

УДК 681.5

А. А. НУРГАЛИЕВ

НЕЙРОСТРУКТУРНЫЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрена задача обоснования системы автоматизированной разработки проектных технологических процессов на основе нейроструктурных методов, которые предусматривают применение комбинированных математических моделей искусственного интеллекта, теории графов и алгоритмических методов распознавания образов. Предложенный метод предназначен для автоматизации разработки технологических процессов на основе чертежа детали и может быть использован при создании автоматизированного рабочего места технолога. *Проектный технологический процесс; искусственный интеллект; нейроструктурный метод; теория графов; распознавание образов*

В настоящее время одним из важных направлений обеспечения экономического роста является решение проблем научно-технического прогресса на основе инновационной деятельности.

Инновационная деятельность в авиационной промышленности связана с технологическим перевооружением производства в связи с необходимостью создания и постановки на производство авиационной техники нового поколения.

Технологическое перевооружение авиадвигателестроительного производства основывается на разработке проектных технологических процессов, обеспечивающих внедрение высоких и критических технологий, в том числе использования средств искусственного интеллекта, мехатронных технологий, ионно-плазменных и других прогрессивных технологий машиностроения.

В данной публикации рассмотрена задача обоснования системы автоматизированной разработки проектных технологических процессов на основе нейроструктурных методов. Нейроструктурный метод основывается на применении комбинированных математических моделей искусственного интеллекта, теории графов и алгоритмических и нейросетевых методов распознавания образов.

Задачу разработки проектного технологического процесса изготовления деталей — представителей определенных типов — можно рассматривать как совокупность последовательных этапов:

1) анализ чертежа детали определение параметров поверхностей детали (размеров, ше-

роховатостей), определение количества обработок данных поверхностей;

2) установление технологического маршрута последовательности обработки (выбора плана обработки);

3) размерный анализ технологического процесса;

4) расчет режимов резания;

5) разработка комплекта технологической документации.

Система автоматизированной разработки технологических процессов предназначена для автоматизированного решения задач перечисленных этапов. Модель данной системы представлена на рис. 1.

Исходные данные для блока анализа чертежа детали могут быть переданы из систем графического проектирования Компас-3D или AutoCAD двумя способами: с помощью библиотек, встраиваемых в данные системы, или путем ввода данных из файлов чертежей. Функции, выполняемые данным блоком:

1) Анализ элементов чертежа детали: линий различных типов, конструкторских размеров и их допусков, шероховатостей и допусков расположения поверхностей, баз. В результате формируется модель чертежа детали в виде совокупности массивов объектов.

2) Автоматическое определение поверхностей детали, нумерации и задания топологических характеристик. На чертеже детали поверхностям, имеющим размерные связи с другими поверхностями, автоматически присваиваются номера (целые числа, в диапазоне [1...199]) и топологическая характеристика — вид элемента связи (вал, отверстие).

