

Міністерство освіти і науки України
Національна металургійна академія України
Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
ДВНЗ «Національний гірничий університет»
Харківський національний університет радіоелектроніки
Чорноморський державний університет імені П. Могили
Дніпродзержинський державний технічний університет
Aalto University (Університет Аалто, Фінляндія)
Akademia Górnictwa i Hutniczo-Hutnicza,
(Краківська гірнича-металургійна академія ім. С. Сташіца, Польща)
Silesian University of Technology (Сілезький технічний університет, Польща)



МАТЕРИАЛЫ
Международной научно-технической конференции
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
МЕТАЛЛУРГИИ И МАШИНОСТРОЕНИИ

МАТЕРІАЛИ
Міжнародної науково-технічної конференції
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В
МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

MATERIALS
of the Scientific and Technical International Conference
INFORMATION TECHNOLOGY IN
METALLURGY AND MACHINE BUILDING

29 – 31 березня 2016 року

м. Дніпропетровськ

Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні (ІТММ - 2016): матеріали міжнародної науково-технічної конференції (м. Дніпропетровськ, 29-31 березня 2016 року) / Міністерство освіти і науки України, Національна металургійна академія України, Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ДВНЗ «Національний гірничий університет», Харківський національний університет радіоелектроніки, Чорноморський державний університет імені П. Могили, Дніпродзержинський державний технічний університет, Aalto University (Університет Аалто, Фінляндія), Akademia Górnictwa-Hutnicza, (Краківська гірнича-металургійна академія ім. С. Станіса, Польща), Silesian University of Technology (Сілезький технічний університет, Польща). – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2016. – 97 с.

У збірнику наведено тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні». Матеріали збірника охоплюють питання системного аналізу і синтезу процесів у металургії та машинобудуванні; інформаційних технологій в процесах одержання матеріалів із заданими властивостями; математичного моделювання енергозберігаючих процесів; інформаційного та програмного забезпечення процесів проектування; інтелектуальних інформаційно-управляючих систем; прогресивних інформаційних технологій та організації сучасного виробництва; інформаційно-ресурсного забезпечення дистанційної освіти та науки у вищих технічних навчальних закладах.

Для наукових працівників, викладачів, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

Збірник друкується за рішенням програмного комітету
конференції Інформаційні технології в металургії та
машинобудуванні (ІТММ - 2016)

Національна металургійна академія України,
кафедра Інформаційних технологій та систем.
Тел. 8-056-7135256
Web-сторінка: <http://nmetau.edu.ua/itmm>
E-mail: itmm@nmetau.edu.ua

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦІИ:**Голова:**

Величко О.Г. – член-кореспондент НАНУ, д.т.н., професор, ректор НМетАУ
(Дніпропетровськ, Україна)

Заступник голови:

Михальов О.І. – д.т.н., професор
(Дніпропетровськ, Україна)

Члени оргкомітету:

Гасик М.І. – д.т.н., професор, академік НАН України
(Дніпропетровськ, Україна)

Камкіна Л.В. – д.т.н., професор
(Дніпропетровськ, Україна)

Петренко О.М. – д.т.н., професор
(Дніпропетровськ, Україна)

Власова Т.Є. – к.т.н., ст. науковий співробітник
(Дніпропетровськ, Україна)

Матвєєва М.О. – д.т.н., професор
(Дніпропетровськ, Україна)

Програмний комітет:

Алпатов А.П. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Архипов О.Є. – д.т.н., професор (Київ, Україна)

Бахрушин В.Є. – д.ф.-м.н., професор (Запоріжжя, Україна)

Бодянський Є.В. – д.т.н., професор (Харків, Україна)

Гасик М.М. – д.т.н., професор (Гельсінкі, Фінляндія)

Гожий О.П. – к.т.н., доцент (Миколаїв, Україна)

Зеленцов Д.Г. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Корсун В.І. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Малайчук В.П. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Светличний Д.С. – д.т.н., професор (Краків, Польща)

Скалозуб В.В. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Сладковський О.В. – д.т.н., професор (Сілезія, Польща)

Тогобицька Д.М. – д.т.н., професор (Дніпропетровськ, Україна)

Секретар оргкомітету:

Селів'орстова Т.В. – к.т.н., доцент
(Дніпропетровськ, Україна)

СЕКЦІЯ 1

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І СИНТЕЗ ПРОЦЕСІВ У МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ

В'юненко В.С. студент, Кузнецов В.І. к.т.н., Євтушенко Г.Л. к.т.н.

Національна металургійна академія України

В даний час у використанні вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) є значні резерви. Завдання максимального використання ВЕР має не тільки економічне, але й екологічне значення, оскільки зниження витрат палива, що забезпечується використанням ВЕР, зменшує шкідливі викиди і знижує забруднення навколошнього середовища. Основна задача – це підвищення ефективності теплотехнічних виробництв за рахунок найбільш повного використання ВЕР, як неминучого супутника металургійних процесів [1].

Математичне моделювання процесів розподілу та використання ВЕР дозволяє оптимізувати ці процеси, підвищити обґрутованість проектних та організаційних рішень. Таке моделювання, враховуючи складність системи, повинне ґрунтуватися на методах системного аналізу та сучасних інформаційних технологіях [2].

При оптимізації складних систем не завжди вдається отримати постановку у вигляді задачі математичного програмування. Для проведення оптимізації в таких системах застосовують евристичні та метаевристичні методи, а також методи, засновані на імітаційному моделюванні, метаевристиці, пошуковій оптимізації і нейронних мережах.

Термін «метаевристика» означає деяку високорівневу стратегію, яка комбінує та/або об'єднує евристичні методи для вирішення складних задач. Евристичні методи дозволяють відшукати задовільний результат за прийнятний час, однак не можуть гарантувати, що цей результат є найкращим. Існує багато метаевристик: алгоритм рою часток, мурашиний алгоритм, еволюційне програмування, методи імітації відпалу і табу-пошук та ін.

Задача оптимізації розподілу ВЕР металургійного комбінату, яке є складною системою, відноситься до багатокритеріальних (векторних) задач, так як містить декілька цільових функцій (локальних оцінок альтернатив).

У загальному вигляді математичне формулювання оптимізаційної моделі теплоенергетичної системи металургійного комбінату представлено у роботі [2]. Скалярні складові векторної цільової функції розраховуються алгоритмічно (≈ 100 операндів).

Оптимізація полягає в пошуку для кожного критерію (скалярного компоненту векторної цільової функції) наборів відносних параметрів, що доставляють мінімум кожному критерію. У кожного з критеріїв цей набір буде в загальному випадку свій. Оскільки критерії розраховуються алгоритмічно, то в якості методів оптимізації обрані пошукові методи. Застосування пошукових методів найкращим чином відповідає сучасній методології MBSE дослідження та синтезу складних систем, заснованої на моделях і комп'ютерних експериментах. Перевагами пошукових методів є їх універсальність і можливість отримання багатьох субоптимальних (за кожним скалярним критерієм) рішень для подальшого багатокритеріального аналізу субоптимальних варіантів [2].

Пропонується додати екологічний критерій до оптимізаційної моделі, розглянутої у [2], виконати оптимізацію із застосуванням метаевристичних методів, розробити програмний засіб з можливістю редагування моделі досліджуваної системи та вибору методу оптимізації.

1. Розенгарт Ю.И., Якобсон Б.И., Мурадова З.А. Вторичные энергетические ресурсы чёрной металлургии и их использование. К.: Вища шк. 1988. – 304 с.
2. Михальов О.І. Системна модель для багатокритеріального аналізу технологій використання енергетичних ресурсів металургійного виробництва / О.І. Михальов, В.І. Кузнецов, Г.Л. Євтушенко // Сучасні проблеми металургії. – №17. – Дніпропетровськ, 2014. – С. 50 – 65.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПУЛЬСАЦИЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент

Национальная металлургическая академия Украины

Интерес к пульсациям обусловлен их позитивным влиянием на характеристики технологических и энергетических процессов. Причины позитивных эффектов пульсаций, зависят от вида процесса, в котором применяются пульсации.

Например, пульсация кислородного дутья в конвертерах за счет более интенсивного перемешивания расплава от действия пульсаций обеспечивает улучшение ассимиляции извести в расплаве и активизацию десульфурации и дефосфорации металла. Это приводит к повышению качества стали, сокращению продолжительности продувки, снижению угара металла и увеличению выхода годного.

Пульсирующий газовый поток при восстановительном обжиге во врачающейся печи способствует обновлению восстановительной атмосферы вокруг частичек восстанавливаемого железорудного сырья, что ускоряет восстановление. Пульсирующий газовый поток интенсифицирует также теплообмен, что совместно с обновлением восстановительной атмосферы ускоряет обжиг.

Пульсирующее сжигание топлива в методических печах и нагревательных колодцах помимо повышения интенсивности теплообмена вследствие пульсаций обеспечивает перемешивание атмосферы в рабочем объеме печи, что приводит к выравниванию температуры печи, исключению застойных низкотемпературных зон и зон перегрева металла.

Возбуждение пульсаций в камере сгорания доменного воздухонагревателя интенсифицирует теплообмен между продуктами сгорания и поверхностью насадки, исключает застойные от нагрева зоны в насадке и, соответственно, повышает равномерность нагрева.

Наложение пульсаций при химико-термической обработке металлоизделий интенсифицирует массообменный процесс между присадкой и поверхностью металлоизделий, что обеспечивает более глубокое проникновение химической термообработки. Более глубокому и плотному напылению твердослойных покрытий способствует также пульсации в технологии детонационного напыления.

Пульсационное сжигание топлива при сушке сыпучих материалов стимулирует удаление с поверхности частиц дисперсного материала влаги испарений, получаемой в результате сушки, что активизирует удаление влаги непосредственно из материала и ускоряет сушку.

Рассмотренные варианты воздействий пульсаций показывают, что их применение в большинстве случаев начинается с воздействия пульсаций на процесс горения путем возбуждения колебаний компонентов взаимодействующих в процессе горения, то есть потоков газа и воздуха. В результате изменяется характер взаимодействия потоков газа и воздуха с образованием пульсирующих продуктов сгорания.

Положительный эффект от пульсаций при сжигании топлива происходит за счет интенсификации смесеобразования топлива и воздуха. Вследствие улучшения перемешивания газовоздушной смеси происходит снижение недожога топлива по сравнению с обычным стационарным сжиганием. Независимо от воздействия пульсаций на горение, положительный эффект пульсаций во многих случаях проявляется вследствие интенсификации тепломассобмена, то есть, интенсификация тепло- и массобмена касается непосредственно и процесса горения, и последующих взаимодействий образовавшихся пульсирующих продуктов сгорания в энергетических и технологических установках.

В целом, опыт применения пульсаций свидетельствует о высокой их эффективности, проявляющейся в заметном улучшении энергетических, технологических и экологических показателей процессов. Вместе с этим проявление пульсаций в каждой технологии носит индивидуальный характер и в каждом конкретном случае требует дополнительных исследований.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧЕГО ОБЪЕМА ПЕЧИ

Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент

Национальная металлургическая академия Украины

Наиболее эффективное проявление пульсаций в технологических и энергетических процессах следует ожидать в резонансных режимах, то есть, когда частота вынужденных колебаний, обуславливающих пульсации, совпадает с собственной частотой колебаний в рабочем объеме печи. В задачу данных исследований входили: разработка методики акустического анализа рабочего объема печи с целью определения диапазона частот вынужденных колебаний, в котором следует ожидать технологический резонанс, и оценка возможности определения этих частот в процессе эксплуатации печи.

Для исследований выбрана электропечь СШЦМ-6.6/9М1. Выбор объекта исследования обусловлен его доступностью для проведения акустического анализа в условиях максимально приближенным к промышленным.

Суть методики исследования заключалась в реализации физической аналогии рабочего объема печи с резонатором Гельмгольца, который представляет собой колебательную систему моделирующую резонансные частоты.

Схема измерений для определения амплитудно-частотной характеристики рабочего объема печи разработана с учетом использования штатного комплекта исследовательской аппаратуры фирмы «Брюль и Кьер».

Печь и муфель при выполнении акустического анализа находились в холодном состоянии. Звуковые волны поступали в рабочий объем печи от генератора звука (ГЗ-118) через динамик (10ГРД-5) и диффузор. Для этого в крышке печи предусмотрено цилиндрическое входное отверстие. Реакция муфеля печи на звуковое давление контролировалось микрофонами (M4134 и M4165), установленными в выходном отверстии.

Выходное для звука отверстие создает аналогию муфеля печи с резонатором Гельмгольца. При резонанском колебании столб воздуха в выходном отверстии поглощает звуковые волны, соответствующие частотам собственных колебаний муфеля, что отражается на разности показаний нижнего и верхнего микрофонов.

Сигнал с микрофонов усиливался двухканальным предусилителем (типа 2807) и подавался на индикаторы уровня (милливольтметр типа М2038), с которого снимались показания уровня звука.

Полученная амплитудно-частотная характеристика рабочего объема печи (рисунок 1), показывает, что в рабочем объеме печи проявляется несколько возможных диапазонов резонансных пульсаций: 500-595 Гц, 835-900 Гц, 1060-1160 Гц.

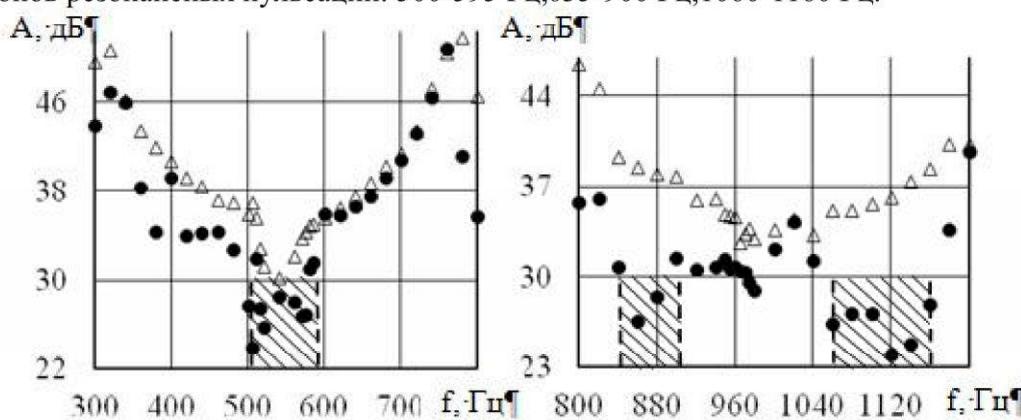


Рисунок 1 – Амплитудно(А)-частотная(f) характеристика рабочего объема печи
(● – M4134, Δ – M4165)

Расхождение расчетных и экспериментальных значений находится в пределах 5,3-15,1 %, что позволяет использовать резонатора Гельмгольца с определённой условностью для прогнозирования собственной частоты рабочего объема печи.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ СУШКИ И РАЗОГРЕВА СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент
Национальная металлургическая академия Украины

Анализ процессов сушки и разогрева сталеразливочных ковшей показал высокую энергоемкость этих процессов. В зависимости от емкости на сушку и разогрев одного ковша расходуется $2500 \div 5000 \text{ м}^3$ природного газа.

Классификация способов сушки и разогрева сталеразливочных ковшей приведена на рисунке 1.

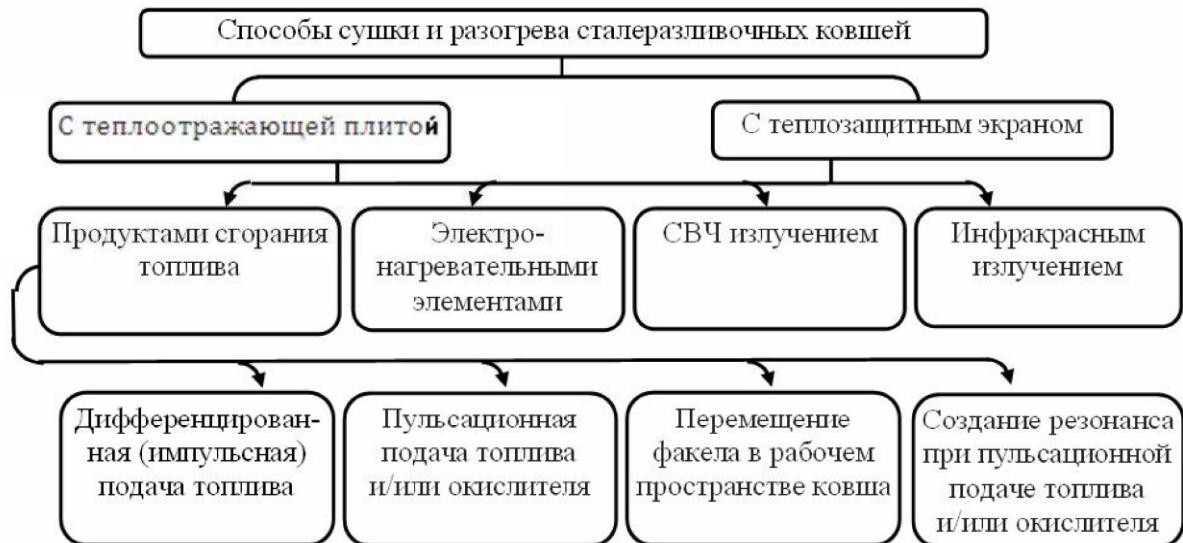


Рисунок 1 – Классификация способов сушки и разогрева сталеразливочных ковшей

В работе выполнено сравнение различных способов сушки сталеразливочных ковшей (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение различных способов сушки

| Способ сушки | Продолжительность сушки, ч | К.п.д. процесса, % | Расход уловного топлива, кг/т футеровки | Время сушки, ч/т футеровки |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| Продуктами сгорания природного газа | 2,0 | 8,4 | 180 | 56 |
| Электронагревательными элементами | 2,0 | 20,3 | 60,3 | 40,0 |
| СВЧ излучением | 1,5 | 33,8 | 50,3 | 25,0 |

Отсутствие возможностей кардинального изменения технологии термообработки ковшей ограничивает варианты выбора технических решений, касающихся экономии топлива. В этом случае вполне оправданным является пульсационно-резонансный режим сжигания топлива, который позволяет: повысить эффективность сжигания, улучшить использование рабочего объема ковша в котором происходит сжигание, интенсифицировать теплообмен и проч.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ К ВЫБОРУ ПУЛЬСАТОРА
ДЛЯ ПУЛЬСАЦИОННО-РЕЗОНАНСНОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА**
Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент
Национальная металлургическая академия Украины

Устройства для возбуждения пульсаций можно разделать на три основных класса: акустические, газодинамические и механические. Классификация устройств и принципы их реализации представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Классификация устройств для возбуждения пульсаций.

Анализ, приведенных вариантов устройств для возбуждения пульсаций позволяет выделить механические вращающиеся пульсаторы, которые путем изменения частоты вращения регулируют частоту пульсаций и, соответственно, обеспечивают настройку пульсатора на резонансные частоты.

Вариант вращающегося пульсатора представлен на рисунке 2.

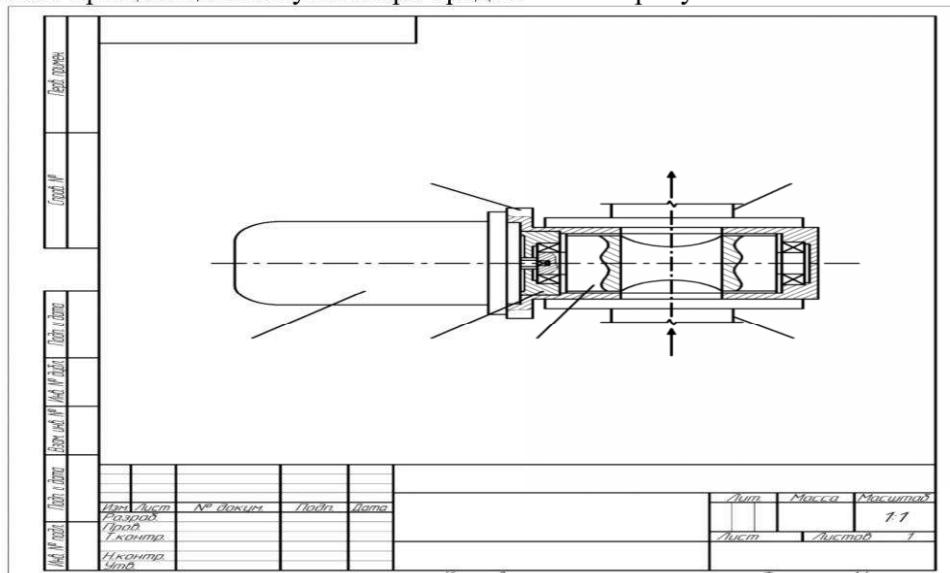


Рисунок 2 - Механический пульсатор с цилиндрическим прерывателем потока
1 и 2 – входные и выходные участки воздухо- или газопровода; 3 – корпус пульсатора;
4 – вращающийся цилиндрический прерыватель; 5 – обойма подшипника;
6 – корпус электродвигателя

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ АДЕКВАТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ

Меньшиков Ю.Л., к.т.н.

Днепропетровский национальный университет

Очевидно, что результаты математического моделирования физических процессов должны максимально степени соответствовать экспериментальным данным. Важным понятием в этой связи является адекватность построенного математического описания изучаемому физическому процессу. Под математическим описанием физического процесса понимается аналитическая связь (дифференциальная, алгебраическая, интегральная и т.д.) определенной структуры между выбранными переменными состояния исследуемой системы (математическая модель процесса) и внешние воздействия (нагрузки).

Адекватным математическим описанием физического процесса *AM* будем называть такое математическое описание, для которого результаты математического моделирования (*simulation*) с использованием этого описания совпадают с экспериментальными данными с точностью измерений. Сравнение результатов математического моделирования с экспериментальными данными обеспечивает объективность результатов математического моделирования.

В настоящее время существует два основных подхода к решению проблемы построения адекватного математического описания [1,2,3,4].

В работах [1,2] предлагается следующий алгоритм: выбирается некоторая модель внешнего воздействия (максимально простая), а затем подбирается структура математической модели физического процесса (максимально простая) и значения ее параметров таким образом, чтобы результаты математического моделирования с использованием этого описания соответствовали экспериментальным данным. В рамках такого подхода решено несколько важных практических конкретных задач.

Иной алгоритм предложен в [3,4]: выбирается структура математической модели физического процесса (максимально простая), а затем подбирается некоторая модель внешнего воздействия (максимально простая) таким образом, чтобы результаты математического моделирования с использования этого описания соответствовали экспериментальным данным. Задача сводится к решению интегрального уравнения Вольтерра первого рода (некорректной задаче). Для его решения применяется модифицированный метод регуляризации А.Н. Тихонова. В рамках этого подхода решено несколько новых практических задач с использованием минимума априорной информации.

Преимущества и недостатки указанных подходов определяются конкретными задачами и наличием априорной информации о математическом описании изучаемого физического процесса.

1. Степашко В.С., Метод критической дисперсии как аналитический аппарат теории индуктивного моделирования // Проблемы управления и информатики, –Киев, –Украина, –2, –2008, –С.27-32.
2. Губарев В.Ф., Метод итеративной идентификации многомерных систем с неточными данными, ч.1. Теоретические основы // Проблемы управления и информатики, –Киев, –Украина, –2, –2008, –С.8-26.
3. Menshikov Yu.L. Synthesis of Adequate Mathematical Description as Solution of Special Inverse Problems. // European Journal of Mathematical Sciences, vol 2, No 3, 2013, p.256-271.
4. Menshikov Yu.L. Adequate mathematical description of dynamic system: statement problem, synthesis methods // Proc. of the 7th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, vol.2: Full Papers (CD), Editors: M. Šnorek, Z. Buk, M. Čepel, J. Drchal, Czech Republic, 2010, ISBN 978-80-01-04589-3.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФОРМИ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ЦИЛІНДРА ПЛОЩИНОЮ ПРИ РОЗГОРТАННІ

Морозенко О.П. к.т.н., Вишневський І.В. старший викладач

Національна металургійна академія України

При виконанні робочих креслень розгорток необхідно враховувати особливості листового матеріалу, розміри листів, їх товщини, технологічні вимоги при відтворенні розгортки в просторову форму. Також треба враховувати, що в реальних технологічних процесах, які пов'язані з розгорткою або навивкою, профіль підвергається деформації вигину та скручування.

Розглядаючи просторову криву лінію як траекторію точки, що рухається, можна аналізувати зміну форми цієї лінії по її довжині. Параметрами цієї зміни є перша кривизна і кривизна крутіння. Кривизна крутіння при цьому характеризує швидкість відходу кривої лінії від дотичної площини.

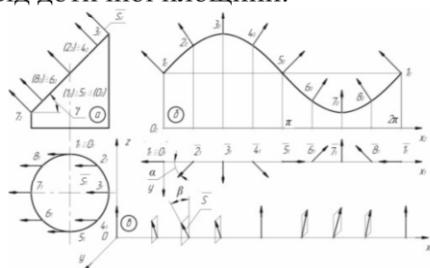


Рисунок 1

Величина кута скручування

$$= \arccos \frac{Y_1 B_i}{S}, \quad (1)$$

Радіус кривизни в розрахункових точках на розгортці:

$$R_{kp,i} = \sqrt{(XA_i - XO_i)^2 + (YA_i - YO_i)^2}. \quad (2)$$

де $Y_1 B_i$ - координати точки В на розгорці;

XO_i , YO_i - координати точок на циліндрі.

Максимальний кут скручування дорівнює куту нахилу січної площини. Інтенсивність скручування пропорційна куту нахилу дотичної у точці лінії перетину на циліндрі. При рівності цього кута нулю скручування відсутнє (рисунок 2).

Величина вигину обратно пропорційна куту нахилу дотичної до лінії перетину на циліндрі. При рівності цього кута нулю має місце максимальний вигин (рисунок 3).

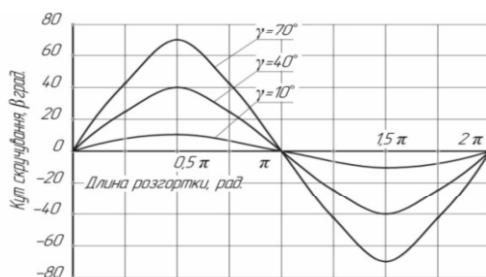


Рисунок 2

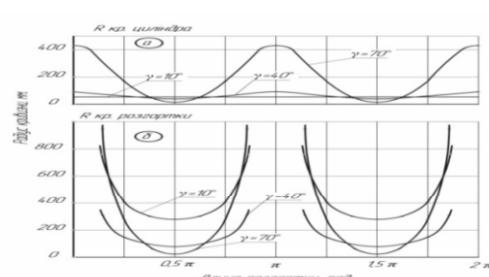


Рисунок 3

1. Бубенников А.В. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. –3-е изд., перераб. и доп. /А.В.Бубенников. – М.: Высшая школа, 1985. – 288 с.

2. Кириченко А.Ф. Теоретичні основи інженерної графіки: Підручник для вищих технічних навчальних закладів. /А.Ф. Кириченко. –Київ: ВД “Професіонал”, 2004. – 496 с.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ

Петренко В.О. д.т.н., Мазов М.М. здобувач

Національна металургійна академія України

Для реформування української економіки впровадження інноваційних проектів має стати чинником, який виведе національну економіку на якісно новий рівень. У ринковій економіці інновації являють собою ефективний засіб конкурентної боротьби на основі розвитку інтелектуального капіталу країни. Для системного вирішення проблеми, яким саме шляхом йти для конкретної галузі, потрібен досконалій методологічний інструментарій. Інноваційна сфера України все ще зберігає життєздатність і тенденцію розвитку, незважаючи на об'єктивні труднощі. У інтенсивному розвитку системи будь-якого рівня особлива увага приділяється підвищенню рівня сприятливості системи до організаційних нововведень [1].

В управлінні проектами до таких нововведень можна віднести внутрішні інновації, як нові сприятливі зміни, а не тільки як ризики для проекту.

Один з провідних теоретиків менеджменту Пітер Ф. Друкер стверджує, що в ХХІ столітті головне завдання менеджменту полягає в тому, щоб перетворити у лідерів змін як можна більше організацій [1]. Такі лідери розглядають глобальні зміни, як нові сприятливі можливості, постійно навчаються та знають, як використати зміни на користь для організації. До цих змін можна віднести і внутрішні інновації проекту, стратегія яких дозволяє шукати і використовувати сприятливі можливості, оскільки спрямована на створення майбутнього.

Життєвий цикл інноваціїї являє собою сукупність взаємозалежних процесів і стадій створення нововведень [2]. Життєвий цикл інноваціїї визначається як проміжок часу від зародження ідеї до зняття з виробництва реалізованого на її основі інноваційного продукту.

Значна тривалість життєвого циклу інноваціїї призводить до економічної нерівноцінності здійснюваних в різний час витрат і одержуваних результатів. Щоб скасувати таке ускладнення використовують метод дисконтування, тобто приведення витрат та доходів до одного моменту часу. Найчастіше до року початку реалізації інноваціїї.

У літературі також зустрічається поділ інновацій на два рівня. Інноваціїї першого рівня – це інноваціїї, що вперше впроваджені у виробництво, а інноваціїї другого рівня – це інноваціїї, що використовуються повторно [3]. Інноваціїї другого рівня відносять до зовнішніх інноваціїї проекту, відповідно впроваджувані вперше – до внутрішніх інноваціїї проекту. Інноваціїї першого рівня можуть не з'являтися на всіх підприємствах, а от інноваціїї другого обов'язкові для підприємства, бо інакше воно не здатне вижити в умовах конкуренції. Все більше інноваційних перетворень розглядають як проекти. Вони стають найважливішим інструментом для досягнення стратегічної мети організації [1]. На відміну від підприємств інноваційним проектам, притаманні саме індивідуальні внутрішні зміни, які можна вважати внутрішніми інноваціями проекту.

Зовнішні інноваціїї ми застосовуємо, коли використовуємо вже існуючі і відомі інноваційні методи. Їх застосування звичайно не викликає запитань. Проте внутрішні інноваціїї потребують більш детального вивчення і пильної уваги до себе, так як питання щодо формалізації внутрішніх інноваціїї залишаються в більшості своїх не вирішеними і актуальними для проектів.

У тому, що інноваційний проект - це справа ризикована, немає ніяких сумнівів. А внутрішні інноваціїї в проекті - це ризики або можливості? Адже проекти ніколи не бувають однаковими, вони включають в себе якісі індивідуальні елементи, які притаманні кожному з них.

Коли мова йде про інноваційний проект, ми свідомо знаємо, що він несе в собі щось нове. Але проект - це не просто нова, а й унікальна дія. Управління інноваційною діяльністю охоплює стратегічні і оперативні аспекти. А управління інноваційним процесом - складова діяльності сучасного підприємства, яка стимулює інноваційну діяльність проектів і розрахована на отримання, як конкурентних переваг, так і посилення ринкових позицій тим самим, характеризуючи гнучкість управління проектом. Таким чином, можна визначити, що саме інноваційні проекти є джерелом розвитку організації, роблячи її перспективною і унікальною.

З метою забезпечення конкурентоспроможності на основі інноваційної стратегії металургійних підприємствам необхідно застосовувати випереджальні вкладення коштів в освоєння внутрішніх інноваціїї під час проектної діяльності. Тому ще на стадії планування проекту необхідно врахувати вкладення коштів на внутрішні інноваціїї, які можуть виникати на стадії ініціалізації кожної фази життєвого циклу проекту.

1. Друкер, Пітер, Ф. Задачи менеджменту в ХХІ веке.: Пер. с англ.: - М.: Іздательский дом «Вільямс», 2004. – 272 с.
2. Йохна М.А, Стадник В.В. Економіка й організація інноваційної діяльності: Навчальний посібник. - К.: Видавничий центр «Академія», 2005. - 4000 с.

3. Економіка й організація інноваційної діяльності: Підручник О.І.Волков, М.П.Денисенко, А.П.Гречан та ін.; Під ред.проф. О.І.Волкова, проф.. М.П.Денисенка. – К.: ВД «Професіонал», 2004 . - 960 с.

СОЗДАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СОВМЕЩЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Пополов Д.В. к.т.н., Венедиктов О.Е. студент

Криворожский металлургический институт

Одним из перспективных направлений в развитии металлургического машиностроения является проектирование машин и механизмов, у которых, при взаимодействии рабочего органа с обрабатываемым материалом, одновременно совершаются несколько технологических операций. Такой подход особенно актуален при разработке оборудования, работающего в последовательных схемах цепей и аппаратов для подготовки шихтовых материалов к спеканию и плавке, что позволяет сократить капитальные затраты, снизить удельный расход электроэнергии, а также использовать новое оборудование в условиях существующих технологических схемах с имеющимися помещениями, ограниченными по площади.

Такой концептуальный подход позволил разработать лепестковый грохото-охладитель (рис. 1, а) с полотном, выполненным в виде модулей (рис. 1, б) с индивидуальным приводом, которые содержат врачающиеся в одном направлении с постоянной угловой скоростью колосники, имеющие форму «чечевицы», установленные с определенным шагом, таким образом чтобы зазор между ними составил 5 мм. Геометрическая форма поверхности колосников подобрана из расчета сохранения размера зазора между ними при их вращении. [1]

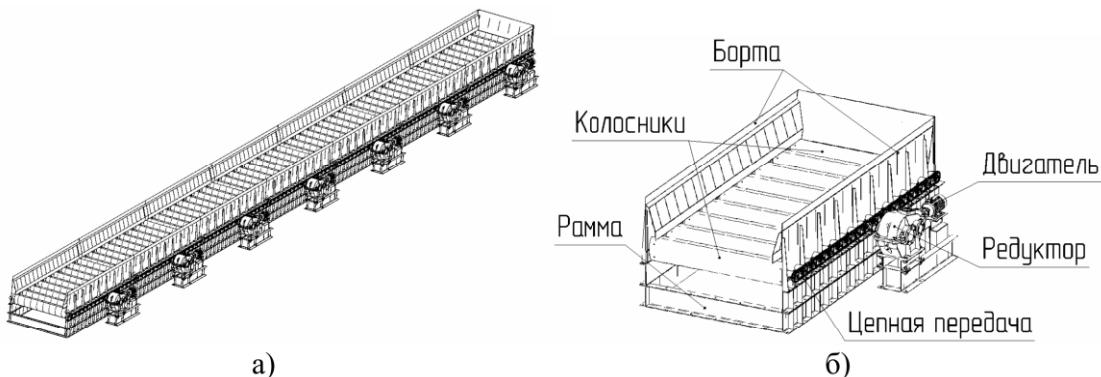


Рисунок 1 – Лепестковый грохото-охладитель: а- общий вид; б- модуль

Данная конструкция позволяет интенсифицировать процесс охлаждения агломерата при его транспортировке с одновременным отсевом некондиционных фракций и стабилизацией гранулометрического состава, путем разрушения поверхностных слоев частиц, при пересыпании агломерата по лепесткам, ослабленных микротрецинами, остеклением и неровностями, являющихся концентраторами напряжений.

1. Пат. 88357 України, МПК C22B 1/26, B07B 1/16. Пелюстковий грохото-охолоджувач / Учитель О.Д., Засельський В.Й., Пополов Д.В., Савенко Н.Ю., Шалов Є.І.; заявник і патентовласник Учитель О.Д., Засельський В.Й., Пополов Д.В. – № 2013 12284; заявл. 21.10.2013; опубл. 11.03.2014. Бюл. № 5.

НЕЛИНЕЙНЫЙ МЕТОД ВЗВЕШЕННЫХ СУММ ДЛЯ СРАНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА

Ткаченко А.А. студент, Кузнецов В.И. к.т.н., Евтушенко Г.Л. к.т.н.

Національна металургійська академія України

На данный момент существует большое количество технологий металлургии железа, которые используются по всему миру. Первые технологии металлизации железорудного сырья, использующие принципы твердофазного восстановления, были реализованы в шахтных противоточных печах и установках с плотным неподвижным слоем.

При разработке методологии выбора применимых технологий, первым и наиболее существенным шагом является проведение анализа рынка металла. После того, как возможности и проблемы рынка изучены путем проведения технико-экономической оценки каждой возможной технологии и их возможного сочетания, оценки затрат на производство и транспортировку, могут быть выбраны наилучшие технологии для конкретного предприятия[1].

Для анализа технологий было выделено несколько задач:

1. Многокритериальный сравнительный анализ нескольких существующих технологий;
2. Многокритериальная оптимизация выбранных технологий;
3. Сравнительный анализ оптимизированных технологий.

В работе рассматривается первая задача. Необходимо отметить, что многокритериальный анализ (МКА) представляет собой комплексный подход к системному исследованию в решении слабоструктурированных проблем таких, как ранжирование, выбор, распределение ресурсов, оценка эффективности и конкурентоспособности проектов, диагностика и управление качеством и т.п.

Одним из основных методов МКА является метод взвешенных сумм (МВС), который позволяет работать с большим количеством критерииев сложной иерархической структуры и большим количеством сравниваемых объектов. В связи с этим он в основном используется для составления рейтингов и классификации объектов. Принципиальные ограничения на количество и структуру критерииев, равно как и на количество сравниваемых объектов в этом методе отсутствуют, основным ограничением является подбор корректных весов критерииев.

В системе поддержки принятия решений NooTron [2] реализовано 3 варианта МВС: классический, интегрированный вариант «Метод взвешенных сумм + метод анализа иерархий», метод ранжированных весов критерииев. В этих методах реализована аддитивная свертка локальных оценок и реализованы средства для расчета весов критерииев.

С использованием метода анализа иерархий проведен сравнительный анализ технологий металлургии железа для количественных критерииев. Предлагается дополнить структуру рассматриваемой задачи качественными критериями и рассчитать рейтинг этих технологий с использованием разработанного нелинейного варианта МВС с набором нелинейных свёрток [3].

1. Ярошенко Ю.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии черной металлургии: учеб. пособие / Ю.Г. Ярошенко, Я.М. Гордон, И.Ю. Ходорковская. Под ред. Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ» 2012. – 670с. ISBN 978-5-4430-0014-5.
2. Система поддержки принятия решений NooTron: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nootron.net.ua>.
3. Воронин А. Н. Вложенные скалярные свёртки векторного критерия / А. Н. Воронин // Проблемы управления и информатики. – 2003. – №5. – С. 10 – 21.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ДЕЙСТВИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Хрестин Р.Н. аспирант

Запорожская государственная инженерная академия

Управление режимом действия ДСП должно осуществляться таким образом, чтобы действие привода перемещения электродов не только обеспечивало качественный технологический процесс, но и исключало ситуации слома и скальвания электродов. Такое регулирование режима плавки осуществляется благодаря автоматическому контролю параметров дуги действием регулятора привода перемещения электродов. Построена полная модель ДСП(об). При моделировании одиночного скачка длины дуги и ее дальнейшего восстановления(номинальный режим) режим плавки полностью восстанавливается(рис.1а,б). Однако, на практике, в энергетический период плавки дуга наименее устойчива, ее сила тока и температура колеблются в широких пределах [1].

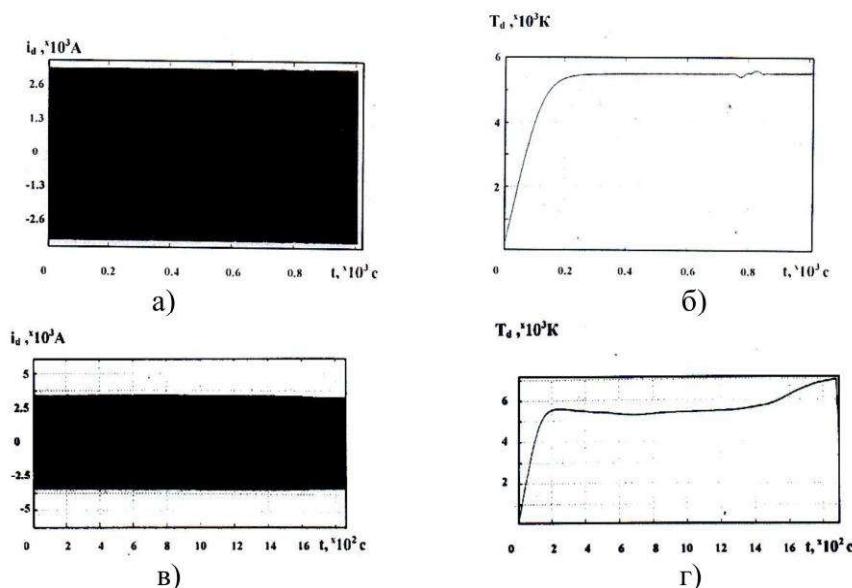


Рисунок 1 – Осциллограммы действия модели: а,б – ток дуги i_d и температура дуги T_d без регулятора при номинальных условиях плавки, в,г – ток дуги i_d и температура дуги T_d при применении управляющего ПИ-регулятора в приближенных к реальным условиям плавки.

Модельные эксперименты показали, что, даже при тщательном подборе параметров простейшего ПИ-регулятора привода перемещения электродов, не обеспечивается даже приближенный к номинальному режим плавки. Так, длина дуги испытывает значительные колебания в течение всего рассматриваемого периода плавки и не стабилизируется. Как следствие, значительно колеблются ток дуги и ее температура(рис.1в,г). Таким образом, очевидна необходимость построения автоматического регулятора, который реализовал бы более совершенный алгоритм управления приводом перемещения электрода ДСП.

1. Салтыков А.В. Автокорреляционные функции тока дуговой сталеплавильной печи на технологических этапах// Электротехника. – 2008. – № 8. – С. 50-52.

СЕКЦІЯ 2

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСАХ ОДЕРЖАННЯ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНІКИ АТОМНО-СИЛОВОГО ПРОБНИКА У КВАНТОВО-ХІМІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ВЗАЄМОДІЇ АТОМІВ З ГРАФЕНОМ

Горбенко В.І., к.ф.-м.н.

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

Графен є матеріалом з двовимірною структурою, що має перспективи застосування для нових електронних пристрій [1]. З наукової та технологічної точки зору є важливим розуміння хімічної взаємодії різноманітних частинок з графеном. Атоми водню, кисню та вуглецю входять до складу багатьох природних сполучень, що оточують графен під час його утворення та подальшого використання. Тому головною задачею цієї роботи було визначення центрів адсорбції атомів Н, О та С за допомогою побудови профілів потенціальної енергії їх взаємодії з шаром графену.

Розрахунки виконано за допомогою програмного пакету GAMESS методом Хартри-Фока [2]. Для обчислень використовувались кластери Інституту кібернетики НАНУ ім. В.М.Глушкова [3]. Графеновий шар був представлений кластерною моделлю з 96 атомів вуглецю в гексагональних комірках та 24 атомів водню по його краю. Для отримання профілю потенціальної енергії взаємодії визначеного атому з графеновим шаром використовувалась техніка атомно-силового пробника. Для цього відповідний атом-пробник переміщувався над графеновим шаром на певній постійній відстані. При цьому розрахунки виконувались без геометричної оптимізації. На рис.1 дисперсію енергії взаємодії пробника із С-атома з графеновим шаром показано у вигляді еквіпотенціальних контурів.

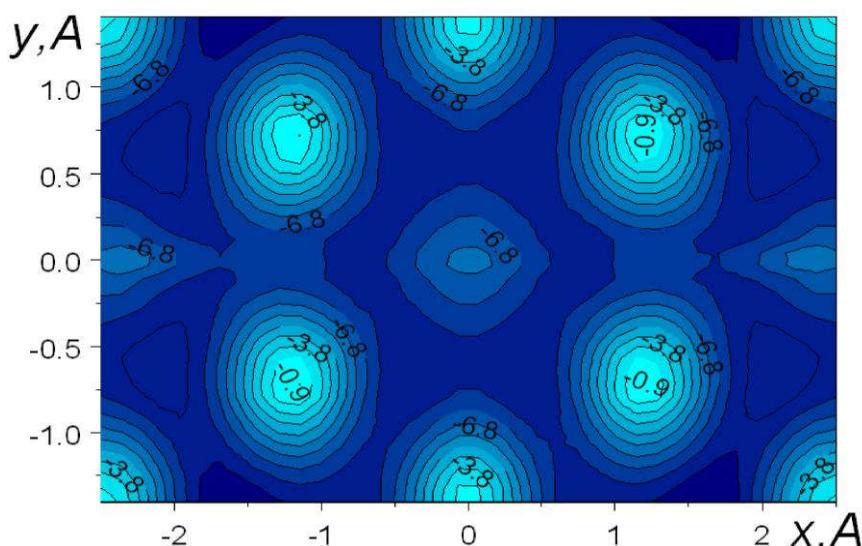


Рисунок 1 – Проекція потенціальної енергії взаємодії вуглецевого пробника з графеном

Також були отримані проекції потенціальної енергії взаємодії для атомів водню та кисню. Було визначено центри адсорбції вказаних типів атомів на графені, а також розбіг між отриманими проекціями потенціальної енергії та атомарною структурою графенового шару. Використання техніки атомно-силового пробника у квантово-хімічних розрахунках дозволило встановити вплив типу атомів пробника на вигляд профілю енергії взаємодії.

1. Geim A.K. The rise of graphene / A.K.Geim, K.S.Novoselov. - Nature Materials v.6, 2007, p.183-191.
2. Gordon M.S. Advances in electronic structure theory: GAMESS a decade later / M.S.Gordon, M.W.Schmidt // in "Theory and Applications of Computational Chemistry: the first forty years" by ed. C.E.Dykstra. - Elsevier, Amsterdam, 2005, p.1167-1189.
3. Кластер IK // http://www.icyb.kiev.ua/s/189/ua/klaster_ik.html

ДОСЛІДЖЕННЯ НАНООБ'ЄКТІВ І ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАПИЛЕНОЇ ПЛАЗМИ

Денисенко О.І. к.т.н.¹, Цоцко В.І. ст. викл.², Ефіменко В.В. студент¹

¹Національна металургійна академія України

²Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Вивчення запорошеної плазми охоплює широке коло природних явищ та технологічних процесів. Системи, що складаються з плазми і заряджених макрочастинок, широко поширені як у космосі, так і в установках з плазмовою обробкою матеріалів. Цим пояснюється значний дослідницький інтерес, який виявляють в даний час до таких систем.

Макрочастинки, вміщені в плазму, набувають електричний заряд завдяки поглинанню електронів та іонів плазми. Рівноважний потенціал визначається при цьому рівністю нулю повного струму на макрочастинку. Він від'ємний завдяки більшій рухливості електронів, ніж іонів, і може бути дуже великий (близько $10^3 - 10^5$ елементарних зарядів для макрочастинок мікронних розмірів). Така велика величина зарядів призводить до того, що потенційна енергія взаємодії між макрочастинками значно перевищує їх середню кінетичну енергію і виявляється можливим утворення сильно упорядкованих структур з макрочастинок, які отримали назву «плазмово-пилові кристали». У 1994 р з'явилися перші повідомлення про створення кристалів з пилових частинок у плазмі ВЧ-розряду низького тиску в інертних газах. Дещо пізніше впорядковані структури спостерігали і в інших типах плазми.

У 90-і роки видатним вченим в галузі фізики і хімії низькотемпературної плазми, одним з основоположників фізики пилової плазми і плазмових кристалів, Нефедовим А.П. із співробітниками були виконані експериментальні роботи в запилених термічній плазмі, плазмі тліючого розряду постійного струму, індукційно-зв'язаній плазмі, ядерно-збуджений плазмі, результати яких мали великий резонанс і принесли йому міжнародне визнання. Під керівництвом А.П. Нефедова були створені оригінальні діагностичні пристрої. Серед них – лазерні анемометри і спектрометри дисперсної фази, прлади для визначення середніх розмірів, показників заломлення і концентрації макрочастинок в плазмових потоках [1 – 3].

Виявилось [2, 4], що структури макрочастинок в плазмі можуть бути потужним інструментом як для фундаментальних, так і для прикладних задач. Серед фундаментальних – теоретичні підходи до моделювання багатокомпонентної сільнонідеальної плазми, що можуть бути як стимульовані експериментами з кристалічними структурами, так і знайти в них підтвердження. Важливими є аналіз дислокацій дефектів решітки, термодинаміка решітки з дефектами і при їх відсутності, взаємодія з хвильами, резонансні явища. Результати досліджень запиленої плазми перспективні для використання при моделюванні атомарних або молекулярних кристалів (фізика твердого тіла). Вивчення фазових переходів в системах макрочастинок, включаючи їх багаточастинкову самоорганізацію, може внести вклад в розуміння процесів плавлення і конденсації (критичні явища) [4] .

1. Денисенко А.И. Оптимизация скорости накопления статистической информации лазерным спектрометром дисперсной фазы / А.П. Нефедов, А.И. Денисенко, В.Б. Однороженко. – В сб.: "Измер. в потоках. Методы, апп. и прим.", М. – 1990 г. – С. 90.
2. Nefedov A.P. Emission properties and structural ordering of strongly coupled dust particles in a thermal plasma / A.P. Nefedov, V.E. Fortov, O.F. Petrov, A.A. Samarian, A.V. Chernyshev – Phys. Lett. – 1996. – A 219. – P. 89-94.
3. Denisenko A.I. Optical Diagnostics of Plasma and Particle in an Atmospheric Pressure Dusty Plasma / A.V. Nefedov, O.F. Petrov, O.S. Vaulina, A.A. Samarian, A.I. Denisenko – Physica Scripta. – 2002. – Vol. 65. – P. 1-7.
4. Петров О.Ф. Двумерный фазовый переход в сильнонідеальній пилової плазмі / О.Ф. Петров, О.С. Ваулина, В.Е. Фортов, М.М. Васильев, Т. Йе, К.Б. Стаценко, Е.В. Васильева, – ЖЭТФ. – 2015. – Т. 147. – № 2. – С. 372-378.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ КУСКОВ АГЛОМЕРАТА

Деревянко А.И. к.т.н., Фененко Т.М.

Национальная металлургическая академия Украины

Целью работы является разработка математической модели процесса разрушения кусков агломерата в результате термического воздействия и оценка оптимальных значений температуры внешней среды.

Равновесное распределение частиц по кинетическим энергиям (теплового) движения, т.е. вероятность P_i существования N_i частиц с энергией e_i было установлено Больцманом

$$P_a = \exp(-a/kT) \quad (1)$$

Доля надбарьерных частиц в точке плавления (T_m – температура плавления), т.е. на границе области структурной устойчивости практически совпадает с долей бесструктурной составляющей в пропорции золотого сечения:

$$P_a = \exp(-T_m/T_m) \cong 0,37 \quad (2)$$

Термическая прочность, помимо механических прочностных характеристик, должна определять и температуру шока конгломератов. Оптимальное значение показателя пластичности соответствует максимальному приращению доли сверхбарьерных частиц с повышением температуры, т. е. наибольшему значению первой производной R_a по T .

При исключении влияния комнатной температуры, максимум первой производной для (1) является теоретической температурой термического шока $T_{sh,t}$ и представляет собой среднее арифметическое между температурами солидуса и комнатной

$$T_{max} = \frac{T_s + 298}{2} \quad (3)$$

Кроме того $T_{max} = T_{sh,t}$ определяет универсальное значение степени разрушения кусков конгломерата при термическом шоке.

$$P_{\tau,p,u} = e^{-2} \cong 0,135 \quad (4)$$

В реализованной имитационной модели диссипативного процесса “слипания” частиц, их количество определяется до начала эксперимента. При этом для динамического фрактального кластера, при сохранении условий роста, фрактальная размерность остается неизменной во времени.

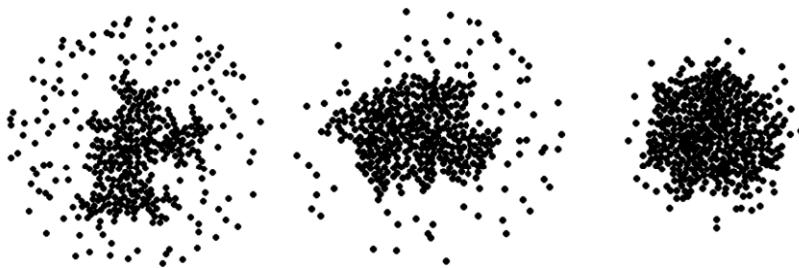


Рисунок 1 – Влияние коэффициента диффузии χ на фрактальную размерность D кластера.

а) $\chi=10$, $D=1.7299$; б) $\chi=40$, $D=2.3101$; в) $\chi=50$, $D=2.1794$; г) $\chi=100$, $D=2.6062$.

Проведенные исследования дали возможность,

во-первых, оценить значение степени разрушения кусков конгломерата при термическом шоке;

во-вторых, получить на основе разработанной компьютерной модели роста кластеров в среде хаотически движущихся частиц ряд эффектов, недоступных для наблюдения в случае использования модели ограниченной диффузной агрегации.

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ В ХОДЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Журба А.А. к.т.н., Михалёв А.И. д.т.н., Тутык В.А. д.т.н.

Национальная металлургическая академия Украины

Постоянно повышающиеся требования к сельскохозяйственной технике способствуют поиску и разработке новых более совершенных способов борьбы с её изнашиванием. Упрочняющие покрытия на основе оксида алюминия Al_2O_3 значительно повышают износостойкость рабочих поверхностей деталей из алюминиевых сплавов, поэтому применение таких покрытий наиболее целесообразно. Данные покрытия отличаются высокой стойкостью к изнашиванию и окислению. Одним из перспективных и стремительно развивающихся способов поверхностного упрочнения оксидокерамическими покрытиями изделий сельхозтехники является электролитно-плазменное оксидирование (ЭПО). Данный способ применяется в основном в целях упрочнения деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов и защиты от коррозии. В результате нанесения оксируемого покрытия возникает задача заполнения пор оксидного слоя, образовавшиеся во время оксидирования, т.е. повысить антифрикционные свойства ЭПО-покрытия. Для разрешения этой задачи наиболее целесообразно использовать в качестве материала заполнителя – медь. На рисунке 1 представлены изображения поверхности алюминия до обработки (рис. 1а), после ЭПО (рис. 1б) и с заполненными порами медью (рис. 1в).

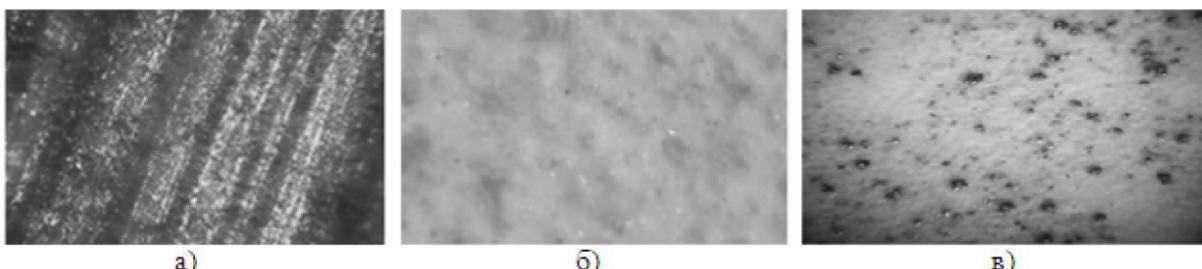


Рисунок 1 – Топография поверхности алюминия: а) до обработки; б) после ЭПО; в) с заполненными порами CuSO_4

В ходе фракタルного анализа были вычислены фрактальные размерности представленных изображений с помощью метода Box Counting [1] и построены фрактальные распределения (рис. 2). Фрактальные размерности для данных поверхностей были получены 1.88, 1.77 и 1.78 соответственно, что говорит о значительном изменении свойств образца до обработки и образцов после обработки. Фрактальные распределения обработанных образцов имеют мультимодальный характер, при этом поверхность алюминия после заполнения пор медью имеет более однородный характер распределения, что говорит об улучшении качества материала.

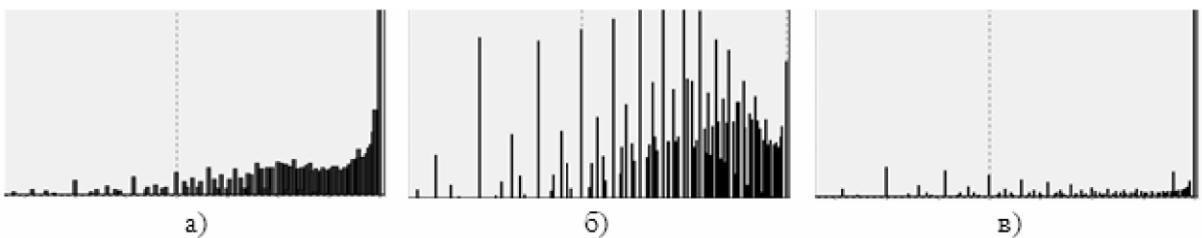


Рисунок 2 – Фрактальные распределения изображений поверхности алюминия: а) до обработки; б) после ЭПО; в) с заполненными порами CuSO_4

1. Журба А.А. Особенности определения фрактальной размерности поверхностей неметаллических включений при пластической деформации стали модифицированным алгоритмом BOX COUNTING / А.А. Журба, А.И. Михалёв, С.И. Губенко // Прикладная синергетика. – Уфа. - 2012р. – С.102-106.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛА В КИПЯЩЕМ СЛОЕ СУШИЛКИ.

Коломиец Р.В. аспирант

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ

Сушка является распространенной операцией в подготовительных и заключительных процессах обработки материала и необходима для повышения эффективности дальнейшего хранения и использования материала.

Разработана технология сушки сыпучего материала в кипящем слое с горизонтальным продвижением вдоль подовой решетки камеры. Проведены экспериментальные исследования на испытательном сушильном стенде с целью определения среднего времени и горизонтальной скорости движения сыпучего материала в условиях изменения давления воздушного потока и угла поворота направляющих лопаток подовой решетки. Разработана методика определения основных газодинамических параметров горизонтального продвижения материала в процессе сушки во взвешенном состоянии. В качестве имитатора сыпучего материала выбраны зерна пшеницы, кубики пенопласта, шарики полиэтилена.

Реализовано первичное тестирование процесса по визуализации направления подачи энергоносителя. На втором этапе исследований определена горизонтальная скорость движения сыпучего материала и горизонтальная составляющая мгновенная скорости.

Установлена прямо пропорциональная зависимость горизонтальной скорости материала от угла наклона лопаток в подовой решетке, что объясняется изменением давления энергоносителя и изменением времени прохождения материалом сушильной камеры. При этом с увеличением угла наклона лопаток, увеличивается скорость (хаотического) движения кубиков внутри объема камеры. Сокращается количество колебаний материала в горизонтальной траектории движения кубиков и увеличивается циркулирующее движение кубиков в плоскости, перпендикулярной к вертикальной разделительной стенке камеры. При уменьшении воздушного напора увеличивается время продвижения и уменьшается горизонтальная скорость кубиков.

Полученные экспериментальные данные можно использовать для определения оптимальных режимов сушки в аэрофонтанной сушилке.

ОТРИМАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНОГО ОБ'ЄКТА МЕТОДАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кондратець В.О. д.т.н., Мацуй А.М. к.т.н.

Кіровоградський національний технічний університет

Продукція металургійної промисловості України втрачає конкурентоспроможність на світовому ринку в наслідок вищої собівартості магнетитових концентратів порівняно з зарубіжними аналогами. Особливо високими перевитратами електроенергії, куль і футеровки відрізняються процеси у перших стадіях подрібнення-класифікації, які в основному здійснюються в кульових млинах і односпіральних класифікаторах. Одним з важливих напрямів зменшення відмічених перевитрат вважають покращення інформаційного забезпечення і якості керування [1]. Управління нині здійснюють за допомогою локальних систем і автоматизованих систем керування технологічним процесом, де рішення приймає кваліфікований оператор [2]. Основною задачею даного технологічного вузла є отримання зливу односпірального класифікатора з заданими властивостями. Оскільки дана доповідь спрямована на покращення інформаційного забезпечення процесу, її тема є актуальною.

Метою даної роботи є розроблення підходу отримання технологічних параметрів механічного односпірального класифікатора стосовно піскового продукту методами інформаційних технологій.

Для керування механічним односпіральним класифікатором потрібна чисельна інформація. Інформаційні засоби розробляються давно, однак поки що не досягнути потрібні результати. Особливо це стосується піскового продукту, де умови достатньо складні, а необхідно знати об'єм піскового тіла (кількість матеріалу між двома витками спіралі) і витрату пісків у пісковому жолобі.

Математичним моделюванням в середовищі Matlab R2009a методами рядів Фур'є встановлені закономірності сходження пісків у пісковий жолоб класифікатора у вигляді рівнянь

$$F_i(x) = a_0 - a_1 \cos(bx) + a_2 \sin(bx) + a_3 \cos(2 \cdot bx) + a_4 \sin(2 \cdot bx) + a_5 \cos(3 \cdot bx) - a_6 \sin(3 \cdot bx), \quad (1)$$

де x – довжина піскового тіла; i – відповідає базовій висоті шарів піскового тіла $\Delta h=0,0317\text{м}$.

Отримані залежності $F_i(x)$ є функціями довжини піскового тіла механічного спірального класифікатора і однозначно описують сходження пісків у пісковий жолоб. Параметри цих залежностей є функціями висоти піскового тіла. Тому, вимірювши висоту піскового тіла, можливо робити судження про його об'єм, який однозначно характеризує розділення матеріалу у ванні механічного односпірального класифікатора за крупністю – на пісковий продукт і продукт зливу.

За відомими параметрами рівнянь $F_i(x)$ алгоритмічно і програмно можливо відновлювати первинні функції моделювання, а за ними таким же чином визначати об'ємну витрату пульпи у пісковому жолобі механічного односпірального класифікатора.

Отже, за допомогою інформаційних технологій можливо отримати повний обсяг інформації щодо піскового продукту односпірального класифікатора без використання вартісних і складних технічних засобів, які, крім того, не забезпечують необхідної точності. Для цього необхідно виміряти один найбільш простий технологічний параметр – висоту піскового тіла. Дані інформація дозволить оператору приймати правильні рішення в процесі керування механічними односпіральними класифікаторами і цим самим зменшувати збитки, які мають місце у цих вузлах технологічного ланцюга збагачення бідних залізних руд.

1. Измельчение. Энергетика и технология / [Пивняк Г.Г., Вайсберг Л.А., Кириченко В.И. и др.]. – М.: Издательский дом “Руда и Металлы”, 2007.– С. 296.

2. Разработка и применение автоматизированных систем управления процессами обогащения полезных ископаемых / [Морозов В.В., Топчев В.П., Улитенко К.Я. и др.]. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2013.– С. 512.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ СТАЛЕВОГО РОЗПЛАВУ ДРОТОМ ПІД ЧАС ПРОДУВАННЯ ІНЕРТНИМ ГАЗОМ НА АГРЕГАТІ КІВШ-ПІЧ

Красніков К.С. аспірант
ДДТУ, Дніпродзержинськ, Україна

Введення дроту у розплав є сучасним методом позапічної обробки сталі. Встановлення раціональних технологічних параметрів цього процесу у промислових і лабораторних експериментах є коштовним. У даній роботі запропоновано математичну модель для чисельних досліджень на комп'ютері, які значно дешевше. Розв'язано три задачі: динаміка дроту, термодинаміка дроту і гідродинаміка розплаву. Дріт замінюється системою пружно з'єднаних стрижнів. Динаміка системи стрижнів визначається рівняннями Лагранжу другого роду:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_b} - \frac{\partial K}{\partial q_b} = - \frac{\partial P}{\partial q_b} + \tilde{F}_b, \quad b = 1, S \quad (1)$$

$$K = \sum_{k=1}^N \left[\frac{m_k}{2} (\underline{v}_k \cdot \underline{v}_k) + \frac{I_k}{2} (\underline{l}_k \cdot \underline{l}_k) \right], \quad \tilde{F}_b = \sum_{k=1}^N \left[(-0.5 C_x \rho w_k^\perp w_k^\perp A) \cdot \frac{\partial r_k}{\partial q_b} \right] \quad (2)$$

$$P = \sum_{k=1}^N \left[m_k (1 - \frac{\rho}{\rho_k}) g \cdot r_k + \left(\frac{\kappa_k}{2} \Delta_k^2 + \frac{\chi_k}{2} \delta \psi_k^2 \right) + (\Omega_k^r \Gamma(\Theta_k) + \Omega_k^z \Gamma(z_k)) \right], \quad (3)$$

де N – поточна кількість стрижнів, \underline{v}_k , I_k і \underline{l}_k – відповідно швидкість центру мас, момент інерції навколо нормальної до стрижня вісі і одиничний вектор напрямку k -го стрижня, C_x – коефіцієнт гідродинамічного опору, ρ – густина середовища, w_k^\perp – нормальні до стрижня швидкості центру мас k -го стрижня відносно розплаву, A – площа поздовжнього розрізу стрижня, r_k – радіус-вектор центру мас k -го стрижня, ρ – густина середовища (сталі, шлак, повітря), κ_k і χ_k – коефіцієнти пружності згинання і кручення в з'єднанні ($k-1$)-го та k -го стрижнів, Δ_k і $\delta \psi_k$ – кути згину і кручення між ними, $\Omega_k^r \Gamma(\Theta_k)$ і $\Omega_k^z \Gamma(z_k)$ – відповідають за утримання k -го стрижня у межах радіусу ковша і вище його дна.

