

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОСХЕМНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МУЛЬТИКОЕФІЦІЄНТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Запропоновано мультикоєфіцієнтний метод оптимізації проектування технологічних процесів в поєднанні з нейронними схемами топографічної структури, що дозволяє істотно підвищити ефективність роботи САПР ТП. Розглянуто практичні реалізації із застосуванням нейросхемних алгоритмів.

It is offered the multicoefficient method of optimization of the designing the technological processes in combination with neural scheme of the topographical structure, allowing greatly raise efficiency of the work CAD-TP. The practical realizations with using neuroschem algorithms are considered.

Відмінною тенденцією сучасного машинобудування є висока швидкість оновлення виробів та зменшення їх серійності. Оскільки технологічна підготовка виробництва займає достатньо великий об'єм часу в циклі випуску виробів, то актуальною є проблема скорочення її строків. Один із шляхів вирішення даної проблеми – використання систем автоматизації проектування (САПР). САПР технологічного проектування (САПР ТП), що є складовою технологічної підготовки виробництва, забезпечує скорочення строків та трудомісткості розробки технологічних процесів.

Серед проблем, що ускладнюють застосування САПР ТП, виділяють звуження бази пошуку припустимих рішень задач технологічного проектування, відсутність ефективних методів вибору й комбінаційного аналізу варіантів технологічних процесів та їх елементів, низьку гнучкість сучасних САПР ТП і нехтування наявними корисними закономірностями техпроцесів. В даній роботі розглянуто теоретичну й практичну частини нейросхемного підходу до вирішення вказаного комплексу проблем. При цьому за мету ставиться застосування таких алгоритмів, які враховують якнайбільшу кількість значущих факторів та дозволяють зменшити трудомісткість технологічного проектування.

На сучасному етапі роботи в області оптимізації проектування технологічних процесів ведуться по двох напрямках – інтегральному та диференційному. Критерієм такого розподілу слугує кількість враховуваних факторів при визначенні оптимальних моделей технологічних процесів, методика їх застосування й тенденція до узагальнення або розкладу факторів відповідно.

Наприклад, диференційний підхід у роботі [1] полягає в розкладі загального критерію до первісних коефіцієнтів. Окремі критерії розподіляються по категоріях: технічні, економічні та соціальні.

Прикладом інтегрального підходу є технологія гнучкого проектування технологічних процесів [2, 3]. За нею, формується математична модель оброблюваної поверхні, що містить 3 коефіцієнти, де 1-й μ характеризує перевагу методів обробки самої поверхні ізольовано, 2-й β характеризує вплив їх взаємозв'язків у деталі, 3-й λ – умовну собівартість. Кінцеве значення функції приналежності визначається як $\mu' = \mu * \beta * \lambda$. Щоб знайти оптимальний процес, здійснюється формування нечіткої множини технологічних альтернатив із максимальними значеннями μ' . Серед інших варіантів інтегрального підходу варто відзначити модульну оптимізацію керування АБП [4] з використанням інтегрованого критерію конкурентоспроможності виробів на основі обробки детермінантів конкурентної переваги за схемою $KCB_{АБП} > KCB_{конкур}$, та маршрутний алгоритм прийняття інженерних рішень [5], оснований на принципі виділення параметрів, що впливають на вибір варіантів побудови технологічного процесу в максимальному ступені.

Очевидно, що при інтегральних підходах врахування недостатньої кількості факторів при визначенні шляхів прийняття рішень системою автоматизованого проектування технологічних процесів призводить до перебільшення впливу окремих критеріїв та неврахування інших. Використання алгоритмів проектування технологічних процесів, які базуються на використанні недостатнього комплексу визначальних критеріїв, знижує загальну ефективність САПР ТП і збільшує імовірність прийняття помилкових рішень. Застосування диференційних підходів піднімає проблему трудомісткості використання великих комплексів коефіцієнтів та встановлення взаємозв'язків між ними. Крім того, збільшення кількості функціональних коефіцієнтів потребує встановлення їх ієрархічної структури.

Таким чином, автором висувається думка про ефективність поєднання принципів інтегрального та диференційного підходів, що дозволить шляхом взаємоусування позбутись існуючих проблем у двох означених методах. Пропонується використання нового алгоритму розширення області пошуку припустимих технічних рішень та його інтеграція у мультикоєфіцієнтний метод оптимізації проектування технологічних процесів.