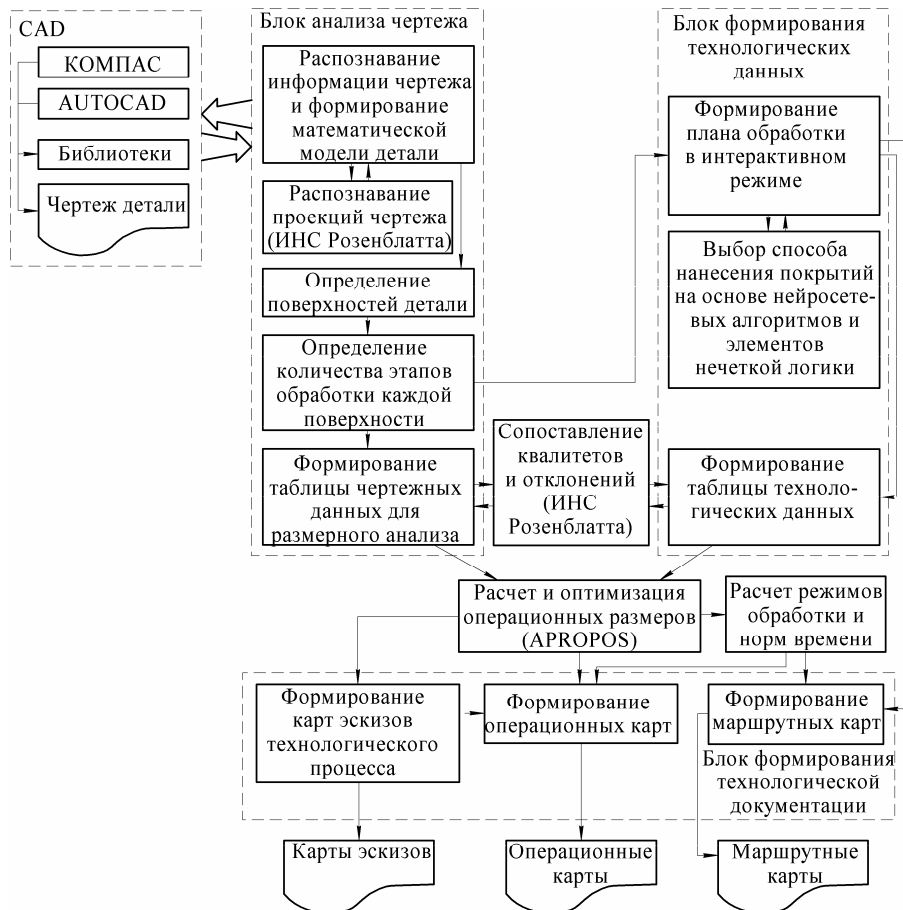


Рис. 1. Нейроструктурная модель системы автоматизированной разработки технологических процессов

3) Определение количества обработок (припусков, напусков, переходов обработки) поверхностей детали, необходимых для обеспечения требуемого качества. На данном этапе расчет количества обработок производится на основании полученных при анализе чертежа шероховатости и точности поверхности (квалитета, связывающего данную поверхность размера).

4) Формирование таблицы чертежных данных на основе модели чертежа детали. В таблицу включаются конструкторские размеры и допуски расположения поверхностей с указанием: оси координат, вдоль которой направлен данный элемент чертежа; номинала или величины; отклонений и квалитета для размеров; шероховатости конечной поверхности и способа получения данной шероховатости.

На чертеже детали типа тела вращения обычно находится несколько видов изображения детали (проекций, разрезов, сечений). При анализе чертежа детали возникает необходимость в сопоставлении поверхностей раз-

личных видов, для чего система должна автоматически определять тип каждой проекции — вид сверху, снизу, слева, справа, главный вид. Эта задача решается в рамках подсистемы распознавания проекций с помощью искусственной нейронной сети Розенблатта [1, 2] (рис. 2).

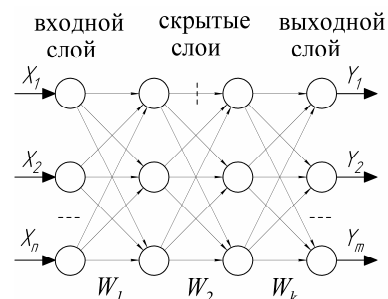


Рис. 2. Искусственная нейронная сеть Розенблатта: X — множество входных сигналов; W — множество весовых коэффициентов взаимосвязей между слоями нейронов; Y — множество выходных сигналов

Каждая проекция на чертеже детали типа тела вращения имеет некоторую сово-

купность характеристик, позволяющих определить ее классификационную принадлежность (класс, подкласс, вид, подвид, группа, подгруппа). Конструктор, анализируя чертеж, может однозначно определить принадлежность проекции элементу чертежа (главный вид, вид справа, сечение, разрез и т. д.). Входными данными (сигналами) для искусственной нейронной сети (ИНС) в данном случае являются количество линейных и диаметральных размеров проекции детали, количество концентрических и прямых поверхностей. Выходными характеристиками являются вероятности (величина в диапазоне $[0, 1]$) принадлежности проекции детали к тому или иному элементу чертежа. Для обучения искусственной нейронной сети формируется обучающая выборка соответствующих значений входных и априори известных выходных сигналов. В результате модуль распознавания проекций чертежа детали на основе ИНС Розенблатта способен определять тип проекции чертежа детали. Для более точного распознавания необходимо производить анализ взаимных связей элементов чертежа, например, определить, какие из проекций являются сечениями и разрезами для других проекций. Данную задачу можно решить, анализируя текстовые обозначения видов, разрезов сечений и места их расположения. В таком случае при распознавании чертежа детали будет использоваться комбинированная математическая модель на основе алгоритмов распознавания и ИНС Розенблатта.