Плавлення дроту в оточуючому середовищі розглядається у поперечному перерізі дроту. Приймаємо, що порошок не впливає на плавлення. Ділянка простору $\Omega \subset R_3$ складається із взаємовиключних множин точок: оболонка дроту і поверхневий шар розплаву – $\Omega_1 \subset \Omega$, сталь – $\Omega_2 \subset \Omega$, шлак – $\Omega_3 \subset \Omega$, повітря – $\Omega_4 \subset \Omega$:

$$C \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla (\lambda \nabla T(t, x)), \quad t > 0, x \in \Omega_1 \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\partial \Omega_2} - \underline{\delta x} \cdot \underline{n} = \beta_2 (T - T_2), \quad \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\partial \Omega_3} - \underline{\delta x} \cdot \underline{n} = \beta_3 (T - T_3), \quad \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_{\partial \Omega_4} = \varepsilon \sigma (T^4 - T_4^4) \quad (5)$$

$$T(x \in \Omega_1) \Big|_{t=0} = T_1, \quad T(x \in \Omega_2) = T_2, \quad T(x \in \Omega_3) = T_3, \quad T(x \in \Omega_4) = T_4 \quad (6)$$

де $\underline{\delta x}$ – малий крок у глибину розплаву, необхідний для створення шару намерзання корки, β_2 і β_3 – коефіцієнти тепловіддачі сталі та шлаку відповідно (залежать від швидкості дроту відносно розплаву), T_1 , T_2 , T_3 і T_4 – температури оболонки дроту, розплаву сталі, шлаку і повітря. Припускається миттєве перемішування розплаву із матеріалом оболонки дроту у рідкому стані, тому порошок потрапляє у розплав після зникнення оболонки.

Гідродинаміка розплаву сталі визначається з використанням рівнянь Навье-Стокса для нестисливої Ньютонівської рідини з урахуванням об'ємної частки газу:

$$\frac{\partial \underline{v}}{\partial t} = -(\underline{v} \cdot \nabla) \underline{v} - \nabla p + \eta \nabla^2 \underline{v} - (1 - \alpha) \underline{g}, \quad \nabla \cdot \underline{v} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = -(\underline{v} \cdot \nabla) \alpha, \quad (\alpha \in 0..1) \quad (8)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -(\underline{v} \cdot \nabla) c + \nabla \cdot (D_c \nabla c), \quad (9)$$

де η – коефіцієнт кінематичної в'язкості, α – об'ємна частка газу, D_c – коефіцієнт дифузії порошку в сталі, c – поле концентрації порошку. Умовою закінчення моделювання є зменшення коефіцієнту варіації концентрації до 2%.

КОМПЛЕКСНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ И ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ

Матвеева М.О. д.т.н., Кавац А.А. к.т.н., Климович Б.В.

Национальная металлургическая академия Украины

Современные задачи машиностроения требуют применение материалов, обладающих не только повышенной прочностью, но и рядом специальных свойств, обеспечивающих длительную и надежную работу отливок в самых разнообразных условиях эксплуатации.

В работе исследовано влияние РЗМ и комплексных модификаторов на их основе на процессы структурообразования в крупных чугунных отливках. Установлено влияние церия, лантана, празеодима и ниодима на величину переохлаждения эвтектической кристаллизации модифицированных чугунов с содержанием индивидуальных РЗМ и комплексных модификаторов в пределах концентрации 0,02-0,35 %.

Определены оптимальные составы комплексных модификаторов и требования к их качеству. Установлено, что комплексные модификаторы на основе РЗМ эффективны для получения шаровидного графита в чугунах эвтектического и заэвтектического состава. При модифицировании чугунов доэвтектического состава получение шаровидного графита возможно при введении в состав модификаторов магния в количестве 3-6 %, а также бария 2-4 %. Модифицирование чугуна РЗМ в крупных отливках обеспечивается при содержании 0,15-0,25 % ΣРЗМ. Малое содержание ΣРЗМ до 0,05-0,08 % способствует ферритизации металлической матрицы, форма графитных включений при этом изменяется мало. Вермикулярный графит обеспечивается при содержании 0,10-0,15 % ΣРЗМ и 0,01-0,02 % магния остаточного.

В работе рассмотрен механизм модифицирующего влияния магния и РЗМ на процессы структурообразования и модифицирования в чугунах крупных отливок массой 5-15 т, скорость охлаждения в литейной форме 0,5-0,8 град/с. Для определения возможности экономической целесообразности различных типов комплексных модификаторов предложена методика и расчетные формулы.

Исследован механизм взаимодействия модифицированного чугуна с материалом литейных форм и защитными покрытиями. Разработана методика определения свойств защитных покрытий для форм, что позволяет изучить особенности образования пригара при производстве отливок и модифицированных чугунов.

1. Третьякова Е.Е., Ровбо М.В., Хакимов О.П., Чуркин В.С. Влияние исходной структуры чугунов на поверхностное натяжение их расплавов/ Ж. «Литейное производство». – 1991. - № 4. – С.11-12.
2. Никитин В. И. Управление структурной наследственностью на стадии получения литьих заготовок / Ж. «Вести Самар. гос. техн. ун-та». – 1994. - № 1. - С. 120-123.
3. Никитин В.И. Новые литейные технологии с использованием явления наследственности/ Ж. «Литейное производство». - 1997. - № 5.-С.12.
4. Писаренко Л.З., Лукашевич С.Ф. О наследственности чугунов / Ж. «Литейное производство». – 2002. - № 7. - С.14-16.
5. Шаповалова О.М., Матвеева М.О. Влияние хрома на формирование графита в чугунах/ Ж. «Металловедение и термическая обработка металлов». – 2004. - № 4.- С.24-30.
6. Матвеева М. О. Влияние качества шихты и параметров плавки на структуру и свойства чугуна / М. О. Матвеева, О. М. Шаповалова // Сучасні проблеми металургії. – 2007. – Том X. – С. 83–93.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПЛАВКИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЛИГАТУРЫ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ НИКЕЛЬМОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ

¹Петрищев А.С. к.т.н., ²Григорьев С.М. д.т.н.

¹Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье

²Запорожский национальный университет, г. Запорожье

Разработка отечественных ресурсо- и энергосберегающих технологий сплавов и лигатур с параллельной утилизацией немобильных отходов (окалина прецизионных сплавов) представляет не только научный, но, прежде всего, практический промышленный интерес, тем более с параллельным снижением экологической напряженности промышленных регионов. Исходя из этого обобщенным методом наименьших квадратов создана адекватная исходным данным математическая модель зависимостей снижения себестоимости передела выплавки прецизионного сплава с использованием предложенной лигатуры, % (у) от содержания 8 компонентов в шихте для ее выплавки, % мас.: y (снижение себестоимости передела выплавки сплава с использованием предложенной лигатуры) – 2...30 %; x_1 (окалина сплава 79НМ) – 4,0...28,7 % мас.; x_2 (стружка силового шлифования металлопродукции сплава 79МН) – 4,0...57,2 % мас.; x_3 (обожженный молибденовый концентрат марки КМо-2) – 0,2...13,4 % мас.; x_4 (техническая закись никеля) – 13,2...24,2 % мас.; x_5 (циклонная пыль кремния -и/или отсев кристаллического кремния) – 3,0...8,1 % мас.; x_6 (марганец металлический марки МР-1) – 0,8...5,3 % мас.; x_7 (углеродистый восстановитель (сажа ТГМ-33) – 1,3...4,3 % мас.; x_8 (алюминий марки АК-8) – 0,6...6,1, % мас:

$$y = -5,99 + 14,95 \ln x_1 - 5,7 \ln x_2 - 14,48 \sqrt{x_3} - \\ - 17,40 \ln x_4 + 33,73 \sqrt{x_5} + 6,68 \cdot x_6 + 0,01x_7^3 - 5,06 \cdot x_8 \quad (1)$$

Трехмерные графики построены для этой модели (рисунок 1) при фиксированных остальных параметрах, соответственно равных: $x_1=15,4$, $x_2=32,2545$; $x_3=5,4636$; $x_4=17,1182$; $x_5=5,4727$; $x_6=2,9$; $x_7=2,9454$; $x_8=3,3091$. Указанные показатели выбраны как средние значения представленных данных.

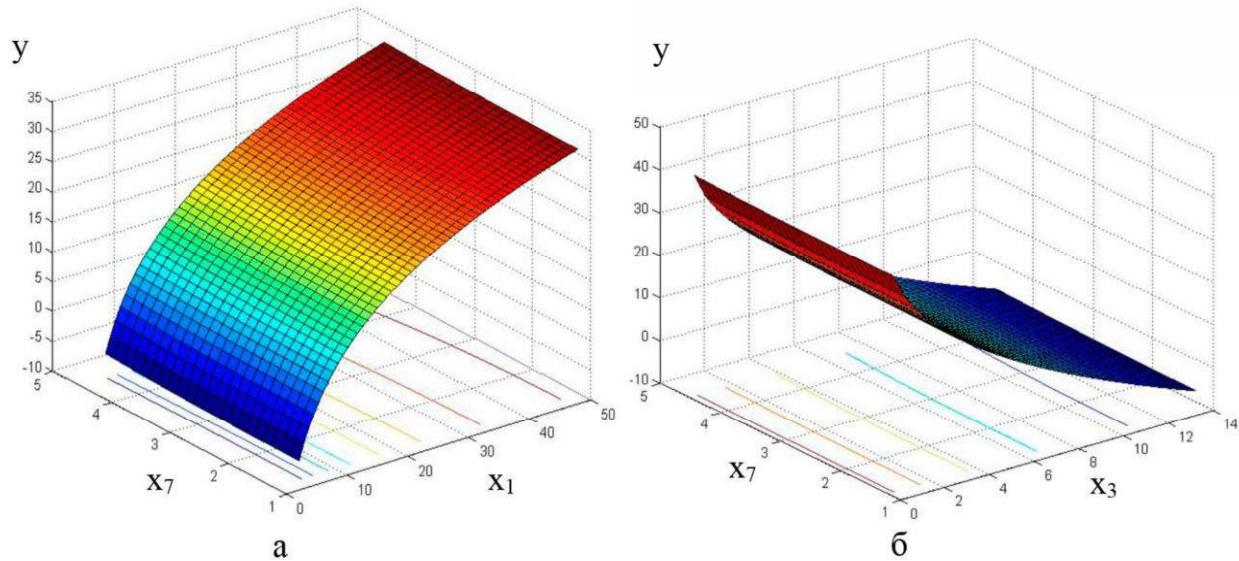


Рисунок 1 – Трехмерные графики соответственно построенной математической модели

Построенная математическая модель и графическое ее представление позволяют проследить комплексное влияние факторов и рассчитывать наиболее выгодные условия ресурсосбережения для повышения качества никельмолибденсодержащей лигатуры с наиболее выгодным содержанием легирующих элементов в ней.

ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ХЛІБОПРОДУКТІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Поливода В.В. к.т.н., Рудакова Г.В. д.т.н., Поливода О.В. к.т.н.

Херсонський національний технічний університет

Переробка зернових сільськогосподарських культур є важливою складовою агропромислового комплексу, яка задоволяє потреби держави щодо забезпечення населення продуктами харчування, як для внутрішнього споживання, так і для експорту за межі країни. Вимоги ринку та діючих міжнародних і державних стандартів щодо виробництва продукції [1] потребують відповідної модернізації обладнання існуючих підприємств на основі концепції застосування інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ).

Управління виробництвом хлібопродуктів є комбінованою задачею, що складається з низки завдань: складання рецептів помольних партій; вибір технологічної схеми виробництва; вибір послідовності здійснення технологічних операцій на виробництві; контроль і управління обладнанням технологічних процесів (рис. 1).

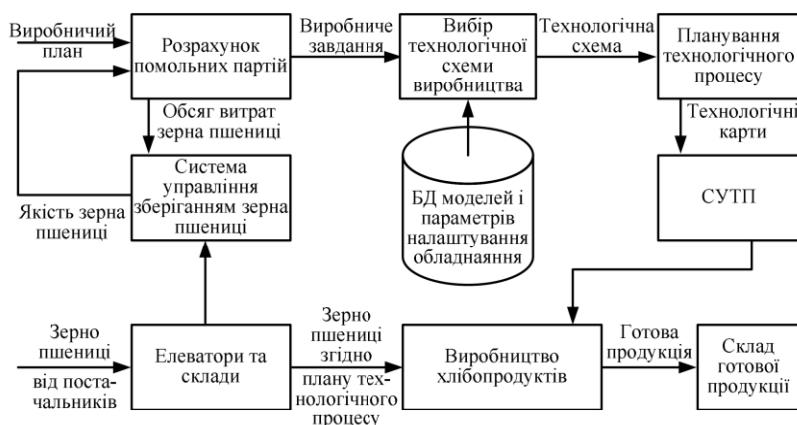


Рисунок 1 – Задачі управління виробництвом хлібопродуктів

Розв'язання цих задач оптимізації тісно пов'язані між собою і мають особливу значимість для належної організації і планування виробництва хлібопродуктів із заданими властивостями. Метою досліджень є аналіз задач оптимізації, що вирішуються при управлінні виробництвом хлібопродуктів із заданими властивостями, розв'язання яких надає можливість мінімізувати витрати та забезпечити максимальну продуктивність виробництва.

1. Задача оптимізації рецептів (складу) помольних партій. Метою розв'язання задачі є визначення множини видів продукції, об'єм їх виробництва та якість. Тому на основі інформації про наявні запаси сировини на складах підприємства та його якість необхідно скласти виробниче завдання на наступний обліковий період. Для розв'язання задачі необхідно використовувати стандартні методи оптимізації рецептур помольних партій із заздалегідь відомими параметрами якості та планування технологічного процесу.

2. Задача оптимізації розподілу ресурсів. Метою є вибір технологічної схеми виробництва хлібопродуктів, тобто необхідно розподілити продукт по станкам так, щоб сумарні затрати на виготовлення хлібопродуктів різного ступеню розмолу були мінімальні.

3. Задача планування технологічного процесу. Результатом розв'язання задачі планування є карта технологічного процесу з докладним перерахуванням послідовності і часових термінів функціонування та налаштування кожної одиниці обладнання виробничого процесу. Доцільно задачі управління виробництвом вирішувати комплексно з використанням систем підтримки прийняття рішень в складі ІАСУ підприємством.

1. ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). – [Чинний від 2009-09-01] – К.: Держспоживстандарт України. – 26 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СТАЛИ 30ХГСА НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПАО «ДНЕПРОСПЕЦСТАЛЬ»

Тогобицкая Д.Н. д.т.н., Пиптиюк В.П. к.т.н., Логозинский И.Н. к.т.н*, Левин Б.А.*,
Яковицкий А.В.*[†], Козачёк А.С., Кукса О.В. к.т.н.

Институт черной металлургии им.З.И. Некрасова, НМетАУ

**Электрометаллургический завод «Днепропротсталь» им. А.Н. Кузьмина*

Сталь 30ХГСА, как конструкционный материал, имеет большие возможности для повышения ее качества и улучшения служебных свойств за счет совершенствования технологии производства, уникальных способов микролегирования с использованием возможностей физико-химической природы и физической структуры стали.

Для оценки комплексного влияния элементного состава на механические свойства стали использована методика свертки химического состава на основе параметров межатомного взаимодействия [1].

С помощью методологии вычислительного эксперимента получены граничные условия рекомендуемого «суженного» химического состава стали 30ХГСА: углерод - 0,29-0,3, кремний - 0,98-1,02. марганец - 0,89-0,97. хром - 0,89-0,93. Тестирование указанных диапазонов по t-критерию Стьюдента подтвердило полученные результаты при стандартном режиме термической обработки (закалка 880°C, масло, отпуск 480-570°C, масло).

Показано значимое влияние на формирование механических свойств стали 30ХГСА матричной подсистемы C-Si-Mn. Получено рациональное соотношение кремния и марганца ($Si/Mn \leq 1,15$).

Согласованность элементов матричной подсистемы с учетом значимого влияния хрома, как легирующего элемента, обеспечивается соотношениями $Si/Mn \leq 1,15$, $0,89 \geq Cr \geq 0,93$, при которых уровень потребительских свойств обеспечивает σ_b - 112-116 кгс м/м², KCU-6,2-6,8 кгс м/см².

1. Тогобицкая Д. Н. Системный подход к выбору оптимального элементного состава стали, обеспечивающего требуемый уровень механических свойств / Д. Н. Тогобицкая, В .П. Пиптиюк, И. Н. Логозинский, Б. А. Левин, А. С. Козачек, О. В. Кукса, Ю. М. Лихачев // Системные технологии. Региональный сборник научных трудов. – Днепропетровск. 2015 – Вып.2(97) — С.91-97

ДО АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР В СИСТЕМІ “МЕТАЛ – ПІДКЛАДКА”

Цоцко В.І. ст. викл.¹, Денисенко О.І. к.т.н.²

¹Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет,

²Національна металургійна академія України

В технологіях формування заданих фізичних властивостей приповерхневих шарів металу першочергове значення відіграє температурний режим обробки поверхні. В роботах [1, 2] аналітично моделювались приповерхневі температурні поля, які формуються під енергетичними впливами високошвидкісного двофазного струменя і непрямої електричної дуги. Ці методи термічної активації оброблюваної поверхні можуть бути доповнені енергетичними впливами в приповерхневий шар з об'єму металу [3, 4]. В якості альтернативного відносно наведених вище джерелом енергії був обраний електричний струм, який може бути пропущений через шар металу для розігріву. При моделюванні приповерхневого температурного поля умови нагрівання задавались відповідними щодо поверхневого енергетичного впливу, використаного в роботах [1, 2].

Аналітичне визначення розподілу температур в системі “метал – підкладка” було зведено до розв’язку неоднорідного рівняння тепlopровідності, яке описує процес теплопередачі в рамках одновимірної моделі (однорідний металевий прошарок завтовшки l) прогрівається протягом часу t при умові сталості температури підкладки (в точці $x = l$).

Розв’язок було одержано у формі суми рівноважного розподілу температури в моделі та відхилення від нього ΔT у вигляді розкладу в ряд Фур’є по гармонійним функціям:

$$\Delta T(x, t) = \frac{2bl^2}{\pi^3 a^2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{n^3} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{\pi n}{l} \right)^2 a^2 t \right] \right\} \cdot \sin \frac{\pi n}{l} x \quad (1)$$

де a^2 – коефіцієнт температуропровідності металу, b – швидкість приросту температури на поверхні та в об’ємі моделі (крім граничної точки $x = l$). Параметр b в рівнянні (1) визначається співвідношенням:

$$b = \frac{\omega}{c\rho} = \frac{\sigma j^2}{c\rho}, \quad (2)$$

де ω – питома потужність, що виділяється в металі при проходженні струму, j – густина струму, σ , c , ρ – питома провідність, питома теплоємність при сталому об’ємі та густина металу відповідно.

Поява у нерівноважному відхиленні температурного поля (1) додаткового порівняно результатаами, наведеними у [2], знакозмінного множника призводить до іншого характеру розподілу температур в шарі металу. Так, наприклад, для низьковуглецевої сталі завтовшки $l = 10^{-2}$ м отримана значна відмінність температури (140 К) для поверхневого (S) та об’ємного (V) джерел нагрівань при сталій величині $b = 100$ К/с.

1. Денисенко О.І. Формування поля температур тонкої стрічки під впливом руху по її поверхні дисперсної фази двофазного струменя / О.І. Денисенко, І.М. Спиридонова, В.І. Цоцко, Б.Г. Пелешенко. – Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – Т. 9, № 4. – С. 901-904.
2. Цоцко В.І. Розподіл температури одновимірного зразка в умовах місцевої термо-обробки / В.І. Цоцко, І.М. Спиридонова, Б.Г. Пелешенко. – Фізика і хімія твердого тіла. – 2008. – Т. 9, № 1. – С. 181-184.
3. Денисенко О.І. Приповерхневі поля температур в системі “метал – підкладка” при різних енергетичних впливах / О.І. Денисенко, В.І. Цоцко. – Materialy VI Mezinarodni vedecko-prakticka konference „Vedecky pokrok na rozmezi tisicileti – 2010”. – Dil 26, Technicke vedy.: Praha. Publishing House „Education and Science“. s.r.o. 2010 – s. 6-9.
4. Пелешенко Б.І. Нестационарное поле температур в металле в условиях импульсного энергетического воздействия / Цоцко В.І., Пелешенко Б.І., Денисенко А.І. – Сб. научн. тр.: Високоенергетическая обработка материалов. – Дн-вск: АРТ-ПРЕСС, 2009. – С. 202-208.

СЕКЦІЯ 3

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЦЕСІВ

COMPUTER MODELLING BATH GEOMETRY TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY OF ELECTRIC ARC FURNACE

Timoshenko S.N. Ph.D. doctoral

Donetsk national technical university

In the electric arc furnace (EAF) a ratio between bath diameter (D) and depth (H) conventionally is 5 – 6 [1], whereas in the BOF (converter), most productive steelmaking unit, it is near 1.0. The problem of excess heat loss in the EAF with cooling water (in the panels) caused by irradiation the liquid bath surface, heated by arcs in conditions of foaming slag operation – typical practice in modern intensive technology [2]. It has been shown that the change in geometry of the bath to decrease the diameter to depth ratio (D/H) can improve the energy efficiency of the EAF [3]. In this paper the generalized mathematical model to estimate the impact of the bath geometry for different process conditions is considering.

A mathematical model of irradiation heat flux distribution, based on actual design and technological constraints, is proposed. Total radiated power from considering sources: the surface of the bath and the electrodes, according to the model, is the result of integration of the elementary heat flux from emitting to receiving surfaces, based on Lambert's law, thermal heat transfer characteristics of the objects and the geometry of furnace workspace (the coefficients of mutual irradiance). The results of simulations (MathCad V14) for different furnace capacities with technological restrictions are shown in Fig. 1 and Fig. 2.

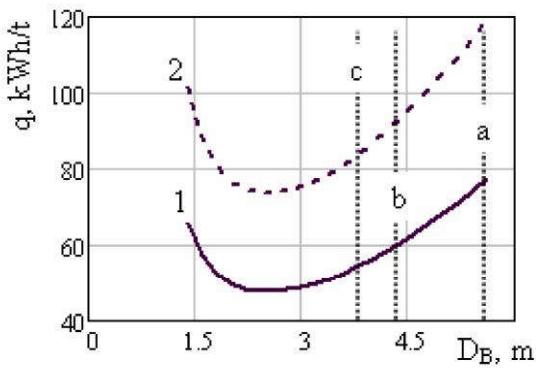


Figure 1 – Specific heat loss with cooling water (q) vs. bath diameter (D_B) for 120-t AC EAF with bucket charge (1) and with “flat” bath (2) EAF for cases a), b), c) – see in the text.

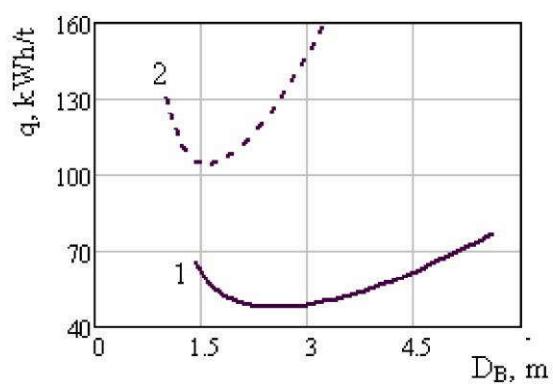


Figure 2 – Specific heat loss with cooling water (q) vs. bath diameter (D_B) for 120-t AC EAF (1) and 20-t AC EAF (2).

According to simulations, for 120-ton industrial EAF is possible to increase bath depth from initial 1.0 m to 1.5 m without essential engineering and technological changes. In this case, diameter of modernized bath decreases from 5.5 m (case a) to 4.35 m (case b), and ratio D/H – from typical 5.5 to 3.0. As a result, is obtained reduction of heat loss with cooling water by 21% at the same furnace productivity. In small-capacity EAF heat loss is essentially higher. For the EAF with continuous charging of the scrap by conveyor, more substantial modification of bath geometry is acceptable (further decrease of ratio D/H up to 2.0 – case c)), that allow to reduce heat loss by 27% with respect to the typical “shallow” bath.

1. Egorov A.V. Raschet mozhnosti I parametrov electropecej chernoi metallurgii/ A.V. Egorov // M.:”Metalluggija”,1990. 280p. (in Russian).
2. Toulouevski Yu.N. Innovation in Electric Arc Furnaces. Scientific Basis for Selection/ Yu.N. Toulouevski, I.Y. Zinurov //© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010. – 258p.
3. Timoshenko S.N. Improving of bath geometry – the way to increase of the EAF thermal efficiency/ S. N. Timoshenko// Donetsk, DonNTU.- 2012, Vol.1. P.36-43

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ЗВЕНА
АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ВЭУ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ МУЛЬТИПЛИЦИРОВАНИЕМ ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ ВЕТРА**

Алексеевский Д.Г. к.т.н., Панкова О.О. аспирант, Щипанский П.А.

Запорожская государственная инженерная академия

Текст доклада. В настоящее время весьма перспективной схемой построения электромеханической системы ветроэнергетической установки, является схема с аэродинамическим мультилиплицированием. При синтезе регуляторов этой системы используется передаточная функция звена аэродинамического мультилиплицирования. Синтез передаточной функции звена аэродинамического мультилиплицирования был проведен в работе [1]. Передаточная функция звена имеет вид:

$$W(p) = \frac{K_y}{T^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi \cdot T \cdot p + 1} \quad (1)$$

При процедуре синтеза передаточной функции была применена линеаризация звена аэродинамического преобразования. Коэффициенты линеаризации зависят от положения рабочей точки на статической траектории регулирования. Координаты рабочей точки зависят от входного параметра системы - скорости ветрового потока.

Задачей работы было исследование изменения коэффициентов передаточной функции в зависимости от положения рабочей точке на статической траектории регулирования.

Решение данной задачи производилось в три этапа: определения координат рабочих точек, проведение процедуры линеаризации и определение параметров передаточной функции.

Путем варьирования значений скорости ветрового потока были получены рабочие точки на разных участках статической траектории регулирования. Полученные значения были использованы для нахождения коэффициентов аппроксимации. В результате были получены зависимости коэффициентов передаточной функции от различных значений скорости ветрового потока в относительных единицах (см. рисунок 1).

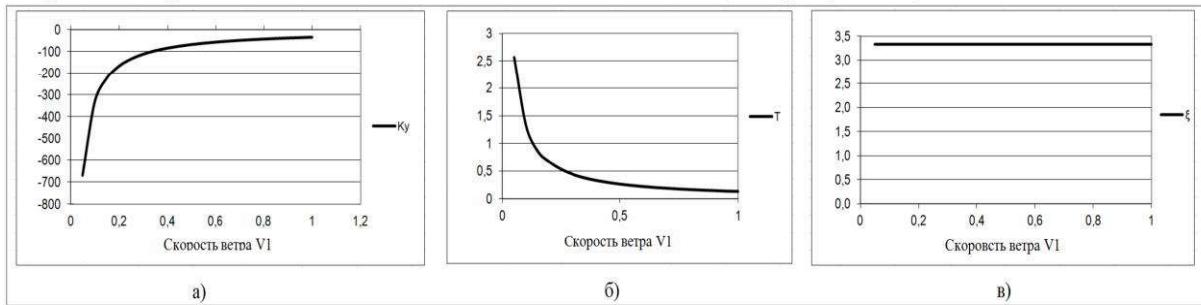


Рисунок 1 – Зависимость коэффициентов передаточной функции от скорости ветрового потока

Выводы.

Параметр передаточной функции ξ не зависит от положения рабочей точки. Параметры K_y и T существенно зависят от положения рабочей точки, что должно быть учтено при синтезе регулятора.

1. Алексеевский Д.Г. Определение передаточной функции звена аэродинамического преобразования электромеханической системы ВЭУ с аэродинамическим мультилиплицированием / Д. Г. Алексеевский, // Вісник НТУ «ХПІ». Спецвыпуск: Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 12 (1121). – С. 168–172.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТПУСКА ИНСТРУМЕНТА ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ИЗ СТАЛИ 17Х5МА

Бобырь С.В. д.т.н., Левченко Г.В. д.т.н., Плюта В.Л. к.т.н., Лошкарев Д.В.

Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины

В данном докладе приведена разработка модели процесса отпуска для деталей инструмента горячей деформации разного типоразмера - головок прессспунсона пресса 2000 тн.

Для описания процесса изменения температуры и твердости при отпуске изделий наша модель определена системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\frac{\partial P_i}{\partial t} = -P_i K_i(C_i, T, X_k), \quad (1)$$

где P_i – переменные состояния, или фазовые координаты; X_k – пространственные переменные; U – параметр управления.

Задача оптимизации состоит в том, чтобы минимизировать функционал (2), который характеризует переход системы из начального в конечное состояние [1]:

$$F = \int_0^t f(C_i, U, X_k) dt = \min. \quad (2)$$

В нашем случае в качестве параметра управления выступает температура отпуска (печи), переменными состояния являются текущая температура изделия (T) и твердость на поверхности стального изделия (H), а в качестве функционала выступают время и энергетические затраты процесса. Рассчитанные по разработанной модели графики изменения температуры и твердости инструмента из стали 17Х5МА диаметром 0,2 м. при отпуске приведены на рис. 1.

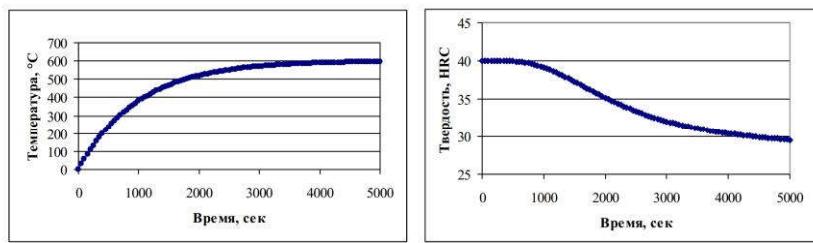


Рисунок 1 – Модельная зависимость температуры (а) и твердости (б) инструмента из стали 17Х5МА от времени отпуска при температуре печи 600°C

Разработанная модель была применена для оптимизации операции отпуска головок прессспунсона пресса 2000 тн разного размера до требуемой твердости 32 HRC.

На основании результатов эксперимента и моделирования рекомендованы продолжительность и температура отпуска инструмента горячей деформации - головок прессспунсона пресса 2000 тн разного размера (таблица 1). Энергосберегающий процесс термической обработки внедрен в промышленности.

Таблица 1- Расчет параметров отпуска головок прессспунсона пресса 2000 тн

| Параметры инструмента | Значения | | | | | |
|-------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Диаметр, м | 0.16 | 0.18 | 0.2 | 0.22 | 0.24 | 0.27 |
| Вес, кг | 22.7 | 25.9 | 33.4 | 42.5 | 52.4 | 71.2 |
| Коэффициент K_1 , с^{-1} | 0.00120 | 0.00123 | 0.00110 | 0.00098 | 0.00090 | 0.00078 |
| Время отпуска, мин | 50 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| Температура отпуска, °C | 620 | 620 | 600 | 590 | 580 | 575 |

1. В.Н. Деревянко, Н.М. Ершова, О.В. Шаповалова. Методы оптимального управления в материаловедении. // Строительство, материаловедение и машиностроение: Сб. науч. труд. – Дн-ск: ПГАСА, 2007., Вып.11, ч.2, – С.93–99.

