ibi concordia, ibi victoria

Факультет комп'ютерних систем, енергетики і автоматизації

ЕКОНОМІЧНІ, УПРАВЛІНСЬКІ, ПРАВОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ

Дніпро
«Герда»
2016

УДК 65.011.56(0.75)
ББК 65.050.9(2)
Е45

Рецензенти:

Бондарчук Марія Костянтинівна – д-р. екон. наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»

Ковальчук Костянтин Федорович – д-р. екон. наук, професор, Національна металургійна академія України

Петкова Леся Омелянівна д-р. екон. наук, професор, Черкаський державний технічний університет

Соколова Надія Андріївна – д-р. техн. наук, професор, Херсонський національний технічний університет

Головні редактори

Савчук Л.М. – канд. екон. наук, професор, Національна металургійна академія України

Maria Fic – prof PWr. Politechnika Wrocławska, Poland

(Фіц Марія – д-р. екон. наук, професор, Вроцлавський політехнічний університет)

Рекомендовано вченою радою Національної металургійної академії України (протокол № 10 від 31.10.2016р.)

Економічні, управлінські, правові та інформаційно-технічні
Е45 проблеми діяльності підприємств: колективна монографія / за заг. ред. Л.М. Савчук, М. Фіц. – Дніпро: Герда, 2016. – 528 с.
ISBN 978-617-7097-58-6

Монографія виконана в межах тем дослідження «Методологія управління підприємствами різних організаційно-правових форм та форм власності» (державний реєстраційний номер 0107U001146) та «Методологія соціально-економічного, інформаційного та науково-технічного розвитку регіонів, галузей виробництва, підприємств та їх об’єднань» (державний реєстраційний номер 0116U006782) і розрахована на широке коло вітчизняних фахівців, науковців, політиків, державних службовців. Представлено результати досліджень з питань теорії, методики та практики економічної, управлінської, правової і інформаційно-технічної діяльності підприємств.

УДК 65.011.56(0.75)
ББК 65.050.9(2)

Матеріали колективної монографії з міжнародною участю подано в авторській редакції.
При повному або частковому відтворенні матеріалів даної монографії посилання на видання обов’язкове.
Представлені у виданні наукові доробки та висловлені думки належать авторам.

ISBN 978-617-7097-63-0

7.5. Прикладные аспекты конструирования алгоритмов и моделирования прикладных задач горно-металлургической промышленности

Одним из перспективных направлений исследования сложных систем состоит в построении вычислительных методов. Это объясняется тем, что такой подход направлен не только для развития научных исследований, но и для конструирования новейших технологических процессов в реальных секторах промышленности. *Актуальность отмеченного характера исследований обуславливается*, прежде всего, необходимостью теоретического обоснования и комплексного практического учета особенностей создания соответствующих моделей для решения прикладных задач промышленности, актуальными являются методы исследования эффективности таких моделей. Для решения задач горно-металлургического комплекса (ГМК) актуальным также является развития численно-аналитических методов, которые гармонично вписываются в проблематику конструирования модульных многопроцессорных вычислительных систем.

Кроме того, необходимо отметить, что ГМК является базовой отраслью экономики Украины и обеспечивает более 40% валютных поступлений в бюджет государства. Отмеченная отрасль в настоящее время находится в стадии модернизации и реконструкции. При этом на первое место выходят проблемы конструирования и эффективного использования в производстве современных вычислительных комплексов. В этой связи отмеченная тематика является не только актуальной, но и имеющей общегосударственное значение.

Экстремальные алгоритмы решения коэффициентных задач металлургической теплофизики

При анализе переноса тепла за счет теплопроводности точность результатов решения той или иной задачи может сильно пострадать из-за недостаточности сведений о теплофизических характеристиках системы. По этой причине важно отчетливо представлять себе физический смысл и ход изменения этих характеристик от температуры, методы, при помощи которых они экспериментально определяются, и те ограничения, которым эти изменения подвержены [1]. К основным теплофизическим характеристикам материалов, определяющим условия их тепловой обработки, относятся энтальпия, теплоемкость и коэффициенты тепло- и температуропроводности. Эти параметры входят в уравнение теплопроводности и определяют температурное поле внутри вещества. Теплофизические характеристики вещества зависят от большого количества факторов, поэтому эксперимент является единственным источником получения этих характеристик [2]. Однако, с появлением и развитием нового направления, получившего название обратных задач теплопроводности (ОЗТ), становится возможным не только исследование формы и содержания математических моделей, отражающих феноменологическое описание процессов, но и значительное повышение информативности теплового эксперимента.

Актуальность проблемы разработки численных методов для решения многомерных систем параболических квазилинейных уравнений, описывающих процессы тепло - и массообмена, можно считать не вызывающей сомнений. Одним из наиболее интересных примеров таких систем могут служить уравнения гидродинамики и металлургической теплофизики [3]. О массовом решении нестационарных задач высокого порядка точности на нынешнем уровне технической возможности и на базе традиционных методов, разработанных к настоящему времени, по-видимому, можно говорить, только учитывая следующие обстоятельства.

