

УДК 004.002

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Ковальчук С.С., к.т.н.,
Мазурець О.В., аспірант
Хмельницький національний університет
Тел. (8038) 72-52-37

Анотація – У статті розглянуто передумови та особливості розробки інтерпретатора як ключового компоненту комплексної системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва, призначеного для інтерпретації елементів цифрових креслень як образів 3D-об'єктів із метою опису їх формальною мовою опису креслень. Доведена необхідність розробки даного компоненту, визначено його функції, властивості та місце у загальній системі.

Ключові слова – САПР, технологічний процес, цифрове креслення, редактор креслень, розпізнавання креслень, нейронні схеми.

Постановка проблеми. На сучасному етапі ефективність систем конструкторської та технологічної підготовки виробництва залежить не тільки від ефективності роботи власне систем автоматизації проектування технологічних процесів (САПР ТП), а й від якості формування креслень деталей [1], оскільки остання визначає як необхідну точність для композиції техпроцесів, так і допустимі межі пошуку прийнятних технологічних процесів (ТП) [2]. Тому можна говорити про комплексність питання конструкторської та технологічної підготовки виробництва й, відповідно, необхідності комплексного вирішення проблем формування креслень деталей та синтезу технологічних процесів в рамках єдиного програмного комплексу. Оскільки на даний час не виявлено ефективних шляхів дійсно комплексного вирішення даної задачі, то робота в цьому напрямку є актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Визначено дві стадії конструкторської та технологічної підготовки виробництва [3]:

- Проектування креслення – формування коректної інформації про деталь (образу деталі) для використання її при проектуванні ТП.

- Проектування техпроцесів – синтез можливих варіантів технологічних процесів виготовлення даної деталі й вибір оптимального за певним критерієм.

Проектування креслення деталі має на меті забезпечення передачі всього необхідного для проектування ТП об'єму інформації про деталь у САПР ТП. Формат цих даних може бути різноманітним у залежності від їх походження: паперове креслення (образ деталі утворюється при розпізнаванні креслення), цифрове креслення (образ деталі формується при використанні конверторів креслень у вигляді, прийнятний для САПР ТП), об'єктно-орієнтований редактор креслень (дозволяє інтерактивно формувати образ деталі шляхом вибору об'єктів-складових образу деталі та їх параметрів), текстовий редактор креслень (дає можливість формувати образ деталі за допомогою формальної мови опису креслень, що включає геометричну й математичну модель досліджуваного процесу).

Проте бажаною властивістю САПР ТП є наявність єдиного формату для передачі інформації про деталь у САПР ТП. Кожен із наведених способів має свої суттєві недоліки [4]. Тому оптимальним *засобом* для передачі інформації про деталь у САПР ТП було визначено формальну мову опису креслень, оскільки вона дозволяє передати всю необхідну для формування техпроцесів інформацію, при цьому маючи можливість переведення інформації з інших форматів [4]. Відповідно, формальна мова опису креслень виступає проміжною ланкою переважно між САПР і САПР ТП (Рис.1), дозволяючи передавати геометричну й технологічну інформацію про деталь. Для забезпечення повної функціональності вихідної системи особливо актуальними були питання створення ефективного об'єктно-орієнтованого редактора креслень та розпізнавання паперових креслень.

Для вирішення завдання створення *об'єктно-орієнтованого редактора креслень* було створено тестову систему „ООРК” (Рис. 2), що дозволяє інтерактивно формувати образи багатоступінчатих валів шляхом вибору складових елементів та їх параметрів, а також імпортувати ці дані в форматі мови опису креслень у тестову САПР ТП [5]. При цьому об'єктно-орієнтований редактор креслень виступає одночасно і засобом створення креслень, і редактором креслень.