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ПІД-РЕГУЛЯТОРА З ДОДАТКОВОЮ КЕРУЮЧОЮ ДІЄЮ

¹ Довгополий Я.О. аспірант, ¹ Левчук І.Л. к.т.н., ¹ Швачка О.І. к.т.н., ¹ Тришкін В.Я. к.т.н.,
² Корсун В.І. д.т.н.

¹ ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”

² ДВНЗ “Національний гірничий університет”

Вимоги до показників якості автоматичного регулювання технологічними процесами постійно підвищуються. Тому й не дивно, що стандартні ПІД-регулятори постійно удосконалюються шляхом ускладнення їх структури. Відповідно, ускладнення структури регулятора потребує визначення методики розрахунку оптимальних параметрів настроювання такого регулятора в залежності від динамічних характеристик об'єкта регулювання.

В напрямку створення нових структур ПІД-регуляторів з додатковою керуючою дією була розроблена структурна схема [1], в якій на вход додаткового блоку диференціювання подано суму вихідних сигналів інтегральної і диференціально складової стандартного ПІД-регулятора. Розроблений регулятор здійснює додаткову керуючу дію за другою похідною від зміни регульованого параметру у відповідності з передатною функцією (1):

$$W_{(s)} = K_p + \frac{K_d}{T_i} + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s + T_d \cdot K_d \cdot s^2. \quad (1)$$

Для виконання досліджень процесу автоматичного регулювання взято двоємнісний об'єктів із запізнюванням. На першому етапі моделювання визначили залежність параметрів настроювання регулятора від зміни співвідношення часу повного запізнювання τ до загальної сталої часу об'єкта T_0 , тобто τ/T_0 , при цьому використано класичний однофакторний експеримент, тобто з параметрів моделі динаміки об'єкта керування змінювали тільки τ/T_0 , а всі інші залишили незмінними. Основним показником якості переходного процесу регулювання взято максимальне динамічне відхилення регульованого параметру ΔZ_1 від заданого значення при нанесенні на систему ступеневого збурювання величиною 10%.

Раніше виконані нами дослідження ПІД-регуляторів з додатковою керуючою дією [2] показали, що деякі параметри настроювання залежать не тільки від співвідношення τ/T_0 , а і від величини сталої часу об'єкта T_0 . Тому на другому етапі дослідження проводили зміну загальної сталої часу об'єкта T_0 . В цій серії дослідів з метою досягнення більш точних розрахунків при опрацюванні отриманого статистичного матеріалу застосований метод кусочно-нелінійної апроксимації, тобто ці статистичні данні поділені на дві групи з отриманням своїх рівнянь регресії.

На третьому етапі дослідження змінювалось співвідношення T_1/T_2 . У цій серії дослідів статистичні данні були поділені теж на дві групи та отримані розрахункові рівняння регресії, які також враховують пропорціональний вплив зміни коефіцієнта передачі об'єкта K_0 .

Згідно отриманих залежностей була розроблена методика параметричного синтезу і відповідне програмне забезпечення для ПЕОМ та проведено порівняльне моделювання АСР технологічного об'єкту з запізнюванням з використанням ПІД-ІД- і ПІД-Д-регуляторів, яке показало, що для ПІД-ІД-регулятора максимальне динамічне відхилення складає $\Delta Z_{max1}=3\%$, що на 15% менше в порівнянні з ПІД-Д-регулятором.

1. Пропорційно-інтегрально-диференційний регулятор з додатковою керуючою дією: пат. 104330 Україна: МПК6 G 05 B 11/00 / Я.О. Довгополий, С.Д. Блонський; заявник і патентоволодар Укр. хім.-технол. ун-т. - №а 201202244; заявл. 27.02.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. №2. – 3 с.
2. Довгополий Я.О. Розрахунки параметрів настроювання ПІД-регулятора з додатковою керуючою дією / Я.О. Довгополий, С.Д. Блонський, В.І. Корсун // Гірнича електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – 2012. – Вип. 88. – С.59-64.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО КОВША

Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент

Национальная металлургическая академия Украины

Расчет собственных частот колебаний связан с реализацией пульсационно-резонансного сжигания топлива в процессах сушки и разогрева сталеразливочных ковшей.

Основные расчетные зависимости при вычислении частот собственных колебаний ковша заключаются в следующем.

Скорость распространения звука в рабочем объеме ковша определена по формуле:

$$c_{nc} = c_{nc\,ny} \cdot \sqrt{\bar{T}_{nc}/T_{nc\,ny}}, \quad (1)$$

где $c_{nc\,ny}$ - скорость распространения звука при нормальных условиях, m/c ; \bar{T}_{nc} - средняя температура газов ковше, определяемая экспериментальным путем, К.

Циклическая частота собственных колебаний сталеразливочного ковша:

$$\omega_k = c_{nc} \cdot \sqrt{F_{u_l}/(V_a \cdot h_{u_l})}, \quad (2)$$

где F_{u_l} - площадь щели между срезом ковша и крышкой, m^2 ; V_a - акустический объем ковша, m^3 ; h_{u_l} - высота щели между крышкой и срезом ковша, м.

Частота собственных колебаний сталеразливочного ковша:

$$f_k = \omega_k / (2 \cdot \pi). \quad (3)$$

Результаты расчета представлены на рисунке 1.

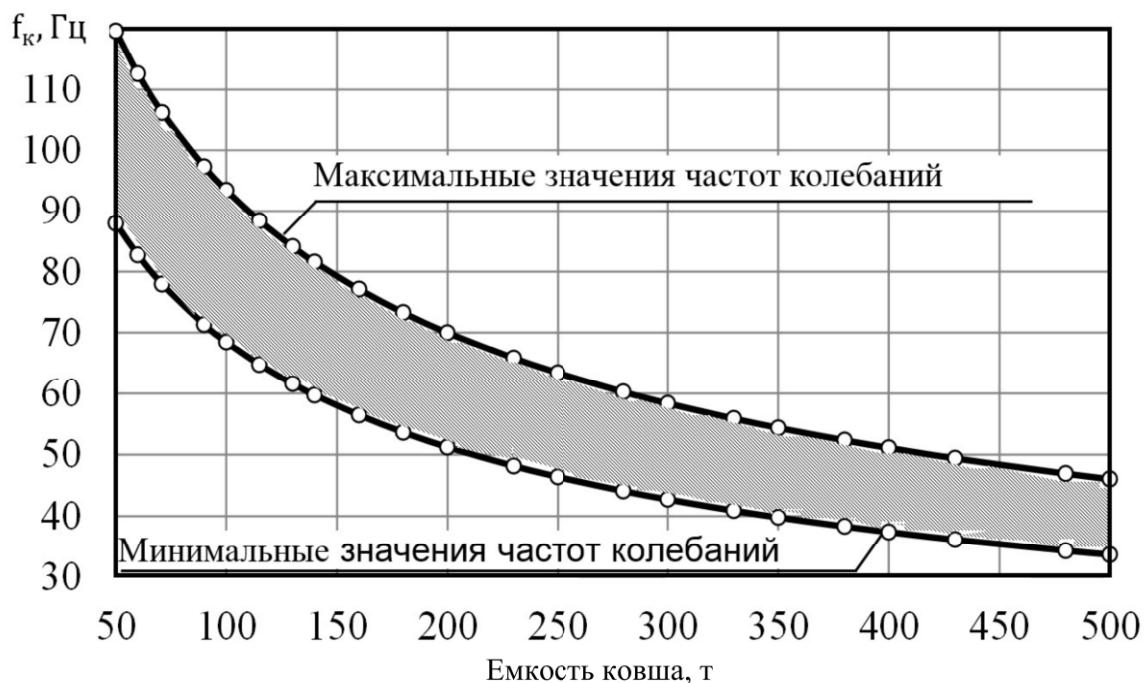


Рисунок 1 – Результаты расчета диапазона собственных частот сталеразливочного ковша

Диапазон собственных частот установлен в пределах 34÷120 Гц и может быть использован при реализации пульсационно-резонансного режима сжигания топлива в процессах сушки и разогрева сталеразливочных ковшей различных емкостей.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПУЛЬСАЦИОННО-РЕЗОНАНСНОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА**
Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент
Национальная металлургическая академия Украины

Пульсационно-резонансный режим сжигания топлива осуществляется в процессах сушки и разогрева сталеразливочных ковшей. Принцип моделирования и основные расчетные зависимости сводятся к следующему.

Импульс топлива в выходном отверстии горелки составит:

$$I_m = \rho_{h,y,m} \cdot B_m^2 / (3600^2 \cdot F_m) \cdot (1 + t_m / 273), \quad (1)$$

где $\rho_{h,y,m}$ - плотность топлива при нормальных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$; B_m - расход топлива, $\text{м}^3/\text{с}$; F_m - площадь отверстия газового (топливного) сопла горелки, м^2 ; t_m - температура топлива, $^\circ\text{C}$.

Импульс воздуха в выходном отверстии горелки составит:

$$I_a = \rho_{h,y,a} \cdot B_a^2 / (3600^2 \cdot F_a) \cdot (1 + t_a / 273), \quad (2)$$

где $\rho_{h,y,a}$ - плотность воздуха при нормальных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$; B_a - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$; F_a - площадь воздушного сопла горелки, м^2 ; t_a - температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

Перекрытие пульсационным устройством сечения трубопровода для подачи топлива с определенной частотой приводит к серии гидравлических ударов (в данном случае газодинамических) в той части газопровода, которая расположена перед пульсационным устройством.

Для определения скорости движения и давления потока топлива в трубопроводе перед пульсационным устройством предлагается использовать одномерную математическую модель упругого гидравлического удара:

$$F_e \cdot \frac{1}{c_m^2} \cdot \frac{\partial P_{cm}}{\partial \tau} + F_e \cdot \rho_m \cdot \frac{\partial u_m}{\partial x} = 0; \quad (3)$$

$$\rho_m \cdot \frac{\partial u_m}{\partial \tau} = - \frac{\partial P_{cm}}{\partial x} - \frac{f_{mp} \cdot \rho_m}{2 \cdot d_m} \cdot u_m \cdot |u_m| + \rho_m \cdot g, \quad (4)$$

где F_e - площадь сечения выходного отверстия горелки м^2 ; c_m - скорость распространения звука в потоке топлива, $\text{м}/\text{с}$; P_{cm} - абсолютное давление топлива, Па; ρ_m - плотность топлива, $\text{кг}/\text{м}^3$; u_m - скорость движения потока топлива в выходном отверстии горелки, $\text{м}/\text{с}$; f_{mp} - коэффициент трения; g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Коэффициент трения определяется по формуле:

$$f_{mp} = 8 \cdot \left[\left(\frac{8}{Re_n} \right)^{12} + (A + B)^{-1,5} \right]^{1/12}. \quad (5)$$

Выражения для определения коэффициентов А и В имеют следующий вид:

$$A = \left[-2,457 \cdot \ln \left(\frac{7}{Re_n} \right)^{0,9} + 0,27 \cdot \left(\frac{k_u}{d_e} \right)^{16} \right]^{1/16} \quad (6); \quad B = \left(\frac{37530}{Re_n} \right)^{16}, \quad (7)$$

где k_u - абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубопровода для подачи топлива, м; d_e - диаметр трубопровода, м^2 ; Re_n - число подобия Рейнольдса.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ С НЕЦЕЛЫМ УКАЗАТЕЛЕМ НА КЛАССЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Миргород В.Ф. д.т.н., Гвоздева И.М. д.т.н.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Интегро-дифференциальные преобразования с нецелым (дробным) указателем получили широкое применение в различных областях [1,2,3], поскольку обеспечивают новый качественный эффект по сравнению с обычным дифференцированием или интегрированием сигналов целого порядка. Однако применяемые методы численной реализации указанных операторов, основанные на дискретной форме интеграла Римана-Лиувилля [4], либо формуле Грюнвальда-Летникова [1], имеют существенные недостатки, связанные с взвешенным суммированием бесконечного числа слагаемых. В [4] показано, что пренебрежение слагаемыми с большими номерами приводит к возникновению “статической ошибки”, поэтому численная реализация интегро-дифференциальных преобразований с нецелым (дробным) указателем во временной области является еще нерешенным проблемным вопросом. С другой стороны, интегро-дифференциальные преобразования с нецелым (дробным) указателем имеют достаточно простой вид изображений Лапласа и Фурье, ввиду разностного вида ядра интегрального преобразования, что указывает на возможность их численной реализации в частотной области.

В качестве иллюстрации рассмотрено моделирование интегро-дифференциальных преобразований с нецелым (дробным) указателем на классе периодических сигналов, для которых вычисление дробных производных и интегралов выполняется наиболее просто.

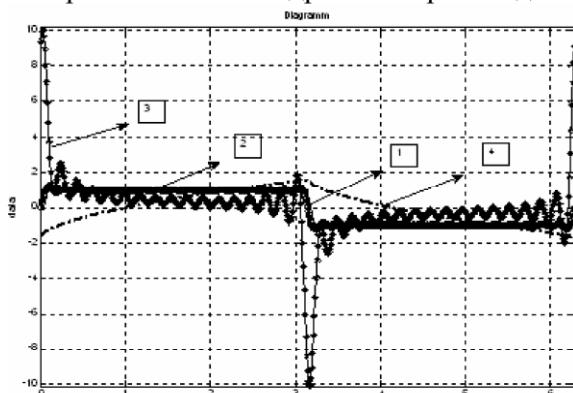


Рисунок 1 – Показатель дробности 0,7

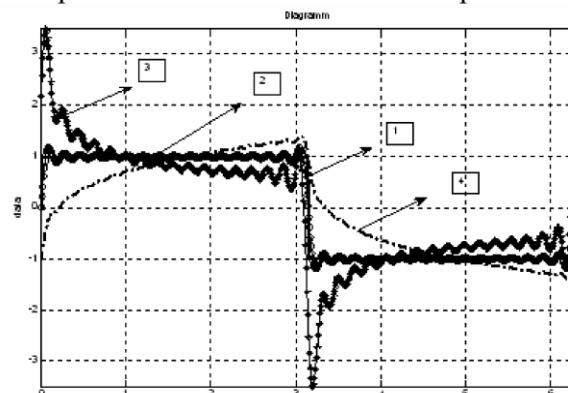


Рисунок 2 – Показатель дробности 0,3

На рисунках обозначены: 1 – исходный сигнал, 2 – его аппроксимация рядом Фурье, 3 – дробная производная, 4- дробный интеграл.

Предложенный подход наиболее целесообразно использовать в системах автоматического управления, функционирующих в автоколебательных режимах (релейных, системах с переменной структурой и т.п.) для коррекции их динамических свойств с помощью дробных дифференциальных и интегральных операторов.

1. Васильев В.В. Дробное исчисление и аппроксимационные методы в моделировании динамических систем. / В.В. Васильев, Л.А. Симак – Киев: НАН Украины, 2008. – 256 с.
2. Учайкин В.В. Метод дробных производных. / В.В. Учайкин – Ульяновск: Изд-во Артишок, 2008. – 512 с.
3. Oldham K.B. The Fr4ctional Calculus / K. B. Oldham, J. Spanier. – Academic Press, 1974. – 234 p.
4. Бушер В.В. Динамические свойства систем управления с дробным порядком астатизма / В.В. Бушер // Електротехнічні та комп’ютерні системи. – К. : Техніка, 2010. – № 01(77). – С. 13–16.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ПРОФИЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ВБЛИЗИ ЭКРАНА ТУРБУЛЕНТНЫМ ПОТОКОМ

Редчиц Д. А. к.ф.-м.н.

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины

Увеличение парка грузового автотранспорта приводит к росту потребления дизельного топлива. Поэтому вопрос экономии топлива является актуальным в условиях рыночной конкуренции грузовых перевозок. На сегодняшний день оптимизация аэродинамической формы автотягачей с прицепом проводится путем многократных продувок в аэродинамических трубах. В ближайшем будущем CFD (Computational Fluid Dynamics) расчеты могут существенно уменьшить число необходимых продувок в аэродинамических трубах и как следствие снизить конечную стоимость изделия.

Экспериментальное изучение наземной транспортной системы (Ground Transportation – GTS), которая представляет собой автотягач с прицепом, проведено в аэродинамической трубе в Эймсовском исследовательском центре НАСА. Конструкция GTS представляет собой упрощенную геометрию автотягача с прицепом, в которой отсутствуют колеса и зазор.

В настоящей работе для исследования процессов аэродинамики наземной транспортной системы применяются осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса несжимаемой жидкости, замкнутые дифференциальной однопараметрической моделью Spalart-Allmaras (SA). В качестве начальных условий задавались параметры невозмущенного потока во всей расчетной области. На внешней границе применялись неотражающие граничные условия. На поверхности твердого тела ставилось условие прилипания.

Система исходных уравнений, записывалась относительно произвольной криволинейной системы координат. Согласование полей давления и скорости осуществлялось с помощью метода искусственной сжимаемости, модифицированного для расчета нестационарных задач. Для создания дискретного аналога исходных уравнений в качестве базовых использовались регулярные сетки. В неодносвязных областях применялись многоблочные вычислительные технологии, в которых размерность отдельных пересекающихся сеток не связана между собой. Такой подход позволил выработать единую методологию расчета течений вязкой жидкости вокруг тел сложной геометрической формы.

В результате проведенных расчетов турбулентного обтекания профиля автомобиля вблизи экрана выделены физические особенности структуры течения и выполнен анализ коэффициентов давления, подъемной силы и силы лобового сопротивления. Получены распределения полей давления, компонент скорости, турбулентной вязкости, линий тока во всей области и вблизи автотягача с прицепом, а также значения интегральных и распределенных характеристик.

При обтекании модели автотягача с прицепом происходит ускорение потока в районе кабины и в зазоре между экраном. Отрыв потока возникает в донной части прицепа с острых кромок, а также в нижней части кабины вблизи экрана. В следе формируется рециркуляционное течение с противоположно направленным основному потоку течением. Над кабиной водителя, где происходит резкое ускорение потока, происходит падение давления. В дальнейшем коэффициент давления становится почти постоянным до края прицепа. Результаты расчетов удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Разработанный специализированный пакет вычислительной аэродинамики в целом правильно передает основные параметры обтекания транспортного средства вблизи поверхности. Стоит отметить, что для более адекватного воспроизведения структуры обтекания и расчета аэродинамических характеристик необходимо рассматривать трехмерную задачу и применять модели турбулентности, которые позволяют лучше передавать параметры течения при наличии массивного отрыва потока. В качестве таких могут выступать модели турбулентности Ментера (SST) или Спаларта-Аллмарасса, адаптированная к тензору скоростей деформаций (SALSA).

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕШЕТКИ ТОКОВОДА АККУМУЛЯТОРОВ-ЭНЕРГОНАКОПИТЕЛЕЙ И ИХ РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ

Семененко В.П. к.т.н., Тарасов С.В. к.т.н.

Институт транспортных систем и технологий «Трансмаг» НАН Украины

Для исследования решеток тоководов напряженно-деформированного состояния приходится решать статически неопределенные задачи. В основу методик решения статически неопределенных задач, как с использованием программных комплексов, так и в случае применения инженерных методик, положены системы разрешающих уравнений. Коэффициентами этих систем являются или коэффициенты жесткости (в случае использования метода перемещений), или коэффициентами податливости (при применении метода сил).

Точность решения разрешающих систем определяется точностью задания коэффициентов жесткости. Величины коэффициентов жесткости пропорциональны модулю упругости материала токоотвода. Погрешность определения уровня НДС, распределение напряжений в элементах токоотвода (жилках) зависит от точности определения значений модуля упругости E и других механических характеристик материала токоотвода.

Целью настоящей работы являлось определение основных механических характеристик материала решеток токоотвода. К основным механическим характеристикам материала относятся: модуль упругости E (модуль Юнга, модуль упругости первого рода), предел упругости σ_y или предел пропорциональности $\sigma_{0,2}$, временное сопротивление на разрыв σ_s , коэффициент Пуассона μ .

Задачи исследования состояли в разработке методики определения механических характеристик материала решеток токоотводов на основе экспериментальных данных.

Предложено значение механических характеристик материала решеток определять в зависимости от расчетной схемы.

Рассматривались две расчетные схемы: одномерная - стержень, двумерная - пластина.

В одномерной расчетной схеме модуль упругости определялся по формуле

$$E = \frac{c}{F} \quad (1)$$

где F – площадь жилок токоотвода.

В (1) c – коэффициент жесткости, значение которого находилось экспериментальным путем по формуле

$$c = \frac{P}{\Delta} \quad (2)$$

где P – нагрузка, Δ - перемещение.

Одномерная расчетная схема, соответствующая дискретной модели, характеризуется только модулем упругости. При нагружении вдоль ушка значение модуля упругости $E_B = 1.75 \cdot 10^8 \frac{H}{m^2}$, при действии силы поперек ушка $E_H = 7.47 \cdot 10^8 \frac{H}{m^2}$. Для двумерной расчетной схемы (пластина), соответствующей континуальной модели, кроме модулей упругости в разных направлениях действия внешней силы, расчетная схема дополнительно характеризуется модулем сдвига и коэффициентом Пуассона., $E_n = 2,6 \cdot 10^8 N/m^2$, $E_b = 1,52 \cdot 10^8 N/m^2$, $G = 0,7 \cdot 10^8 N/m^2$, $\mu = 0,5$.

Полученные значения механических характеристик материала решеток предлагается называть конструктивно-технологическими.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ В УСЛОВИЯХ НАРАЩИВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА

Швачка А.И. к.т.н., Довгополый Я.А. асп.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

Особое место среди переделов современной металлургии занимает доменное производство как самое энергоемкое, относящееся к классу сложных, распределенных систем, на долю которого приходится более 50% топлива, используемого в черной металлургии. Решение проблем энергосбережения современных домен, повышения качества и конкурентоспособности продукции на мировом рынке требует совершенствования систем использования информации, применяемых как для управления технологическими процессами, так и управления производством в целом.

Поиск перспективных энергоэффективных режимов доменной печи (ДП) связан с оценкой компромиссов по основным показателям плавки. Эффективность принимаемых решений моделирующей системы в базовых режимах (определеняемых оперативно-календарным планированием по объемам заказов и техническим состоянием оборудования) определяется устойчивостью в системе подачи дутья.

Математический аппарат решения задачи основан на принципе Парето путем последовательного попарного сравнения элементов в соответствии с правилом предпочтения. Для обхода точек конкурирующих решений авторами использовано понятие «конуса» адаптированное для трехмерного пространства. Это позволило оценить не единственное решение, а их совокупность, причем потери по отношению к каждому показателю должны быть минимальными. Общая постановка задачи:

$$(K, -P, T_{ycl}) \rightarrow \min,$$

где, K – удельный расход кокса, $\text{кг}/\text{т чуг}$; P – производительность, $\text{т чуг}/\text{ч}$; T_{ycl} – удельный расход условного топлива, $\text{кг}/\text{т чуг}$; $P, K, T_{ycl} = f(t_{om}, O_2, m, n)$ – полиномы 2-й степени; t_{om} – температура дутья, $^{\circ}\text{C}$; O_2 – содержание кислорода в дутье, %; $m(n)$ – доля углерода природного газа (угольной пыли) от общего количества углерода, сгораемого на фурмах.

При оценке варианта управления целесообразно оценить потенциал повышения производительности и связанные с ним затраты кокса и топлива (рис. 1).

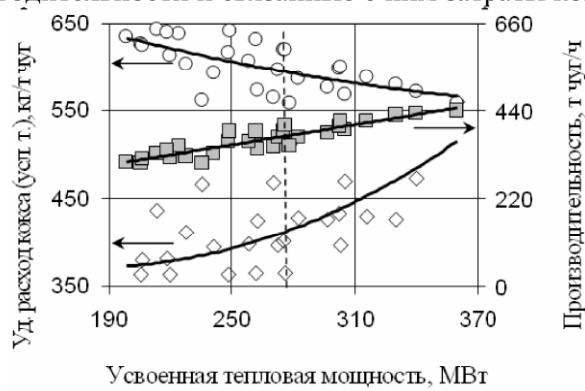


Рисунок 1 – Компромиссные решения в области

$$(K, -P, T_{ycl}) \rightarrow \min \text{ для ДП №9 ПАО «АМКР»}$$

Получил дальнейшее развитие метод определения области компромиссных решений для показателей ДП: производительность, удельные расходы кокса и топлива. Метод отличается учетом взаимного влияния решений при наличии нескольких критерии с учетом минимальных потерь относительно каждого из них. Его реализация повысит оперативность и прогнозную способность доменного производства.

Оценка варианта управления представлена в плоскости критериев поиска и усвоенной тепловой мощности как характеристики теплового режима печи путем сопоставления экстремальных тенденций (рис. 1). Для окончательного принятия решения выбран глобальный оптимум. Применительно к современным условиям производства это тотальная экономия энергоносителей (линия ---).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ясев А. Г. к.т.н.

Национальная металлургическая академия Украины

Математическое обеспечение ресурсосберегающих технологий основывается на системе математического моделирования [1], которая включает:

- математическое моделирование (целеполагание, идеализация, формализация, идентификация, проверка адекватности);
- разработку конструктивно-технологических предложений;
- оптимизацию параметров конструктивно-технологических предложений.

Рассмотрим использование математического обеспечения на примере утилизации электрических аккумуляторов.

Математическая модель (ММ) должна учитывать основные физико-механические и геометрические особенности неоднородных конструкций электрических аккумуляторов, при этом погрешность моделирования не более 5%, а стоимость моделирования не должна превышать 5% стоимости аккумуляторов определенного вида.

Аккумулятор, освобожденный от жидких компонентов, как объект для разделения представляет собой композицию нескольких разнородных материалов (металлов и неметаллов), имеющих различные физико-механические свойства и обрабатываемость резанием. Влияние этих факторов учитывается поправочными коэффициентами в формулах для скорости резания и силы резания.

Основными выходными переменными ММ процесса разделения являются длительность разделения; скорость резания; стойкость инструмента; сила и мощность резания. Основными входными переменными ММ процесса разделения являются кинематические параметры режима резания (глубина резания, подача и скорость резания).

Соответствие математической модели и оригинала (процесса разделения) обеспечивается использованием апробированных выражений теории резания и технологии машиностроения.

Разделение производится на специальном отрезном станке с помощью дисковой фрезы.

Задача оптимизации формулируется на основе математической модели процесса как задача об определении значений кинематических параметров режима резания, при которых основное время резания (критерий оптимизации) минимально и одновременно выполняются ограничения по стойкости дисковой пилы и мощности резания.

В качестве примера решена задача оптимизации для разделения конкретного вида свинцового аккумулятора, а именно, АКБ 6СТ-60. Учитывая нелинейный вид формулировки задачи оптимизации для ее решения использован известный вариант градиентного метода оптимизации, основанный на имитационных экспериментах с ММ процесса разделения.

Оптимальное решение достигается при $n_{opt} = 10,5$ об/мин, $s_{z opt} = 0,036$ мм/зуб.

Математическое обеспечение позволяет эффективно решать практические задачи повышения эффективности сбережения ресурсов.

1. Ясев А.Г. Система математического моделирования механического разделения неоднородных конструкций // Системные технологии. – 2014. – №5 . – С. 123-132

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТУВАННЯ

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАСТИ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВЫХ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВОК

Дегтярев Д.А., Семененко В.П. к.т.н., Тарасов С.В. к.т.н.

Институт транспортных систем и технологий «Трансмаг» НАН Украины

При проектировании систем вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВО ВЭУ) для задач обеспечения динамической прочности необходимо рассогласование значений собственных частот свободных колебаний отдельных элементов конструкции.

При использовании программных САЕ-комплексов конечно-элементного анализа типа ANSYS, учитывается соединение, обусловленное реальными соотношениями жесткостных параметров лопасти и траверсы. Однако без существенных затрат машинного и рабочего времени невозможно оперативно определять тенденцию влияния проектных параметров на значение собственных частот. Для предельных значений отношения жесткосных параметров лопасти и траверсы возможно потеря точности результатов расчет.

Возникает необходимость в простых наглядных расчетных соотношениях, на основе которых можно проводить оперативную оценку собственных частот колебаний. Указанные вопросы могут быть решены на основе инженерных методов. К недостаткам инженерных методик, имеющихся в литературе, можно отнести использование допущения о шарнирном соединении лопасти и траверсы, как одного из предельных случаев.

Целью настоящего этапа исследований являлась разработка инженерной методики определения собственных частот колебаний лопасти с учетом реальных условий её соединения с траверсой.

Рассматривалась лопасть, опирающаяся на две опоры, расположенные симметрично относительно центральной части лопасти. Для получения разрешающей системы использовался метод начальных параметров и функции Крылова.

Значения собственных частот колебаний находились по формуле:

$$\omega_i = \beta_i(\bar{a}, \chi) \cdot \omega_0 \quad (1)$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{C_L}{m_L}}$; $C_L = \frac{EJ_L}{l_L^3}$ – коэффициент изгибной жесткости лопасти, m_L – её масса, \bar{a} –

безразмерное расстояние между опорами лопасти, $\chi = \frac{E_L J_L}{l_L} \frac{l_T}{E_T J_T}$ – отношение жесткосных параметров лопасти и траверсы.

В выражении (1) коэффициент $\beta_i(\bar{a}, \chi)$ характеризовал i -ю форму симметричных колебаний и определялся по формуле

$$\beta_i(\bar{a}, \chi) = k_i^2(\bar{a}, \chi) \quad (2)$$

где $k_i^2(\bar{a}, \chi)$ – i -ый корень трансцендентного уравнения.

Для получения простых расчетных соотношений по определению значений собственных колебаний лопасти были выделены три случая. Их границы определялись отношением жесткосных параметров лопасти и траверсы (χ).

Для первых двух низших частот колебания и для двух предельных – шарнирного ($\chi = \infty$) и жесткого ($\chi = 0$) – случаев соединения лопасти и траверсы зависимость β от \bar{a}, χ представлены графически. Для промежуточных значений χ (упругое соединение лопасти и траверсы) значения β лежат между двумя предельными случаями.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРРОДИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО ДОПУСКА

Денисюк О.Р. аспирант, Зеленцов Д.Г. д.т.н.

Украинский государственный химико-технологический университет

Постановка задачи оптимального проектирования корродирующих конструкций предполагает определение параметров сечений элементов таким образом, чтобы объём конструкции был минимальным, и в течение заданного срока эксплуатации она сохраняла несущую способность. В качестве варьируемых параметров принимаются тип (уголок, двутавр, швеллер) и типоразмер сечений. Таким образом, данная задача представляет собой задачу дискретной оптимизации комбинаторного типа на неметрическом множестве пространства решений (множестве индексов).

При вычислении функций ограничений используются две группы уравнений – система уравнений механики и система дифференциальных уравнений (СДУ), описывающая процесс коррозии в элементах конструкции. Так как для вычисления функций напряжений используются численные методы, то возможно только численное решение СДУ.

Наиболее перспективными для решения данной задачи представляются методы скользящего допуска. Система ограничений исходной задачи преобразуется к виду:

$$X_D : \{\bar{x} \in E^n \mid g_1(\bar{x}) = Y(k) - T(\bar{x}, t^*) \geq 0\}$$

где Y – критерий скользящего допуска, T – функционал над всем множеством функций ограничений (ФО). В качестве Y принимается допустимая погрешность вычисления функции ограничений, в качестве T – относительная погрешность вычисления ФО. Решение задачи ищется как на границе допустимой области пространства решений, так и за её пределами на расстоянии, определяемом критерием скользящего допуска. Вычисление функционала T предполагает решение задачи управления погрешностью вычислений ФО.

Входные данные, необходимые для вычисления ФО, могут быть представлены в виде векторов: x – вектор варьируемых параметров; y – вектор параметров конструкции; c – вектор параметров среды и w – вектор параметров вычислительных процедур. При любом изменении первых трёх векторов погрешность вычисления ФО будет меняться. Решение поставленной задачи предполагает наличие алгоритма управления погрешностью, позволяющего определять параметры вычислительных процедур в процессе решения на основании информации о параметрах конструкции, параметрах среды и величины допустимой погрешности.

