

1. Воробьев Д. В. Технология послепечатных процессов [Электронный ресурс]. — Раздел 7 : Факторы, влияющие на производительность комплектовки / Д. В. Воробьев. — М. : МГУП. — (Центр дистанционного образования). — Режим доступа : <http://hi-edu.ru/e-books/xbook281/01/part-007.htm#i1095> 2. Економічна енциклопедія : [у трьох томах] / редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. — К. : Видавничий центр «Академія», 2000. — Т. 1. — 864 с. 3. Карпенко В.С. Практика фальцовки: от спуска полос до готовой продукции. Фальцевальные системы Heifelberg Finishing : навч. посіб. / Карпенко В.С., Шостачук Ю.А., Сысюк В.Г. и др. — К. : Техніка, 2001. — 240 с. 4. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства : [пер. с нем.] / Г. Киппхан. — М. : Моск. гос. ун-т печати, 2003. — 848 с. 5. Коллинз Г. Структурные методы разработки систем от стратегического планирования до тестирования : [пер. с англ.] / Г. Коллинз, Дж. Блей. — М. : Финансы и статистика, 1986. — 264 с. 6. Лямець В. І. Системний аналіз. Вступний курс / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев. — 2-ге вид., перероб та допов. — Х. : ХНУРЕ, 2004. — 448 с. 7. Маїк В. З. Технологія брошурувально-палітурних процесів : підруч. / В. З. Маїк ; за заг. ред. д-ра. техн. наук, проф. Е. Т. Лазаренка. — Львів : УАД, 2001. — 85 с. 8. Піх І. В. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів : навч. посіб. / І. В. Піх, В. М. Сеньківський. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2013. — 220 с. 9. Хведчин Ю. Й. Брошурувально-палітурне устаткування : підруч. — Ч. I : Брошурувальне устаткування / Ю. Й. Хведчин. — Л. : ТеРус, 1999. — 306 с.

## **СИНТЕЗ МОДЕЛІ ФАКТОРОВ КАЧЕСТВА ФАЛЬЦОВКИ ОБЛОЖЕК НА ВКЛАДЧОНО-ШВЕЙНО-РЕЖУЩИХ АГРЕГАТАХ**

*Применен метод ранжирования для синтезирования многоуровневой модели приоритетного влияния факторов на процесс фальцовки обложек малообъемных книжных изданий.*

## **SYNTHESIS THE MODEL OF QUALITY FACTORS FOR COVER FOLDING ON THE SADDLESTITCHER**

*Ranking method used for the synthesis of multilevel models of priority influence factors on the cover folding process of small volume books.*

УДК 681.3:655.2

**О. В. Воржева**

*Українська академія друкарства*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА**

*Розглянуто методи автоматизованого проектування принципових схем технологічного процесу.*

**Ключові слова:** *проектування технологічних процесів, технологічний банк даних, пошук рішень-аналогів, синтез різних варіантів технологій*

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) полягає в забезпеченні технологічної готовності підприємства до випуску видання при дотриманні

вимог до якості, термінів і обсягів випуску, а також з урахуванням запланованих витрат. ТПВ включає:

- забезпечення технологічності виробу;
- розробку і впровадження технологічних процесів для виготовлення елементів видання;
- проектування та виготовлення необхідних засобів технологічного оснащення (пристроїв, прес-форм, штампів, вимірювального інструменту);
- управління процесами ТПВ.

Метою ТПВ є створення проекту технологічного процесу та його технічного забезпечення. Інформація, отримана на цьому етапі, повинна дати можливість оптимізувати техніко-економічні показники діяльності підприємства. Отож від якості інформації, отриманої на даному етапі й відображеної в технологічній документації, значною мірою залежать ефективність виробництва і якість продукції.

Проект технологічного процесу розробляється як компроміс між вимогами конструкції видання і можливостями виробництва. Вже на початкових стадіях розробки проекту необхідне відпрацювання його на технологічність, можливість реалізації в конкретних виробничих умовах.

Автоматизація технологічних процесів на базі програмно-керованого ЕОМ технологічного обладнання обумовлює нове завдання — розробку відповідних керуючих програм для такого обладнання, що втілюють у собі результати проектування як самого видання, так і технологічної підготовки його виробництва [5].

