{2m}, \dots, A_{2n}\}$, $A_{2k} \in Mw_{22}$ — множина апаратних засобів рівня MES

$$Mw^2 = \{\{D_{21}, \dots, D_{2m}, \dots, D_{2n}\}, \{A_{21}, \dots, A_{2m}, \dots, A_{2n}\}\}.$$

Основним завданням програмного забезпечення класу MES є концентрація важливої інформації про процеси зі всіх ділянок, починаючи від надходження сировини, після кожного етапу переробки, закінчуючи відвантаженням готової продукції. Маючи оперативний доступ до інформації про наявність запасів матеріалів, проходження технологічного процесу та стан поліграфічного обладнання, терміни відвантаження готової продукції, можна своєчасно коригувати оперативні плани та збалансувати весь виробничий цикл на поліграфічному підприємстві. Таким чином, MES рівень створює передумови для оптимізації управління поліграфічним виробництвом загалом на рівні ERP, включно з плануванням запасів комплектуючих та матеріалів, розкладом технологічних процесів проходження замовлень. Системи MES, з одного боку, взаємодіють із системами SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition — система диспетчерського керування та збирання даних), створюючи єдину систему управління виробництвом, а з другого — вони часто інтегруються в систему управління підприємством загалом (ERP). У системі автоматизації ПЕСОМ цьому рівню відповідає станція Монітор друкарського процесу [6].

Як апаратні засоби на рівні MES використовують сучасні офісні РС або промислові комп'ютери. Останні можуть бути різними. Комп'ютери на базі промислових шасі (процесорний блок і монітор функціонально розділені), робочі станції та панельні комп'ютери.

3-й рівень Mw^3 -системи — множина програмних та апаратних засобів рівня збирання даних та керування SCADA [9].

$$Mw^3 = \{\{Mw_{31}\}, \{Mw_{32}\}\}, \quad (3)$$

де $Mw_{31} = \{D_{31}, \dots, D_{3m}, \dots, D_{3n}\}$, $D_{3k} \in Mw_{31}$ — множина програмних засобів рівня збирання даних та диспетчерського керування; $Mw_{32} = \{A_{31}, \dots, A_{3m}, \dots, A_{3n}\}$, $A_{3k} \in Mw_{32}$ — множина апаратних засобів рівня SCADA

$$Mw^3 = \{\{D_{31}, \dots, D_{3m}, \dots, D_{3n}\}, \{A_{31}, \dots, A_{3m}, \dots, A_{3n}\}\}.$$

4-й рівень Mw^4 -системи — множина програмованих логічних контролерів (ПЛК), якими обладнані поліграфічні машини та устаткування

$$Mw^4 = \{\{Mw_{41}\}, \{Mw_{42}\}\}, \quad (4)$$

де $Mw_{41} = \{D_{41}, \dots, D_{4m}, \dots, D_{4n}\}$, $D_{4k} \in Mw_{41}$ — множина мов програмування ПЛК; $Mw_{42} = \{A_{41}, \dots, A_{4m}, \dots, A_{4n}\}$, $A_{4k} \in Mw_{42}$ — множина типів ПЛК

$$Mw^4 = \{\{D_{41}, \dots, D_{4m}, \dots, D_{4n}\}, \{A_{41}, \dots, A_{4m}, \dots, A_{4n}\}\}.$$

Згідно з [10–13], залежно від особливостей задачі, ПЛК програмуються з використанням таких п'яти уніфікованих мов програмування: LAD (Ladder Diagram — ступінчаті діаграми); FBD (Functional Block Diagram — діаграми функціональних блоків); STL (Statement List) — перелік інструкцій); SCL (Structured Control Language — мова структурованого тексту); SFC (Sequential Function Chart — послідовні функціональні схеми).

Розробкою та виготовленням ПЛК займаються такі лідери фірми-виробники: Siemens, Schneider Electric, GE Fanuc, Rockwell Automation (Allen Bradley), Omron, Mitsubishi Electric.

До ІКП поліграфічних машин та устаткування висунуті численні технічні, економічні, виробничі та інші вимоги. ІКП можуть забезпечити виконання всіх цих вимог різною мірою. Тому при виборі ПЛК визначальними є технічні та економічні критерії. Технічні критерії визначають якість керування, а саме: тип об'єкта; складність об'єкта, або наближена кількість точок, обслугованих через ПЛК; експлуатаційні умови (температура, вологість, запиленість, вібрація); головні завдання (цілі) ПЛК. До економічних критеріїв належать: ціна ПЛК та обладнання; вартість проекту електричної частини та автоматики; вартість монтажу та запуску системи керування; тривалість реалізації й вартість, пов'язана з гарантійним терміном; можливість розвитку системи в майбутньому (кількість вільних входів та виходів, які дають змогу долучити розширення до ПЛК).