Во-первых, появление новых и недорогих средств коммуникации вычислительной техники стимулировало развитие новых информационных технологий: структурного программирования, сетевых операционных систем, объектно-ориентированного программирования, систем параллельной обработки информации и т.д. Организация параллельной обработки информационных потоков, связь проблем распараллеливания с архитектурой ПЭВМ, системы параллельного программирования, методы и алгоритмы параллельных вычислений – вот ключевые темы развития вычислительной техники на данном этапе [1, 4].

Во-вторых, к настоящему времени наметились определенные тенденции по развитию вычислительных методов со сложной логической структурой, имеющих по сравнению с традиционными конечно-разностными методами более высокий порядок точности [5,6]. Серьезным прогрессом в области решения многомерных пространственных задач можно считать ряд предложений, не совсем эквивалентных друг другу, но преследующих одну стереотипную цель – свести задачу трехмерного распределения области изменения переменных к последовательности схем, включающих неизвестные величины лишь в одном направлении – попеременно в продольном, поперечном и вертикальном. Заметим, что использование при этом неявных схем приводит к системам линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), имеющих трехдиагональную структуру. Таким образом, принятие в качестве методологической основы разностных схем расщепления, во-первых - обеспечивает экономичную и устойчивую реализацию численных моделей методом скалярных прогонок. И, во- вторых, известно, что наибольший эффект от параллельного процессора достигается в тех случаях, когда он применяется для выполнения матричных вычислений линейной алгебры.

Формирование и анализ математических моделей определения теплофизических свойств материалов

Решение поставленной задачи можно получить в том случае, если искомые температурные зависимости $\lambda(T), C_v(T)$ локализовать в квадрантах в виде кусочно-постоянных зависимостей от температуры, как по пространственной переменной, так и по времени, а в качестве ММ сконструировать температурную и градиентную зависимости. Покажем, что для каждого такого пространственно-временного квадранта замкнутые решения исходной дифференциальной задачи достаточно эффективно строятся на решениях задачи Коши:

$$T_{p+\varepsilon_{X,1}}(\varepsilon_t,\varepsilon_y)=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{\frac{\varepsilon_y^{2n}}{(2n)!}\frac{1}{a_p^n}\frac{d^nT_{p,1}(\varepsilon_t)}{d\varepsilon_t^n}-(\frac{1}{\lambda_p})\frac{\varepsilon_y^{2n+1}}{(2n+1)!}\frac{1}{a_p{}^n}\frac{d^nT_{p,2}(\varepsilon_t)}{d\varepsilon_t^n}\right\},\tag{1}$$

где $p=\overline{1,2m-1}$ – номера сеточных узлов по пространственной области $y\in[y_0,y_L]$; $T_{p,1}(\varepsilon_t), T_{p,2}(\varepsilon_t)$ – данные Коши (температурные и потоковые), заданные в узлах сеточной области при $\varepsilon_y=0$; a_p – обезразмеренный сеточный коэффициент температуропроводности ($a_p=\frac{\lambda_{p,1}}{CV_{p,1}}\frac{Dt1}{Dy1^2}$). Пространственная и временная переменная в (1) нормированы зависимостями:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_y &= \frac{y-y_p}{y_{p+1}-y_p}\in[-1,1] \\ \varepsilon_t &= \frac{t-t_{j-1}}{t_j-t_{j-1}}\in[0,1] \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Для $p-x$ сеточных узлов, распределенных равномерно, решение задачи Коши позволяет построить замкнутые математические модели относительно неизвестных данных Коши в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений (СОДУ). Положив в (1) $\varepsilon_y=\pm1$ получим СОДУ N- го порядка:

$$\left.\begin{aligned} \sum_{n=0}^{N}\frac{1/a_p^n}{(2n)!}T_{p,1}^{(n)}(\varepsilon_t) &= \frac{1}{2}(T_{p+1,1}(\varepsilon_t)+T_{p-1,1}(\varepsilon_t)) \\ -\frac{1}{\lambda_p}\sum_{n=0}^{N}\frac{1/a_p^n}{(2n+1)!}T_{p,2}^{(n)}(\varepsilon_t) &= \frac{1}{2}(T_{p+1,1}(\varepsilon_t)-T_{p-1,1}(\varepsilon_t)) \end{aligned}\right\},\ N\in Z, \quad (3)$$

непрерывных во временной области. Например, при $N=1$ получим СОДУ первого порядка в форме Коши, где правые части предполагаются известными функциями времени. В этом случае решение целесообразно построить в кусочно - аналитическом виде:

$$\left.\begin{aligned} T_{p,1}(\varepsilon_t) &= T_{p,1}^*(\varepsilon_t)+(T_{p,1}(0)-T_{p,1}^*(0))\ell^{-2a_p\varepsilon_t} \\ T_{p,2}(\varepsilon_t) &= T_{p,2}^*(\varepsilon_t)+(T_{p,2}(0)-T_{p,2}^*(0))\ell^{-6a_p\xi_t} \end{aligned}\right\}, \quad (4)$$

