

ния [4] интеграла I_n ; r – порядок целой функции $f(x)$.

Назовем последовательность $\{I_n\}$, определяемую рекуррентным соотношением (4), рекуррентно вычислимой и будем говорить, что последовательность $\{I_n\}$, определяемая ее общим членом I_n , является решением [5] рекуррентного соотношения (4), если при подстановке этой последовательности соотношение (4) тождественно выполняется. Аналогичным образом, с использованием широко известной формулы Ньютона-Лейбница, устанавливающей связь первообразной с определенным интегралом, определяется общий член α_n последовательности $\{\alpha_n\}$ начальных моментов распределения случайной величины X . При этом общий член α_n последовательности $\{\alpha_n\}$, в силу указанной рекуррентной зависимости между членами рекуррентной последовательности, легко представляется методом математической индукции комбинаторной формулой, удобной для практического использования при проведении научных исследований, инженерных и экономических расчетов.

Подставляя полученное значение общего члена α_n последовательности $\{\alpha_n\}$ в выражение (2) и используя признак Даламбера, устанавливаем сходимость (расходимость) ряда (2). Таким образом устанавливаются условия однозначного определения функций распределения своими начальными моментами: если соответствующие им плотности распределения – трансцендентные функции или любые целые функции, представи-

мые равномерно сходящимися степенными рядами. К числу таких распределений относятся экспоненциальное, нормальное, синусоидальное, косинусоидальное, Рэлея, Максвелла, Лапласа, Вейбулла, гамма-распределение, распределение χ -квадрат, арксинуса и другие.

К сожалению, условия однозначного определения функций распределения своими начальными моментами не являются выполняемыми для всего класса непрерывных распределений. Известны распределения, для которых указанные условия не выполняются: например, распределение Коши с плотностью распределения

$$f(x) = \frac{a}{\pi(x^2 + a^2)}, a > 0,$$

для которого не существуют начальные моменты первого и более высоких порядков, или равномерное распределение, плотность распределения которого, являясь целым алгебраическим многочленом нулевой степени, не представляется равномерно сходящимся степенным рядом.

1. Гнеденко, Б.В. Курс теории вероятностей. / Б.В. Гнеденко. – М.: Наука, 1965. – 400 с.
2. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т.Корн. – М.: Наука, 1977. – 832 с.
3. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г.М. Фихтенгольц. М.: Наука, 1970. – Т.2. – 800 с.
4. Риекстыньш, Э.Я. Асимптотические разложения интегралов / Рига: Зинатне, 1974. – Т.1 – 392 с.
5. Виленкин, Н.Я. Комбинаторика / Н.Я. Виленкин. М.: Наука, 1969. – 328 с.

УДК 681.2.002: 658.512.4:004

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выслоух С.П.

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

Технологическая подготовка производства характеризуется множеством решаемых задач. Качество решения этих задач на ЭВМ существенным образом зависит от таких трех составляющих: исходная информация для решения конкретной задачи; математическая модель объекта или процесса; метод решения задачи. Известно, что каждая технологическая задача требует применения соответствующей начальной информации, которая обычно отличается количеством параметров и имеет значительную размерность массивов. От полноты этой информации существенно зависит качество полученных

решений и результаты технологической подготовки производства в целом.

Анализ научно-технической отечественной и зарубежной литературы показал, что повышение эффективности технологической подготовки производства ограничено недостаточным использованием современных информационных технологий на всех стадиях технологического проектирования.

Поэтому поставлена задача создания методик начальной обработки технологической информации, которая обеспечит ее полноту и не увеличит сложность решаемых технологических

задач. Для этого предлагается использовать эффективные методы многомерного статистического анализа.

Решение любой многомерной задачи требует максимального учета всех входных факторов, что, в свою очередь, приводит к ее значительному усложнению. Поэтому с помощью методов факторного и компонентного анализа и многомерного шкалирования можно значительно уменьшить исходную размерность информационных массивов путем их сжатия без снижения их исходной информативности. Такими методами можно получить меньшее количество латентных переменных, которые с заданной точностью учитывают ее начальное состояние.

Указанные методы многомерного статистического анализа (компонентного, факторного анализа и шкалирования) формализованы и представлены в виде соответствующих алгоритмов и программ, за результатами применения которых можно сделать такие выводы: методам многомерного статистического анализа характерны математическая строгость и законченность методик; предложенные методы целесообразно использовать при наличии больших массивов информации об объекте исследования и моделирования, которые характерны для задач технологии приборостроения [1].

Значительное количество задач технологического проектирования связано с классификацией и распознаванием образов. Это является важным при автоматизации проектирования технологических процессов, определении рациональных условий обработки новых конструкционных материалов и решении других технологических задач. Для решения множества задач классификации, группирования и распознавания образов, предлагается применять методы кластерного и дискриминантного анализа.

Классификация, группирование и распознавания образов, которые реализованы методами кластерного (иерархического и быстрого) и дискриминантного анализу, позволяют успешно решить такие технологические задачи: определить из множества параметров, которые характеризуют конструкционный материал, наиболее существенно влияющие на их технологические свойства; объективно классифицировать конструкционные материалы по совокупности их характеристик (физико-механические свойства и химический состав); по заданным параметрам исследуемого конструкционного материала определить группу (кластер), к которому он относится, а в выбранной группе найти материал-аналог. Этот материал можно использовать для замены исследуемого материала, аналогичным ему по совокупности множества его свойств; по заданным параметрам нового конструкционного материала определить условия и методы его об-

работки на основе установления аналогичных условий материала-аналога; путем описания множества конструктивно технологических признаков новой детали определить из информационной базы предприятия деталь-аналог, технологический процесс ее изготовления будет основой для создания нового единичного технологического процесса [2, 3].