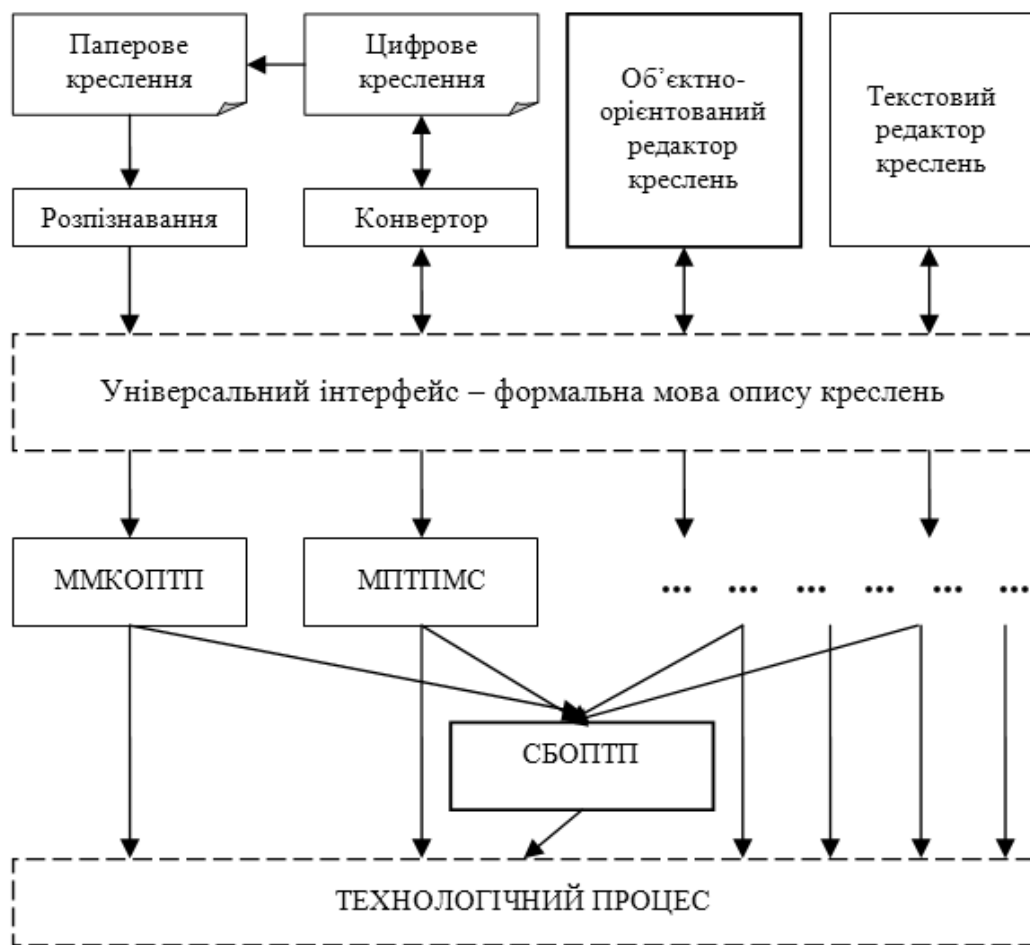


Рис. 1. Базова схема КСКТПВ

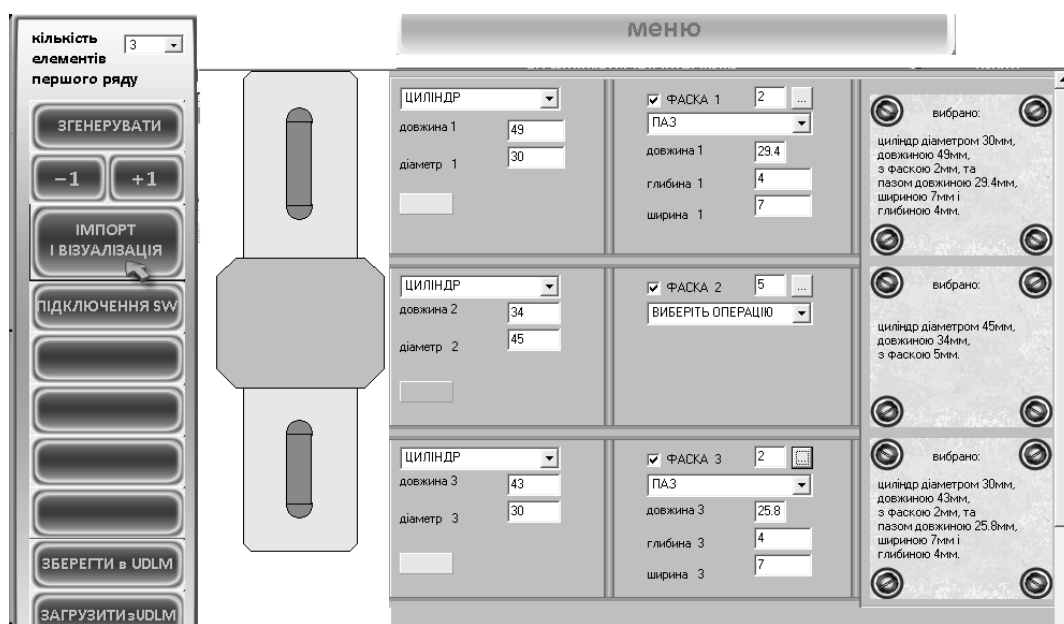


Рис. 2. Головне вікно програми „ООРК”

Для розв'язку задачі *розпізнавання відсканованих паперових креслень* було розроблено метод декомпаративного розпізнавання

креслень [6, 7], який дозволяє трансформувати відскановані растрові креслення у цифрові формати шляхом поетапного відокремлення з них шарів однотипних образів і їх подальшого розпізнавання. Головними етапами його застосування є *відділення й розпізнавання символічної інформації* на графічних зображеннях та сегментація растрових креслень (Рис. 3). В якості інструменту розпізнавання для реалізації технології відділення символічної інформації на графічних зображеннях було обрано нейронні схеми внаслідок наявності властивим тільки цій технології перевагам при розпізнаванні даного типу образів.

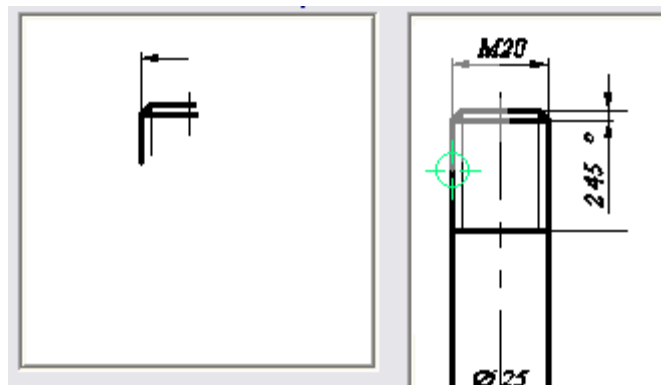


Рис. 3. Сегментування об'єктів при розпізнаванні відсканованих паперових креслень