Мета проектування технологічних процесів — дати докладний опис операцій виготовлення видання з необхідними техніко-економічними розрахунками та обґрунтуваннями прийнятого варіанта. Безпосередньо процес та його налагодження здійснюється на основі завдання на проектування, що включає необхідні вихідні дані:

- потужність і річну програму підприємства в цілому та по різних видах продукції в натуральному та грошовому виразах;
- характеристику продукції, що відображена в карті технічного рівня, якісні показники;
- характеристику й обґрунтування прийнятих технологічних рішень, вибору основного технологічного устаткування та транспортних засобів;
- трудомісткість виробничих процесів, кількість і структуру парку виробничого устаткування;
- склад працюючих та режим роботи, вимоги щодо охорони праці та навколишнього середовища.

Промзавдання розробляється окремо на кожен вид продукції. Процес проектування розпочинається з синтезу структури на основі конкретного завдання. Генерований варіант структури оцінюється з позиції працездатності (наприклад, забезпечення якості виробу). Якщо для деякого варіанта структури технологічного процесу, операції чи переходу досягнуто

забезпечення заданих параметрів якості виробу, процес синтезу вважається завершеним.

Для кожного варіанта структури складається модель технологічного процесу або його елементів. При автоматизованому проектуванні така модель є математичною, вона повинна бути адекватною об'єктові щодо його основних властивостей. Аналіз моделі перевіряє виконання умов працездатності та прийняття рішення. За результатами перевірки проводиться параметрична оптимізація. Якщо умови працездатності не виконуються, керовані параметри змінюють, і математична модель аналізується при нових їх значеннях. У випадку повторного невиконання умов працездатності переходять до генерації нового варіанта структури.

При генерації структури технологічного процесу використовують різні методи: проектування на основі типізації та групової технології; перетворення процесів-аналогів; багаторівневий ітераційний метод; аксіоматичний метод тощо [4]. Проектування технологічних процесів шляхом параметричного налагодження типового процесу включає дві групи проектних операцій: пошук у технологічному банку даних необхідного типового процесу і розрахунок параметрів кожної операції (норм часу, матеріальних і трудових затрат).

Після того, як у технологічному банку даних знайдені вироби та ТП-аналоги, проектування полягає в тому, щоб на основі інформаційної моделі конкретного виробу визначити його раціональну структуру та параметри процесу виготовлення [1]. Перетворення здійснюються методами виключення й доповнення структурних елементів у процеси-аналоги шляхом виявлення відмінностей між конкретними виробами та виробами-аналогами.

Метод виключення структурних елементів заснований на тому, що з графа, який описує структуру процесу-аналога, видаляються деякі шляхи або дуги, що відповідають операціям або переходам, які відсутні у конкретного виробу. В результаті вилучення елементів операції структура конкретного процесу стає простішою від аналога. Перетворення процесу-аналога методом виключення структурних елементів здійснюється встановленням технологічної подібності станів виробу-аналога зі структурою й параметрами конкретного виробу.

При додаванні структурних елементів структура конкретного процесу стає складнішою. У ряді випадків постають завдання проектування, коли перетворення процесів-аналогів проводиться тими й іншими методами.

Один із найбільш загальних способів подолання початкової невизначеності завдання технологічного проектування — багаторівневий ітераційний метод. Проектування дискретних ТП і складних об'єктів розчленовується на декілька взаємопов'язаних рівнів, що характеризуються послідовно зростаючим від рівня до рівня ступенем деталізації рішень. Основу принципу багаторівневої декомпозиції складають наступні твердження [3].

1. Проектування ТП можна розділити на чотири рівні: принципова схема процесу; маршрутна технологія; операційна технологія; керуючі

програми. Першому рівню властиві найбільший ступінь абстракції та визначення тільки принципів особливостей структури і функції ТП. Від рівня до рівня ступінь деталізації проектних рішень зростає. На останньому рівні вона зводиться до інструкцій і команд управління обладнанням.

2. Багаторівневий процес проектування розвивається зверху вниз, від синтезу загальних моделей на першому рівні — до проектних рішень необхідного ступеня деталізації на наступних рівнях. При цьому рішення, отримані на попередньому (n-1)-му рівні, використовуються як додаткові вихідні дані для проектування на n-му рівні. Так, відомості про принципову схему ТП, отримані на першому рівні, служать для синтезу маршруту на другому рівні. Розробка операційних технологій на третьому рівні проводиться з використанням відомостей про технологічні маршрути, а для синтезу керуючих програм застосовуються відомості про операційні технології.

3. На всіх рівнях, окрім останнього, внаслідок недостатньої деталізації проектних рішень критерії відбору варіантів носять узагальнений, евристичний характер. Вони поступово уточнюються від рівня до рівня, досягаючи необхідної точності на останньому рівні проектування.