Метод мультикоєфіцієнтної оптимізації проектування технологічних процесів оперує факторами, що впливають на елементи техпроцесу, і зв'язками між факторами у вигляді коефіцієнтів, що виражають їхній вплив на загальну собівартість ТП. Застосовується комбінований принцип щодо інтегрального й диференціального підходів. Для обробки масивів коефіцієнтів використовується технологія нейронних схем топографічного типу.

Загальна задача складається з наступних етапів:

1. Методика застосування коефіцієнтів при оптимізації проектування технологічних процесів.
2. Технологія розширення оптимізаційної бази припустимих технічних рішень.
3. Технологія пошуку оптимального варіанту ТП із використанням нейронних схем.

Методика застосування коефіцієнтів при оптимізації проектування ТП. У рамках мультикоєфіцієнтного методу виконано класифікацію коефіцієнтів за наступною схемою. Виділено два загальних типи коефіцієнтів:

К – функціональні. Виражають вплив певних факторів на кінцеву собівартість виробу. Функціональні коефіцієнти є:

$K^П$ – прямі. Наприклад, виражають переваги за часом, якістю, ціною тих чи інших методів.

$K^З$ – загальні. Виражають вплив декількох факторів. Можуть інтегрувати вплив інших коефіцієнтів, у тому числі й загальних.

$K^С$ – співвідносні. Відносяться до двох груп параметрів і виражають їхній взаємозв'язок.

$K^Д$ – забороняючі. Приймають значення 0 або 1 залежно від можливості виконання пов'язаної з ними функції.

Функціональні коефіцієнти $K^Д$ – бінарні (0 або 1), а інші ($K^П$, $K^З$, $K^С$) – лежать у діапазоні від 0 до 1 (12 знаків після роздільника).

к – вагові. Вагові коефіцієнти служать вказівником для визначення впливу функціональних коефіцієнтів на загальний результат. Дозволяють коректувати вагу відповідних функціональних коефіцієнтів, і слугують для корекції балансу в роботі загального алгоритму. Однак їхній вплив може бути динамічним або залежним від деяких умов, тому в рамках методу вагові коефіцієнти розділяються на:
 $k^И$ – ієрархічні (10 вказівних класів від 0 до 9), визначають ступінь важливості пов'язаного з ними фактора.

$k^Д$ – динамічні (10 рекомендаційних класів від 0 до 9), указують пріоритет фактора залежно від заданих умов.

Технологія розширення оптимізаційної бази припустимих технічних рішень. Розширення області пошуку припустимих технічних рішень являє собою технологію аналізу й оцінки всіх можливих варіантів технологічних процесів, якими можна виготовити задану деталь, і виконується в такий спосіб:

1. Виділення в масив всіх заготовок, із яких по різних технологічних процесах можна одержати задану деталь. У подальших кроках кожна з таких заготовок розглядається аналогічно.
2. Виділення в масив варіантів розбивок кожної заготовки на оброблювані поверхні. При цьому варто мати на увазі, що кількість оброблюваних поверхонь може бути більшою, ніж кількість поверхонь готової деталі, оскільки враховуються проміжні, технічні поверхні обробки.
3. Виділення варіантів схем обробки поверхонь, тобто варіантів послідовностей методів обробки кожної розглядуваної поверхні (таблиця 1).

В якості коефіцієнтного критерію був прийнятий вплив факторів на загальну *собівартість* процесу виготовлення деталі, оскільки саме вона є визначальною при оцінці ефективності вибору техпроцесу. Інші критерії (наприклад, прибуток, якість, час виготовлення) є обов'язковими вимогами, первісними або похідними факторами.

Таблиця 1. **Приклад варіантів схем обробки поверхні**

Варіант обробки поверхні	Методи обробки
1	Точіння напівчистове
	Точіння чистове
	Шліфування
2	Точіння напівчистове
	Точіння чистове
3	Точіння напівчистове
	Точіння чистове
	Точіння тонке

З кожною властивістю елемента техпроцесу співвіднесений ряд коефіцієнтів, що виражають вплив на собівартість виготовлення деталі як прямого використання даної властивості, так і у сукупності з властивостями інших елементів, із якими можлива його комбінація. Внаслідок прямого обліку всіх взаємозв'язків компонентів ТП проектування техпроцесу реалізується максимально точно й ефективно. А розширення області пошуку припустимих технічних рішень дозволяє розглядати всі можливі варіанти техпроцесів.