Шляхи оптимізації аналізу ТП як по наперед заданих узагальнюючих критеріях оптимальності, так і за власними критеріями оптимальності, ведуть до зниження загальної ефективності САПР ТП і збільшення імовірності прийняття помилкових рішень. Виходячи з цього, авторами було висунуто думку про ефективність роботи в напрямку створення *системи багатокритеріальної оптимізації проектування техпроцесів* (СБОПТП) [8], що дозволить, використовуючи єдиний динамічний масив вхідних даних та статичний масив математичних моделей критеріїв оптимальності, визначати оптимальний ТП за будь-яким із базових критеріїв оптимальності, у відповідності із поточними виробничими вимогами. В якості надфункції розглядається використання масиву узагальнюючих математичних моделей оптимальності ТП [3]. Застосування такої системи аналізу техпроцесів дозволяє значно підвищити ефективність, універсальність і гнучкість САПР ТП.

В якості часних варіантів критеріїв оптимальності для СБОПТП можна розглядати *метод мультикоефіцієнтної оптимізації проектування технологічних процесів* (ММКОПТП) [9], що визначає мінімальний по собівартості техпроцес, оперуючи факторами, які впливають на елементи техпроцесу, і зв'язками між факторами у

вигляді коефіцієнтів, які виражають їхній вплив на загальну собівартість ТП.

