

автоматизация, неразрушающий контроль процессов нагрева и упрочнения деталей на машиностроительных предприятиях: материалы Международной научно-технической конференции. – Минск: БГПУ, 2002. – С. 129-130

5. Матюк, В.Ф. Цифровой коэрцитиметр КИПФ-1 / В.Ф. Матюк [и др.] // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии. материалы Международной научно-технической конференции. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2004. – С. 275-276.

УДК 519.237

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Волошко О.В., Выслоух С.П.

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина*

Для современной технологии приборостроения характерно использование значительного количества конструкционных материалов, которые применяются для изготовления деталей приборов. Эти материалы отличаются между собой химическим составом, физико-механическими свойствами, условиями механической и термической обработки и др.

Таким образом, любой конструкционный материал, можно однозначно представить в виде множества значений признаков (характеристик)

$$KM_i = \{z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{il}\}, i=1, 2, \dots, m,$$

где  $z_{ij}$  – значение  $i$ -го признака  $j$ -го конструкционного материала;  $m$  – количество рассмотренных материалов;  $l$  – количество признаков, характеризующих каждый материал.

Свойства материалов задаются в виде огромных информационных массивов со значительным количеством составляющих параметров. Поэтому при исследовании таких многопараметрических систем возникает необходимость исключить некоторые из параметров, сохранив при этом всю их информативность.

Одним из самых распространенных видов представления данных о системе есть многомерная матрица, строки которой соответствуют отдельным объектам системы (наименования конструкционного материала), которые описываются набором конкретных значений параметров, а столбцы – разные наборы конкретных значений параметров этих объектов. На практике размеры рассматриваемых матриц могут быть достаточно большими.

Непосредственный, визуальный анализ таких матриц практически невозможен и их использование в расчетах вызывает значительные трудности. Поэтому в математической статистике возникло много подходов и методов, предназначенных для того, чтобы сжать исходную информацию.

Предлагается выполнить сжатие многомерных массивов информации о свойствах конструкционных материалов без потери

информативности методами факторного анализа [1].

Задача факторного анализа состоит в представлении значений характеристик материалов  $y_i$  в виде гипотетических факторов  $f_j$  значительного меньшего количества.

Наиболее простой моделью описания каждого параметра материала есть линейная модель вида:

$$y_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jn}f_n, j=1, 2, \dots, m, n < m,$$

где  $y_j$  –  $j$ -я характеристика конструкционного материала;  $a_{ji}$  – значение  $i$ -й факторной нагрузки  $j$ -й характеристики конструкционного материала.

Признаки, которые представляют свойства конструкционного материала, могут принимать как количественные, так и качественные значения. Их можно объединить в отдельные группы по совокупности близких значений признаков. Такое объединение материалов в группы (кластеры, таксоны) целесообразно выполнять методами кластерного анализа

Различные варианты разбивки объектов на  $k$  групп оцениваются по одному из критериев таксономии. Если признаки (свойства) объекта принимают количественные значения, то есть представляются в виде координат метрического пространства, то каждый объект со своими значениями будет отображаться в виде точки этого пространства. Два объекта с почти одинаковыми признаками отражаются в две близкие точки, а объекты, очень отличаются признаками, будут представлены далеко расположенными друг от друга точками. Таким образом, можно получить описание  $k$  групп, каждая из которых объединяет материал с близкими по значению признаками. В дальнейшем каждый новый конструкционный материал, можно автоматически отнести к той или иной группе [2].

С помощью методов дискриминантного анализа можно решать различные технологические задачи. Так, например, его можно использовать для определения рациональных условий и методов обработки новых конструкционных материалов методом заимствования. Все конструкционные материалы, используемые на предприятии,

группируются по химическому составу, физико-механическим свойствам, структуре и другим параметрам.

С помощью методов дискриминантного анализа исследуемый материал относится к одной из предложенных групп, а дальше в этой группе выбирается материал-аналог, который по совокупности своих свойств является близким к исследуемому. Условия и методы обработки материала-аналога будут исходными для исследуемого материала, которые в дальнейшем уточняются путем проведения кратковременных экспериментов. Кроме того, предложенную методику определения условий и методов обработки новых конструкционных материалов можно использовать для решения задачи другого типа, когда нужно в условиях реального производства заменить один материал на другой, очень похожий по совокупности свойств [3].

Задачу классификации конструкционных материалов также можно решить на основе использования искусственных нейронных сетей [3].

Приведенные методы многомерного статистического анализа составили ядро созданной системы автоматизированной обработки технологической информации [4].

Разработано алгоритмы и программы, которые реализуют разные методы обработки информации, они позволяют выполнять соответствующие вычисления как самостоятельно, так и в составе автоматизированной системы.

Данная система состоит из двух основных блоков:

- блок управления исходной информацией;
- функциональный блок.

Блок управления исходными данными состоит из программ создания базы данных в виде таблиц, их редактирования информации в базе и удаления из базы.

Функциональный блок включает программы факторного, кластерного и дискриминантного анализа, создания искусственных нейронных сетей, математического моделирования и прогнозирования

Программа кластерного анализа в свою очередь состоит из подпрограмм иерархической классификации и классификации по алгоритму « $k$  – средних».

Факторный анализ реализован с помощью подпрограмм сжатия информации, которые используют методы главных факторов и максимального правдоподобия.

Искусственные нейронные сети, используемые для решения задач классификации представлены в виде сетей прямого распространения с алгоритмом обучения – вероятностной искусственной нейронной сети.

Применение методов сжатия информации, классификации и распознавания образов позволяет значительно упростить ряд задач технологической подготовки производства за счет уменьшения признакового пространства, сокращение объемов обрабатываемой информации, группировка объектов по совокупности конструктивно-технологических признаков и поиска аналогов, сократить время решения различных технологических задач, а также повысить качество получаемых решений [5].

Установлено, что повышение эффективности решения задач технологической подготовки производства можно достичь целенаправленной обработкой технологической информации путем применения методов многомерного статистического анализа и современных методов моделирования и прогнозирования.

#### Литература

1. Вислоух С.П. Дослідження взаємозалежності ознак і зниження розмірностей інформаційних масивів в задачах технологічної підготовки виробництва. / Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць НТУ „ХП”. – Харків, 2007. – Вип.2 (15). – С. 55–63
2. Вислоух С.П. Применение методов кластерного анализа при проектировании технологических процессов. //Вестник Сев. ГТУ. Выпуск 36: Автоматизация процессов и управление. Сб. научн. трудов Севастоп. нац. техн. ун-т. -Севастополь, 2002. – С. 103-108.
3. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ “КПІ”, 2011. – 488 с.
4. Vysloukh S.P., Voloshko O.V., Rogovoy A.N. System of processing of technological information. Сб. Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні та приладобудуванні. // Вісник національного університету «Львівська політехніка», 2014. – № 786. – С. 79-86.
5. Вислоух С.П., Барандич К.С., Волошко О.В. Методика визначення раціональних режимів обробки конструкційних матеріалів. //Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування. – 2011. – Вип. 41. – С. 110–119.