Искусственная нейронная сеть Розенблатта может быть использована также для сопоставления качеств их числовым характеристикам. Модуль, реализующий данную функцию, используется блоками анализа чертежа детали и формирования технологических данных.

Блок формирования технологических данных (технологических размеров, последовательности их получения) предназначен для автоматизированной разработки маршрутного технологического процесса обработки детали. Выбор обрабатываемых поверхностей и баз на данном этапе производится в интерактивном режиме. На основании маршрута обработки формируется таблица технологических данных, необходимая для размерного анализа.

В составе данного блока также применена ИНС Розенблатта для выбора ионно-плазменных, гальванических и химико-термических покрытий (которые формируются текстовыми техническими требованиями) [3, 4].

Основой блока размерного анализа является система APROPOS [5]. Результаты размерного анализа, полученные в данном блоке, могут быть переданы в подсистему формирования операционных эскизов для формирования комплекта технологической документации.

Блок расчета режимов обработки и норм времени предназначен для автоматизированного расчета режимов для каждого перехода операций технологического маршрута. На данный момент блок находится в стадии разработки, предполагается использование как традиционных методов, так и искусственных нейронных сетей.

Блок формирования технологической документации предназначен для автоматического формирования:

- 1) маршрутных карт на основе технологического маршрута;
- 2) операционных карт с использованием карт эскизов и результатов расчета режимов резания.

В результате предложенный нейроструктурный метод в автоматизированном режиме поддерживать разработку технологических процессов на основе чертежа детали и может быть использован при создании автоматизированного рабочего места технолога. Основные блоки системы разработаны в среде Borland Delphi 7.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы разработки проектных технологических процессов исключительно на основании теории графов в настоящее время морально устарели. Для дальнейшего развития этих методов, повышения уровня автоматизации проектно-технологических работ в данном направлении для разработки проектных технологических процессов должны применяться высокие и критические технологии. К таким прогрессивным информационным технологиям относятся методы распознавания образов и средства искусственного интеллекта. В этой связи в данной публикации предложен новый нейроструктурный метод разработки проектных технологических процессов, который обеспечивает возможность создания автоматизированного рабочего места технолога. Данный метод основан на построении комбинированных математических моделей, которые учитывают применение ИНС Розенблатта для распознавания образа детали, определения качеств обработки, выбора технологий нанесения покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Уоссермен, Ф.** Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика / Ф. Уоссермен. М. : Мир, 1992. 184 с.
2. **Селиванов, С. Г.** Нейросетевой метод оптимизации технологических процессов в авиадвигателестроении / С. Г. Селиванов, М. В. Иванова // Вестник УГАТУ. 2005. Т 3, № 1. С. 134–141.
3. **Селиванов, С. Г.** Использование средств искусственного интеллекта и методов нечеткой логики для выбора технологий нанесения покрытий / С. Г. Селиванов, А. А. Нурғалиев // Технология машиностроения. 2006. № 2 (44). С. 69–72.
4. **Селиванов, С. Г.** Использование средств искусственного интеллекта и методов нечеткой логики для разработки критических техноло-

гий / С. Г. Селиванов, А. А. Нурғалиев // Инновации. 2007. № 6 (104). С. 38–42.

5. Модуль проектирования и расчета операционных размеров APROPOS, 2003.

ОБ АВТОРЕ



Нурғалиев Азат Ахатович, вед. спец. ОАО УМПО, асп. каф. технологии машиностроения. Дипл. магистр технологии, оборудования и автоматизации машиностроительных производств (УГАТУ, 2006).