Технологія пошуку оптимального варіанту ТП з використанням нейронних схем. Завдяки тому, що діапазон функціональних коефіцієнтів $K^П$, $K^З$ і $K^С$ лежить в області від 0 до 1, можлива інтеграція впливу

відповідних факторів шляхом їхнього перемножування всередині локальних груп на підготовчому етапі за принципом:

$$\begin{cases} K^{CX} = \frac{\sum_{i=1}^n K^{\Pi} K^3 K^C}{n}, \\ K^D \neq 0 \end{cases}$$

де n – кількість методів обробки у схемі, K^{Π}, K^3, K^D, K^C – добутки відповідних коефіцієнтів погрупово.

При цьому чим K^{CX} ближчий до 1, тим схема є прийнятнішою.

Після чого проводиться повузлова оцінка всіх можливих варіацій (гілок):

1. На основі локальних функціональних коефіцієнтів формується плоска модель для елементів масиву методів обробки.
2. Із плоских моделей формується об'ємна модель для елементів масиву схем методів обробки. На кожному етапі відсікаються гілки відповідно до заборонних коефіцієнтів K^D . При цьому на рисунку 2 вісь X – власне значення коефіцієнтів, вісь Y – їхня вага згідно k^{Π} й k^D . Обробка нейроною схемою даної моделі з урахуванням кутів (поліусів) значимості (рисунок 2) дозволяє спростити її згідно з ваговими коефіцієнтам до плоскої моделі.
3. З отриманих плоских моделей формується об'ємна модель для елементів масиву варіантів техпроцесів обробки заготовки. Аналогічна процедура дозволяє спростити її до плоскої моделі, тобто – до результуючого числа. Та гілка ТП, результуюче число якої буде більше інших, є найкращим (оптимальним) варіантом техпроцесу. При цьому результуюче число виражає умовну собівартість відповідного ТП.

Застосування нейросхемних технологій. Нейронні схеми – технологія емулявання діяльності біологічних нейромереж, в рамках якої кожен нейрон розглядається як комп'ютерний мікропроцесор, а дендрити й аксони нейронів – як ланцюги з'єднання мікропроцесорів. Нейронні схеми базуються на використанні базових класів компонентів-примітивів, оскільки мають фрактальну структуру (всі складні елементи утворюються комбінацією більш простих компонентів за єдиним принципом).

У технології пошуку оптимального варіанту ТП використовуються нейросхемні компоненти трьох типів – рецептори (приймають сигнали із зовнішнього середовища), перколятори (інтелектуальні інтегратори) й ефектори (вивід сигналів із нейросхеми з можливістю класифікації вивідних даних).

Завдання, розв'язуване нейроною схемою – розміщення в об'ємній моделі функціональних коефіцієнтів з урахуванням значень вагових коефіцієнтів і гнучка генерація результуючої плоскої моделі. Моделювання оціночних параметрів плоскими й об'ємними моделями вимагає перетворення числових величин у плоскі структурні образи. Так, на рисунку 1 кожен стовпець має порядковий пріоритет над сусіднім правим, і кожен стовпець обробляє один перколятор. Виходи всіх перколяторів першого рівня є входами одного перколятора другого рівня.

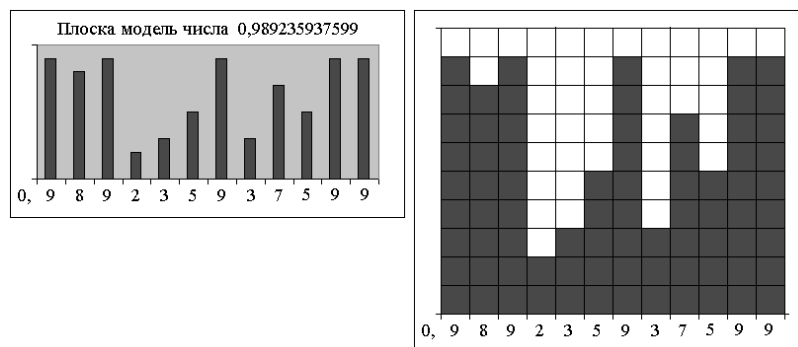


Рисунок 1. Приклад: формальний і рецепторний образ коефіцієнта $K = 0,989235937599$

При обробці об'ємної моделі (рисунок 2) всі виходи перколяторів другого рівня підключаються до входів єдиного перколятора третього рівня. Таким чином, задачею ефектора є максимально можливе наближення об'ємної моделі, отримуваної на виході перколятора третього рівня, до ідеальної моделі (верхня площина), керуючись правилом полюсів (полюс максимального потенціалу є переважним) і сіткою рекомендаційних коефіцієнтів k^D .