Для решения СДУ предлагается использовать одношаговые численные методы типа Рунге-Кутты. Параметром является расстояние между узлами на интервале времени.

Задача управления погрешностью может быть решена при выполнении двух условий:

- исходная СДУ путём внесения в неё некоторых изменений может быть преобразована в новую систему, для которой получить эталонное решение не представляет труда;
- погрешности численных решений систем не должны существенно отличаться на заданном множестве значений параметра вычислительной процедуры.

Если пренебречь изменением во времени величины осевого усилия, то СДУ преобразуется в совокупность несвязанных ДУ, для каждого из которых существует аналитическое решение. Преобразованная система может использоваться для построения аппроксимирующей функции для определения параметров численного решения.

Аппроксимировать зависимость между параметром численного алгоритма решения СДУ, параметрами стержневого элемента и среды и допустимой погрешностью решения предлагается с помощью искусственной нейронной сети.

Задача условной оптимизации приводится к задаче на безусловный экстремум методом штрафных функций. Для решения преобразованной задачи используется целочисленный вещественный генетический алгоритм.

Адаптированный алгоритм метода скользящего допуска позволяет существенно снизить вычислительные затраты на начальных итерациях решения оптимизационной задачи и получить результат с требуемой точностью.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КОСОЗУБОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ

Дмитрієва І.С. к.т.н., доцент, Сухойван Є.О. магістр

Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ

Швидкість твердотільного моделювання скорочує термін виконання проектування об'єкта. Створення твердотільних моделей як ніколи сьогодні актуально. Важливо не тільки швидко створювати об'єкт, але й так само швидко редагувати його. Методи уявлень, а саме граничний і конструктивний забезпечують максимально реалістичні моделі. Володіючи такими істотними перевагами, твердотельное моделювання визнано найшвидшим, якісним і ефективним методом при проектуванні складних об'єктів.

Необхідно провести розрахунки параметрів для побудови моделей косозубого циліндричного колеса. Розглянемо два варіанти: автоматичний розрахунок параметрів (за допомогою програми Autodesk Inventor) та аналітичний, які повинні бути однакові.

Властивості зубчастого зачеплення описуються для кожного випадку десятками різних параметрів. У зв'язку з цим актуальною є задача автоматизованого проектування зубчастого зачеплення при розробці машин і агрегатів.

Косозубі колеса застосовують для відповідальних передач при середніх і високих швидкостях. Косозубі колеса з твердими поверхнями потребують підвищеного захисту від забруднень для запобігання нерівномірного зношування по довжині контактних ліній і небезпеки викинування.

Параметри початкового контуру. Згідно з діючими стандартами параметри початкового контуру для циліндричних прямо- та косозубих передач регламентовані такими значеннями (для зубчастих коліс із модулем $t \geq 1$ мм): кут головного профілю $\alpha = 20^\circ$; коефіцієнти – висоти головки зубця $h_a^* = 1$; радіального зазора $c^* = 0,25$ висоти ніжки зубця $hf^* = h \cdot a + c^* = 1,25$, радіуса кривини переходної кривої $pf^* = 0,38$.

Модулі стандартизовані в діапазоні $0,05 \div 100$ мм. Для косозубих циліндричних коліс стандартними є нормальні модулі. Параметри початкового контуру циліндричних зубчастих коліс стандартизовані (ГОСТ 3755); кут профілю $\alpha_w = 20^\circ$.

Для аналітичного розрахунку зубчатого колеса необхідні ще деякі параметри. В даній роботі це: кількість зуб'їв провідної шестерні $z_1 = 49$, кількість зуб'їв веденого колеса $z_2 = 49$, кут нахилу лінії зуба $\beta = 10^\circ$, модуль зубчастих коліс $m = m_n = 4$ мм.

Косозубі колеса виконуються, як правило, без зсуву початкового контуру ($x_1 = x_2 = 0$), тому вся розрахункова залежність відноситься до випадку, коли початкові кола співпадають з ділильними.

В результаті роботи побудовано модель косозубого циліндричного зачеплення. Проведено розрахунок основних параметрів. Ці параметри необхідні для подальшого дослідження зубчастих коліс під час їх руху.

1. Заплетохин В.А. Конструирование деталей механических устройств: Справочник. – Л.: 1990-669с.
2. Анульев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.1. - 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н.Жестковой. - М: Машиностроение, 2006. - 928 с.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ БАГАТОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ОБЛАСТЮ ОБЧИСЛЕНЬ

Іващенко В.П. д.т.н., Швачич Г.Г. д.т.н., Ткач М.О.

Національна металургійна академія України

У сучасних умовах особливої ваги набуває створення багатопроцесорних обчислювальних систем на базі стандартних загальнодоступних технологій та компонентів [1]. Завдяки високому попиту й пропозиції на лезові конфігурації в науковій практиці запропоновано саме “блейд”-кластерний обчислювальний комплекс для розв’язування задач з розподіленою областю обчислень [2].

Проте при проектуванні та ефективному використанні багатопроцесорної системи основна увага приділяється комутаційній мережі системи та її топології [3]. Топологія кластера та його швидкодія при розв’язуванні обчислювальних задач, звичайно, речі пов’язані. У класичному розумінні існує три базові топології мережі багатопроцесорної системи – “шина”, “кільце” та “зірка”. Але всі сучасні мережі, як правило, є гібридними варіантами, тобто складаються із сегментів, що використовують різні базові топології.

В доповіді подано чотири режими роботи мережі багатопроцесорної системи при розв’язуванні широкого кола прикладних задач. Перший моделює топологію типу “лінійка”, другий – “кільце”, третій – “зірка”, четвертий – “решітка”. В доповіді розглядаються особливості налаштування мережевого інтерфейсу багатопроцесорної системи для реалізації зазначений режимів. Відзначимо їх особливості застосування.

Перший режим. Частина прикладних задач передбачає, що граничний обмін даними відбувається між сусідніми обчислювальними вузлами, крім першого та останнього. Така схема відповідає структурі передачі даних при розв’язуванні багатьох обчислювальних задач (наприклад, при організації конвеєрних обчислень).

Другий режим. Частина прикладних задач передбачає, що граничний обмін даними відбувається тільки між сусідніми обчислювальними вузлами. У такому разі зв'язок між обчислювальними *slave*-вузлами організовується за топологією типу “кільце”.

Третій режим. Частина прикладних задач передбачає, що граничний обмін даними відбувається між усіма обчислювальними вузлами. Така схема зв'язку між обчислювальними *slave*-вузлами реалізується за типом “зірка”. Дані топологія є найбільш продуктивною, наприклад, при організації централізованих схем паралельних обчислень.

Четвертий режим. Частина прикладних задач передбачає, що граничний обмін даними відбувається за прямокутною сіткою між сусідніми обчислювальними вузлами. У такому випадку реалізується топологія типа “решітка” (*Grid network, mesh, 3D-mesh*). Вона реалізується при паралельному виконанні багатьох числових алгоритмів (наприклад, при реалізації методів аналізу математичних моделей, що описуються диференціальними рівняннями в частинних похідних).

1. Башков Е.О. Високопродуктивна багатопроцесорна система на базі персонального обчислювального кластера / Е.О. Башков, В.П. Іващенко, Г.Г. Швачич // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Проблеми моделювання та автоматизації проектування/ – Вип. 9 (179). – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С.312 – 324.
2. Some aspects of design of multiprocessor systems when solving problems with the expandable area calculations / Ivaschenko V.P., Alishov N.I., Shvschych G.G., Tkach M.A. / Mathematics and Computer Science: Journal of Qafqaz University. Baku, Azerbaijan. – Vol. 3. – Numb. 1, 2015 – Р. 129 – 136.
3. Перспективы применения современных коммуникационных технологий и исследование их влияния на эффективность многопроцессорных кластерных систем / Е.А. Башков, В.П. Иващенко, Г.Г. Швачич, М.А. Ткач // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка.– Вип. 14 (188). – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С. 100 – 111.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО НЕІЗОТЕРМІЧНОГО МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ В АНІЗОТРОПНИХ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛАХ

Соколовський Я.І. д.т.н, Герасимчук О.П. аспірант, Нечепуренко А.В. аспірант

Національний лісотехнічний університет України

Розроблення нових та вдосконалення існуючих технологій сушіння потребує проведення досліджень нестационарних взаємозв'язаних температурно-вологісних полів у висушуваних капілярно-пористих матеріалах. На сьогодні побудовані одновимірні, двовимірні лінійні та нелінійні математичні моделі тепловологоперенесення з врахуванням анізотропії теплофізичних властивостей, проте дослідження просторового випадку неізотермічного вологопенесення залишається актуальним. Така задача є доволі складною для аналітичного розв'язування. Застосування наближених методів не відображає адекватної картини взаємопов'язаних полів тепло- та вологоперенесення. Тому, для аналізу процесу сушіння капілярно-пористих матеріалів актуальними є побудова адекватної тривимірної математичної моделі та вибір ефективного чисельного методу її реалізації. У практичному аспекті постає питання розроблення сучасних об'єктно-орієнтованих програмних засобів, які б відображали як сутності реалізації чисельного методу так і предметної області задачі.

Просторова математична модель зв'язаного тепломасоперенесення в анізотропних капілярно-пористих матеріалах представлена у вигляді системи диференціальних рівнянь з початковими та граничними умовами третього роду. Для реалізації моделі було використано метод скінченних елементів, згідно з яким пошук розв'язків зводиться до вирішення еквівалентної варіаційної задачі на основі мінімізації функціоналів. Знаходження просторових функцій вологомісту та температури в будь-якій точці часового інтервалу зводиться до пошуку розв'язку задачі Коші для системи диференціальних рівнянь, отриманих з варіаційного формулювання. Для розв'язку системи використано алгоритм типу «предиктор-коректор» [2].

Для дискретизації тривимірної області множиною тетраедрів реалізований алгоритм, який базується на початковій тріангуляції на площині [1]. Тоді тривимірне розбиття будується шляхом нарощування шарів тріангуляції, що були побудовані на початковому шарі. Дискретизації області здійснена за допомогою ітераційного алгоритму «видаляй та будуй» [1], в основі якого закладено використання критерію Делоне.

Для практичної реалізації математичної моделі неізотермічного вологопенесення у рамках об'єктно-орієнтованого підходу розроблене програмне забезпечення для дослідження фізичних процесів зв'язаного тепломасоперенесення та апроксимації скінченно-елементного розбиття 3D-області. Програмний комплекс для проведення скінченно-елементного розрахунку складається з трьох модулів, які відповідають за дискретизацію області, формування матриць системи та розв'язання системи рівнянь. Мовою C# спроектовано ряд класів та відношень між ними. Розроблений програмний засіб дозволяє задавати параметри дискретизації тривимірних областей та контролювати зміни геометричних розмірів елементів розбиття з метою згущення сітки у заданих місцях області, надає можливість отримати локальні так глобальні матриці функцій форми елементів.

На основі чисельних експериментів виявлені закономірності впливу геометричних розмірів, структурної анізотропії, початкових значень температури, вологості та динаміки просторового неізотермічного вологопенесення у деревині [2].

1. Соколовський Я.І., Сикала О.П. Програмний комплекс автоматизації скінченно-елементної дискретизації двовимірних областей/ Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології, – Львів: Центр математичного моделювання інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, вип. 19, 2014 - с. 176-188.

2. Соколовський Я.І., Герасимчук О.П. Математичне моделювання просторового тепломасоперенесення в анізотермічних капілярно-пористих матеріалах. / Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – У друці.

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ «И» И «ИЛИ» ТРЕХКАНАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

Тимошкин А.И. к.ф.-м.н.

Национальная металлургическая академия Украины

Одним из перспективных путей повышения показателей надежности, отказоустойчивости и диагностируемости вычислительных систем является их построение на основе цифровых компонентов с кодово-структурной избыточностью. Хорошо известным примером цифровых компонентов с кодово-структурной избыточностью являются двухканальные функциональные элементы [1, 2], обладающие возможностью обнаружения наиболее вероятных, а именно одиночных ошибок. Однако двухканальные функциональные элементы не обладают потенциальной возможностью исправления собственных ошибок, т.е. возможностью самокоррекции функционирования.

Известно, что для исправления любой одиночной ошибки минимально необходимое хэммингово расстояние [3] между разрешенными кодовыми комбинациями должно быть равно трем. Таким образом, для синтеза схем с возможностью исправления ошибок, обладающих наименьшей кодово-структурной избыточностью, необходимо использовать как минимум трехканальные функциональные элементы.

В настоящей работе рассматриваются базовые функциональные элементы «И» и «ИЛИ» трехканальной логики. Эти элементы показаны на рисунках 1 и 2 соответственно.

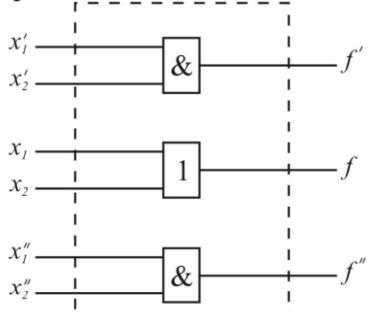


Рисунок 1 – Элемент «И»
трехканальной логики

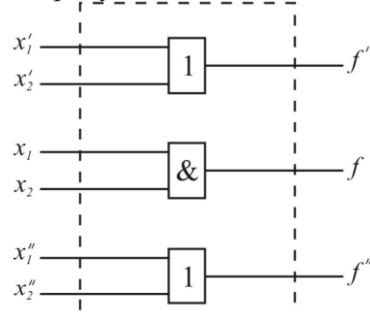


Рисунок 2 – Элемент «ИЛИ»
трехканальной логики

Любой логической переменной x_i (где $i \in \{1, 2, \dots, n\}$) произвольной функции одноканальной логики ставится в соответствие тройка переменных (x'_i, x_i, x''_i) вектор-функции трехканальной логики. При этом логический нуль кодируется комбинацией $(0, 1, 0)$, а логическая единица – $(1, 0, 1)$. Функционирование данных элементов на разрешенных входных наборах описывается таблицами 1 и 2.

Таблица 1 – Функционирование
трехканального элемента «И»

| x'_1 | x_1 | x''_1 | x'_2 | x_2 | x''_2 | f' | f | f'' |
|--------|-------|---------|--------|-------|---------|------|-----|-------|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Таблица 2 – Функционирование
трехканального элемента «ИЛИ»

| x'_1 | x_1 | x''_1 | x'_2 | x_2 | x''_2 | f' | f | f'' |
|--------|-------|---------|--------|-------|---------|------|-----|-------|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Представленные элементы обладают возможностью исправления одиночных ошибок.

1. Апериодические автоматы / Под ред. В. И. Варшавского. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
2. Граф Ш., Гессель М. Схемы поиска неисправностей: Пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 144 с.
3. Дмитриев В. И. Прикладная теория информации. – М.: Высш. шк., 1989. – 320 с.

КОНТРОЛЕПРИГОДНЫЕ СХЕМЫ ДВОИЧНЫХ СУММАТОРОВ

Тимошкин А.И. к.ф.-м.н.

Национальная металлургическая академия Украины

Одной из наиболее перспективных концепций в технической диагностике цифровых систем, которые изначально учитывают ограниченность временных и аппаратных ресурсов, выделяемых на процедуры контроля и диагностирования на этапах их производства, испытаний и эксплуатации, является концепция обеспечения «константной» контролепригодности цифровых схем [1]. Эта концепция предполагает разработку цифровых схем, обладающих проверяющим тестом фиксированной длины, не зависящей от числа их входов, логических элементов и уровней и являющейся постоянной величиной.

В данной работе предлагаются две интересные с точки зрения практики разработки больших и сверхбольших интегральных микросхем (БИС и СБИС) контролепригодные функционально-логические схемы двоичного сумматора с последовательным (сквозным) переносом между разрядами. Предлагаемые схемы обладают проверяющими тестами длины 4 относительно одиночных константных неисправностей их сигнальных линий независимо от числа разрядов в них. Контролепригодная логическая схема первого полного одноразрядного сумматора представлена на рисунке 1. В этом случае для реализации булевых функций суммы S_i и переноса P_i i -го (где $1 \leq i \leq n-1$) разряда используется логический базис, состоящий из двухходовых элементов «ИЛИ» и «ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ».

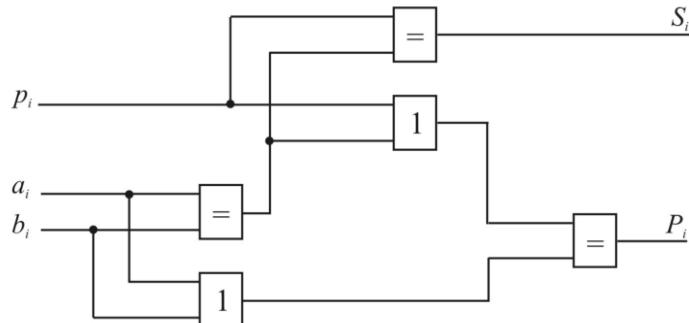


Рисунок 1

Контролепригодная логическая схема второго полного одноразрядного сумматора представлена на рисунке 2. Во втором случае для реализации булевых функций суммы S_i и переноса P_i i -го разряда используется логический базис, состоящий из двухходовых элементов «ИЛИ-НЕ» и «ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ».

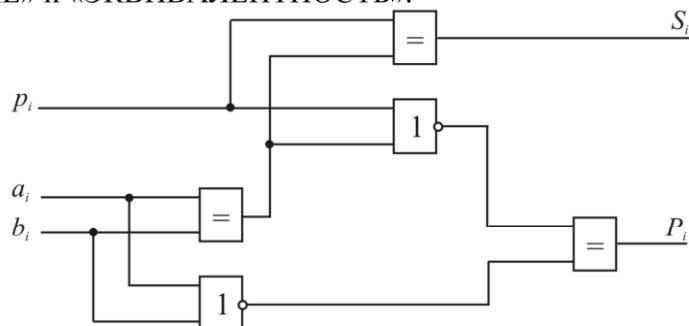


Рисунок 2

Контролепригодные схемы n -разрядных (где n – натуральное число) двоичных сумматоров получаются из n контролепригодных схем полного одноразрядного сумматора первого и второго видов обычным путем, т.е. соединением выхода переноса P_i i -й схемы со входом переноса p_{i+1} ($i+1$)-й схемы, где $1 \leq i \leq n-1$.

1. Friedman A.D. Easily testable iterative systems // IEEE Transactions on computers, 1973, №12, p. 1061-1064.

СЕКЦІЯ 5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ

RECURRENCE ANALYSIS OF FRACTAL TIME SERIES

Kirichenko L. DrSc, Kobytska Yu.

Kharkiv National University of Radioelectronics

Most of dynamical systems are complex systems with multilink structure and nonlinear feedback. It includes different processes such as information, physical, technical, social, etc. Many publications show that most of natural processes have fractal properties and long-term dependence. Selection and construction of mathematical models of processes need new research tools that are based on methods of nonlinear dynamics and statistical analysis. At the same time, the question about the connection between fractal measure (Hurst exponent) and nonlinear information characteristics of modern analysis methods such as method of recurrence plot analysis is still open.

Recurrence plot method is one of the methods for constructing mathematical models of different complex processes. It is based on a Takens-Packard theorem and reconstruction of the pseudo phase trajectory [1]. Recurrence plot is a projection of the m -dimensional pseudo phase space onto the plane. Let the point x_i corresponds to the point of phase trajectory $x(t)$ that describes the dynamic system in the m -dimensional space at the time $t = i$ for $i = 1, \dots, N$. Then the recurrence plot RP is an array of points where a nonzero element with coordinates (i, j) corresponds to the case where the distance between x_j and x_i less ε :

$$RP_{i,j} = \Theta(\varepsilon - \|x_i - x_j\|), \quad x_i, x_j \in R^m, \quad i, j = 1, \dots, N,$$

where ε is neighborhood size x_i , $\|x_i - x_j\|$ is distance between points, $\Theta(\cdot)$ is Heaviside function.

Analysis of the diagram topology allows to classify research processes i.e. define homogeneous processes with independent random values, processes with slowly changing parameters, periodic or oscillating processes that correspond to nonlinear systems, etc. Numerical analysis of recurrence plot allows to calculate the measure of the complexity of recurrence plot structures such as measure of recurrence, measure of determinism, measure of entropy and others. They describe the behavior of specific parameters of the initial process.

In this work the dependences of qualitative and quantitative characteristics of the recurrent structure on the degree of self-similarity and multifractality were obtained. Figure 1 shows the recurrence plots of fractional Brownian motion for different Hurst exponents and connection between the measure of determinism and the Hurst exponent. Based on research results recommendations on the selection of recurrence plots parameters were proposed.

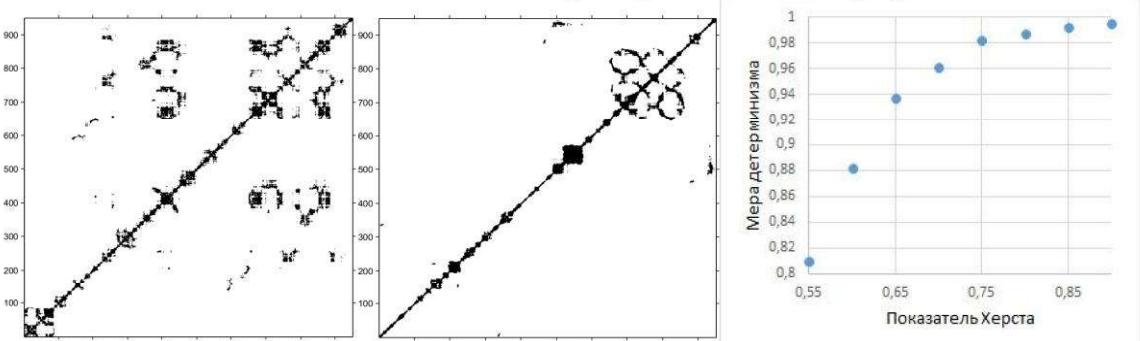


Figure 1 – Recurrence plots for $H=0.6$ and $H=0.8$; dependence of measure of determinism on H

1. Marwan N. Recurrence-plots-based measures of complexity and application to heart-rate-variability data / N. Marwan, N. Wessel, U. Meyerfeldt, A. Schirdewan, J. Kurths // Physical Review, 2002. – E 66 (2).

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЗОБРАЖЕНЬ

Бабенко Ю.В. асистент

Національна металургійна академія України

Генетичні алгоритми та їх модифікації широко застосовуються при вирішенні задач оптимізації, навчанні нейронних мереж, різних задач на графах та безлічі інших задач, де потрібен пошук екстремуму складної багатоекстремальної функції. В даній роботі пропонується дослідити вплив параметрів модифікованого генетичного алгоритму для відновлення зображень. Модифікація даного генетичного алгоритму полягає в заміні стандартного оператора схрещування на оператор схожий на просте двоточкове схрещування, за винятком того, що від батьків відбираються точки, близькі в просторовому відношенні [1, 2].

Для вирішення поставленої мети розроблено програмний засіб, який дозволив провести необхідні дослідження. Тестування проводилося на 10 RGB зображеннях. При роботі алгоритму використовувалася обмежена кількість опорних точок (10, 20, 25, 50). В даному тестуванні роботи ГА варіювалися значення кількості агентів алгоритму (5-100), поколінь (10-100) та коефіцієнт мутації (0,1, 0,3 та 0,5). На рисунку 1 представлено результат відновлення зображення при використанні генетичного алгоритму з наступними параметрами: кількість агентів – 50, кількість поколінь – 50, коефіцієнт мутації – 0,3.

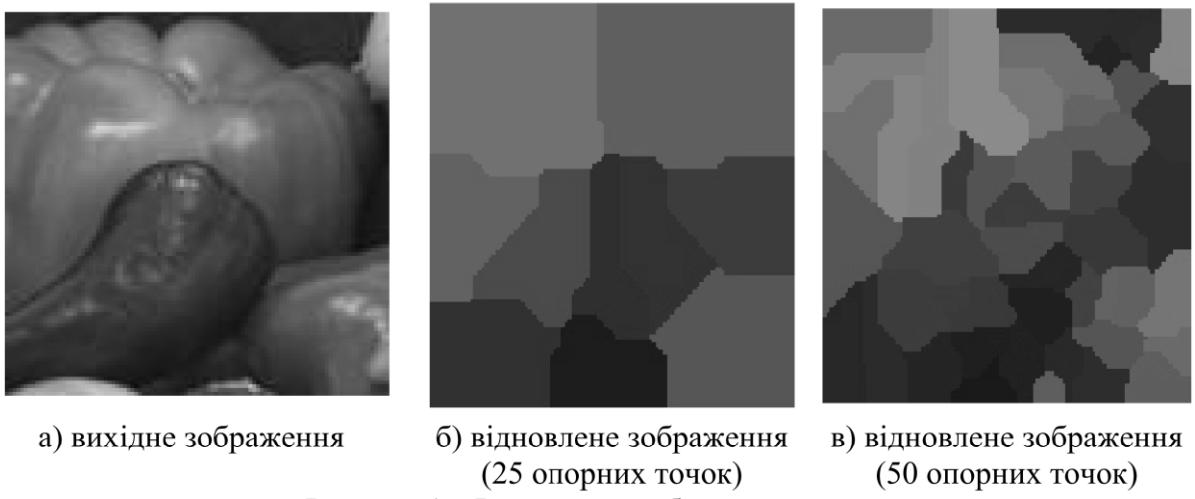


Рисунок 1 – Результати роботи програми

На основі проведеної оптимізації зображень, можна зробити висновки, щодо налаштування параметрів алгоритму. А саме: 1. Зі збільшенням кількості агентів спостерігається більше відновлення зображення. Але, з іншого боку, збільшення числа агентів призвело до збільшення займаної пам'яті і значного збільшення часу роботи алгоритму. При використанні ГА на маленьких популяціях вже після декількох поколінь агенти стають схожими між собою і отримати відновлене зображення з великою точністю відновлення майже неможливо. 2. Збільшення кількості поколінь, показало що при одних і тих же умовах (кількість агентів та коефіцієнт мутації), відновлення зображення є більш ефективним. 3. Зі збільшенням коефіцієнта мутації від 0,1 до 0,5 результат покращився, в алгоритмі згенерувалися агенти з найкращими значеннями придатності, зображення виглядає більш відновленим. Перевагою зміни коефіцієнта мутації можна назвати те, що він забезпечує різноманітність агентів в популяції.

1. Сотник С.Л. Пространственный кроссовер для задач оптимизации выбора узлов при помощи генетического алгоритма / Математичне моделювання. – №1(16). – 2007, с. 11-14.
2. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы. Учебно-методическое пособие / под ред. Ю.Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ MULTICAST ПЕРЕДАЧІ ТРАФІКА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Гнатушенко Вік. В. к.т.н.

Національна металургійна академія України

Розвиток комп'ютерних мереж приводить до ускладнення їх топології. Ця тенденція веде до необхідності розробки нових підходів до організації маршрутизації в комп'ютерних мережах [1,2]. Одним з критеріїв вибору маршруту є час передачі даних, який залежить від багатьох показників: пропускної здатності каналів, інтенсивності трафіку, який змінюється з часом, завантаження інтерфейсу буфера іт.д. При використанні багатоадресної адресації існують проблеми, пов'язані з відсутністю гарантії успішної доставки пакетів через перевантаженість мережі. Вирішення цих питань пов'язано з відновленням втрачених пакетів і розробкою маршруту проходження пакетів до груп одержувачів. Одним з ефективних методів вирішення перерахованих проблем є застосування в телекомунікаційних системах елементів штучного інтелекту. Таким чином, розробка технологій побудови інтелектуальних мереж є технологічним імперативом часу. Одним із сучасних підходів до реалізації функцій штучного інтелекту в мережах передачі даних є застосування нечіткої логіки і нечітких процесорів. В даному дослідженні розроблені імітаційні моделі multicast-мережі в середовищі OPNET і MatLAB для дослідження параметрів, які впливають на завантаженість мережі. Для моделювання мережі в середовищі OPNET була використана meshtопологія, оскільки вона характеризується високою стійкістю до відмов [3]. Імітаційна модель багатоадресної передачі даних складається з шести маршрутизаторів, кожен з яких пов'язаний один з одним. Існує кілька шляхів передачі інформації від одного маршрутизатора до іншого, а мережа має велику кількість переходів. Такий зв'язок забезпечує безперервну роботу мережі та її малоймовірну перевантаженість. Максимальна кількість переходів по мережі - 5. Загальна кількість переходів - 15. При побудові мережі використовувалися маршрутизатори Cisco4000 і кабель 100BaseT для їх зв'язку. Встановлено стандартні параметри маршрутизаторів, режим під LGPL даних і передбачена передача пакетів невеликого обсягу інформації (до 256 МБ). Проведена симуляція, при якій обсяг даних був збільшений спочатку до 1 ГБ, а потім до 10 ГБ.

Використання нечіткої логіки при побудові маршруту проходження трафіка дозволяє проводити якісні оцінки як вхідних, так і вихідних даних, робить можливим проведення порівняльного аналізу, тому розроблено імітаційну модель нечіткого виводу в середовищі MatLAB для дослідження проходження маршруту уmulticast - мережі. Вхідними змінними є час роботи мережі, кількість переходів і обсяг переданих повідомлень, значення яких впливають на затримки, а вихідна змінна - завантаженість мережі. Значення вхідних і вихідних даних відповідають значенням первинної моделі. Для моделювання використовується система типу Сугено, тип функцій принадлежності - гаусівський.

В рамках дослідження отримав подальший розвиток підхід оптимізації передачі трафіка з використанням апарату нечіткої логіки, який дозволяє зменшити кількість переходів в мережі та проводити аналіз інформаційних потоків між вузлами. Зроблено висновок, що чим довше мережа знаходиться в роботі, тим більше збільшується час затримки при передачі пакетів, і, відповідно, завантаженість на окремих ділянках мережі, що негативно впливає на її подальшу роботу.

1. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. 3-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2009 – 958 с.
2. Гнатушенко В. В., Владимирська Н. О. Аналіз статистичних характеристик мережової комунікаційної інформації / В. В. Гнатушенко, Н. О. Владимирська // Штучний інтелект, - Київ, 2015. -1-2 (67-68). – С.20-26
3. OPNET Technologies, Inc., OpnetModelerWirelessSuite - ver. 11.5A, <http://www.opnet.com>

ВИДООБРАЗОВАНИЕ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Громов В. А. к. ф.-м. н., Локшин О. А. студент

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

Рассматривается генетический алгоритм, модифицированный с помощью концепции видеообразования. Концепция видеообразования предполагает выделение во множестве хромосом генетического алгоритма подмножеств—видов и ограничения скрещивания преимущественно внутривидовым скрещиванием. На каждой итерации генетического алгоритма производится три операции.

(1) Мутация: с заданной вероятностью в хромосоме изменяется случайно выбранный ген на случайное значение в пределах области определения аргумента, которому соответствует ген.

(2) Скрещивание: хромосомы обоих родителей делятся посередине, первая часть первой хромосомы соединяется со второй частью второй хромосомы, а вторая - с первой. Скрещивание проводится по принципу «все со всеми», и если количество хромосом в популяции было N , то получим $N^2 - N$ наследников.

(3) Отбор из $N^2 - N$ наследников выбирается N наиболее приспособленных, они и составляют популяцию на следующей итерации. Хромосомы кодируются действительными числами. При видеообразовании операции (2) и (3) проводятся для особей каждого вида в отдельности, при этом N - количество особей в виде.

Для разделения хромосом на виды был использован модифицированный алгоритм кластеризации Уишарта. Алгоритм является алгоритмом выделения унимодальных классов и основывается на оценке плотностей к ближайших соседей. В рамках этого алгоритма для каждой вершины, не связанной с вершинами других классов, создается новый класс, иначе она присоединяется к классу, с которым связана, если он не сформирован. При этом классы, значимые по высоте, т.е. те, у которых разница плотностей к ближайших соседей больше наперед заданного h , помечаются как сформированные, а незначимые классы удаляются.