где $\left\{T^*_{p,1}(\varepsilon_t), T^*_{p,2}(\varepsilon_t)\right\}$ – частные решения неоднородных уравнений, $\left\{T_{p,1}(\theta), T_{p,2}(\theta)\right\}$ – известные начальные данные. В более общем случае, для произвольного значения целочисленного параметра схем *N*, от дифференциальных уравнений (3) целесообразно перейти к нормальным СОДУ первого порядка, имеющих форму Коши. Таким образом, интегрирование уравнения в частных производных сведено нами к интегрированию СОДУ первого порядка в форме Коши, которые могут быть использованы при решении коэффициентных задач как управляемые ММ относительно коэффициентов тепло- и температуропроводности. Следует подчеркнуть также, что включение в ММ значения целочисленного параметра *N* как входной величины позволяет конструировать ММ с произвольным порядком точности и адаптацией по порядкам аппроксимации.

Сведение проблемы определения теплофизических свойств материалов к экстремальной постановке

Одним из перспективных направлений обработки задач теплообмена обратными методами является приведение их к экстремальным постановкам с использованием численных методов теории оптимизации. В точной экстремальной постановке определение параметров $\lambda_{p,1}$ *и* $Cv_{p,1}$ на ММ (3) или (4) будет соответствовать минимизации невязок в виде функционалов:

$$\left.\begin{aligned} J_{p,1}(R) &= (T_{p,1}(\varepsilon_t, R) - f(\varepsilon_t, R))^2 \\ J_{p,2}(R) &= (T_{p,2}(\varepsilon_t, R) - Q(\varepsilon_t, R))^2 \end{aligned}\right\}, \tag{5}$$

где R- искомые параметры управления.

Величины $J_{p,1}, J_{p,2}$ в пространстве L_2 в такой постановке можно рассматривать как функции переменных *R*. Их числовое значение определяет расстояние в функциональном пространстве L_2 между заданными $f(\varepsilon_t, R)$, $Q(\varepsilon_t, R)$ величинами, известными из эксперимента и моделируемыми $T_{p,1}(\varepsilon_t, R), T_{p,2}(\varepsilon_t, R)$ по управляемым ММ (3,4).

В каждом конкретном случае можно с какой-то достоверностью на основе априорной информации описать некоторое допустимое множество входных параметров R. Тогда, если рассматривать ММ как управляемые, то параметры управления следует подобрать так, чтобы функционалы (5) были минимальны. Если допустимые интервалы изменения параметров управления покрыть сеточными узлами R_ν, то при заданных их значениях функционалы (5) могут быть вычислены. Таким образом, последовательность $\{J(R_\nu)\}$ будет минимизирующей, если предел $J(R_\nu), \nu = 1, 2, ...$ позволяет определить его минимум. При этом в окрестности минимума значение функционала может быть представлено разложением в ряд Тейлора:

$$J_{\nu+\varepsilon_9 1}(q) = J_{\nu,1} + \varepsilon_R J_{\nu,2} + \varepsilon_R^2 J_{\nu,3} + ..., \tag{6}$$

где $\varepsilon_q = \dfrac{R - R_\nu}{R_{\nu+1} - R_\nu}$ – нормированный аргумент функции; $J_{\nu,2}, J_{\nu,3}....$ – тейлоровские компоненты первого и второго порядка.

Сохранив в разложении (6) три слагаемых и воспользовавшись центральными разностями для тейлоровских компонент $J_{\nu,2}, J_{\nu,3}$

$$\left.\begin{aligned} J_{\nu,2} &= \frac{1}{2}(J_{\nu+1,1} - J_{\nu-1,1}) \\ J_{\nu,3} &= \frac{1}{2}(J_{\nu+1,1} + J_{\nu-1,1} - 2J_{\nu,1}) \end{aligned}\right\}, \tag{7}$$

после взятия производной и приравнивания ее значения нулю, возникает возможность построения интерполяционной формулы:

$$R = R_\nu - (\frac{1}{2})(R_{\nu+1} - R_\nu)\frac{J_{\nu+1} - J_{\nu-1}}{J_{\nu+1} + J_{\nu-1} - 2J_\nu}, \tag{8}$$

по которой можно организовывать итерационный цикл. Из данного алгоритма следует, что как только будет установлен отрезок отделения искомого параметра управления $\{R_{P+1}, R_{P-1}\}$, на котором невязка в функционале (5) изменяет знак, дальнейшее уточнение параметра управления при решении ОЗТ может быть уточнено рекуррентно по формуле (8) с любой наперед заданной точностью.

Экспериментальные данные и их обработка

Важным этапом исследований стала разработка пакета прикладных программ (ППП) для решения коэффициентных задач теплопроводности методами математического моделирования. Создание пакета выполнено с учетом требований объектно-ориентированного программирования. Процедура моделирования была реализована на основе применения многопроцессорной вычислительной системы. Пакет прикладных программ предназначен для обработки теплофизических экспериментов обратными методами. Основной целью, которая ставилась при его создании, было предоставление практической помощи исследователю на всех этапах обработки экспериментальных данных.

