

Р. Казьмірович
Українська академія друкарства

УНІФІКОВАНО-МОДУЛЬНЕ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАШИН ТА УСТАТКУВАННЯ

У роботі запропонована та розвинута концепція уніфіковано-модульного багаторівневого формування інформаційно – керуючих пристроїв поліграфічних машин та устаткування вітчизняного виробництва, яка реалізована при проектуванні ряду післядрукарських машин.

It is in process offered and conception of the compatible – module multilevel forming of informatively managing devices of printing machines and equipments is developed, which is realized at planning of row of binding machines.

Формування проблеми

На сьогодні в друкарнях країни експлуатується значна кількість розмірорформуючих поліграфічних машин (РПМ) та устаткування вітчизняного виробництва (фальцювальні, ниткошвейні, аркушорізальні, паперорізальні, картонорізальні, бобінорізальні та дротошвейні машини, позолотні преси, підбиральні лінії і т. п. За своєю номенклатурою продукції вітчизняні заводи поліграфічного машинобудування здатні на 40% задовільнити щорічні потреби друкарень [16] країни.

Основними напрямками підвищення технічного рівня та конкурентоспроможності вищенаведеного поліграфічного устаткування є подальша автоматизація устаткування, яке знаходиться в експлуатації у друкарнях, шляхом обладнання або заміною їх належними інформаційно-керуючими пристроями (ІКП) та розробка концепцій щодо проектування нового покоління ІКП для створюваних машин. Модульний принцип побудови [1] таких ІКП є найбільш раціональним.

Індивідуально - модульне формування ІКП ПМ

Серед сучасних концепцій проектування засобів автоматизації важливе місце займає принцип модульності, який розвивається на функціональному, конструктивному та програмному рівнях, які припускають створення технічних систем у виді сукупності об'єктів й відрізняються завершеністю у відношенні визначеного ряду властивостей.

Сутність модульного формування техніки – комплектування різноманітних складних нестандартних комплексів з значною різноманітністю характеристик [1] із невеликого економічно обґрунтованої кількості типів та типорозмірів однакових первинних (типових або стандартних) загальних елементів – модулів.

Модуль у такому розумінні – це самостійний виріб, який має автономну документацію на виготовлення, повністю зібраний та який пройшов функціональну перевірку і готовий до монтажу. Модулі можуть легко об'єднуватися, створюючи складні системи, роз'єднуватися замінюватися із метою одержання

систем з іншими компонентами та характеристиками при ремонті або модернізації.

При розробці ІКП під модулем будемо розуміти пристрій дискретної автоматики, що володіє функціональною, конструктивною та електричною завершеною, здатний самостійно або в сукупності із іншими модулями вирішувати задачі даного класу.

Будь-яка множина ІКП РПМ, в подальшому M_s – система (від англ. Macrosize – макророзміри), складається із багатьох конструктивно та функціонально пов'язаних конструктивних частин – фізичних об'єктів (радіодеталей, вузлів, блоків і т. і.). На вітчизняних поліграфічних заводах формування ІКП проводиться кожним заводом переважно за індивідуально – модульною концепцією.

Наявність взаємозв'язків між конструктивними об'єктами різної складності: радіодеталі – прості та складні збірні одиниці (блоки) комплекси – комплекти – і дозволяє розглядати їх як технічні системи. Очевидно, чим вище піднімається по ієрархії рівнів M_s – системи, тим будуть складніші структури конструктивних об'єктів, чисельні їх складові елементи; тим складніші та різноманітніші конструктивні та функціональні зв'язки між елементами.

Під структурою M_s –системи будемо розуміти організацію системи із окремих елементів, що віднесені до відповідних ієрархічних рівнів.

Структура даної M_s – системи, як множина елементів – конструктивних об'єктів, при індивідуально - модульному формуванні техніки (ІМФТ) є трирівневою $M_s = \{M_s^1, M_s^2, M_s^3\}$, $M_s^3 \subset M_s^2 \subset M_s^1 \subset M_s$.