Таблица – Сравнительные результаты работы алгоритмов

| Функция | Параметры алгоритма | Оптимум | Без видеообразования | С видеообразованием |
|--|---|---------|-----------------------------|-----------------------------|
| Де Юнга F3 (De Jong's F3) | Особей - 100 Генов - 6 Вер. мутации - 0.5 | 25 | 25 при 5 поколениях | 25 при 4 поколениях |
| Растригина (Rastrigin's function) | Особей - 100 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 0 | 0 при 185 поколениях | 0 при 125 поколениях |
| Швефеля (Schwefel's function) | Особей - 100 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 0 | 0 при 478 поколениях | 0 при 316 поколениях |
| Гривангка (Griewangk's function) | Особей - 100 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 0 | 0 при 476 поколениях | 0 при 389 поколениях |
| Вытянутый V синус (Stretched V sine wave function) | Особей - 100 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 0 | -1 при 20000 поколениях | -1 при 2000 поколениях |
| Акли (Ackley's function) | Особей - 300 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 0 | 0 при 1364 поколениях | 0 при 964 поколениях |
| Подставка для яиц (Egg Holder function) | Особей - 100 Генов - 2 Вер. мутации - 0.5 | 959.641 | 959.583 при 2000 поколениях | 959.603 при 2000 поколениях |

ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИГРАФА ПО ЧАСОВОМУ РЯДУ

Громов В.А. к.ф.-м.н., доц., Нечепоренко А.И.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Рассматривается задача компактного представления информации, содержащейся в часовом ряде с помощью мультиграфа. Метод основанный на алгоритме муравьиных колоний. Модель ряда аппроксимируется мультиграфом $G(s,k)$, где s – количество вершин, k – количество рёбер. Количество вершин определяется как количество интервалов, на которые разбивается ряд, а максимальное количество рёбер, которые могут соединять две вершины, как максимальное расстояние между номерами точек в ряде.

Перед построением мультиграфа данные нормируются. Также необходимо определить значения входных параметров, таких как количество интервалов, на которые разбивается ряд, максимальное расстояние между номерами точек в ряде, количество наблюдений, которое муравей проходит за один подход, количество феромона, которое откладывает муравей, антиферомон – величина испарения феромона после каждой итерации. После построения мультиграфа, муравей помещается в случайную точку ряда и проходит цепочку заданной длины. При этом вероятность выбора m -го ребра для перехода на следующую вершину из вершины i определяется как:

$$P_m(i) = \frac{S_m(i)}{\sum_{l=1}^K S_l(i)} \quad (1)$$

$$S_m(i) = \sum_{j=1}^S f_{ijm} \quad (2)$$

где f_{ijm} – количество феромона на m -м ребре между i и j вершинами,

$S_m(i)$ - сумма феромона для i –й вершины по m – м ребрам,

K – максимальное количество рёбер, что может соединить две вершины.

На ребра, которые попали в цепочку, добавляем феромон. Антиферомон влияет на все ребра, уменьшая количество феромона после каждой итерации. После этого муравья снова помещают в случайную точку, пока не выполнится условие остановки. В качестве такого критерия можно выбрать один из следующих:

1. Количество феромона на ребрах изменяется не больше чем на величину ε за последние K итераций.
2. За последние K итераций не было сгенерировано ни одной новой цепи.
3. Количество итераций превышает заданный порог.

Обратный процесс генерации ряда по мультиграфу будет проходить следующим образом.

Сначала случайно выбираем точку ряда для генерации, определяем какой вершине она принадлежит и размещаем в ней муравья. Точку помечает по выбранному правилу. Это можно сделать определив средние значение интервала или выбирать случайную величину на данном интервале. Для всех рёбер, где количество феромона имеет ненулевое значение, определяем вероятность перехода по m -му ребру к j -й вершине по формуле:

$$P_{jm} = \frac{f_{ijm}}{\sum_{l=1}^M f_l} \quad (3)$$

где f_{ijm} – количество феромона на соответствующем ребре,

M – общее количество рёбер $f_l > 0$.

ЕКСТРАКЦИЯ ПРАВИЛ СПОМОЩЬЮ КОНСТРУКТИВНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Громов В.А. к. ф.-м. н., Шуляка А.В.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Рассматривается задача экстракции знаний спомощью нейросетевой модели расширяющейся топологии(NEAT модель). NEAT модель является собой ансамбль неполносвязных нейронных сетей прямого распространения, при чем каждая из сетей отвечает хромосоме генетического алгоритма. Именно использование операторов генетического алгоритма позволяет выбрать оптимальную структуру нейронной сети. В качестве функции приспособленности выступает функция ошибки обобщения. Ген хромосомы описывает одну связь, присутствующую в структуре нейронной сети. Каждый ген содержит следующую информацию: номер выходного и номер входного нейронов, вес связи, номер в глобальном списке инноваций, флаг активности связи. В отличии от классического генетического алгоритма хромосомы могут быть разной длины.

В модели присутствуют 2 оператора мутации: добавление новой связи и добавление нового нейрона.

Также в модели присутствует оператор скрещивания двух сетей, который определяется следующим образом – к наследнику переходит один из каждой пары совпадающих родительских генов, выбранный случайным образом, не совпадающие гены передаются наследнику полностью.

Для того, чтобы избежать дублирования при описании разных нейронных сетей, принадлежащих ансамблю используют так называемый глобальный список инноваций, который содержит информацию о всех мутациях для всех сетей всех поколений.

Чтобы избежать исчезновения полезных инноваций в процессе природного отбора на поколениях генетического алгоритма в модели используется видеообразование, в рамках которого скрещивание в основном применяется к сетям внутри одного вида, то есть на множестве близкородственных хромосом. Метрика, задающая степень близости учитывает разницу между числом нейронов, связей и подобность структур. Скрещивание между особями разных видов возможно, но его вероятность значительно ниже.

Новый вид на определенное количество поколений выводится из-под действия механизма природного отбора. То есть хромосомы этого вида скрещиваются, мутируют, но не вымирают, независимо от значения функции приспособленности. Таким образом, если с первой хромосомой вида связана полезная инновация, то она имеет возможность просуществовать в среде себе подобных и притянуть к себе другие инновации.

Прямой и обратный ходы сети осуществляются по классическим формулам обратного распространения ошибки.

Для того чтобы экстрагировать правила из обученной сети нужно провести кластеризацию векторов, сложенных из значений состояний нейронов после совершения прямого хода для каждого из векторов обучающей выборки. Для этого использовался модифицированный алгоритм Уишарта. Синтез алгоритма основывается на аппарате теории графов и на непараметрической оценке плотности к ближайших соседей. Данный алгоритм не требует предварительного знания количества кластеров и содержит проверку формируемых классов на значимость по высоте h .

С помощью созданного программного продукта было получено правила классификации для тестового набора ирисов Фишера.

Примеры полученных правил:

$$\begin{aligned} \{ 2,7 \leq y_1 * 0,3 - y_2 * 5 \leq 3,3 ; & \quad -7 \leq y_2 * 5,4 \leq -6,5 \} \Rightarrow \\ \{ -1,8 \leq y_1 * 0,3 - y_2 * 5 \leq -0,4 ; & \quad -2,9 \leq y_2 * 5,4 \leq -1,6 \} \Rightarrow \\ \{ 6,8 \leq y_1 * 0,3 - y_2 * 5 \leq -2,4 ; & \quad -0,7 \leq y_2 * 5,4 \leq -3,9 \} \Rightarrow \end{aligned}$$

Где нормированные значения длины и ширины лепестка ириса; – классы ирисов.

МЕТОД ПРОВЕРКИ БЛОК-СХЕМ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ

Дубинский А.Г. к.т.н., Хорольский О.А.

Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины

Под руководством министерства здравоохранения Украины уже несколько десятилетий ведется работа по созданию полной базы медико-технологических документов по стандартизации медицинской помощи.

В реестре медико-технологических документов собраны медицинские стандарты и унифицированные клинические протоколы медицинской помощи, утвержденные МОЗ Украины. В базе стандартов медицинской помощи представлены документы, разработанные до 2012 года, в основном экспертыным методом, т.е. не в соответствии с принципами доказательной медицины. Развернутый анализ достигнутых результатов дан в работах [1,2].

Неотъемлемой частью этих документов являются алгоритмы действий врача и алгоритмы технологий проведения медицинских манипуляций. Для эффективного использования этих документов в реальных условиях, недостаточно представить описание алгоритмов в текстовом виде. Необходимо визуализировать алгоритмы, дать их графическое представление с помощью традиционных блок-схем или использовать более современный инструментарий. Следует использовать действующий ГОСТ 19.701-90 “Схемы алгоритмов, программ, данных и систем” или международный стандарт ISO/IEC 19501:2005 – “Универсальный язык моделирования (UML) версия 1.4.2”.

Предварительный анализ схем алгоритмов в утвержденных министерством документах медицинских стандартов и протоколов показал, что их создатели не проверяли результаты своей работы на соответствие требованиям стандартов [3]. Поскольку методика разработки и внедрения медицинских стандартов предусматривает плановый этап обновления медико-технологических документов, следует выявить несоответствия в схемах алгоритмов с целью их устранения в будущем.

Для определения несоответствий в схемах алгоритмов нами был подготовлен метод проверки схем на соответствие требованиям стандарта ГОСТ 19.701-90. Для записи большинства рассматриваемых алгоритмов необходимо использовать подмножество из трех символов (блоков): процесс, решение и терминатор. Для обработки результатов проверки требуется пронумеровать все блоки алгоритма и затем проверить выполнение серии условий. Алгоритм проверки схем на соответствие требованиям ГОСТ также представлен в виде схемы, построенной согласно этому стандарту.

В 2015/16 учебном году несколько студентов второго курса Днепропетровской медицинской академии, изучающих дисциплину «Медицинская информатика», получили задание выполнить по нашей методике проверку схем алгоритмов из утвержденных медико-технологических документов. Эти задания выполнялись в рамках индивидуальной самостоятельной работы, которая предусмотрена в учебном плане дисциплины.

После доработки алгоритма методики мы планируем найти все несоответствия указанному ГОСТу в схемах алгоритмов в унифицированных клинических протоколах, принятых в последние годы, которые доступны в реестре медико-технологических документов по стандартизации медицинской помощи.

1. Ярош Н.П., Лупей-Ткач С.І. Сучасний стан, проблеми стандартизації медичної допомоги та шляхи їх вирішення в умовах реформування системи охорони здоров'я України //Україна. Здоров'я нації. – 2012. – №. 1. – С. 95–100-95–100.
2. Бліхар В. Є. и др. Аналіз медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги та обґрунтування шляхів їх удосконалення //Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2010. – №. 4. – С. 72-80.
3. Дубинский А.Г., Хорольский О.А. Графическая визуализация медицинских алгоритмов диагностики и лечения //Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 травня 2013 р. /ННК “ПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ПСА” НТУУ “КПІ”, 2013.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ГІДРАВЛІЧНИХ ПЕРЕДАЧ ТЕПЛОВОЗІВ

Жуковицький І. В. д.т.н., Клюшник І. А. аспірант

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

В Україні на сьогодні для виконання випробувань гідропередач, зокрема на тепловозоремонтних та заводах по ремонту іншої техніки, де застосовуються гідравлічні передачі, використовують морально застарілі стенди, розроблені ще за часів СРСР. Також відсутня будь-яка стандартизація виробництва даних стендів.

В рамках роботи по удосконаленню та модернізації існуючого стенду випробування гідравлічних передач на заводі ДЗРТ «Промтепловоз» було виявлено, що встановлені на ньому аналогові контрольні прилади є морально застарілими та недосконалими. На першому етапі розробки, відповідно до заводської програми випробувань, було обрано найбільш необхідні та критичні 13 технологічних параметрів, з яких 3 датчика вимірюють: частоту обертання турбінного валу гідравлічної передачі, приводного електродвигуна та генератора відповідно (до 1500 хв^{-1} , ціна поділки шкали – 1 хв^{-1}).

В першому варіанті модернізованого стенду інформація про частоту обертання приводного електродвигуна, генератора, турбінного валу, що вимірюється за допомогою тахометричних датчиків Д-2ММУ-2, передається на мікроконтролер фірми ATMEL для їх подальшої обробки і передачі по інтерфейсу USB 2.0 до комп’ютера.

Датчик Д-2ММУ-2 являє собою не що інше, як генератор змінного струму. Тому в цьому зв’язку випливає критичний недолік — при досить низьких обертах (експериментально встановлено близько 80 хв^{-1}) амплітуда напруги, що продукується генератором, недостатня для нормальнego безпомилкового вимірювання (при обертах близько 60 хв^{-1} амплітуда складає приблизно 1В, а при 2000 хв^{-1} — близька 40 В). Зрозуміло, що на зовсім низьких обертах амплітуда буде складати порядку декількох десятків мілівольт. Такий стан речей неприпустимий, адже виміряти таку низьку напругу практично неможливо в умовах заводу, тому що, по-перше, в довгих лініях зв’язку від стенду до вимірювального обладнання можливе гасіння низького струму. А по-друге, на заводі присутня велика кількість різних електромагнітних перешкод, що можуть наводитись в лініях зв’язку і помилково фіксуватись за початок обертового руху на стенді.

Замість тахометричних генераторів було спочатку вирішено використовувати інкрементальний енкодер XCC 1506PS з надлишковою точністю 2500 імпульсів/оберт. Випробування показали його високу точність та надійність в діапазоні вимірювання як досить низьких обертів (від 0 до 80 хв^{-1}) так і високих (до 2000 хв^{-1}). Але суттєвим недоліком даного приладу є його ціна, яка в сучасній економічній ситуації в країні є досить високою.

Тому було вирішено створити на базі корпуса датчика Д-2ММУ-2 власний датчик оптичного типу. Таке рішення має три критично важливі преваги: низька ціна, можливість вимірювання низьких обертів (від 0 до 80 хв^{-1}), реалізація в корпусі датчика Д-2ММУ-2 (або інших тахогенераторів серії) не потребує механічної модернізації стенду (яка б мала місце при використанні енкодера XCC 1506PS). Також суттєвим є можливість застосування вже розробленого пристрою для вимірювання, шляхом незначної модифікації програми керуючого мікроконтролера.

На даному етапі датчик складається з валу на якому знаходиться виконаний вручну пластиковий диск з зубцями та інфрачервоної оптичної опари. Випробування показали, що виконані вручну зубці дозволяють здійснювати виміри з достатньою точністю (похибка вимірювання складає близько 1%). Для забезпечення ще більшої точності планується виготовити на промисловому обладнанні декількох дисків з різною кількістю зубців.

Розроблені засоби та методи вимірювання частоти обертання на стенді випробування гідравлічних передач тепловозів дозволяють підвищити і удосконалити ефективність випробування гідравлічних передач тепловозів та деякої іншої колісної техніки (наприклад, воєнної техніки, кар’єрних самоскидів та деяких марок тракторів) за рахунок автоматизації та підвищення точності вимірювань контрольних параметрів в рамках низького бюджету.

ДИНАМИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА ФРАКТАЛЬНОГО ТРАФИКА

Иванисенко И.Н. аспирант, Кириченко Л.О. д.т.н., Радивилова Т.А. к.т.н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Экспериментальные и численные исследования, проведенные в последние десятилетия, свидетельствуют, что трафик в телекоммуникационных системах имеет самоподобные свойства, что вызывает значительные задержки и потери пакетов, даже если суммарная интенсивность всех потоков далека от максимально допустимых значений. Отсутствие встроенных механизмов инжиниринга трафика ставит вопрос о необходимости разработки методов, позволяющих эффективно использовать возможности существующей сетевой инфраструктуры. Одним из наиболее перспективных вариантов решения указанных проблем на сегодняшний день являются динамические механизмы балансировки трафика, вызывающие пристальный интерес научного сообщества [1,2].

Существующие алгоритмы учитывают интенсивность, приоритетность запросов, но не учитывают самоподобные мультифрактальные свойства входящего потока. На основании мультифрактальных свойств входящего трафика предлагается динамический метод балансировки трафика. Ниже приведено описание динамического метода балансировки нагрузки.

1. В трафике, поступающем на вход коммутатора, выделяем окно X фиксированной длины T.

2. Находим выборочное значение функции обобщенного показателя Херстах(q), значение параметра Херстах=х(2) и диапазон значений обобщенного показателя Херста $\Delta h=h(q_{min})-h(q_{max})$ для участка трафика в выделенном окне.

3. Проводим сбор и анализ статистической информации: интенсивности входящих потоков $\lambda_1 \dots \lambda_n$, доступной пропускной способности $Net_i(t)$, состояния серверов $CPU_i(t)$, $Rami(t)$ - объем свободного ЦПУ и объем свободной оперативной памяти i-го сервера в момент времени t соответственно.

4. На основе мультифрактальных свойств и интенсивности трафика на результатов анализа информации вычисляем необходимое количество ресурсов для каждого q-го класса трафика.

5. Проводим расчет распределения потоков по узлам сети с учетом классификации трафика и загруженности серверов и каналов связи. На основе полученных данных рассчитывается загруженность серверов на следующем шаге.

6. Распределяем трафик по серверам в пределах каждого класса потока.

7. Если реальная загруженность серверов меньше, чем рассчитанная в п.5 , то изменения не вносятся. Если реальная загрузка серверов выше, чем рассчитанная в п.5, то проводится распределение недооценки рассчитанного количества ресурсов $Net_i(t)$, $CPU_i(t)$, $Rami(t)$.

8. Проводим сбор данных о загруженности серверов $Net_i(t)$, $CPU_i(t)$, $Rami(t)$ и передачу их в систему балансировки нагрузки для расчета нового распределения потоков.

9. Передвигаем окно X длины T вперед на заданную величину сдвига ΔT ; осуществляя анализ трафика и прогноз следующего значения загруженности серверов.

Предлагаемый метод балансировки нагрузки благодаря анализу и учету самоподобных свойств входного потока обеспечивает статистически равномерное распределение нагрузки на серверах, высокие показатели производительности и пропускной способности, а также низкое время отклика и количество потерянных данных.

1. Шелухин О. И. Мультифракталы. Инфокоммуникационные приложения / О. И. Шелухин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2011. – 576 с.

2. Е.И.Игнатенко. Адаптивный алгоритм мониторинга загруженности сети кластера в системе балансировки нагрузки. / Е.И.Игнатенко, В.И.Бессараб, И.В.Дегтяренко. - Наукові праці ДонНТУ. - Вип.21(183). - 2011. - С.95-102.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Кириченко Л.О. д.т.н., Кобицкая Ю.А. аспирант, Стороженко А.А. к.т.н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Экспертные системы (ЭС) – это прикладные системы искусственного интеллекта, в которых база знаний представляет собой формализованные эмпирические знания высококвалифицированных специалистов в какой-либо узкой предметной области. Обычно ЭС содержит следующие компоненты: механизм логического вывода, базу знаний, рабочую память, подсистему приобретения и пополнения знаний, подсистему объяснения и подсистему диалога.

ЭС, предложенная в работе [1], предназначена для анализа фрактальной структуры временных рядов и выбора математической модели стохастического процесса, обладающего требуемыми фрактальными и статистическими свойствами. С точки зрения архитектуры ЭС знания в базе знаний имеют следующую структуру: интерпретируемые знания (используются в решателе) и неинтерпретируемые знания, необходимые для подсистемы объяснений и диалога. Для анализа характерных особенностей рядов в базу знаний был добавлен блок знаний, определяющий информационную сложность системы. С помощью модифицированной ЭС были проведены исследования фрактальных временных рядов разной природы, которые показали возможность распознавания различных состояний динамики системы [2]. В данной работе предлагается расширить блок знаний ЭС, определяющий информационную сложность системы, путем добавления характеристик, полученных с помощью дискретного вейвлет-преобразования ряда: спектра вейвлет-энергии и вейвлет-энтропии временного ряда.

В работе проведен сравнительный анализ вейвлет-характеристик детерминированных хаотических и случайных самоподобных реализаций. Показано, что для реализаций хаотических отображений вейвлет-энергия при возрастании показателя Ляпунова переходит от сосредоточения в высокочастотных уровнях декомпозиции временного ряда к равномерному распределению по уровням. В случае фрактального гауссовского шума вейвлет-энергия равномерно распределена по уровням при значении показателя Херста $H=0.5$ (полном отсутствии корреляции) и при возрастании H вейвлет-энергия сосредоточивается на низкочастотных уровнях, а при убывании H – на высокочастотных уровнях декомпозиции ряда.

Исследования вейвлет-энтропии показали, что значения энтропии увеличиваются с ростом хаотичности или некоррелированности процесса. Важным аспектом является то, что проведенный анализ выявил некоррелированность величин вейвлет-энтропии и других информационных характеристик временных рядов. Это позволяет использовать их как независимые параметры при распознавании временных рядов с помощью ЭС.

Таким образом, использование характеристик вейвлет-анализа вместе с рекуррентными и энтропийными характеристиками позволяют более точно исследовать временные ряды, обладающие фрактальными свойствами.

1. Кириченко Л.О. Разработка алгоритмов принятия решений в экспертной системе фрактального анализа / Л.О. Кириченко, Ю.А. Кобицкая, А.В. Стороженко // Системные технологии – 2013. – Вып. 3(86) – С. 54-61.
2. Кириченко Л.О. Методы распознавания фрактальных временных рядов с помощью характеристик информационной сложности / Л.О.Кириченко, Ю.А. Кобицкая // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомуникацій та інформаційних технологій: VII Міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп.- Запоріжжя,2014. -С. 166-167.

ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ КЛАСІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Коструб Р. В. аспірант

Український державний хіміко-технологічний університет

В багатьох галузях промисловості широко використовуються металеві конструкції. Часто вони функціонують в агресивних середовищах, особливо в хімічній та металургійній галузях. Це може призвести до корозії – руйнування поверхневого шару конструкції, що в свою чергу загрожує її руйнуванням. Передчасне руйнування обладнання веде до значних економічних втрат, не тільки на заміну зруйнованого обладнання, а й на сировину, яка могла зіпсуватися в процесі.

Прогнозування часу функціонування конструкції, що функціонує в агресивному середовищі відома проблема [1], для її вирішення потрібно розв'язати задачу Коші для системи диференціальних рівнянь. Аналітичний розв'язок рівнянь існує тільки для випадку статично визначененої системи, це означає що в загальному випадку потрібен чисельний розв'язок. Для конструкцій з великою кількістю елементів витрат комп'ютерного часу можуть бути істотними.

Зменшення обчислювальних витрат на обчислення часу функціонування конструкції представляє цікаву наукову задачу. Для розв'язання цієї задачі пропонується використати декомпозиційний алгоритм. Його суть полягає в тому що розв'язується тільки одне рівняння системи: те яке визначає час роботи елемента що першим вийде з ладу. Це стає можливим якщо апроксимувати функцію яка описує вплив всіх інших елементів системи на цей «найслабший» елемент. Експериментальним чином визначено що поліном 3-го степеня апроксимує залежність зусиль в елементі з прийнятною точністю. Тобто досить отримати розв'язок системи рівнянь в чотирьох точках для розв'язання задачі, що значно менше ніж звичайний чисельний метод розв'язку. Також ці розв'язки можна використати для визначення номера елемента що припинить функціонування першим. Отримавши номер елемента що першим вийде з ладу та функцію що апроксимує вплив інших стержнів ми можемо отримати значення довговічності всієї конструкції.

Для демонстрації ефективності алгоритму були проведені чисельні експерименти. Їх результати наведені в таблиці 1. Для різних типів профілів отримані значення еталонного значення часу ($t_{\text{ет}}$), кількості ітерацій при розв'язанні системи рівнянь (n), часу функціонування за допомогою запропонованого алгоритму, а також його похибка.

Результати експериментів показують що отриманий алгоритм дає змогу отримати розв'язок задачі з мінімальною похибкою та одночасно зменшити час обчислень.

Таблиця 1 – Результати чисельних експериментів

| Профіль | $t_{\text{ет}}$, років | n | t^* , років | $\xi, \%$ |
|---------|-------------------------|-----|---------------|-----------|
| 1 | 2,30 | 206 | 2,27 | 0,70 |
| 2 | 2,61 | 206 | 2,58 | 0,72 |
| 3 | 1,59 | 207 | 1,56 | 0,69 |
| 4 | 1,67 | 206 | 1,65 | 0,69 |
| 5 | 1,84 | 205 | 1,82 | 0,71 |

1. Зеленцов Д.Г. Информационное обеспечение расчётов корродирующих объектов. Математические модели и концепция проектирования систем [Текст] / Д.Г. Зеленцов, О.А. Ляшенко, Н.Ю. Науменко. – Днепропетровск: УГХТУ, 2012. – 264 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА В ПРОЦЕССЕ ДОЗИРОВАНИЯ БАКОВ КАЧАЮЩЕЙСЯ РАКЕТЫ

Мазуренко В.Б.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Существует задача измерения уровня жидкого топлива в баках качающейся ракеты-носителя (РН). Эта задача детально рассмотрена в работах [1] – [3] и отражает условия проведения дозирования РН «Зенит» космического ракетного комплекса «Морской старт». В работе [1] рассмотрена модель наполнения баков жидким топливом, измерения уровня топлива и дозирования в условиях неконтролируемых внешних воздействий в виде качания стартовой платформы, на которой установлена ракета, под воздействием морских волн. В работе [2] предложен метод повышения точности дозирования баков РН за счет обработки измерительной информации при помощи дискретного фильтра Калмана. Дальнейшее развитие указанный метод получил в работе [3], где представлен метод обработки с использованием информации об углах наклона стартовой платформы (СП), на которой установлена заправляемая ракета. На основе указанных моделей и методов автором была построена имитационная модель процесса дозирования баков РН (включающего в себя процессы наполнения и измерения), выполняемого в условиях неконтролируемых внешних воздействий, а также разработана информационно-измерительная технология (ИИТ) обработки измерительной информации об уровне топлива в баке. Для исследования вопроса об эффективности предложенных в [2] и [3] методов было выполнено моделирование работы системы дозирования РН без применения обработки измерительной информации и с обработкой информации в двух вариантах: ИИТ1 - без использования показаний приборов об углах наклона СП и ИИТ2 - с использованием этих показаний. Под эффективностью ИИТ в данном случае понимается отношение величины случайной составляющей погрешности дозирования, обусловленной качкой СП и дискретностью датчика, возникающей в случае отсутствия обработки измерительной информации, к величине этой же составляющей в случае применения ИИТ (при всех прочих равных условиях). В результате проведенных работ установлено: 1) Эффективность ИИТ1 максимальна (~5 единиц) при отсутствии качки и постепенно снижается при увеличении амплитуды качки, достигая постоянного значения около 1.8 ед. при амплитуде выше 2° . 2) Эффективность ИИТ2 при отсутствии качки составляет около 6 единиц и постепенно снижается при увеличении амплитуды до минимального значения 3.7 при амплитуде 0.5° , после чего эффективность начинает расти, достигая 8-ми ед. при 2° , и далее линейно растет со скоростью около 2.5 ед./градус. При 6° эффективность ИИТ2 составляет 18 единиц. 3) Эффективность ИИТ1 и ИИТ2 на интервале от 0° до $0,5^\circ$ практически одинакова. Существенное отличие в эффективности заметно в условиях качки с амплитудой порядка одного градуса. При этой амплитуде эффективность ИИТ1 составляет 2,5 ед., а ИИТ2 – 4,5 ед.

1. Мазуренко В.Б. Модель процесса измерения уровня жидкого топлива в условиях качки // Системні технології Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 5 (94). - Дніпропетровськ, 2014.
2. Мазуренко В.Б. Применение дискретного фильтра Калмана для решения задачи измерения уровня жидкого топлива в условиях качки // Системні технології Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 6 (95). - Дніпропетровськ, 2014.
3. Мазуренко В.Б. Использование информации об углах наклона платформы при обработке данных измерений уровня жидкого топлива дискретным фильтром Калмана / / Системні технології Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 3 (98). - Дніпропетровськ, 2015.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА КРУПНОКУСКОВОГО ДРОБЛЕНИЯ

Новицкий И.В., д.т.н., Ус А.М.

ГВУЗ «Национальный горный университет»

Моделирование процесса крупнокускового дробления является весьма актуальной задачей, поскольку этот процесс является одним из самых энергоемких процессов обогатительного производства. Дробилка, как объект управления, является нестационарным объектом, параметры которого существенно зависят от материала дробления и степени износа ее рабочих органов. В такой ситуации целесообразно применение адаптивных систем управления. Известно [1], что эффективность адаптивного управления во многом определяется временем отбора оперативной информации об объекте на очередном периоде квазистационарности, поэтому большое значение приобретает организация обработки оперативной информации, используемой для оценки параметров модели.

Исходными данными в исследовании были процессы изменения производительности $Q(t) \left[\frac{T}{c} \right]$ и мощности $P(t) [kW]$ на временном интервале $0 \div 400c$. В работе была использована передаточная функция вида:

$$W_{BY}(p) = \frac{K}{T_1 p^2 + T_2 p + 1}. \quad (1)$$

Идентификация параметров математической модели: K, T_1, T_2 была выполнена по полученным функциям спектральных плотностей процессов на входе и выходе объекта управления. Значение коэффициента передачи K оценивалось как отношение усреднённых по времени на интервале T значений входного потока \bar{Q} и мощностей \bar{P} , т.е. $K = \frac{\bar{P}}{\bar{Q}}$.

Для определения постоянных времени T_1 и T_2 было использовано соотношение между спектральными плотностями процессов на входе $Q(t)$ и выходе $P(t)$ линейного объекта, из задача их идентификации была сведена к следующей оптимизационной:

$$I(T_1; T_2) = \left[S_p(\omega) - |W(j\omega)|^2 * S_Q(\omega) \right]^2 \rightarrow \min_{T_1, T_2}. \quad (2)$$

где $|W(j\omega)|^2$ - квадрат модуля частотной характеристики объекта управления, $S_p(\omega)$, $S_Q(\omega)$ – спектральные плотности процессов на входе $Q(t)$ и выходе $P(t)$ линейного объекта

Для известных функций спектральных плотностей, полученных в результате наблюдений, в соответствии с выражением (2) были определены оптимальные значения параметров T_1 и T_2 , обеспечивающие минимальное значение критерия $I(T_1; T_2)$, и построена структурная схема системы управления, содержащая корректирующие устройства W_{K1} и W_{K2} , обеспечивающих так называемую апериодическую реакцию [2] с перерегулированием не более 2% и заданным временем регулирования. Настройка параметров корректирующих устройств W_{K1} и W_{K2} выполняется на каждом периоде квазистационарности по оценкам параметров модели объекта K, T_1, T_2 , обеспечивая тем самым хорошее (или оптимальное) качество переходных процессов на выходе объекта.

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А. А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.

2. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ.– М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.

ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕГРАЦІЇ ІНТЕРНЕТ-КОНТЕНТУ

Островська К.Ю. к.т.н., доцент, Стovпченко І.В. ст. викладач, Адреєв А.І. магістр

Національна металургійна академія України

У світі сучасного бізнесу будь-якому підприємству або підприємцю, який бажає досягти успіху, необхідно не тільки виробляти і просувати продукт, а й відстежувати поточні зміни в конкурентному середовищі, тобто збирати інформацію.

У сучасних умовах в бізнесі істотне значення набуває аналіз можливих ситуацій, визначення їх тенденцій, оцінка можливих ризиків при прийнятті рішень. Важливість вирішення цих завдань стала причиною виникнення інформаційного моніторингу — інструменту інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень.

Сучасний ринок — це найвища ступінь ризику і жорстка конкуренція. Для того, щоб вижити і успішно функціонувати, потрібно оперативно реагувати на події і прораховувати свої дії на кілька кроків вперед, для чого потрібна інформація. Ефективним засобом отримання такої інформації є інформаційний моніторинг, який дозволяє вчасно отримувати потрібну інформацію, аналізувати її та приймати рішення.

У свою чергу для здійснення інформаційного моніторингу необхідно є система інформаційного моніторингу, яка використовує технології інтеграції Інтернет-контенту. Тож для вибору оптимальної системи необхідним є проведення комплексного аналізу усіх технологій інтеграції та обрання доцільнішої.

Контент — це абсолютно будь-яке інформаційно значуще або змістовне наповнення інформаційного ресурсу або веб-сайту. Контентом називаються тексти, мультимедіа, графіка.

Контент, також, це набір інформації, об'єкт системи електронної контент-комерції, який неподільний у часі, є основним чинником функціонування системи електронної контент-комерції та існує лише в електронному вигляді.