В данном разделе исследований рассматриваются дополнительные условия, которые позволяют разделить исследуемую задачу на две – температурную и потоковую. Первая из них дает возможность решать коэффициентные задачи во всем заданном диапазоне изменения температуры с параметром управления в виде коэффициента температуропроводности (модель 1), вторая – в виде коэффициентов теплопроводности или теплоемкости (модель 2). Такой подход отвечает классическим методам технической теплофизики. Исследование математических моделей 1 и 2 проведено с приложением метода прямых. При этом модель 1 (например, алгебраическая или функциональная) и модель 2 (градиентная) позволяют решать коэффициентную задачу в экстремальной постановке.

В качестве тестовой задачи было предложено определение теплофизических свойств конкретного промышленного материала. Исследовались свойства кокса, изготовленного из газового угля. Для этого моделировали температурное поле образца, имеющего форму цилиндра. При решении такой коэффициентной задачи применялись следующие исходные данные: коэффициент температуропроводности $a_0 = a, N = 5$. Результаты моделирования, выполненного средствами многопроцессорной вычислительной системы, представлены на рис. 1.

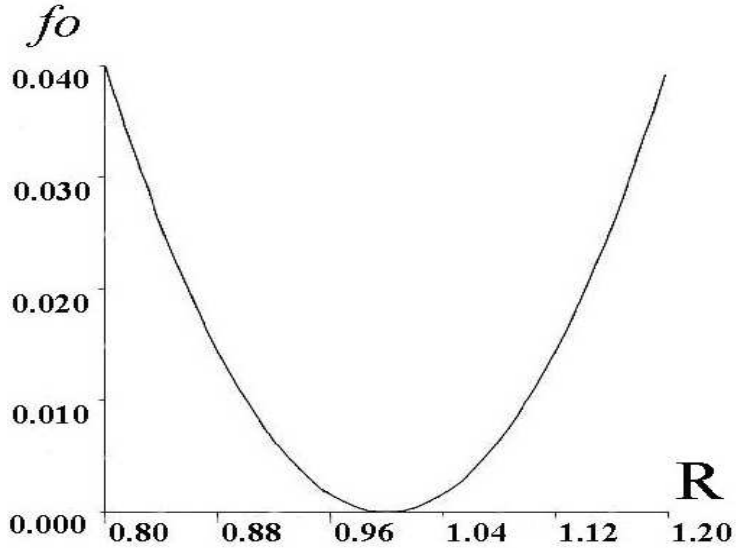

Рис. 1. График результатов расчета коэффициентной задачи при $R = a / a_0$ с параметром управления относительно коэффициента температуропроводности

Решение коэффициентной задачи проводилось с управлением относительно обезразмеренного коэффициента температуропроводности при $R = a / a_0$. Из анализа результатов моделирования (рис.1) следует, что минимум невязки соответствует значению параметра $R \approx 1$. Точное же значение параметра управления $R = 1$. Для задачи теплопроводности по табличным данным $\lambda = 0.16$. Идентификация такого параметра отражена на рис. 2.

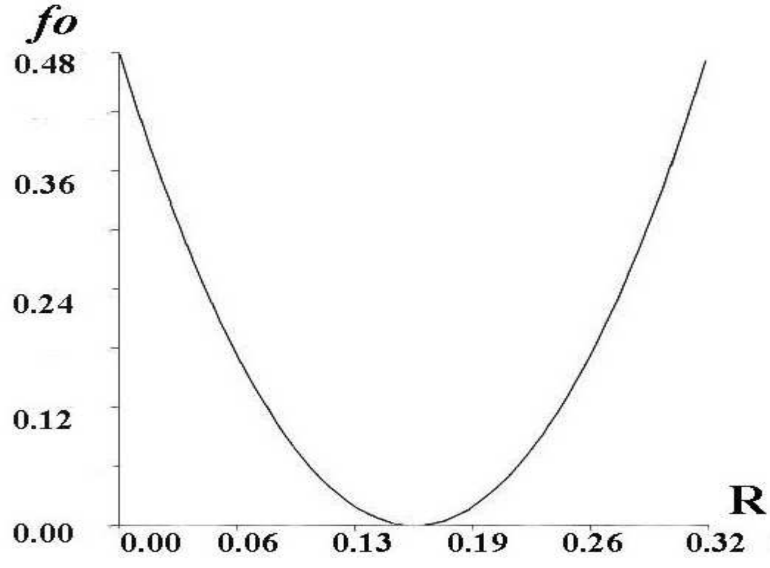

Рис. 2. График результатов расчета коэффициентной задачи при $R = \lambda$ с параметром управления относительно коэффициента теплопроводности

Разработанный алгоритм решения коэффициентной задачи можно считать удовлетворительным, поскольку его вариант с использованием точных входных данных абсолютно совпадает с точным результатом аналитического решения, а погрешности результатов расчета восстанавливаемых причинных характеристик, в которых учтена погрешность входных данных, приблизительно равняются погрешности выходных данных.