Іншим варіантом критерію оптимальності для СБОПТП можна вважати *метод проектування технологічних процесів за моделями станів* (МПТПМС), який базується на технології розпізнавання структурних одиниць аналогових техпроцесів з використанням технології застосування методологічного апарату моделей станів [10] для порівняння прогнозованих оптимальних ТП із існуючими.

Відповідно до наведеного опису можливих компонентів комплексної системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва (КСКТПВ), скомпоновано її загальну структуру (Рис. 1), проте практичне застосування її компонентів виявило в ній ряд неузгодженостей. Так, результатом розпізнавання паперових креслень є цифрове креслення у вигляді набору ліній різного типу, розмірних вказівників та підписів, однак для переведення цих даних в формальну мову опису креслень, вони мають бути інтерпретовані як елементи та характеристики 3D-об'єктів, що є невласивою програмою розпізнавання креслень функцією. Використання ж конверторів для перетворення цифрових креслень у образи 3D-об'єктів (деталей машин) є лише частково реалізованою функцією в існуючих системах, і не враховує специфіки переведених у цифровий вигляд розпізнаних креслень. Крім цього, при розробці та тестуванні об'єктно-орієнтованого редактора креслень [11] було визначено корисним створення ним креслень не тільки описово у форматі мови опису креслень, а й у вигляді цифрових креслень САПР.

Постановка завдання. Завданням, що розв'язується в даній статті, є доведення необхідності включення в загальну класичну схему КСКТПВ нового елемента (інтерпретатора), що виконуватиме функцію інтерпретації елементів цифрових креслень як образів 3D-об'єктів із метою опису їх формальною мовою опису креслень. Ключовим моментом при вирішенні такого завдання є визначення функцій, режимів роботи інтерпретатора та його місця у КСКТПВ.

Основна частина. Завданням інтерпретатора є трансформація креслень, що складаються із примітивів (відрізки, дуги, символічні написи та ін.), у об'єктно-орієнтований вигляд із виділенням 3D-об'єктів (циліндри, паралелепіпеди та ін.) й їх параметрів (довжина, ширина, діаметр...) і підоб'єктів (фаски, лиски, шпоночні пази...). Оскільки призначенням цифрових креслень є звичайно їх наочний перегляд та експорт у підсистеми наступного конструкторсько-технологічного етапу (САПР ТП), то кінцевий об'єктно-орієнтований вигляд креслень із виділенням 3D-об'єктів є не тільки бажаним, а й єдино прийнятним.

При цьому функції інтерпретатора не можуть бути передані іншим об'єктам з точки зору системного підходу, адже, з одного боку, його функції потрібні одразу кільком компонентам системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва, що призведе до дублювання функцій, при тому що, з іншого боку, даним компонентам не в усіх варіантах використання потрібна дана функція, що призведе до функціональної надлишковості.

Виходячи із наведених причин, було визначено необхідність включення в загальну схему КСКТПВ інтерпретатора як окремого компонента для інтерпретації елементів цифрових креслень як образів 3D-об'єктів із метою подальшого використання отриманих даних у підсистемах наступного конструкторсько-технологічного етапу (Рис.4).