Для вітчизняних поліграфічних машин та устаткування найбільш перспективним є використання ПЛК сімейства S7-1200 та S7-1500, які є найновішими виробами фірми Siemens [14]. Вони є наступниками ПЛК S7-200, S7-300 та S7-400, на базі яких, зокрема, побудовані системи управління поліграфічним устаткуванням низки фірм, серед них і найвідомішої — Heidelberg. Ці контролери, як і ряд інших контролерів, можуть бути програмовані у разі використання мови високого рівня (мова структурованого тексту — SCL), які дозволяють реалізувати складні системи керування. До них належать прості позиційні та швидкісні алгоритми до регулятора ПД, алгоритми до реалізації стійкого та адаптивного керування, алгоритми зі сфери штучної інтелігенції, що використовують нейронні мережі та нечітку логіку. Окрім апаратури, тобто ПЛК та операторських панелей Simatic HMI, для кінцевого виробу складається про-

грама. Професійне програмне забезпечення SIMATIC STEP 7 у версіях 11, 12 та 13 на програмній платформі TIA Portal є концептуально нове і відмінне від попереднього, інтегроване, що уможливило програмування всіх контролерів та панелей. При проектуванні наведених вище ПЛК значні зусилля спрямовано на їх стислу інтеграцію з операторськими панелями Simatic HMI та приводами. Зосереджено увагу не тільки на збільшенні продуктивності з погляду пересилання даних, але також на підвищенні інтуїтивності при проектуванні аплікацій.

Висновки. Запропоновано апаратну платформу на базі ПЛК фірми Siemens, яка суттєво спрощує проектування та розробку уніфікованих засобів автоматизації вітчизняних поліграфічних машин і устаткування для їх впровадження в комп'ютерно-інтегровану систему управління, а також кінцевою метою якої є забезпечення готовності до роботи з даними CIP4/JDF.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клебор Д. СІМ-проекти на базі JDF в поліграфії – время пришло! / Д. Клебор // Курсив. — 2007. — № 1. — С. 22–28.
2. Казьмірович Р. В. Уніфіковано-модульне формування інформаційно-керуючих пристроїв поліграфічних машин та устаткування / Р.-С. В. Казьмірович // Квалілогія книги. — 2009. — Вип. 2 (16). — С. 60–66.
3. Казьмірович Р. В. Двоступенева концепція проектування та розробки уніфікованих засобів автоматизації вітчизняних поліграфічних машин і устаткування / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Поліграфія та видавнича справа. — 2012. — № 1 (57). — С. 73–75.
4. Казьмірович Р. Автоматизація контролю продуктивності та обсягу нарізання паперу на аркушорізальних машинах // Комп'ютерні технології друкарства. — 2002. — № 8. — С. 40–45.
5. Казьмірович Р. Завадостійкий пристрій автоматичного підрахунку сфальцьованих аркушів та відліку їх у партії на фальцювальних машинах / Р. Казьмірович, О. Казьмірович // Комп'ютерні технології друкарства. — 2002. — № 9. — С. 67–70.
6. Шурыгин В. Н. Компьютерное сетевое управление в полиграфии : моногр. / В. Н. Шурыгин. — М. : МГУП, 2001. — 146 с.
7. Трегуб В. Г. Основы комп'ютерно-інтегрованого керування (Інтегровані автоматизовані системи керування) : навч. посіб. / В. Г. Томашевський. — К. : НУХТ, 2005. — 191 с.
8. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах : навч. посіб. / [Пупена О.М., Ельперін І. В., Луцька Н. М., Ладанюк А. П.]. — К. : Вид-во «Ліра-К», 2011. — 552 с.
9. Казьмірович Р. В. Навчально-лабораторний комплекс розподіленої ієрархічної автоматизованої системи керування (АСК) поліграфічними процесами / Р. В. Казьмірович, О. Р. Казьмірович // Наукові записки : [Українська академія друкарства]. — 2015. — № 2 (51). — С. 14–20.
10. Парр Э. Програмуєміє контроллєры: руков. [для інженєра] / Э. Парр ; пер. с англ. — М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. — 516 с.
11. Петров И. В. Програмуєміє контроллєры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования / И. В. Петров ; под ред. проф. В. П. Дьяконова. — М. : СОЛОН-Пресс, 2004. — 256 с.

12. Standard IEC 61131-4:2004. Programmable Controllers. Part 4: User Guidelines, (Technical Report).
13. Standard IEC 61131-8:2003. Guidelines for the application implementation of languages for programmable controllers (Technical Report).
14. Siemens electronic forum [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://automation-drives.ru/forum>.

CHOICE OF HARDWARE AND SOFTWARE OF AUTOMATION FOR DOMESTIC PRINTING EQUIPMENTS

O. R. Kazmirovych, R. V. Kazmirovych

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine*

The article suggests and develops the conception of the compatible-module design of a new generation of information-control devices created for domestic printing presses and equipment in order to integrate them in multilevel computer integrated manufacturing with digital control systems.

Keywords: *printing equipment, information and control devices, computer-integrated manufacturing, PLC, SCADA.*

Стаття надійшла до редакції 20.10.2015.