1-й рівень - M_s^1 – множина вітчизняних РПМ та устаткування в цілому, яка вміщує $k^1 = j$ найменувань

$$M_s^1 = \{M_i\}_{i=1}^j, \quad M_i \in M_s^1 \quad (1)$$

де i – індекс порядкового номера РПМ.

Цей рівень ієрархії характеризує ступінь розвитку країни в галузі поліграфічного машинобудування.

2-й рівень – M_s^2 - множина ІКП (функціональних пристроїв), якими обладнані окремі РПМ та устаткування. Кожна РПМ обладнана множиною ІКП $M_i = \{P_{i1}, \dots, P_{im}, \dots, P_{in}\}$, $P_{ik} \in M_i$. Другий рівень характеризує ступінь автоматизації окремих РПМ. Чим більша потужність цієї множини тим вищий технічний рівень РПМ та відповідно її конкурентоспроможність

$$M_s^2 = \{\{P_{i1}, \dots, P_{im}, \dots, P_{in}\}, \dots, \{P_{j1}, \dots, P_{jm}, \dots, P_{jn}\}\} \quad (2)$$

де m – індекс порядкового номеру ІКП окремої РПМ. Загальна кількість елементів множини M_s^2 при ІМФТ $k_{jia}^2 = \bigcup_{j=1}^n \bigcup_{i=1}^m k_{in}^2$.

3-й рівень - M_s^3 - множина типових функціональних блоків (вузлів) (ТФБ), які входять у склад ІКП і які реалізують функції зберігання, обробки, обміну масивів інформації або управління тими процесами і т. і.

$$P_{im} = \{B_{im1}, \dots, B_{imk}, \dots, B_{iml}\}, \quad B_{imk} \in P_{im} \quad (3)$$

де k – індекс порядкового номеру ТФБ m -го функціонального пристрою i -ої РПМ.

Прикладами ТФБ є блок цифрової індикації вимірювальних величин, блок фотоелектричних датчиків, блок лічильників, блок регістрів, і т. і. Частковим випадком ТФБ є елементарний функціональний модуль (ЕФМ). ЕФМ – сукупність логічних елементів окремих серій інтегральних мікросхем (ІМС), які входять у склад ТФБ. До ЕФМ можна віднести однорозрядні комірки пам'яті, тригери, лічильники, логічні елементи – вентиля – логічно нерозділені елементи, що реалізують логічні функції І-НЕ, АБО-НЕ, І-АБО-НЕ, І-АБО, І, АБО, НЕ та інші типові ЕФМ.

Оскільки ТФБ окремих ІКП при ІМФТ побудовані переважно на ІМС різних серій, проектуються незалежно конструкторськими відділами окремих заводів та зовнішніми розробниками то їх кількість (номенклатура) є великою.

Множина ТФБ, які входять у склад ІКП РПМ в цілому

$$Ms^3 = \left\{ \left\{ \{B_{111}, \dots, B_{11k}, \dots, B_{11l}\}, \dots, \{B_{1m1}, \dots, B_{1mk}, \dots, B_{1ml}\}, \dots, \{B_{1n1}, \dots, B_{1nk}, \dots, B_{1nl}\} \right\}, \right. \\ \left. \left\{ \{B_{i11}, \dots, B_{i1k}, \dots, B_{i1l}\}, \dots, \{B_{im1}, \dots, B_{imk}, \dots, B_{iml}\}, \dots, \{B_{in1}, \dots, B_{ink}, \dots, B_{inl}\} \right\}, \right. \\ \left. \dots, \left\{ \{B_{j11}, \dots, B_{j1k}, \dots, B_{j1l}\}, \dots, \{B_{jm1}, \dots, B_{jmk}, \dots, B_{jml}\}, \dots, \{B_{jn1}, \dots, B_{jnk}, \dots, B_{jnl}\} \right\} \right\} \quad (4)$$

Загальна кількість елементів множини Ms^3 при ІМФТ $k_{\text{вза}}^3 = \bigcup_j \bigcup_n \bigcup_l k_{jnl}^3$.