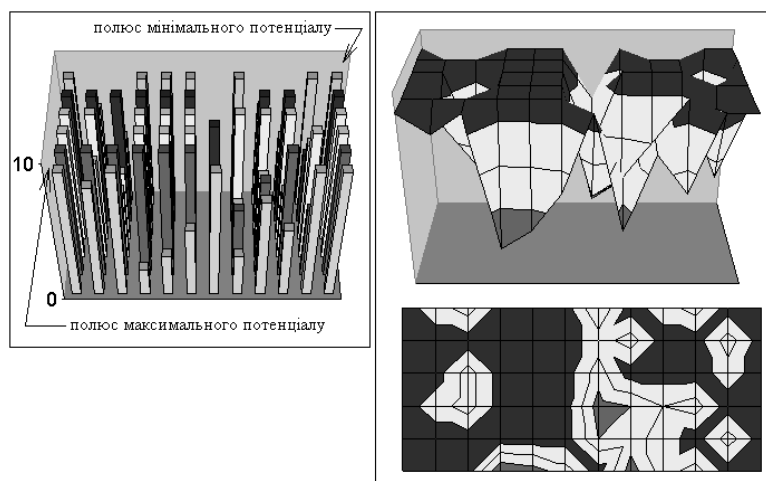


Рисунок 2. Формальна і топографічна інтерпретація об'ємної моделі образу для елементів масиву схем методів обробки

Нейронна схема описаної архітектури оперує *топографічними моделями образів*. Установлено, що використання системи, побудованої на викладених принципах (метод мультикоефіцієнтної оптимізації проектування ТП за використання топографічних моделей образів), дозволяє не менше ніж у 5 разів підвищити ефективність САПР ТП при відборі технологічних процесів завдяки врахуванню техніко-економічних показників виробництва. Аналіз локального практичного застосування запропонованої методики [6] довів, що в порівнянні з використовуваними на підприємствах машинобудування системами «TechCard», «Компас-Автопроект», «ТЕХНОПРО» вона забезпечує економію часу при розробці технологічних процесів в 2 – 5 разів.

Попередніми дослідженнями було успішно реалізовано технологію розпізнавання рукописних текстів [7], яка базується на використанні нейросхемних алгоритмів топографічної архітектури. Її застосування довело можливість ефективного очищення образів від шумів та ідентифікацію значно спотворених образів нейронними схемами.

Наукова та практична цінність результатів топографічного структурного підходу до роботи з нейронними схемами надає підставу для його перспективного розвитку та застосуванню в інших областях комп'ютерних технологій.

Література

1. Мишура Е.В. Комплексный подход в оптимизации технологических операций механообработки на основе использования нейросетевых технологий // Сборник докладов Международной научной конференции "НСТиП". Краматорск – 2005. – С.83-87.
2. Глоба Л.С., Лапа М.В. Представления технологических знаний за допомогою математичного апарату нечіткої логіки // Вісник НТУУ "КПІ". Приладобудування. – 2002. – №24. – С.122-129.
3. Лапа М.В. Методы формального представления технологических знаний с использованием нечетких множеств //Сборник научных трудов СНИЯЭиП. – Севастополь: СНИЯЭиП. – 2003. – №7. – С.231–236.
4. 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.
5. Алексеев А. Н., Алексеев Н. А. Передача информации в САВ/САМ системах цветовым кодированием технических требований.//Труды 3-й Междунар. науч.-техн. конф. "Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве" – Харків: ФЕД – 2001. – С.204–207.
6. Ковальчук С.С., Рыбак Л.П., Мазурець О.В. Метод мультикоефіцієнтної оптимізації проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин засобами нейромережєвих алгоритмів// Сборник докладов Международной научной конференции "Нейросетевые технологии и их применение". Краматорск – 2006. – С.26–37.
7. Ковальчук С.С., Рыбак Л.П., Мазурець А.В. Создание системы для распознавания рукописных текстов на базе нейронных схем // Сборник трудов Международной научной конференции "Нейросетевые технологии и их применение ". Краматорск – 2004. – С.89–103.