4. На початковому і проміжних рівнях проектування, у зв'язку з евристичним характером критеріїв, з безлічі синтезованих варіантів відбирається не одне, а декілька найбільш раціональних рішень. Остаточний варіант, що відповідає екстремальним значенням критерію, визначається тільки на останньому рівні.

5. Проектування на кожному рівні розчленовується на сукупність операцій, що взаємопов'язані між собою та здійснюють пошук рішень-аналогів (П), перетворення процесів-аналогів (Н), синтез (С) різних варіантів технології, імітаційне моделювання (М) процесу обробки, аналіз (А) і оцінку результатів моделювання (Е), оптимізацію (Q) і відбір (W) найбільш раціональних варіантів (рис.).

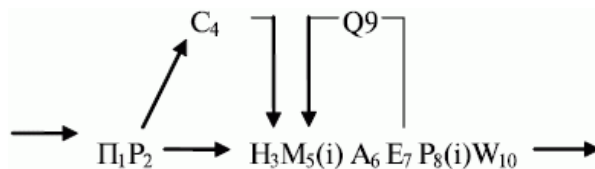


Рис. Ітераційний алгоритм процесу проектування

Процес проектування розпочинається з операції пошуку виробів і ТП-аналогів у масиві банку даних. Якщо такі процеси знайдені, логічним блоком  $P_2$  керування передаються операції перетворення процесу-аналога  $H_3$ , якщо ж не знайдені — операції синтезу  $C_4$ . У цьому блоці централізованим способом синтезується деяка кількість варіантів ТП, що задовольняють задані технічні вимоги й обмеження. З допомогою операції «аналіз» встановлюються причини появи тих чи інших відхилень і занижених значень окремих локальних критеріїв. Аналіз проводиться за всіма техніко-економічними показниками.

Операцією «оцінка» перевіряється ступінь виконання заданих технічних вимог. За виявленими локальними критеріями визначається інтегральний критерій якості того чи іншого варіанта, встановлюється необхідність одержання тих чи інших його показників. Операція «оптимізація» виконує вибір напряму поліпшення проектного варіанта відповідно до моделі. Унаслідок здійснених перетворень початкового варіанта виникає новий покращений варіант, відомості про який знову ж надходять у блоки моделювання, аналізу, оцінки та оптимізації. Сукупність зазначених операцій складає ітераційний цикл процесу проектування.

Протягом кількох ітерацій якість початкового варіанта поліпшується. Процес завершується, коли варіант за всіма основними показниками задовольняє задані вимоги і подальше його вдосконалення не приведе до істотного поліпшення інтегрального критерію. З допомогою блока  $P_8$  здійснюється циклічне повторення операцій моделювання, оцінки, аналізу та оптимізації для всіх варіантів, отриманих в операціях пошуку та синтезу. В результаті до операції «вибір» потрапляє безліч доцільних варіантів, з яких потім відбираються найраціональніші [2].

Як показує досвід розробки та впровадження, зазначені методи широко застосовуються в САПР ТП. Програми, побудовані на основі методів типізації, характеризуються меншим (на 30–40%) обсягом і витратами машинного часу в порівнянні з багаторівневим ітераційним методом. У зв'язку з цим автоматизацію проектування ТП типових виробів доцільно здійснювати з використанням методів типізації, інших виробів — перетворенням процесів-аналогів і багаторівневим ітераційним методом.

1. Дьяконов В. П. Matlab. Анализ, идентификация и моделирование систем : спец. справ. / В. П. Дьяконов. — СПб. : Питер, 2002. — 370 с. 2. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике : учеб. [для вузов] / В. С. Зарубин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. — М. : Изд-во МГТУ, 2001. — 496 с. 3. Организация итерационного процесса согласования результатов оптимизационных расчетов [Электронный ресурс] : матер. сайта WeProekt.ru. Проект промышленной экологии [10.11.2011] / [б/а]. — Режим доступа : <http://weproekt.ru/> 4. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с. 5. Хорошев А. Н. Основы системного проектирования [Электронный ресурс] / А. Н. Хорошев // Корпоративный менеджмент : Интернет-проект, 1998–2013. — Режим доступа : [www.cfin.ru/management/](http://www.cfin.ru/management/)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

*Рассмотрены методы автоматизированного проектирования принципиальных схем технологического процесса.*

## **PRODUCTION PROCESS AUTOMATION PIDGOTOVKI**

*The existing methods currently aided design schematic of the process.*