Прогноз параметров горных выработок на базе сети Вольтерри

В настоящее время одной из важнейших проблем, существующих в горной промышленности, является повышение производственной безопасности. На сегодняшний день данная задача решается за счет внедрения на предприятия современных компьютерных систем аэрогазового контроля, работа которых направлена на обеспечение повышения безопасности работ, улучшение условий труда персонала, прогноза параметров состояния окружающей среды, раннего обнаружения начала развития аварийных ситуаций, своевременного представления инструкций по поведению в экстремальных ситуациях и по ликвидации аварий. Основной целью внедрения компьютерных систем является повышение технико-экономических показателей угледобывающих предприятий за счет возможности проведения анализа и многоуровневого прогноза состояния всех горных выработок с целью выдачи рекомендаций для принятия оптимальных технологических и управленческих решений. Такие меры позволили бы снизить убытки от ликвидации последствий аварий. Однако, на данный момент, используемые на шахтах системы, не предусматривают возможность комплексного прогноза содержания взрывоопасных газов. Это приводит к тому, что мероприятия, направленные на недопущение аварий или снижение их последствий, могут быть проведены слишком поздно. Из-за отсутствия эффективных систем прогнозирования взрывоопасных ситуаций продолжаются аварии на шахтах, что ведет к частичной или полной остановке работ по добыче угля, а это, в свою очередь, несет серьезные экономические потери, а недостаток средств на ликвидации последствий аварий ведет к полному прекращению функционирования предприятия. Это показывает, что экономический ущерб от аварии может быть во много раз выше, чем затраты на систему контроля за состоянием шахтной атмосферы. К сожалению, таких примеров можно привести множество.

В связи с изложенным, актуальной становится задача исследования и разработки методов и алгоритмов оперативного и долгосрочного прогноза газовыделений, а также контроля газового состояния шахтной атмосферы современными методами и техническими средствами. Важно иметь информацию о состоянии горнотехнического объекта для дальнейшего анализа данных, полученных внедряемыми информационными автоматизированными системами контроля и диагностики.

В тоже время, несмотря на широкий круг существующих компьютеризированных автоматизированных систем, широко внедряемых на угледобывающих предприятиях Украины, все еще нет возможности прогнозирования концентрации взрывоопасных газов с учетом внешних факторов. Кроме того, на сегодняшний день нет достаточно точных и достоверных методов прогноза газодинамических явлений, а среди рассматриваемых работ встречаются лишь линейные модели прогноза концентрации метана. Предложенная ранее модель нелинейная авторегрессионная модель [8] обладает не достаточной точностью прогноза.

Метод прогнозирования процесса изменения концентрации взрывоопасных газов в шахте с применением искусственных нейронных сетей (ИНС)

Для решения задачи прогноза изменения концентрации взрывоопасных газов, было принято решение использовать сети Вольтерри. На рис. 3 представлена структура модели такой нейронной сети. Модель Вольтерри представлена в виде:

$$y(n) = f(s(n)), \tag{9}$$

$$s(n) = \sum_{i_1=0}^{M} w_{i_1} z(n-i_1) + \ldots + \sum_{i_1=0}^{M} \ldots \sum_{i_K=0}^{M} w_{i_1 \ldots i_K} z(n-i_1) \ldots z(n-i_K), \tag{10}$$

где $w_{i_1}, \ldots, w_{i_1 \ldots i_K}$, $i_1, \ldots, i_K \in \overline{0, M}$, где M – задержка, K – количество уровней; $y(n)$ – выход нейрона во втором слое; f – функция активации нейронов k-го шару (логистическая функция или гиперболический тангенс).

Для выбора конкретной функции активации нейронов в среде MatLab были проведены следующие эксперименты: в качестве эталонной сети была взята NARMA. Для сети замерялось время, затрачиваемое на различное количество эпох обучения с выборкой размером 100 значений.

Результаты показали, что использование гиперболического тангенса по сравнению с логистической функцией занимает на 6% больше времени на обучение. Поскольку прогнозирование концентрации взрывоопасных газов – задача крайне важная и время получения прогнозируемого результата является одним из важнейших факторов, то было принято решение использовать логистическую функцию.

Количество нейронов входного (нулевого) слоя определяется количеством прогнозируемых параметров. Для обучения модели был выбран критерий адекватности модели, который означает выбор таких значений параметров $w_{i_1}, \ldots, w_{i_1 \ldots i_K}$, что обеспечивает минимум среднеквадратичной ошибки (разница между выходом, полученным с помощью предложенной модели и тестовым выходом):

$$F = \frac{1}{P}\sum_{p=1}^{P}(y_p - d_p)^2 \to \min_{w_{i_1},..,w_{i_1 \ldots i_K}}, \qquad (11)$$

где P – количество тестовых реализаций; y_p – прогноз, полученный с помощью модели; d_p – тестовый прогноз.