При розробці ІКП Ms - системи за концепцією ІМФТ - проєктант, суворо дотримуючись технічного завдання (ТЗ) та користуючись алгоритмом проєктування (правилами, нормами, а також обмеженнями у вигляді вимог різних як національних, так і міжнародних конвенцій, вимог ГОСТ, СТ СЭВ та ISO), виробляє власну концепцію Ms - системи, що на загал складається із оригінальних блоків та вузлів.

Багаторівнева ієрархічна структура Ms - системи при ІМФТ може бути представлена у виді наведеного на рис. 1 дерева.

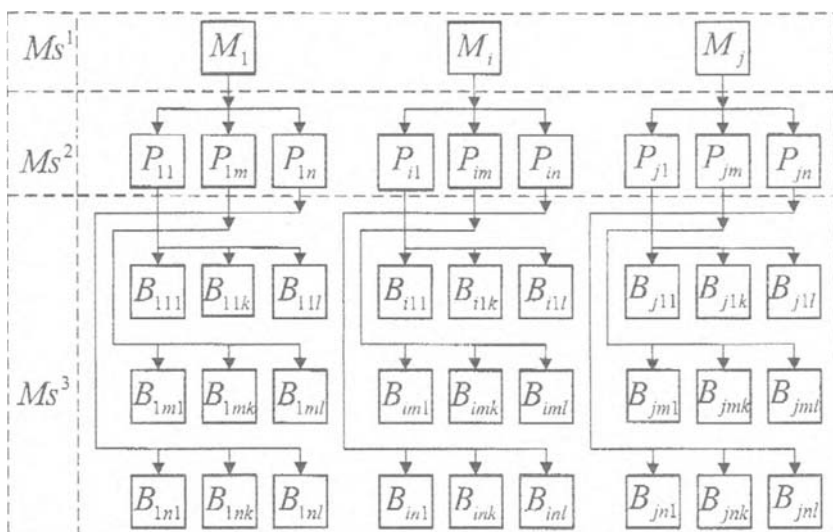


Рис. 1. Багаторівнева ієрархічна структура Ms - системи при ІМФТ

Розробка уніфіковано-модульних ІКП РПМ

При уніфіковано-модульному формуванні техніки (УМФТ) – проєктує також, як і при індивідуальному, суворо дотримується ТЗ та алгоритму, але використовує уніфіковану для всієї множини ІКП РПМ систему модуль-виробів; функціональних (ФМ) і конструктивних (КМ) модулів, з яких і проходить формування заданої Ms – системи. Необхідність мати у розпорядженні попередньо підібраний набір уніфікованих ФМ та КМ для Ms - системи і є основною відмінністю уніфіковано - модульного проєктування на відміну від індивідуально-модульного.

Для створення набору КМ та ФМ необхідно в першу чергу виділити такі складові Ms -системи, які б: вміщували найбільші резерви зниження вартості при їх проєктуванні та побудови в модульному варіанті; були найбільш придатні для створення типових технологічно та конструктивно закінчених конструкцій, вузлів і т. і.; були найбільш стабільними.

Структура Ms – системи при уніфіковано-модульному проєктуванні ІКП РПМ є також трирівневою (рис.2) $Ms = \{Ms^1, Ms^2, Ms^3\}$, $Ms^1 \subset Ms^2 \subset Ms^3 \subset Ms$.