У системах інформаційного моніторингу більш вузько направленого характеру можуть використовуватися більш спрощені способи інтеграції контенту. Для того, щоб виділити в усьому об'ємі інформації потрібні дані використовується синтаксичний аналіз або його ще називають парсингом.

При парсингу вихідний текст перетворюється в структуру даних, зазвичай — в дерево, яке відображає синтаксичну структуру вхідної послідовності і добре підходить для подальшої обробки.

Як правило, результатом синтаксичного аналізу є синтаксична структура пропозиції, представлена або у вигляді дерева залежностей, або у вигляді дерева складових, або у вигляді деякої комбінації першого і другого способів подання.

Керуючись тим, що система інформаційного моніторингу являє собою систему, що забезпечує автоматизований збір інформації, її структурування, групування за семантичними ознаками, тематичний виборчий розподіл та надання доступу до інформаційних баз даних у пошукових режимах, а також дозволяє аналізувати зібрани дани, можна сформулювати критерії оцінювання систем інтеграції Інтернет-контенту:

- обучаємість програм збору інформації структурі обраних джерел;
- можливість сканування, нормування та приведення інформації до внутрішньосистемного формату;
- класифікація та кластеризація;
- доставка користувачам різними каналами;
- можливість проведення аналізу зібраної інформації.

1. Наталія Костенко, Валерій Іванов. Досвід контент-аналізу: моделі та практики: Монографія. – К.: Центр вільної преси, 2003. — 62 с.

2. Ахо А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т. I. Синтаксический анализ. / А. Ахо, Дж. Ульман. — М.: Мир, 1978. — 650 с.

МЕХАНІЗМ АСИНХРОННОЇ РЕПЛІКАЦІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ РБД

¹Острівська К.Ю. к.т.н., доцент, ²Острівський Є.В. аспірант, ¹ Волков С.В. магістр

¹ Національна металургійна академія України

² Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Сучасні інформаційні системи пред'являють досить високі вимоги до швидкості обробки інформації за умови одночасної роботи великої кількості клієнтів. Крім того, розвиваючись, такі системи повинні легко масштабуватись без шкоди для швидкісних характеристик системи.

Один із способів задоволення цієї потреби - створення розподіленої бази даних БД, що підтримує механізм асинхронної реплікації даних. У цьому випадку замість однієї БД, з якою повинні працювати всі клієнти інформаційної системи, створюється кілька однакових серверів БД на різних машинах і / або вузлах мережі. Клієнти мають доступ до деякого розподіляє пристрою (реалізованому апаратно або програмним методом), яке при підключені нового клієнта оцінює завантаження кожного сервера БД і направляє клієнта до найменш завантаженому серверу, з яким він (клієнт) і буде працювати до від'єднання.

Питання побудови розподіленої бази даних єдиної інформаційної системи виникають і при розвитку компанії, коли створюються віддалені філії, магазини і склади. Кожна віддалена інформаційна система з метою підвищення стійкості повинна працювати самостійно, періодично відправляючи в Центральний офіс консолідовану інформацію. Для виключення людського фактора в питанні періодичної синхронізації інформації бази даних повинні бути включені в загальну систему реплікації.

Реплікація даних між серверами баз даних може виконуватися за допомогою вбудованих засобів СУБД або може бути реалізована в рамках бізнес-логіки додатків. Реплікація за допомогою вбудованих засобів СУБД передбачає наявність надійних каналів зв'язку. Пропускна здатність цих каналів повинна бути досить високою, щоб встигати передавати всю інформацію, реплікується в realtime-режимі. Процес реплікації в СУБД заснований на поняттях "видавець", "передплатник", "стаття". Налаштування реплікації зводиться до установки відносин між видавцем і передплатником. Недоліком даної реплікації є односпрямованість. Тобто стаття (фактично це таблиця) може передаватися від видавця передплатнику. При цьому передплатник не може її змінювати.

Реалізації процесів реплікації на рівні бізнес-логіки значно ускладнює життя розробнику, але дозволяє значно оптимізувати сам процес передачі інформації. Проблема реплікації інформації являє собою досить нетривіальну задачу з велими неоднозначним рішенням. Приступаючи до вирішення завдання реплікації даних, необхідно брати до уваги, що доведеться зіткнутися з конфліктами даних, що реплікуються яких для баз даних, що працюють в єдиній мережі прямого конекту до сервера бази даних, не виникає в принципі. Особливо складний перехід від єдиної бази до розподіленої, коли доводиться підлаштовувати алгоритм реплікації під вже існуючу структуру працюючої БД. При розробці нової інформаційної системи необхідно враховувати технологічні нюанси майбутньої розподіленої бази даних.

Суть механізму асинхронного тиражування полягає в тому, що обробка даних виконується локально, а розподілені дані копіюються на той сервер, де вони повинні використовуватися. При такому методі підтримки логічної цілісності розподіленої БД має місце деяка рассинхронізація стану локальних БД в часі, тобто зміна стану однієї локальної бази даних відстає від зміни іншої локальної бази даних у часі.

Якщо один з серверів системи, що вимагають оновлення тиражованих даних, виходить з ладу, то система продовжує працювати з іншими, при цьому оновлення даних на сервері після його ремонту відбудеться автоматично, тобто помилка на одному вузлі глобальної мережі не вплине на роботу інших вузлів.

1. К. Дейт Введение в системы баз данных, 6-е изд. Диалектика, 1998

2. А. Фаритов, А. Луковенко Практическая репликация, «Открытые системы», № 12, 2001

ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЁЖНОСТИ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Пошивалов В.П. д.т.н., Даниев Ю.Ф. к.т.н.

*Институт технической механики Национальной академии наук Украины и
Государственного космического агентства Украины*

В общем случае эргатическая система (ЭС) представляет собой систему, состоящую из следующих основных подсистем: технических средств, программного обеспечения (ПО), оперативного персонала. Особенность такой системы состоит в потенциальной опасности нарушения их функциональной стабильности, поскольку полный или частичный отказ системы может привести к значительным экономическим, политическим, экологическим или другим убыткам. В настоящее время вопросы оценивания надёжности ЭС недостаточно изучены, особенно это касается надёжности программного обеспечения и надёжности «человеческого фактора» на всех стадиях жизненного цикла ЭС. Поэтому обеспечение надёжности ЭС по стадиям их жизненного цикла - проектирования, производства и эксплуатации является актуальной задачей.

На стадии проектирования информацию о надежности получают расчетным путем. При этом оценка надёжности проводится на основе следующей информации:

- о надёжности прототипов или аналогов проектируемой системы образца;
- известных характеристик надёжности комплектующих элементов.

На этапе проектирования расчет надёжности ЭС производится с целью прогнозирования ожидаемой надёжности проектируемой системы с учетом трех основных подсистем технических средств, программного обеспечения и оператора.

Одними из наиболее важных технологий проектирования надёжных технических систем являются: использование отработанных методов и средств обеспечения надежности, анализ альтернативных проектно-конструкторских решений и выбор наилучших, создание запасов работоспособности по нагрузкам и отказам различных видов, использование резервирования; выбор высоконадежных комплектующих элементов, материалов.

Основные направлениями обеспечения надежности на этапе проектирования человека-оператора это комплексный (в т.ч. психологический) отбор персонала и профессионально грамотное комплектование группы операторов, обеспечивающее психологическую совместимость и сработанность. На этапе проектирования с выбором методов обучения и тренировки операторов должен решаться и вопрос о профессиональном отборе, если речь идет об "абсолютной профессиональной пригодности" или подборе необходимого контингента операторов, если предъявляемые к ним требования позволяют говорить об "относительной профессиональной пригодности".

На стадии проектирования ПО создается алгоритм обработки данных, который на стадии программирования приобретает свойства программы, а на стадии испытания становится программным средством. При проектирования надежного ПО целесообразно использовать следующие методы:

- методы позволяющие минимизировать или исключить появление ошибки.
- методы направленные на разработку дополнительных функций программного обеспечения, помогающих выявить ошибки.
- устойчивость к ошибкам, дополнительные функции программного обеспечения, предназначенные для исправления ошибок и их последствий и обеспечивающие функционирование системы при наличии ошибок.

Учитывая информацию о надёжности на этапе проектирования всех подсистем (P_{TC} , P_{PO} , P_{OP}) ЭС вероятность безотказной работы системы определяется так

$$P_{EC} = P_{TC} P_{PO} P_{OP}.$$

Для получения более подробной информацию о надежности ЭС в работе рассматривается расчет *функциональной надежности ЭС* (расчет вероятности выполнения каждой из выполняемых ею функций), но связан с более сложными вычислениями по сравнению с расчетами структурной надежности.

МНОГОУРОВНЕВОЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Романенков Ю.А. к.т.н.

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

Современный уровень развития информационных технологий и средств коммуникации обуславливает доступность данных мониторинга показателей организационно-технических систем, накопленных в различных базах данных, в том числе и в виде временных рядов.

Эта информация отражает динамику трудноформализуемых процессов, учитывая весь спектр причин, факторов и связей, присущих этим процессам. При этом соответствующие временные ряды зачастую характеризуются объективной неопределенностью, обусловленной как используемыми методами мониторинга, так и субъективным фактором наблюдателя.

Корректное использование подобной информации для решения задач управления сложными организационно-техническими объектами – нетривиальная научно-практическая задача, предполагающая очистку и преобразование мониторинговой информации с целью выявления тенденций, существенных для принятия управлеченческих решений.

Результаты анализа временных рядов, обладающих высокой степенью неопределенности, на основе базовых стохастических и регрессионных моделей, реализованных в статистических пакетах прикладных программ, зависят от математической квалификации и опыта специалистов предметных областей [1].

Основным современным направлением развития анализа и прогнозирования временных рядов является интеллектуальный анализ данных (Series Data Mining) [2, 3] на основе методов и моделей искусственного интеллекта, в частности, нейросетевых и нечетких моделей. Математический аппарат, традиционно заложенный в Data Mining, предполагает наличие массивов данных большого объема и, к сожалению, не охватывает весь класс реальных задач прогностического обеспечения процесса принятия управлеченческих решений.

Таким образом, для обеспечения полного спектра методов и средств прогностического обеспечения при решении задач управления, необходимо либо наращивать методическую базу Data Mining (что и происходит в действительности, хотя и медленно), либо синтезировать «гибридные» прогнозные комплексы, на нижнем уровне которых расположены относительно простые статистические прогнозные модели и методы.

Во втором случае неизбежно возникает задача построения «траектории» прогнозного исследования, а именно разработки или выбора методов настройки (структурной и параметрической) моделей нижнего уровня и синтеза адаптивной модели комплексирования прогнозных оценок на верхнем уровне.

Между верхним и нижним уровнем могут располагаться селективные и комбинированные прогнозные модели.

Безусловно, оба пути прогнозного обеспечения СППР требуют высокого уровня математической подготовки специалистов-аналитиков. Однако, на сегодняшний день, лишь небольшие фрагменты задачи анализа временных рядов могут эффективно решаться в автоматическом режиме [4].

1. Афанасьева, Т. В. Моделирование нечетких тенденций временных рядов / Т. В. Афанасьева. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 215 с.
2. Батыршин, И. З. Модели и методы перцептивного дата майнинга временных рядов для систем поддержки принятия решений / И. З. Батыршин, Л. Б. Шереметов // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Т. 2. – 2007. – №1.
3. Ковалев, С. М. Гибридные нечетко-tempоральные модели временных рядов в задачах анализа и идентификации слабо формализованных процессов. // Сб. тр. IV Междунар. науч.-практич. конф. Т. 1 – М.: Физматлит, 2007. – 354 с.
4. Александров, Ф. И. Автоматизация выделения трендовых и периодических составляющих временного ряда в рамках метода «Гусеница»-SSA / Ф. И. Александров, Н. Э. Голяндина // Exponenta Pro.

РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА УМОВ КОНКУРЕНЦІЇ

Скалозуб В.В. д.т.н., Скалозуб М.В. аспірант

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

У теперішній час відбувається глибоке реформування залізничного транспорту України, спрямоване на його всебічне оновлення, підвищення ефективності, привабливості для споживачів транспортних послуг і забезпечення загальної конкурентоспроможності. На основі розвитку транспортних технологій, технічних засобів та автоматизованих систем залізниць вирішується широке коло важливих завдань щодо підвищення ефективності перевезень, зниження впливу транспорту на навколишнє середовище, посилення взаємодії різних видів транспорту при вирішенні широкого спектру логістичних та технологічних завдань організації мультимодальних та інтермодальних перевезень, при забезпеченні визначених вимог безпеки. Сучасні автоматизовані системи (АСУ) залізничного транспорту у багатьох випадках застосовують методи і технології інтелектуальних транспортних систем (ІТС) або їх окремих складових, засобів супутникової навігації, використовуються складні протоколи взаємодії рухомих об'єктів, а також підсистем інфраструктури ін.

В доповіді обговорюються результати із розвитку або удосконалення інформаційних технологій, які базуються на формуванні узагальнених математичних моделей транспортних процесів, вирішенні завдань застосування інтелектуальних моделей, методів та засобів для АСУ сучасного залізничного транспорту. При цьому розглянуто наступні завдання як елементи технологій залізничного транспорту при взаємодії з іншими видами транспорту, що відрізняються в першу чергу значною кількістю та неоднорідністю об'єктів аналізу та керування (число власників транспортних засобів та інфраструктури, вагонів, багатосторонні вимоги до ефективності ін.). А саме: планування перевезень для багатьох власників вагонних парків; визначення черговості розпуску вантажних составів для зменшення загальних експлуатаційних витрат на формування поїздів; автоматизована багатокритеріальна експлуатація парків технічних систем на основі параметрів поточного стану в умовах невизначеності; управління неоднорідними багатопродуктовими транспортними потоками з урахуванням «індивідуальних» властивостей та вимог елементів-носіїв потоків за умов конкуренції між ними; удосконалення критеріїв та моделей рівноваги неоднорідних автотранспортних потоків. В результаті вирішення наведених вище завдань були сформовані компоненти інтелектуальних систем залізничного транспорту, які базуються в значній мірі на даних інформаційних моделей залізничних автоматизованих систем та призначенні для застосування у них, в першу чергу – в системі керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці АСК ВП УЗС.

Для кожного із зазначених завдань визначено обмеженості застосування попередніх засобів експлуатації стосовно ефективності, надійності або безпеки, які зв'язані зі змінами умов реалізації транспортних технологій. Наприклад, у завданнях експлуатації парків технічних систем вперше визначено особливості завдань автоматизованої експлуатації парків електричних двигунів залізничних стрілочних переводів в умовах дистанційного моніторингу та діагностування параметрів поточного стану, що виконується на основі спектрального аналізу робочого струму. При виявленні несправностей визначається їх вид і отримують оцінку достовірності. На основі даних моніторингу виконується прогноз можливих змін станів елементів, встановлюється раціональна черговість контролю і відновлення, враховуючи обмеження ресурсів щодо процесів експлуатації.

В роботі представлено комплекси засобів із забезпечення розглянутих вище інтелектуальних технологій і систем транспорту, а також встановлюються характеристики ефективності відповідних математичних моделей і методів та їх відмінностей від попередніх. Обговорюються питання адекватності цих моделей і застосування процедур адаптації в умовах функціонування інтелектуальних підсистем у складі АСУ залізничного транспорту.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Спірінцев В.В. к.т.н., Шитік М.А. студент

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Соціальні мережі є зручним засобом спілкування та обміну інформацією для великої кількості користувачів мобільних пристройів. Більшість таких мереж побудовано на базі архітектури “клієнт-сервер”, при цьому часто зі схожою структурою (наприклад REST-клієнти [1]). Тому, при розробці програмного забезпечення виникає необхідність створення модульного рішення.

При розробці універсального рішення для проектування соціальних мереж важливо використовувати сучасний стек технологій. Одним із запропонованих наборів компонент є: веб-сервер nginx, база даних MySQL, мова програмування PHP на базі фреймворку Zend. У якості платформи для мобільного клієнту обрано - iOS, мова програмування - Objective-C.

Окрім технологій, важливо правильно розділити відповідальності між компонентами додатку. Для веб-серверу типовим є використання шаблону Model - View - Controller (MVC) [2], для мобільного клієнту можливо використовувати MVC, Model - View - ViewModel, Model - View - Presenter, View - Interactor - Presenter - Entity - Routing або змішаний тип архітектури (рисунок 1).

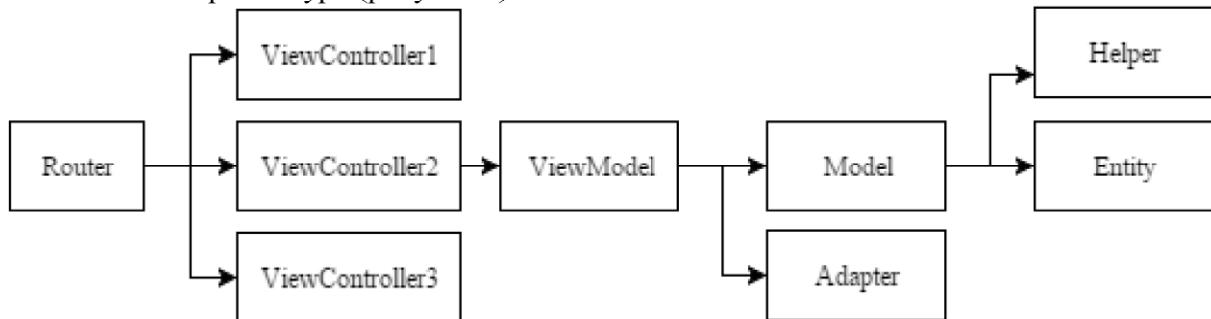


Рисунок 1 – Схема відповідальностей класів за змішаним типом архітектури

Необхідною умовою є дотримання обраної архітектури проекту, а також принципів SOLID (принцип єдиного обов’язку, принцип закритості/відкритості, принцип підстановки Лісков, принцип розділення інтерфейсу, принцип інверсії залежностей) та інших практик об’єктно-орієнтованого програмування [3].

Програмне забезпечення, що реалізовано відповідно до вищезазначених вимог, можна повторно використовувати для розробки соціальних мереж при зниженні витрат часу на реалізацію.

1. R. Fielding. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures [Text]/Fielding R. - . 2000 - 26p.
2. E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software [Text]/Gamma E., Helm R., Jonson J., Vlissides J. - 1994 - 214p.
3. R. Martin. Agile Principles, Patterns, and Practices in C# [Text]/Martin R. - 2011 – 32p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ КООПЕРАТИВНОЇ ПОВЕДІНКИ

Гаращенко С.А. магістрант, Селів'орстова Т.В. к.т.н., доцент

Національна металургійна академія України

У багатьох прикладних областях виникають завдання управління групою рухомих об'єктів, що спільно виконують деяке завдання, наприклад, групою роботів. Це завдання може полягати, наприклад, в пошуку рухомих або нерухомих об'єктів в заданій області простору, або в проникненні в задану область, або в ураженні цілей та ін. Як правило, група рухомих об'єктів функціонує в конфліктному середовищі, тобто в умовах протидії (виявлення, інформаційної протидії, знищення) – з боку об'єктів пошуку, системи охорони або оборони (елементи якої умовно називають «сенсорами»), що забезпечує захист кордонів області, цілей та ін.

В основі задачі, що розглядається лежить дифузна модель комунікації, що описує процес, за допомогою якого нововведення передається по комунікаційним каналам між членами соціальної системи в часі. Нововведенням може бути будь-який продукт, предмет, ідея. Ця модель комунікації називається дифузійною тому, що будь-які інноваційні ідеї ніколи не охоплюють ціле суспільство в один момент, а поступово просочуються через різні соціальні групи і верстви, канали комунікації. Частина суспільства готова тестувати новинки (трендсеттери), інша частина більш консервативна.

Однією з важливих постановок задачі стратегічної поведінки є наступна – мета групи, що складається з декількох рухомих об'єктів, які рухаються на площині, полягає в «пошуку» нерухомого цільового об'єкту; час досягнення цільового об'єкту не фіксований; є кілька нерухомих сенсорів; об'єкти рухаються з постійною по абсолютної величині заданій швидкістю із змінною траекторією; планування ними траекторій здійснюється децентралізовано в реальному часі. Інформованість рухомих об'єктів та ризик виявлення описується за допомогою відповідних функціоналів. Критерієм ефективності дій групи рухомих об'єктів вважається число об'єктів, які досягли цільового об'єкту. Даний клас задач носить умовну назву «задача про дифузійну бомбу» [1].

Дифузійна модель комунікації набула застосування при математичному моделюванні військових дій. Однією з задач, що визивають зацікавленість при моделюванні військових дій є завдання про групове проникнення через систему оборони, математичний опис якого можливий з використанням «задачі про дифузійну бомбу», при урахуванні різного ступеня «інтелектуальності» рухомих об'єктів адаптивність, здатність до рефлексії, прогнозування та ін.

Кооперативна взаємодія рухомих об'єктів разраховується в такий спосіб: ймовірність виявлення даного рухомого об'єкту залежить не тільки від поточних відстаней від нього до сенсорів, а й від того, наскільки близько до нього розташовані інші рухомі об'єкти. Умовно вважається, що рухомі об'єкти служать «сенсорами» один для одного, і в міру їх взаємного зближення зростає ймовірність виявлення.

Алгоритм «кооперативного» поведінки описується двома кроками, на першому визначається ризик знищенння рухомого об'єкту, другий визначає напрям руху на підставі даних сенсорів. В даному випадку для планування своєї траекторії кожен рухомий об'єкт повинен знати поточні координати всіх рухомих об'єктів. Також можливе узагальнення «кооперативної» моделі на випадок, коли кожен рухомий об'єкт має свій фіксований «радіус огляду» і при плануванні своєї траекторії має інформацію і враховує інформацію тільки від тих рухомих об'єктів, які знаходяться від нього на відстані, що не перевищує «радіус огляду».

Математичне моделювання поведінки мультиагентної системи при обліку параметрів системи оборони і прогнозування поведінки інших рухомих об'єктів показало підвищення ефективності системи агентів в наслідок застосування кооперативної поведінки.

1. Корепанов В.О., Новиков Д.А. Задача о дифузной бомбе // Проблемы управления, № 5, 2011. – с. 66 – 73.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА МУЗЫКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ

Царик В. Ю., Михалёв А. И. д.т.н.

Национальная металлургическая академия Украины

Сочинение музыки относится к классу задач, связанному с имитацией и моделированием творческой деятельности человека. Условия и методы их решения, как правило, трудно формализуемы, а алгоритмы решения носят эвристический характер. [1]

Самой сложной и главной задачей в процессе генерации музыки является генерация мелодии. Мелодией будем называть один или несколько музыкальных мотивов, которые связаны между собой. В свою очередь мотивы будут состоять из комбинации паттернов. Паттерн в данном контексте – последовательность из двух или более нот (или более мелких паттернов), имеющих относительную длительность, не привязанная к какой-либо тональности или аккорду. Мы будем использовать простые и составные паттерны: простые состоят из двух нот; составные же представляют собой комбинацию нескольких простых паттернов.

Поставлена задача генерации мелодии на заданную пользователем гармоническую последовательность. Музыкальная мелодия разделяется на такты, в каждом из которых может находиться определенное количество нот разных длительностей, суммарное количество которых определяется музыкальным размером. Для каждого такта задается своя гармония – аккорд, по которому будет строиться мелодия.

Сама генерация мелодии будет сводиться к комбинации музыкальных паттернов и проводится в несколько этапов. На первом этапе выбирается ритмическая структура данного такта – определяется количество и длительность нот в такте. На втором этапе происходит анализ гармонии в заданном такте и определение опорных нот. Опорными выступают первая, третья и пятая ступени аккорда. Анализируются последние ноты предыдущего такта и находятся ближайшие опорные ноты. Опираясь на эти ноты, выбирается паттерн крупных длительностей (обычно четвертных), тем самым выбирая общее движение мелодической линии. На следующем этапе «заполняются» все длительности данного такта – опираясь на каркас мелодии выбираются составные паттерны тем самым заполняя мелодическую линию.

Для обеспечения целостности мелодии мотивы должны быть связаны между собой. Для двух подряд идущих мотивов возможны такие случаи:

- а) второй мотив является видоизменением первого;
- б) второй мотив не зависит от первого.

Для реализации данного алгоритма был выбран пакет MatLab. Мелодия представлена как массив нот, каждая из которых характеризуется высотой и длительностью и записана в midi-файл.

Интерфейс разработан в среде GUIDE, которая входит в состав пакета MatLab. Пользователь задает количество тактов, а также музыкальный размер и темп. В окне приложения создается таблица с количеством ячеек равным количеству тактов. В эту таблицу пользователь вводит аккорды для каждого такта. Затем при нажатии на соответствующую кнопку программа генерирует мелодию, сохраняет ее в midi-файл и воспроизводит.

Предложенный алгоритм позволяет создавать мелодическую последовательность, которая движется по заданной гармонии.

1. Тимофеев А.В. Информатика и компьютерный интеллект. — М.: Педагогика, 1991.
2. Месснер Е. Основы композиции. — М.: МУЗЫКА, 1968.

СЕКЦІЯ 6

ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СУЧASNOGO ВИРОБНИЦТВА

AN AUTOMATIC REGISTRATION METHOD FOR MULTITEMPORAL REMOTE SENSING IMAGES OF HIGH SPATIAL RESOLUTION

^{1,2}Hnatushenko V.V. Dr. Sci., ²Kavats O.O. PhD, ³Sereda S.Ju.

¹*O.Gonchar Dnepropetrovsk National University, Ukraine,*

²*National metallurgical academy of Ukraine, Dniproptetrovsk, Ukraine,*

³*Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine,*

Image matching is a vital process for many photogrammetric and remote sensing applications such as image registration and aerial triangulation. Satellite image registration is an important and challenging image processing task to match and align different images which is captured at different atmospheric conditions or by using different sensors or at different positions. Image registration is used in image fusion, image mosaicking, change detection etc. In most of the traditional image registration methods, the control points are selected manually and applying the transformation model. But this process is time consuming and less accurate. The difficulties involved mainly include both geometric deformations (translation effect, rotation and scale distortion, occlusion, and viewpoint difference) and radiometric discrepancies (illumination change and sensor and spectral content difference).

Extraction of control points automatically helps to solve the performance issues of manual selection of control points. In automatic image registration, the extraction of control points in both images is the initial step and then the correspondence between the images are evaluated by using a matching strategy criteria and finally the transformation parameters are estimated. For multitemporal image registration SIFT, MI and HAIRIS methods can be used [1, 2]. The selection of features from the reference and sensed images determine the registration performance. Feature based image registration is more efficient than area based methods for reducing computational time and errors.

In this paper, we propose a new automatic satellite image registration approach capable of handling remotely sensed images geometrically distorted by various affine transformations (translation, rotation and shear). This technique exploits the invariant relations between regions of a reference image and those of a sensed image. It involves an edge-based selection of the most distinctive control points in the reference image. Given two input images of high spatial resolution (the reference image and the sensed image), applying median filtering to the reference image and the sensed image in order to enhance the two input images. The search for the corresponding control points in the sensed image is based on local similarity detection by means of correlation coefficient according to a combined invariants-based similarity measure. Then, the spatial structure information around one point is compared to its corresponding point in the preliminary matching sets to verify whether they are inliers or not. This structure information is based on triangle area representation and it is affine invariant.

The procedure is fully automatic and computationally efficient. The proposed algorithm for this technique has been successfully applied to register multitemporal WorldView-2 satellite data and aerial images from urban areas. The experimental results are shown that the proposed method was robust and efficient for registration of multi-source remote sensing images. It also verifies that the algorithm has the lower time cost comparing with the other existing algorithms (e.g. SIFT) within certain detecting accuracy level. This algorithm is also useful for resolving the problem of potential errors due to parallax effects when establishing geometric affine transformation on corners for detecting on buildings with different unknown elevations.

1. Zhang K, Li X, Zhang JX. A robust point-matching algorithm for remote sensing image registration. *IEEE Transactions Geoscience Remote Sensing*. 2014 Feb; 11(2):469–473.
2. Wu Y, Ma W, Gong M, Su L, Jiao L. A novel point-matching algorithm Based on fast sample consensus for image registration. *IEEE Transactions Geoscience Remote Sensing*. 2015 Jan; 12(1):43–47.

ФИЛЬТРАЦИЯ СИЛЬНО ЗАШУМЛЕННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Астахов Д.С. ст. преподаватель, Слюсарева И.В. студентка
Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара

Основная тенденция развития измерений в автоматизированном производстве - это переход к машинному контролю по адаптивным моделям, к применению более сложных управляющих и информационно-измерительных систем (ИИС).

В связи с этим резко возрастает значение метрологических характеристик измерительных каналов, учитывающих метрологические характеристики не только всех включенных в измерительный канал блоков, но и временные влияния каналов друг на друга.

Управление объектами в информационно-измерительных системах невозможно без знания об их текущем состоянии. Эти знания получают путем измерений параметров объекта. Получение исходной измерительной информации происходит в результате взаимодействия первичных измерительных преобразователей (сенсоров) с объектом измерений. Управление объектом осуществляется пропорционально закону изменения измеряемого параметра. В отдельных случаях управление осуществляется импульсным способом по наличию информационного сигнала. В процессе измерений на полезный сигнал всегда воздействует шумовая помеха. Иногда уровень помехи превышает уровень полезного информационного сигнала либо соизмерим с ним. В таком случае управление объектом существенно затрудняется. Для выделения сигнала на фоне шума традиционно используются частотные методы, которые основаны на выделении полезного сигнала в определенном частотном диапазоне. Более лучший результат дают корреляционные методы фильтрации. Однако, для их эффективной реализации необходимо как можно больше априорных знаний о полезном сигнале – таких как амплитудные и фазовые искажения. В настоящее время, всвязи с развитием вычислительной техники, развиваются методы обработки сигналов не зависящие от их частотной структуры. К таким методам относится, например, вейвлет-фильтрация. Для эффективного использования вейвлет-фильтрации достаточно иметь лишь самую общую информацию о характеристиках полезного сигнала. Например, метод фильтрации с использованием дискретного вейвлет-преобразования потенциально способен отделить регулярный сигнал от стохастических помех, в том числе весьма близких к спектру полезного сигнала.

Целью исследования является создание алгоритма фильтрации на основе использования вейвлетов для увеличения соотношения сигнал-шум по сравнению с традиционной вейвлет-фильтрацией.

В работе показано, что сочетание частотной фильтрации и вейвлет-фильтрации сигналов позволяет существенно улучшить отношение сигнал-шум по сравнению с использованием только одной вейвлет-фильтрации. Полученный эффект можно объяснить отсутствием высокочастотных составляющих в спектре исходного сигнала, которые не попадают в соответствующий скейлинг-фильтр при вейвлет-фильтрации.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

Василів С.С. аспірант

*Інститут технічної механіки Національної академії наук України і
Державного космічного агентства України*

В умовах ринкової економіки перемагає той, хто пропонує дешевший товар при однаковій якості. Це стосується і ракетно-космічної техніки. Останні 30 років ця галузь змінилася мало,- нічого принципово нового не винайдено. Тому конструктори стараються зменшити вартість пускових послуг за рахунок конверсійних ракет-носіїв та покращення технологій виготовлення подібних машин.

Використання обчислювальної техніки дозволило скоротити затрати часу на розробку інженерних проектів, і суттєво підвищити точність розрахунків. Останнє, в свою чергу, зменшує об'єм експериментального відпрацювання. Однак цей аспект не стосується пошукових робіт. [1]

Для здійснення досліджень процесів в детонаційних ракетних двигунах в Інституті технічної механіки НАНУ і ДКАУ виготовлено їх моделі, а також модернізується стендове обладнання. [2]

З метою прискорення розробки, проектування проводилось з використанням прикладних програмних пакетів. Вихідними даними були значення максимального зусилля, а також ряд вимог, таких як жорсткість конструкції і уніфікація елементів для різних варіантів стендів.

Отриману інформацію про коливання рами буде використано для розробки методики і засобів вимірювання тягових характеристик. Результати 3-D моделювання використані для виготовлення елементної бази стендів. Розрахована динаміка коливань маятника також буде використана для проведення випробувань імпульсних детонаційних ракетних двигунів.