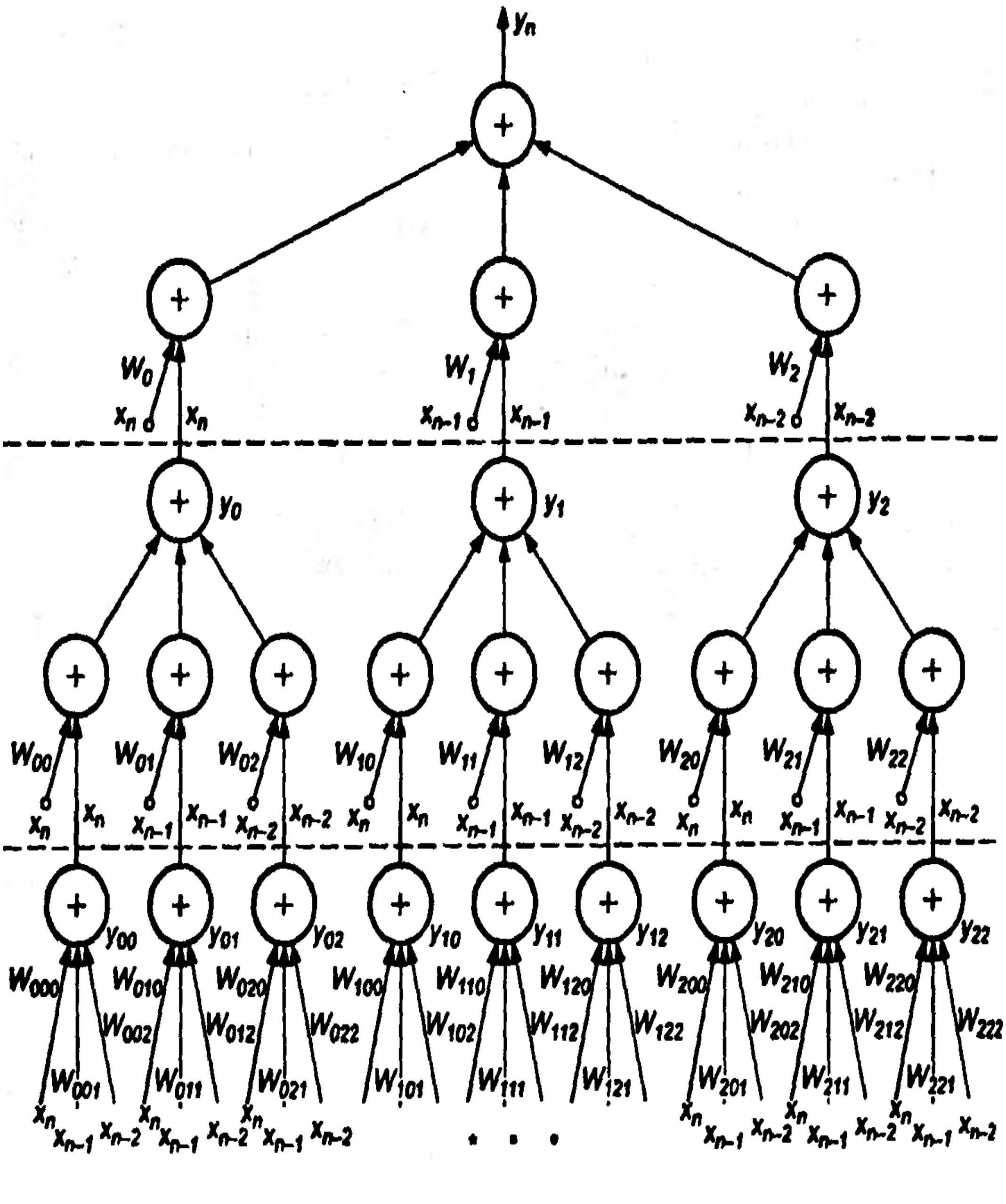

Рис. 3. Структура сети Вольтерри

Обучение модели нейронной сети подчиняется данному критерию, для чего может быть использован алгоритм обратного распространения или генетический алгоритм.

Обучение ИНС (алгоритм обратного распространения во времени)

1. Номер итерации обучения $n=1$, инициализация посредством равномерного распределения на интервале (0,1) или [-0.5, 0.5] весов $w_{i_1},\ldots,w_{i_1 \ldots i_K}$, $i_1,\ldots,i_K \in \overline{0,M}$, где M – задержка, K – количество уровней.

2. Задается обучающее множество $\{(x_\mu, d_\mu) \mid x_\mu \in R, d_\mu \in R\}$, $\mu \in \overline{1,P}$, где x_μ – μ-е обучающее входное значение, d_μ – μ-е обучающее выходное значение P – мощность обучающего множества. Номер текущей пары из обучающего множества $\mu = 1$.