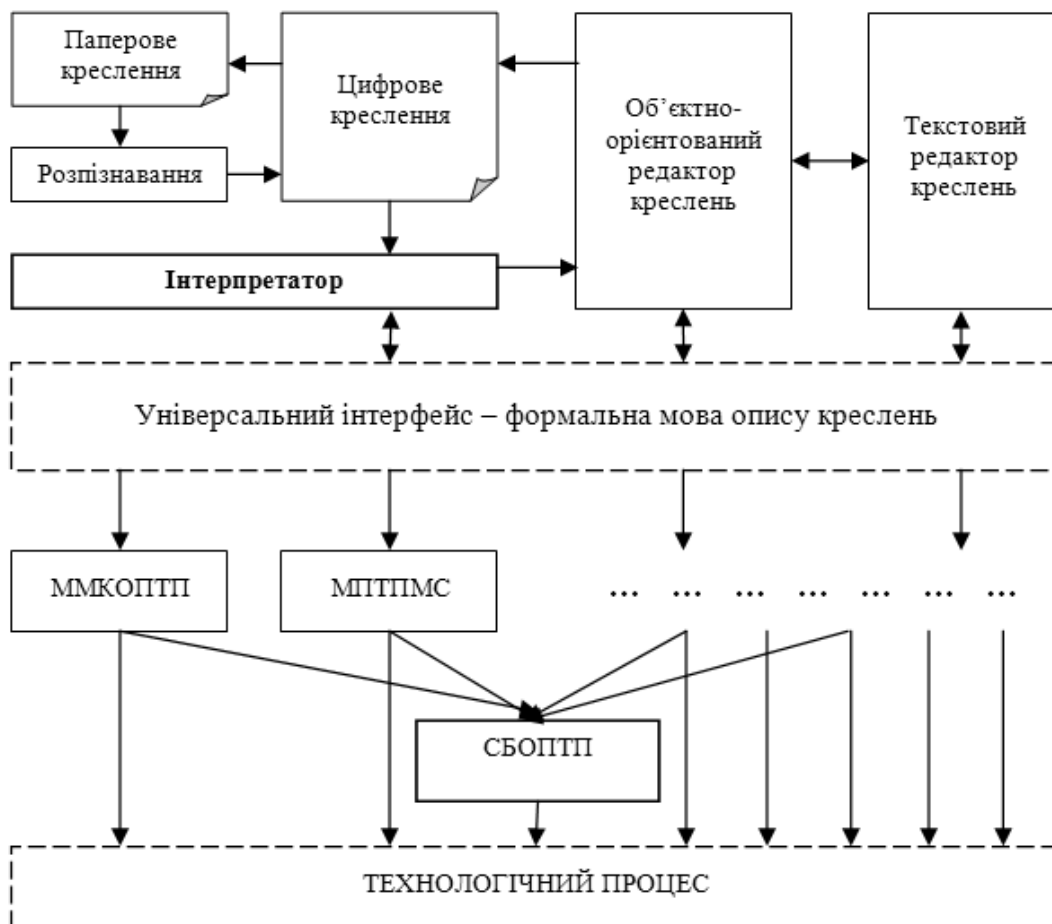


Рис. 4. Перспективна схема КСКТПВ

Ефективність роботи об'єктно-орієнтованого редактора креслень, підсистеми розпізнавання растрових креслень ті інших компонентів визначається рівнем створення повного і коректного набору геометричних (графічних) та параметричних (символьних) даних про деталь. Тобто приймається, що дані про контури деталі та

текстова інформація про геометричні та технологічні характеристики вже присутня у вхідному цифровому кресленні, що подається на аналіз до інтерпретатора. Таким чином, завданням інтерпретатора є логічне пооб'єктне зведення цієї інформації та її прив'язка до 3D-елементів – частин деталі.

Відповідно, ключовим моментом у алгоритмі інтерпретатора є перетворення масивів геометричної інформації у образи елементів деталей; а також співставлення наявної символічної інформації параметрам 3D-елементів деталі й їх актуалізація в якості геометричних та технологічних характеристик елементів деталі. Наприклад, обхід прямокутника як 2D-проекції циліндра по контуру й призначення йому геометричних параметрів відповідно до присутньої на кресленні текстової метричної інформації.