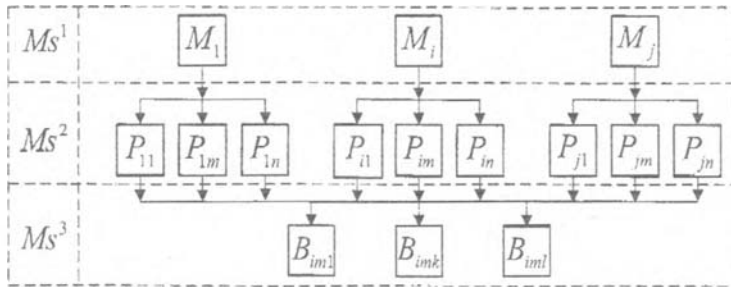


Рис. 2. Багаторівнева ієрархічна структура Ms - системи при УМФТ

1-й рівень Ms^1 - системи – множина вітчизняних та додатково включених зарубіжних РПМ та обладнання в цілому, що експлуатуються в друкарнях країни

$$Ms^1 = \{M_i\}_{i=1}^k, \quad M_i \in Ms^1 \quad (5)$$

де i – індекс порядкового номера РПМ. Загальна кількість РПМ та обладнання вищевказаної множини $k_{\delta i \delta}^1 = j, k_{\delta i \delta}^1 > k_{j i a}^1$.

2-й рівень – Ms^2 - системи - множина ІКП, якими обладнанні окремі РПМ та устаткування. Кожна РПМ обладнана множиною ІКП $M_i = \{P_{i1}, \dots, P_{im}, \dots, P_{in}\}, P_{ik} \in M_i$

$$Ms^2 = \{\{P_{11}, \dots, P_{1m}, \dots, P_{1n}\}, \dots, \{P_{i1}, \dots, P_{im}, \dots, P_{in}\}, \dots, \{P_{j1}, \dots, P_{jm}, \dots, P_{jn}\}\} \quad (6)$$

де m – індекс порядкового номеру ІКП окремої РПМ.

Загальна кількість елементів множини Ms^2 при УМФТ із врахуванням ІКП зарубіжних машин $k_{\delta i \delta}^2 = \bigcup_j \bigcup_n k_{j n}^2, k_{\delta i \delta}^2 > k_{j i a}^2$.

Деякі ІКП без суттєвих змін можуть бути використані на інших РПМ. Чим більша потужність кожного пересічення $P_{1m} \cap P_{2m}, \dots, \cap P_{(j-1)m} \cap P_{jm}$, тобто чим більше загальних елементів при пересіченні множин одного рівня, тим менша кількість типів елементів функціонує в Ms – системі, тим більш упорядкованою може рахуватися поведінка системи з точки зору уніфікації. Зокрема, пристрої для вимірювання швидкості роботи РПМ [13] можуть бути використані одночасно на різних РПМ, що призводить до елементної уніфікації вже на 2-му рівні Ms – системи.

3-й рівень - Ms^3 - множина ТФБ, які входять у склад ІКП. Оскільки ТФБ окремих ІКП при УМФТ побудовані на ІМС однієї серії та є уніфіковані, то їх загальна кількість суттєво зменшується

$$Ms^3 = \{B_{im1}, \dots, B_{imk}, \dots, B_{iml}\}, B_{imk} \in P_{im} \quad (7)$$

де k - індекс порядкового номеру ТФБ m -го функціонального пристрою i -ої РПМ.

$$\text{Загальна кількість елементів множини } Ms^3 \text{ при УМФТ } k_{\text{звб}}^3 = \bigcup_i k_i^3.$$

До ІКП РПМ ставляться численні технічні, економічні, виробничі та інші вимоги. ІКП можуть забезпечити виконання всіх цих вимог у різній мірі.

Тому при розробці ТФБ пристроїв дискретної автоматики дуже важливо оптимально вибрати її елементну базу. У ІКП використовується велика (усе більш зростаюча) кількість логічних схем. Логічні схеми (елементи) і системи логічних елементів розрізняються експлуатаційними даними, електричними параметрами, складом системи, конструктивним оформленням тощо. Численність різних типів систем елементів пояснюється різноманітністю вимог, що ставляться до апаратури, бажанням створити апаратуру із найкращими технічними та економічними характеристиками. Тому дуже важливо вибрати найбільш придатні (оптимальні) елементи для побудови ІКП. Це завдання досить трудомістке та складне, оскільки система логічних елементів, яка має перевагу за усіма вибраними параметрами (критерієм порівняння), зустрічається доволі рідко. Як правило, маючи перевагу за одним або декількома параметрами, дана система поступається перед іншими [2,17].