3. Начальное вычисление выходного сигнала для нулевого слоя

$$z(n-v)=0\,,\ v\in\overline{1,M}\,. \tag{12}$$

4. Вычисление выходного сигнала (прямой ход)

$$z(n)=x_\mu\,. \tag{13}$$

$$y(n)=f(s(n))\,, \tag{14}$$

$$s(n)=\sum_{i_1=0}^{M} w_{i_1}(n)z(n-i_1)+\ldots+\sum_{i_1=0}^{M}\ldots\sum_{i_K=0}^{M} w_{i_1\ldots i_K}(n)z(n-i_1)\ldots z(n-i_K)\,.$$

(15)

5. Вычисление энергии ошибки ИНС

$$E(n)=\frac{1}{2}e_j^2(n)\,,\ e_j(n)=y(n)-d_{\mu j}\,. \tag{16}$$

6. Настройка синаптических весов на основе обобщенного дельта правила (обратный ход)

$$w_{i_1}(n)=w_{i_1}(n)-\mu\frac{\partial E(n)}{\partial w_{i_1}(n)}$$

$$\frac{\partial E(n)}{\partial w_{i_1}(n)}=f'(s(n))(y(n)-d_\mu)z(n-i_1) \tag{17}$$

$$w_{i_1\ldots i_K}(n)=w_{i_1\ldots i_K}(n)-\mu\frac{\partial E(n)}{\partial w_{i_1\ldots i_K}(n)} \tag{18}$$

$$\frac{\partial E(n)}{\partial w_{i_1 \ldots i_K}(n)} = f'(s(n))(y(n)-d_{\mu})z(n-i_1)\ldots z(n-i_K) \qquad (19)$$

7. Проверка условия завершения

Если $n \mod P > 0$, то $\mu = \mu + 1$, $n = n + 1$, переход к 4.

Если $n \mod P = 0$ и $\frac{1}{P}\sum_{s=1}^{P}(y(n-P+s)-d_s) > \varepsilon$, то $n = n+1$, переход к 2.

Если $n \mod P = 0$ и $\frac{1}{P}\sum_{s=1}^{P}(y(n-P+s)-d_s) < \varepsilon$, то завершиться.

Для оценки точности прогноза предложенной модели были проведены эксперименты, для которых в качестве исходных данных была взята выборка показаний датчиков метана, температуры и влажности объемом в 1000 значений, снятых в одно и то же время и сохраненных в базу данных системы УТАС с интервалом в 10 секунд. Для сравнения точности прогноза, полученного с помощью предложенной модели Вольтерри, аналогичные эксперименты были проведены с использованием ИНС ARMA, NARX, NARMA. Результат прогноза приведен на рис. 2.

Из рис. 4 видно, что предложенная ИНС Вольтерри дает прогноз с погрешностью 5%, NARMA – 7%, ARMA – 9% и NARX – 10%.

Результаты экспериментов показали, что предложенная ИНС показала себя более эффективной для решения задачи краткосрочного прогнозирования по сравнению с подобными ИНС.

Модель ИНС Вольтерри в дальнейшем может быть использована в мультиагентной системе прогнозирования состояния рудничной атмосферы, где в качестве прогнозируемых параметров будут выступать все измеряемые системой УТАС [9] взрывоопасные газы. Такая система позволит проводить распознавание аварийной ситуации с момента ее начала и представление прогнозного графика в реальном времени; выдавать сообщения о характере и динамике процессов аварийного изменения состояния шахтной атмосферы; давать рекомендаций по возможным мероприятиям по устранению аварийной ситуации в сочетании с действующим планом ликвидации аварий.