Відповідно до загальноприйнятих для систем такого класу рівнів автоматизації, було визначено доцільним наявність трьох режимів роботи інтерпретатора:

- Автоматичний – програмний обхід образів й співставлення геометричної інформації відбувається автоматично, у відповідності до наявної системи правил. При наявності варіантів автоматично обирається найбільш оптимальний.
- Діалоговий – програмний обхід образів й співставлення геометричної інформації відбувається автоматично, у відповідності до наявної системи правил. При наявності варіантів вибір надається користувачу.
- Ручний – обхід образів й співставлення геометричної інформації проводиться користувачем. При відсутності варіантів в користувача вимагається підтвердження

Систему правил як частковий випадок систем, заснованих на правилах, в якості експертної системи звичайно використовується для рішення задач подібної специфіки [12]. В якості засобу ведення системи правил авторами запропоновано виконавчий механізм, який спроектований за допомогою нейросхемних технологій та який довів свою високу ефективність при вирішенні широкого кола задач [6, 7, 9, 10, 11].

У відповідності до сформульованих вище алгоритмічних і функціональних особливостей розробки інтерпретатора, очевидно, що даний елемент виступає не тільки як конвертор креслень, а й як невід'ємний, ключовий компонент комплексної системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва.

Висновки. У статті розглянуто передумови та особливості розробки інтерпретатора як ключового компоненту комплексної системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва, призначеного для інтерпретації елементів цифрових креслень як

образів 3D-об'єктів із метою опису їх формальною мовою опису креслень. Доведена необхідність розробки даного компоненту, визначено його функції, властивості та місце у загальній системі конструкторської та технологічної підготовки виробництва.

Література

1. Новиков В.Я., Сагайда И.М., Сагайда П.И. К вопросу о построении корпоративной информационно-управляющей системы многопрофильного предприятия // Труды I-й международной конференции "Современные технологии и ресурсоэнергосбережения". Вып.№2. Партенид, 1997. – С. 9 - 11.
2. Аверченков В.И., Горленко О.А. Проектирование технологических процессов на основе системного подхода // Учебное пособие. – Брянск: БИТМ, 1986. – 88с.
3. Аверченков В.И. Оптимизация технологических процессов в САПР ТП // Учебное пособие. – Брянск, 1987. – С.68.
4. Мазурець О.В. Комплексний підхід до створення системи конструкторської та технологічної підготовки виробництва // Збірник наукових праць за матеріалами третьої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2009» – Хмельницький – ХНУ, 2009. – С.110–115.
5. Ковальчук С.С., Мазурець О.В., Рибак Л.П. Врахування критеріїв надійності роботи інструменту при автоматизованому проектуванні техпроцесів // Международный научно-технический сборник „Резание и инструмент в технологических системах”. Харьков НТУ «ХПИ» – 2007. – С.112–118.
6. Мазурець О.В. Розробка автоматизованої системи для розпізнавання растрових креслень на базі нейронних схем // Збірник наукових праць за матеріалами другої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2008» – Хмельницький – ХНУ, 2008. – Т.2 – С.22–27.
7. Кубик О.О., Мазурець О.В., Ковальчук С.С. Декомпаративне розпізнавання символічної інформації з креслень із використанням технологій штучного інтелекту // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. праць / Кам'янець-Подільський національний університет, Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. – Вип. 1. – С.109–119.

8. Ковальчук С.С., Мазурець О.В. Теоретичні засади розробки системи багатокритеріальної оптимізації проектування технологічних процесів // Науковий журнал „Вісник Хмельницького національного університету”. Хмельницький, 2008, №2(108), Том 2. – С.26-34.
9. Мазурець О.В. Застосування нейросхемних технологій для мультिकоефіцієнтної оптимізації проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин // Збірник наукових праць за матеріалами науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2006». Хмельницький – 2006. – С.15-23.
10. Мазурець О.В. Розпізнавання та аналіз структури технологічних процесів з використанням моделей Маркова на базі нейронних схем. // Матеріали сьомої Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції „Машинобудування України очима молодих: Прогресивні ідеї – наука – виробництво”. Одеса – 2007. – С.8–11.
11. Ковальчук С.С., Мазурець О.В., Смолій О.Ю. Програмна реалізація об'єктно-орієнтованого редактора цифрових креслень деталей машин // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2009. – №1 (33). – С.148–152.
12. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Тим Джонс; Пер. с англ. Осипов А.И. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312с.