Основною вимогою, що ставиться до логічних елементів, призначених для побудови ІКП РПМ, є їх підвищена завадостійкість. У цей же час від пристрою не вимагається високої швидкодії. Максимальна частота функціонування елементів ІКП РПМ складає 3 - 4 кГц. До інших параметрів (потужність споживання, габарити, маса) ставляться менш жорсткі вимоги, оскільки потужність споживання ІКП значно менша потужності, споживаної РПМ, а вага та габарити пристрою набагато менші за вагу та габарити машини.

Окремі рекомендації та дослідження по вибору елементної бази наведені в [2]. Так, у [2] доведено, що підхід до проектування елементів промислової автоматики повинен відрізнитись від підходу до проектування елементів обчислювальної техніки. Зокрема, більш жорсткими є вимоги до стійкості роботи, що ставляться до елементів промислової автоматики: вони повинні надійно працювати при зміні навантаження і кількості зайнятих входів та в умовах сильних електромагнітних завад, поряд з потужними приймачами електроенергії та комутаційною апаратурою. Тому для побудови ІКП РПМ використані спеціалізовані ІМС серії К511 з підвищеною завадостійкістю (аналог серії Н1хх фі-

рми Silicon General Inc. з напругою живлення 15 В) [3], на яких раціонально будувати системи автоматики середньої складності.

Концепція УМФТ використана також при розробці КМ ІКП в яких встановлені наступні рівні конструктивної ієрархії та відповідні їм конструктивні модулі: конструктивний комплекс (виконавчі механізми, давачі імпульсів та переміщень); стійки (корпуси пристроїв); рами – сукупність панелей; блоки; друковані плати і т. і.

Згідно наведеної концепції УМФТ на кафедрі автоматизації та комп'ютерних технологій УАД розроблені уніфіковано-модульні ТФБ з використанням ІМС серії К511, на основі яких створений комплекс ІКП для паперорізальних [5,6,7], фальцювальних [9,12], аркушорізальних [8,13], картонорізальних, лакувальних [4,10] та ниткошвейних машин [11], результати яких опубліковані у наведених у списку літератури фахових виданнях.

Фактори, які забезпечують одержання економічного ефекту при уніфіковано-модульному формуванні ІКП РПМ

Поведінка M_s – системи – процес її функціонування на всіх етапах життєвого циклу. У зв'язку з цим M_s – система характеризується множиною Y -властивостей: надійність ($П$ -властивість), функціональність (Φ - властивість), технологічність (T - властивість), оптимальність (O -властивість), економічність (E -властивість), які визначають її споживчу якість [1].

Функціонування (або життєвий цикл) M_s - системи включає її проектування, технічну підготовку виробництва, виготовлення системи та її експлуатацію, включаючи необхідні ремонти, можливу модернізацію. Основні переваги УМФТ – підвищення ефективності технічної підготовки виробництва – конструкторської (створення проекту) та технологічної (розробка технологічних процесів та виготовлення необхідного оснащення), зниження витрат у процесі виробництва та при експлуатації M_s - системи.

На стадії конструкторської підготовки (при проектуванні) УМФТ забезпечує: скорочення обсягу, трудомісткості, вартості та термінів виконання проектно-конструкторських робіт у результаті повторного використання випробуваних уніфікованих ТФБ, робочих креслень та іншої конструкторської документації.

На стадії технологічної підготовки виробництва УМФТ дає можливість узагальнювати часткові технологічні рішення. Розробка цієї тенденції приведе до типізації технологічних процесів.

На стадії виготовлення ІКП УМФТ відкриває шлях до створення спеціалізованих виробництв КМ та ФМ. Підвищення однорідності виробничих процесів дозволяє застосувати прогресивні форми організації: групові або поточні, що забезпечить ритмічний випуск виробів та скорочення циклу їх настроювання.