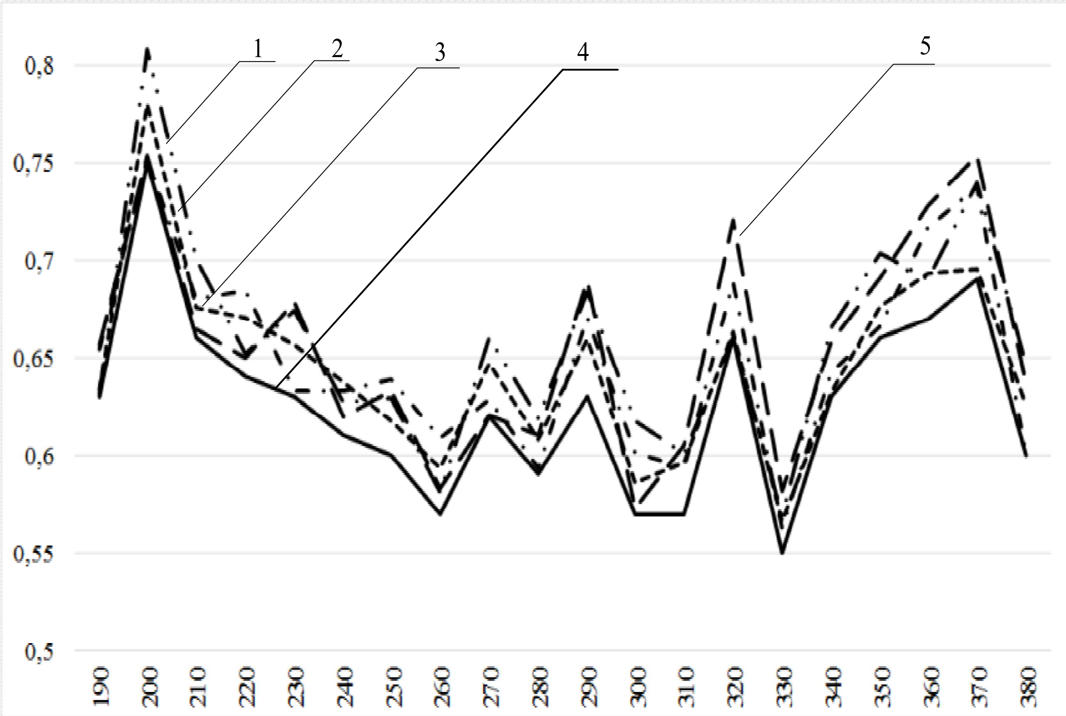

Рис. 4. Результаты прогноза для 1 - ARMA, 2 – Вольтерри, 3 - NARMA, 4 – исходные данные, 5 – NARX

Кроме того, использование нелинейных моделей прогнозирования дает более точные прогнозы по сравнению с широко применяемыми на производствах линейными моделями, что даст положительный экономический эффект, например, уменьшение вероятности возникновения аварийных ситуаций, что ведет к уменьшениям финансовых затрат, направленных на ликвидацию последствий аварий.

Список джерел

1. Информационная система интеллектуальной поддержки принятия решений для процесса прокатки [Текст] / В.П. Иващенко, Г.Г. Швачич, А.В. Соболенко, Д.В. Протопопов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2003. – № 3. – С. 4 – 9.

2. Теплофизические свойства промышленных материалов: [Справочник] / [К. Д. Ильченко, В. А. Чеченев, В. П. Иващенко, В. С. Терещенко]. – Днепропетровск: Січ, 1999. – 152 с.

3. Роуч, П. Вычислительная гидромеханика [Текст] / П. Роуч; пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 616 с.

4. Воеводин, В.В. Математические модели и методы в параллельных процессах [Текст]/В.В. Воеводин. – М.:Наука,1986.–296 с

5. Яненко, Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики [Текст] / Н.Н. Яненко. – Новосибирск: Наука, 1967. – 196 с.

7. Швачич, Г.Г. Математическое моделирование одного класса задач металлургической теплофизики на основе многопроцессорных параллельных вычислительных систем [Текст] / Г.Г. Швачич // Математичне моделювання. – 2008. – № 1 (18). – С. 60 – 65.

8. Федоров, Е.Е. Мультиагентная система прогноза состояния рудничной атмосферы / Е.Е. Федоров, Ю.Л. Дикова // SIMULATION-2016 – Киев, сборник трудов конференции, с. 61 – 65.

9. Системы комплексной безопасности. [Электронный ресурс] http://itras.com.ua/.

7.6. Розробка прогнозуючої моделі й дослідження розігріву сталерозливних ковшів відкритим факелом для створення автоматизованої інформаційно-управляючої системи УСВР

Розігрів сталерозливних ковшів здійснюється з метою зниження теплових втрат рідкого металу і запобігання руйнування робочої футеровки ковша внаслідок термоудару в початковий період випуску розплаву [1]. Термічна підготовка ковшів здійснюється на установках сушіння і високотемпературного розігріву (УСВР). Розігрів робочого шару сталерозливних ковшів здійснюється відкритим факелом [2].

Завдання управління процесом розігріву ковша полягає у виборі й підтримці такого режиму роботи установки, який забезпечує отримання заданого температурного профілю шарів футеровки при мінімальній витраті палива.

Для обґрунтованого вибору режимів термічної підготовки необхідна релевантна інформація про тепловий стан ковша, яку може дати тільки прогнозююча модель розігріву сталерозливального ковша відкритим факелом. Однак до сих пір немає надійного та ефективного підходу до розрахунку теплообміну випромінюванням від факела. Існуючі методи мають свої недоліки та обмежену область застосування [3].

В якості об'єкта дослідження вибрано 68-тонний набивний

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЕКОНОМІЧНІ, УПРАВЛІНСЬКІ, ПРАВОВІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

КОЛЕКТИВНА МОНОГРАФІЯ

(українською та російською мовами)

Головні редактори
Савчук Лариса Миколаївна, канд. екон. наук, професор,
Національна металургійна академія України,
Фіц Марія, д-р. екон. наук, професор,
Вроцлавський політехнічний університет

Редактор: Бандоріна Л.М., канд. екон. наук, доцент

Відповідальний за випуск: Вишнякова І.В., канд. екон. наук, доцент
e-mail: vichnykova@mail.ru

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 33,0. Тираж 300 пр. Зам. № 027/16

Видавництво «Герда», 49000, м. Дніпро, пр. Д. Яворницького, 60
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК №397 від 03.04.2001 р.

ISBN 9786177097630
90000 >
9 786177 097630

ISBN 978-617-7097-63-0