Выполнена алгоритмическая и программная реализация данных методов и их апробация при решении задач технологической подготовки производства.

Качество решения задач технологической подготовки производства существенным образом зависит от применяемой математической модели, которая описывает исследуемый процесс или объект. Поэтому рассматриваются вопросы выбора эффективных методов математического моделирования с учетом решаемой технологической задачи.

Анализ задач математического моделирования технологических параметров показал, что построение математической модели сложного объекта возможно на основе его декомпозиции на составляющие взаимосвязанные элементы и получения математических моделей этих составных частей. Применение декомпозиции позволяет значительно упростить получение адекватной математической модели исследуемого объекта, а в некоторых случаях это является единственно возможным вариантом решения поставленной задачи.

Анализ и сравнительная оценка применяемых методов математического моделирования, которые используются при решении технологических задач, показал, что численные методы интерполяции позволяют получить качественные математические зависимости исходного параметра от одной переменной, при этом наилучшее приближение к реальной функции дают сплайн-функции. Поэтому численные методы интерполяции и аппроксимации целесообразно применять при решении задач идентификации и в качестве внутренних процедур сложных многомерных методов математического моделирования.

Чаще всего для получения многомерных математических моделей технологических параметров применяют статистические методы. Планирование экспериментов и обработка их результатов методом регрессионного анализа позволяет получить достаточно просто линейную математическую модель исследуемого объекта, а в некоторых случаях - нелинейную модель. Но это требует значительных экспериментальных исследований и, соответственно, больших расходов средств и времени. Поэтому для получения адекватных математических моделей необходимо применять искусственные приемы, которые базируются на опыте проектировщика.

Предлагается для математического моделирования при решении технологических задач применять методы эвристической самоорганизации моделей, которые позволяют получить единственную модель оптимальной сложности с помощью перебора большого количества моделей за заданным критерием на основе незначительного количества априорной информации.

Новым, эффективным методом получения математических моделей является нечеткий метод группового учета аргументов (НМГУА), который имеет все преимущества классического МГУА и в то же время не имеет его недостатка – он позволяет определить значение прогнозируемых исходных параметров не в отдельной точке, а в некотором доверительном интервале. Кроме того, метод не имеет явления вырожденности системы линейных алгебраических уравнений при определении коэффициентов математической модели. Предложенные алгоритмы и программы нечеткого МГУА позволяют прогнозировать и моделировать технологические параметры с большей точностью по сравнению с классическим МГУА.

Перспективным средством моделирования и прогнозирования технологических параметров, является использованием методов искусственных нейронных сетей. Совместное использование методов искусственных нейронных сетей и эвристической самоорганизации моделей позволяет организовать компьютерный эксперимент, который дает возможность значительно умень-

шить материальные, энергетические и временные расходы при проведении экспериментальных исследований [4, 5].

1. Выслоух, С.П. Факторный анализ технологической информации / С.П. Выслоух // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Выпуск 100. Машиностроение. – Харьков, 2000. – С. 26–29.
2. Выслоух, С.П. Применение методов кластерного анализа при проектировании технологических процессов / С.П. Выслоух // Вестник Сев. ГТУ. Выпуск 36: Автоматизация процессов и управление. Сб. научн. трудов Севастоп. нац. техн. ун-т. - Севастополь, 2002. – С. 103-108.
3. Выслоух, С.П. Применение методов дискриминантного анализа при технологическом проектировании / С.П. Выслоух // Резание и инструмент в технологических системах. Межвед. научн.- техн. сборник. – Харьков: ХГПУ, 2001. – Вып. 60. – С. 26-35.
4. Выслоух, С.П. Нейросетевое моделирование технологических параметров процесса резания / С.П. Выслоух // Резание и инструмент в технологических системах: Межд. научн. – техн. сборник. – Харьков. НТУ «ХПИ», 2005, Вып. 68. – С. 109–116.
5. Вислоух, С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с.

УДК 620.179

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ ТЕПЛОМЫМ МЕТОДОМ

Глушенко А.В., Протасов А.Г.

*Национальный технический университет Украины «КПИ»
Киев, Украина*

Одной из актуальных задач неразрушающего контроля в настоящее время является определение геометрических размеров дефектов, то есть задача тепловой дефектометрии. В математическом плане это соответствует решению обратной геометрической задачи, которая имеет неоднозначное решение. Это значит, что один набор температурных значений может соответствовать дефектам с разными геометрическими размерами.

Сегодня существует ряд способов решения обратной задачи. В данной статье предлагается подход, основанный на использовании результатов решения прямой задачи теплопроводности и сближении экспериментальных и расчетных данных. В качестве расчетных данных используются результаты компьютерного моделирования процессов теплового контроля. Для

моделирования была использована интерактивная среда FEMLAB, которая позволяет формировать модели физических объектов с заданными параметрами и свойствами.

Постановка задачи. Для решения прямой задачи используем двумерную модель теплового неразрушающего контроля. Объектом контроля является металлическая пластина с дефектами, которые имеют отличные от основного материала объекта теплофизическими характеристиками. Процесс нагрева описывается двумерным нестационарным уравнением теплопроводности [1]:

$$c_n \rho_n \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_n \left(\frac{\partial T}{\partial x^2} + \frac{\partial T}{\partial y^2} \right);$$

где T – температура, t – текущее время, x, y – пространственные координаты точек, кото-