У сфері експлуатації позитивні результати можна очікувати на двох напрямках. Перше – засвоєння та експлуатація M_s - систем: підвищується простота оформлення і складу систем, прискорюється та спрощується адаптація обслуговуючого персоналу, а також управління системами; друге – ремонт та взаємозамінність: зменшення труднощів, які пов'язані із запасними частинами, суттєво, прискорюється та полегшується ремонт або перехід на нові елементи – уніфіковані модулі наступних поколінь при модернізації M_s – систем і т. і.

Для підготовки спеціалістів з проектування та експлуатації уніфіковано-модульних ІКП РПМ на кафедрі АКТ УАД організовано спеціалізовану навчально-дослідну лабораторію [14].

1. Васильев А.Л. Модульный принцип формирования техники. – М.: Издательство стандартов, 1989.- 240 с.
2. Васильева Н.П., Петрухин Б.П. Проектирование логических элементов автоматики. – М.: Энергия, 1970. -336 с.
3. Высокопомехоустойчивые логические схемы ИС серии К511 /В.П.Болдырев, В.И.Медведев, С.Н.Рябова и др. - «Электронная промышленность», 1975, №12, с.61-64.
4. Казьмірович Р.В. Лічильно - групуючий пристрій лакувальних машин // Палітра друку. – 1996. - №3. С.13.
5. Казьмірович Р.В. Схема форсованого керування електромагнітними муфтами приводів точного позиціонування // Поліграфія і видавнича справа: Наук.-техн. зб. - Львів: УАД, 1997.-№33.-С.77-81.
6. Казьмірович Р.В. Завадостійкий віднімальний лічильник з попереднім заданням програми пристроїв ЧПК паперорізальних машин // Звітна наук.-техн. конф. за 1998 рік: Тези доп.-Вип.4.-Львів: УАД, 1999.-С.98.
7. Казьмірович Р. Завадостійка система числового програмного керування одноножовою паперорізальною машиною // Поліграфія і видавнича справа: Наук.-техн. зб.- Львів: УАД, 2002.-№ 38.-С.142-146.
8. Казьмірович Р. Автоматизація контролю продуктивності та обсягу нарізання паперу на аркушорізальних машинах // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2002. - №.8 - С.40-45.
9. Казьмірович Р., Казьмірович О. Завадостійкий пристрій автоматичного підрахунку сфальцьованих аркушів та відліку їх у партії на фальцювальних машинах // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2002. - №. 9- С.67-70.
10. Казьмірович Р.В. Автоматизація обліку та групування в пачки друкованих аркушів на лакувальних машинах // Поліграфія і видавнича справа: Наук.-техн. зб. - Львів: УАД, 2003.-№ 39.-С.
11. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Розширення функціональних можливостей систем програмного керування ниткошвейних машин БНШ 6А // Квалілогія: Зб.наук.праць. - Львів: УАД, 2003.-№6-С.219-225.
12. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Способи та схемотехніка групування у пачки сфальцьованих аркушів на фальцювальних машинах // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2004. - №. 11- С.73-78.
13. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Розробка та аналіз похибок завадостійкого цифрового вимірювача швидкості роботи аркушорізальних машин // Квалілогія: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2006. - №. 10 - С. 48-54.
14. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Модульний принцип побудови інформаційно-керуючих систем вітчизняних поліграфічних машин та устаткування // Наук.-техн.конф.: Тези доп. - Львів: УАД, 2008. - С.93.
15. Казьмірович Р.В., Казьмірович О.Р. Застосування програмованих логічних контролерів в модульних інформаційно-керуючих системах поліграфічного устаткування // Наук.-техн. конф. Частина друга: Тези доп. - Львів: УАД, 2009. - С.19.
16. Максименко В. Чи потрібне нам власне поліграфічне машинобудування? // Палітра друку. – 1994. - №1. С.5.
17. Чумаков Н.М., Серебряный Е.И. Оценка эффективности сложных технических устройств. – М.: Сов. Радио, 1980. – 192 с.