1. Галеев А.Г. Основы устройства испытательных стендов для отработки жидкостных ракетных двигателей и двигательных установок. / А.Г. Галеев, –руководство для инженеров-испытателей, Изд-во ФКП «НИЦ РКП», 2010. – 180 с.
2. Василів С.С. Розробка моделі для дослідження газифікації палива в спіновій детонаційній хвилі / Журнал «Вісник Дніпропетровського університету» серія «Ракетно-космічна техніка», Т22 №4 Вип. 17 том 1 ISSN 2409-4056 Дніпропетровськ, «Видавництво ДНУ», 2014 – 99 ст.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ НА БАЗІ ПРИТИСКНИХ ГУСЕНИЧНИХ РУШІЙ

Герасін О.С. асп., Козлов О.В. к.т.н., Запорожець Ю.М. к.т.н., Кондратенко Ю.П. д.т.н.
Національний університет кораблебудування ім.адм.Макарова

В багатьох розвинутих країнах світу для виконання різновидів технологічних операцій на складних просторових поверхнях, зокрема в небезпечних для життя і здоров'я людини умовах, успішно використовуються мобільні роботи (МР). Важливу роль при створенні таких МР відіграє вибір методів синтезу та моделювання систем стабілізації, програмного і адаптивно-інтелектуального керування та ін.

Розміщення постійних магнітів на гусеничних траках є найбільш поширеним вирішенням проблеми утримання МР на похилій феромагнітній поверхні [1]. Модель такого МР побудована на базі правил приведення навантажень до валу ведучого електродвигуна:

$$M_E = J_{\Sigma E} \frac{d\omega_{Ei}}{dt} + k_{EBF}\omega_{Ei} + \frac{1}{k_R} \left(J_{\Sigma W} \frac{d\omega_{Wi}}{dt} + k_{WBF}\omega_{Wi} + F_C \operatorname{sgn} \omega_{Wi} \frac{r}{2} + \right. \\ \left. + \frac{R_w}{4} \left(m_{MR} (g \sin \alpha \cos \varphi_{MR} + \frac{dV_{MR}}{dt}) + F_L + (J_{MR} \frac{d\omega_{MR}}{dt} + k_{TF}\omega_{MR}) \frac{1}{r_{MR}} \right) \right), \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

де M_E – електромагнітний момент двигуна; $J_{\Sigma E}$, $J_{\Sigma W}$, J_{MR} – моменти інерції двигуна, коліс з гусеницею та робота; ω_E , ω_W , ω_{MR} – кутові швидкості двигуна, ведучого колеса та МР; k_{EBF} , k_{WBF} , k_{TF} – коефіцієнти тертя в підшипниках двигуна, коліс та повороту, відповідно; k_R – передаточне число редуктора; R_w – радіус робочого колеса; m_{MR} – маса МР; r_{MR} , r – плечі повертуючої сили відносно центру МР та сили відризу F_C , створюваної країнім постійним магнітом; V_{MR} – лінійна швидкість МР; α – кут нахилу похилої площини; φ_{MR} – курс МР; g – прискорення вільного падіння; F_L – сила навантаження, яке діє при виконанні технологічної операції, $F_L = \text{var}$; i – номер гусениці. Основні складові моделі визначаються з рівнянь (2):

$$\omega_{Wi} = \frac{\omega_{Ei}}{k_R}, \quad V_{Ti} = \omega_{Wi} R_w, \quad V_{MR} = \frac{V_{T1} + V_{T2}}{2}, \quad \omega_{MR} = \frac{V_{T1} - V_{T2}}{r_{MR}}, \quad \omega_{MR} = \frac{d\varphi_{MR}}{dt}, \quad i = 1, 2, \quad (2)$$

де V_T – лінійна швидкість переміщення гусеници.

З (1) видно, що в такому випадку на ведуче колесо кожної гусениці (при переміщенні МР) діє додатковий момент навантаження від сили F_C . Крім того, під час руху гусениць постійно відбуваються співудари магнітів з робочою поверхнею, що призводять до розмагнічування та поступового руйнування магнітів, що в цілому знижує надійність робота.

В доповіді розглядається також концепція надійного зчеплення гусеничного МР з феромагнітною поверхнею – за допомогою окремих постійних магнітів достатньо великої площині [2], закріплених на сферичних шарнірах між гусеницями (енергоефективність процесу переміщення підвищується). Математична модель такого МР може бути записана за допомогою рівняння (1), за виключенням складової сили відризу магніту ($F_C = 0$).

Автори наводять результати комп’ютерного моделювання процесів переміщення та курсової стабілізації МР, використовуючи універсальне рівняння (1), а також порівняльний аналіз синтезованих регуляторів систем автоматичного керування МР такого типу з використанням сучасних програмно-апаратних засобів.

1. FugroSubseaServicesLimited. CaseStudy. HullCleaningandInspectionRobot. 2014. [Online] <http://goo.gl/XEVrw0>.
2. Патент України на корисну модель № 100341. Мобільний робот для механічного очищення корпусу судна / В.О. Кушнір, Ю.П. Кондратенко, А.М. Топалов, О.С. Герасін. – № u2015 00063; заявл. 05.01.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПУЛЬСАЦИОННО-РЕЗОНАНСНОГО СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И РАЗОГРЕВА СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Гичёв Ю.А. д.т.н., Ступак М.Ю. аспирант, Мацукевич М.Ю. студент
Национальная металлургическая академия Украины

При сушке и разогреве сталеразливочных ковшей применение пульсационного сжигания топлива создает предпосылки для экономии топлива без изменения основных принципов технологии сушки и разогрева. В случае резонанса, когда частота вынужденных колебаний совпадает с частотой собственных колебаний ковша, эффект пульсаций заметно возрастает при минимальных энергозатратах, связанных с генерацией пульсаций.

Результаты испытаний при сушке и разогреве сталеразливочных ковшей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытания пульсационно-резонансного сжигания топлива

| Сушка | | | | | Разогрев | | | | |
|---------|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| № опыта | Частота пульсаций, Гц | Температура футеровки, °C | Общий расход природного газа, м3 | Экономия природного газа, % | № опыта | Частота пульсаций, Гц | Температура футеровки, °C | Общий расход природного газа, м3 | Экономия природного газа, % |
| 1 | 18÷25 | >900 | 2370 | 7,8 | 1 | 18 ÷ 30 | 879 | 1550 | 22,5 |
| 2 | 18÷25 | 1050÷106 | 2120 | 17,5 | 2 | 18 ÷ 30 | 910 | 1610 | 19,5 |
| 3 | 18÷25 | 1100 | 2450 | 4,7 | 3 | 18 ÷ 30 | 750 | 1335 | 33,3 |
| 4 | 18÷25 | 1050÷112 | 2230 | 13,2 | 4 | 18 ÷ 30 | 737 | 1245 | 37,8 |
| 5 | 18÷25 | 1050÷112 | 2215 | 13,8 | 5 | 18 ÷ 30 | 777 | 1425 | 28,8 |
| 6 | 18÷25 | >900 | 1920 | 25,3 | | | | | |
| 7 | 18÷25 | >900 | 2140 | 16,7 | | | | | |
| 8 | 18÷25 | >900 | 2230 | 13,2 | | | | | |

При пульсациях заметно возрастает интенсивность теплообмена и исключаются застойные зоны в рабочем объеме ковша.

В целом результаты испытаний системы пульсационно-резонансного сжигания топлива на постах сушки и разогрева сталеразливочных ковшей позволили сделать следующие выводы:

- испытания показали достаточно высокую работоспособность пульсационного устройства и возможность обеспечения требуемых технологических условий;
- технологический резонанс установлен при сушке ковшей в диапазоне частот 18÷25 Гц, а при разогреве ковшей - 18÷30 Гц;
- уменьшение потребления природного газа и соответственно его экономия составили при сушке ковшей – 7,8÷25,3%, а при разогреве – 19,5÷37,8%.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОКНА АНАЛИЗА НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ СПЕКТРОВ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ГТД

¹В.Н. Журавлёв д.т.н., ²Т.В. Кртская д.т.н., проф., ³А.В. Папчёнков

¹ГТД ГП «Ивченко-Прогресс», ²Запорожская государственная инженерная академия,
³ОАО «Мотор Сич»

Проведен анализ длительности окна анализа спектральной обработки сигналов датчиков вибраций зубчатых передач газотурбинных двигателей. Теоретически обоснована [1] и экспериментально подтверждена методика, основанная на критерии минимальной дисперсии математического ожидания максимума спектральной плотности мощности сигнала зубцовой частоты. Предложенные математические модели критерия оптимизации длительности окна анализа квазистохастического сигнала вибраций деталей зубчатых передач газотурбинных двигателей [2] в первом приближении адекватны физическим процессам пересопряжения зубьев колёс редуктора и позволяют статистически определить точность методов цифровой обработки.

Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований позволяет сделать вывод о том, что несоответствие сигналов вибраций зубчатых пар требованиям стационарности на интервале интегрирования напрямую влияет на:

- максимум погрешности, который находится в диапазоне от одного до десяти периодов роторной частоты;
- пульсации погрешности, которые наблюдаются после $n = Z = 41$, т.е. интервала окна анализа, равного периоду фундаментальной частоты $Tf = Tr \cdot Z$, где Z – количество зубьев шестерни;
- точность расчёта спектральной плотности мощности в два раза выше, чем точность расчёта амплитудного спектра;
- пульсации параметра амплитуды с девиацией порядка 5% от математического ожидания, устранение которых возможно только методами статистического усреднения при изменении интервала окна анализа в пределах периода роторной частоты.

Методы анализа в спектральной области могут обнаруживать сигналы дефектов зубьев шестерён, которые будут больше среднеквадратического отклонения (5% для СПМ и 10% – расчёта амплитуд), этим фактом поясняется пороговая методическая чувствительность к зарождающимся дефектам;

Худшая чувствительность спектральных методов применительно к одиночным дефектам по отношению к групповым дефектам определяется коэффициентом, который пропорционален количеству дефектных зубьев диагностируемой шестерни и фундаментальной частоте пары шестерён.

Решена задача эксплуатационной вибродиагностики зубчатых передач, в том числе, редукторов ГТД.

1. Любые методы вибродиагностики зубцовых нестационарных сигналов, содержащие процессы интегрирования (свёртки) имеют, для сигналов редукторов ГТД, недопустимые погрешности в части анализа зарождающихся одиночных и групповых дефектов зубчатых пар. Этот вывод подтверждается историей развития и применения методов в задачах вибродиагностики. В задачах виброметрии эти методы приемлемы с учетом выводов данного раздела.

2. Относительно достоверные значения оценки частоты и амплитуды вибраций зубчатых пар можно получить при выборе интервала окна анализа не менее периода фундаментальной частоты для конкретного узла.

1. Журавлёв В.Н. Методическая адекватность спектральной модели в задаче технического диагностирования роторных деталей редукторов ГТД [Текст] / В.Н. Журавлёв, А.В. Папченков, С.А. Борзов // «Вестник двигателестроения» – Запорожье, АО "Мотор Сич", 2014. – № 2. – С. 221 – 228.

2. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: Справочник [Текст] / Под ред. Э.Б. Вулгакова. М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПРИВОДА ПРИ ОТРАБОТКЕ БОЛЬШИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Мельник С.А. студент, Зворыкин В.Б. к.т.н.
NMentAU

При отработке больших перемещений двигатель какое-то время работает на установившейся скорости, как правило, равной номинальной. Для этого выходное напряжение регулятора положения ограничивается на величине, соответствующей заданию на номинальную скорость. В этом случае при определении коэффициента усиления регулятора положения K_{pn} исходят из требования отработки по треугольному графику скорости некоторого настроичного перемещения S_3 . В качестве S_3 обычно принимают перемещение, при котором скорость в момент окончания разгона равна номинальной скорости двигателя $\omega_p = \omega_n$.

Показано, что путь, пройденный за время разгона и торможения, определится:

$$S_3 = S_p + S_m = \frac{C_n \omega_n^2 J M_{max}}{M_{max}^2 - M_c^2}, \quad (1)$$

где J - момент инерции привода; M_{max} - максимальный момент двигателя; M_c - момент статической нагрузки; C_n - коэффициент силового передаточного звена

С учетом выражения (1) коэффициент усиления регулятора положения можно рассчитать по формуле:

$$K_{pn} = \frac{K_c}{K_n} \times \frac{2(M_{max} + M_c)}{J \omega_n} \times \frac{1}{C_n}, \quad (2)$$

где K_c - коэффициент обратной связи контура регулирования скорости; K_n - коэффициент обратной связи контура регулирования положения

При настройке регулятора положения в соответствии с формулой (2) все перемещения, меньшие настроичной величины ($S_3 < S_{onm}$), отрабатываются с дотягиванием (рис. 1), но перерегулирования, нежелательного в системах позиционирования, не будет.

Перемещения, превышающие настроичное значение ($S_3 > S_{onm}$), относятся к большим. После достижения двигателем номинальной скорости рассогласование на входе регулятора положения еще достаточно велико, чтобы регулятор положения не вышел из ограничения. Средняя часть перемещения отрабатывается с постоянной, равной номинальной, скоростью и график скорости имеет вид, показанный на рис. 1.

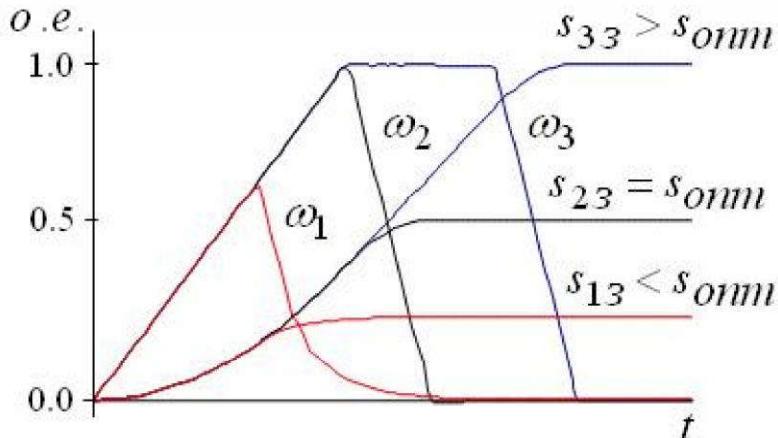


Рисунок 1 - Отработка средних и больших перемещений

АНАЛИЗ МЕРЫ СХОДСТВА ОБЪЕКТОВ ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Савчук Л. Н. к.э.н., Бандорина Л. Н. к.э.н., Савчук Р. В.
Національна металургійська академія України

Эффективность функционирования автоматизированных систем принятия решений во многом зависит от того насколько полно представлены в них все основные функции управления, а именно планирование, прогнозирование, учет, анализ и регулирование. Однако и в теории, и на практике основное внимание уделяется изучению и реализации, прежде всего, учетных и аналитических задач [1]. А ведь именно на этапе регулирования принимаются и оформляются управленические решения, создавая обратную связь и замыкая очередной цикл управления. Такое положение объясняется отчасти тем, что учетно-аналитические задачи решаются набором некоторых типовых экономико-математических методов, использующих прямой счет с ограниченным количеством вариантов входных характеристик для нахождения совокупности результирующих значений в некоторой структурно допустимой области решений. Считается, что функция принятия решений остается за человеком (ЛПР), он несет ответственность за принятое решение и организует его реализацию. При этом утверждается некая уникальность каждого решения в соответствии с неповторимостью производственных ситуаций, для которых они разрабатываются, и субъективными предпочтениями ЛПР.

Проведенный авторами анализ управленических решений для целого ряда производственных задач показал, что ЛПР, как правило, имеет некоторый ограниченный набор допустимых решений для определенного класса ситуаций. Поэтому перед принятием решения он определяет меру сходства текущей производственной ситуации с тем или иным классом и ставит ей в соответствие решение из набора допустимых для выбранного класса [2]. Таким образом процесс принятия решений можно представить в виде задачи разделения множества производственных ситуаций на более мелкие классы. Для этого целесообразно построить иерархическую систему, объединяющую в группы сходные ситуации методом построения дендрограмм. Множество производственных ситуаций C_i ($i=1, n$) характеризуется набором признаков c_{ip} ($p=1, k$). Признаки могут быть самыми различными, поэтому их необходимо нормировать, чтобы привести к единому интервалу изменения. Для группировки производственных ситуаций во взаимно связанные классы рассчитывается симметричная матрица, элементы которой являются расстояниями между ситуациями. Затем необходимо последовательно выполнять процедуру объединения ближайших ситуаций или групп в новую группу. На первом шаге объединяются две ситуации с минимальным расстоянием, которое запоминается как значение иерархического уровня первой стадии группировки. На каждом последующем этапе снова выбираются наиболее близкие ситуации и запоминается следующее значение иерархического уровня образованной группы. Процедура группировки заканчивается на ($n-1$) шаге. Для наглядности полученных результатов объединения производственных ситуаций в сходные группы строится ступенчатый график (дендрограмма). Для групп ситуаций каждого иерархического уровня у ЛПР, как правило, имеется типовое решение и вербальная характеристика уровня сложности ситуации с точки зрения выбора управленического воздействия. Включение в систему принятия управленических решений предложенной модели объединения в группы схожих ситуаций позволит повысить эффективность системы управления.

1. Марюта А. Н., Бойцун Н. Е. Экономико-математическое моделирование и оптимизация управления организациями/А.Н. Марюта, Н.Е. Бойцун.-Днепропетровск: Издательство ДНУ, 2001.- С. 540.
2. Савчук Л. М., Сокиринська І. Г. Діагностика фінансового забезпечення в процесі управління підприємством/Л.Н.Савчук, І.Г.Сокиринська. - Дніпропетровськ: ВАТ «Видавництво «Зоря».- 2005.- С.128.

РОЗПІЗНАВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ НОМЕРІВ

ЗА ДОПОМОГОЮ БІБЛІОТЕКИ OPENCV

Сафаров О.О.к.т.н., Гончарова Ю.О. студентка

Дніпропетровський національний університет ім.О.Гончара

Важливою особливістю існуючих рішень систем автоматичного розпізнавання автомобільних номерів є їх орієнтованість на стандарти номерних знаків, які можуть відрізнятися за багатьма характеристиками. Тому завдання автоматичного розпізнавання номерних знаків автотранспортних засобів є актуальною і практично важливою проблемою. Рішення даної задачі можна представити у вигляді комплексу алгоритмів обробки і аналізу зображень, що включає в себе виявлення області номера на зображенні, сегментацію символів і розпізнавання символів. Даної роботи присвячена реалізації розпізнавання номерного знаку, спираючись на алгоритми, що застосовуються в обробці зображень і їх реалізації в рамках бібліотеки OpenCV.

Алгоритм розпізнавання складається з декількох етапів. Спочатку відбувається переклад вихідного зображення в градації сірого. Кольорове зображення перетворюється в чорно-біле і представляється в градаціях сірого. Другий етап – бінаризація. Одним з найпопулярніших алгоритмів обчислення порогу бінаризації є метод Отсу, який часто є найефективнішим, як по швидкодії, так і за якістю [1].

Наступний етап – знаходження контурів і операції з ними. Звичайна послідовність дій при розпізнаванні об'єктів методом контурного аналізу:

1. виділення контурів об'єктів;
2. первинна фільтрація контурів (по периметру);
3. сквалізація контурів (приведення до єдиної довжині, згладжування);

4. перебір всіх знайдених контурів і пошук шаблону, максимально схожого на даний контур (або ж сортування контурів за якоюсь ознакою).

Наступний етап – виділення областей – це пошук точок, які, ймовірно, містять номерну пластину. Функція cvMinAreaRect2 повертає значення CvBox2D, яке описує прямокутник, котрий може бути повернений відносно системи координат зображення на кут angle. Після фільтрації, області, що залишилися, піддаються детальному аналізу. Завданням цього етапу є визначення рівняння прямих, що відповідають верхній і нижній межам номерного знаку. Кожна точка кордонів, отриманих на попередньому етапі, породжує ціле сімейство прямих, що проходять через неї. Від обраної точки будеться чотирьохзв'язкова область. Таким чином відбувається виділення прямокутника [2]. З розташуванням символу на номері, стає ясно – це буква або цифра. Чорний піксель відзначається як одиниця. Фоновим пікселям відповідають комірки з записаними в них відстанями до найближчого чорного пікселя зі знаком мінус. Відстань обчислюється по одній з наступних формул (1-2):

$$d = \max(x, y) \quad (1)$$

$$d = x + y. \quad (2)$$

де x, y – модулі зсувів до найближчої чорної точки.

Подальші дослідження будуть спрямовані на узагальнення методу розпізнавання для декількох типів автомобільних номерних знаків об'єднання з програмою локалізації номерної пластини.

1. Арлазаров В.Л. Адаптивноераспознаваниесимволов:Сб. трудов ИСА РАН "Интелектуальныетехнологииввода и обработкиинформации"/В.Л.Арлазаров, Н.В.Котович, В.В.Троянкер, 1998
2. Ян Д.Е. Новаятехнологияраспознаваниясимволов. Теория, практическаяреализация, перспективы / Д.Е.Ян, К.В.Анисимович, А.Л.Шамис. –М.: Препринт, 1995

РОЗРОБКА ФРЕЙМОВОРКУ НА БАЗІ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ SCALA ДЛЯ СТВОРЕННЯ RESTFUL ВЕБ-СЕРВІСІВ

Спірінцев В.В. к.т.н., Кушка А.А. студент

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Ми живемо у добу динамічного росту аудиторії мережі інтернет. Інфраструктура сучасних веб-додатків повинна легко та вчасно масштабуватися для того, щоб надавати якісні послуги користувачам. Але при збільшенні проекту стає все складніше дотримуватися стабільності додатку, а швидкість написання нового функціоналу знижується. Вирішенням цієї проблеми є розбиття додатку на веб-сервіси, але це збільшує кількість несподіваних ситуацій (проблеми з мережею, неочікуване змінення протоколу передачі даних і т.ін.) [1]. Для їх запобігання необхідно використовувати інструменти, які попередять розробника про наявність помилок.

Ефективним засобом для цього є вибір мови Scala [2], яка має потужний статичний аналізатор та підтримку функціональної парадигми програмування. Враховуючи вищезазначене, актуальним питанням є створення фреймворку для швидкої розробки веб-сервісів, який організує роботу між компонентами системи (рисунок 1), та дозволить швидко додавати нові компоненти до інфраструктури.



Рисунок 1 – Схема доступних компонентів

Розроблений фреймворк дозволяє з легкістю створювати нові веб сервіси завдяки набору вбудованих компонентів. Кожен компонент є незалежною частиною та легко комбінується з іншими частинами. Також, для оптимізації роботи, розроблено генератор коду, що дозволяє створювати контролери для доступу до моделей даних.

Функціонал розробленого фреймворку дозволяє створювати комплексні веб-додатки, поділені на безліч сервісів. При цьому кожен з них створений на основі готових компонентів.

Подальші дослідження слід проводити в напрямку розширення функціоналу компонентів та їх інтеграції зі сторонніми сервісами.

1. Bessis N. Development of Distributed Systems from Design to Application and Maintenance [Text]/N.Bessis.- 2012 - 367p.
2. Odersky M. Programming in Scala: A Comprehensive Step-by-Step Guide [Text]/M.Odersky.- 2011 – 883p.

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ БАГАТОЕТАПНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

¹ Ус С.А. к. ф.-м. н, ² Станина О.Д.

¹ ДВНЗ «Національна гірнича університет»

² ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Значна частина робіт в області дослідження операцій присвячена вивчення питання планування та розміщення об'єктів [1]. Такі завдання широко поширені на практиці, оскільки область, в якій проводиться розміщення, може мати різні структуру і характеристики, а «об'єкт» може трактуватися досить широко.

Змістовну постановку багатоетапної задачі розміщення можна сформулювати наступним чином: необхідно розмістити виробництво, що включає в себе підприємства I етапу і підприємства II етапу в області, таким чином, щоб сумарні витрати на доставку сировини (напівфабрикатів) і готової продукції були мінімальні. Передбачається, що місця можливого розташування підприємств II етапу, а також місця розташування споживачів заздалегідь відомі.

Математична постановка такої задачі представлена в [2]

Відмінною рисою цієї задачі є те, що підприємства I етапу можуть бути розташовані в будь-який точці області та, одночасно з тим, для кожного з них визначається зона обслуговування. Зрозуміло що, при розв'язуванні такої задачі виникають певні ускладнення. По-перше, наявність зв'язків між етапами не дозволяє повністю розділити задачу на дві окремі, більш прості підзадачі. По-друге, незважаючи на визначеність можливих місць розташування для підприємств II етапу, зрозуміло, що будь-яка дискретизація задачі, хоч і полегшує подальше її розв'язування з одного боку, з іншого – погіршує отриманий розв'язок за рахунок втрати частини даних. Тому, для вирішення багатоетапної задачі розміщення було запропоновано алгоритм, відмінною рисою якого є використання синтезу генетичного алгоритму та методу ОРМ [3], який в свою чергу включає r-алгоритм Н.З.Шора. Таким чином, для розташування підприємств I етапу використовується метод ОРМ, який вже зарекомендував себе. А для підприємств II етапу в свою чергу, використовується генетичний алгоритм, що з одного боку дає задовільні рішення для задачі невеликої розмірності, а з іншого боку може бути застосований і для задач великої розмірності. Крім того генетичний алгоритм, на відміну від більшості класичних методів оптимізації, не має якихось значних вимог щодо виду цільового функціоналу, випуклості тощо, що значно спрощує задачу. Більш того, даний алгоритм, дозволяє працювати навіть на неперервних множинах, що, безсумнівно, дуже важливо для задач такого роду.

Таким чином, можна зробити висновок, що використання генетичного алгоритму при розв'язуванні багатоетапної задачі розміщення виробництва дозволяє сформувати набір досить хороших рішень, а правильна настройка параметрів алгоритму – забезпечує отримання прийнятного рішення за оптимальний час. Окрім цього, використання такого методу спрощує реалізації алгоритму та, що доволі важливо, надає можливість обирати варіант з декількох можливих, що на практиці може мати вирішальну роль.

1. Drezner, Z. & Hamacher, H. 2001. Facility Location: Application and Theory. Berlin: Springer
2. Ус С.А., Станина О.Д. О математических моделях многоэтапных задач размещения предприятий // Питання прикладної математики і математичного моделювання Дніпропетровськ, Видавництво ДНУ, 2014, С. 258-268
3. Киселева Е.М., Шор Н.З. “Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения” - К.: Наукова думка, 2005. – 564 с

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НОВОЙ МЕТОДИКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАМЕНТА

Халипова В.Д. аспирант

Днепропетровский национальный университет им.О.Гончара

На основании психологических теорий и накопленного человечеством опыта известно, что люди с разным темпераментом лучше справляются с определенным видом деятельности. Этому способствует наличие определенных особенностей – свойств темперамента.

Известный классик теории темперамента Ганс Айзенк, по методикам которого составлены тест Айзенка-EPQ. На основании результатов теста можно определить выраженнуюность нейротизма, психотизма, экстра- и интроверсии у испытуемого. Вопросы теста содержат скрытую зависимость с характеристиками темперамента. Испытуемому предлагаются вопросы с характеристиками психики в ходе тестирования, которые максимально с его точки зрения присущи ему или нет. Целью исследования является разработка математического описания теста и обработки результатов тестирования по новой методике самооценки темперамента, сравнения двух тестов (классической и новой методики) на основе анализа результатов тестирования испытуемых.

Методика Айзенка-EPQ содержит 25 вопроса на выраженнуюность нейротизма, 25 – экстра- и интроверсию, - психотизма. Каждый вопрос совпадший с ключом соответствует 1 баллу, не соответствующий – 0 баллов. Новый тест содержит 30 вопросов, оценка ответов аналогична методике Айзенка-EPQ. Результат тестирования испытуемого – это подсчет баллов при совпадении и несовпадении ответа с ключом теста. Для графического представления результатов тестирования предложено рассматривать точку на системе координат (экстра- интроверсия и нейротизм) для определения типа темперамента. Например, для экстра- и интроверсии (одна из координат):

$$X = 0.5 \sum_{k=1}^n (R(k) \cdot \Phi(k) + 1) \cdot \mathcal{E}(k) \quad (1)$$

Максимальное значение показателей экстра- и интроверсии и нейротизма составляет 25 и 30 баллов соответственно для двух тестов. В зависимости от расположения точки (по двум координатам X и Y), отражающей результаты тестирования, делаются суждения о темпераменте испытуемого.

Проверка соответствия двух тестов проводится на основании сравнения результирующего темперамента испытуемого, т.е. если по классическому тесту испытуемый сангвиник, то останется ли он сангвиником по результатам нового теста. Для проверки соответствия результатов двух тестов используется метод сравнения на основе критерия хи-квадрат. В классической методике и новой методике самооценки темперамента определяется число не совпадающих с ключом решений k_1, k_2 для каждого свойства и на основе этих значений вычисляют показатель соответствия тестов, значение z

$$z = \frac{(k_1 n_2 - k_2 n_1)^2 (n_1 + n_2 - 1)}{n_1 n_2 (k_1 + k_2)(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 - k_1 - k_2)} \quad (2)$$

Если $z \leq z_0$, то показатель определенного свойства темперамента личности одного теста соответствует значению, измеренному другим тестом.

Для оценки работоспособности новой методики тестирования проведено тестирование среди 18 студентов физико-технического факультета. Экспериментальное исследование показало соответствие типа темперамента для 13 человек и несоответствие для 5-х. При сравнении свойств личности для каждого из testируемых получили 3 несоответствия результатов для 13 человек и 2 несоответствия для 5 человек по результатам тестирования по двум методикам. Таким образом, подтверждается работоспособность новой методики.

КОГНИТИВНО-ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИВЫХ ЭРМИТА-КУНСА 5-ГО ПОРЯДКА

¹ Хомченко А.Н. д.ф.-м.н., ² Астионенко И.А. к.ф.-м.н., ² Литвиненко к.т.н.

¹ Черноморский государственный университет им. П. Могилы (Николаев)

² Херсонский национальный технический университет

В теории полиномиальной интерполяции наибольшее распространение получили две версии: интерполирование с простыми узлами (по Лагранжу) и интерполирование с кратными узлами (по Эрмиту). Интерполяционные полиномы Кунса – частный случай интерполяции по Эрмиту. В последние годы элементы Кунса привлекают внимание разработчиков и пользователей метода конечных элементов (МКЭ).

С 1967 г. появление интерполяционных функций Кунса связано с разработкой систем автоматизированного проектирования транспортных средств, в частности, легковых автомобилей [1]. Полиномы 3-го порядка обеспечивают C^1 -гладкость, когда непрерывна сама функция и ее касательные. Базис Кунса способен обеспечить повышенную гладкость на границах между дискретными элементами, что позволяет конструировать обтекаемые формы. С учетом требований аэродинамики потребовалась C^2 - гладкость, обеспечивающая еще и непрерывность кривизны. Для этого уже необходимы полиномы Кунса 5-го порядка.

Традиционный подход к построению базиса Кунса предусматривает составление и решение СЛАУ. Представляет интерес разработка других (нематричных) методов конструирования кривых Кунса. Вероятностно-геометрический метод конструирования полиномов Кунса 3-го порядка описан в [2]. В работе предложен новый подход: когнитивно-графический метод построения полинома Кунса 5-го порядка позволяет отказаться от матричной процедуры, заменив ее интегрированием простого дифференциального уравнения 2-го порядка на двух канонических интервалах: $[0,1]$ и $[-1,1]$.

В задачах интерполяции по Эрмиту-Кунсу узлы интерполяции хранят содержательную геометрическую информацию об интерполяционном полиноме. Построение кривых Кунса путем когнитивно-графического анализа их особенностей порождает новые знания о кривых Кунса, в частности, их связи с функциями распределения вероятностей и квадратурными формулами Гаусса. Новый метод обнаруживает тесные связи полиномов Кунса 5-го порядка с полиномами 2-го порядка Бернули и Лежандра, определяющими координаты расчетных узлов квадратуры Гаусса повышенной точности (модифицированная формула трапеций).

Фактически, для кривых Кунса пятого порядка мы решаем обратную задачу на кривизну, для кривых третьего порядка – это обратная задача на касательную.

1. Жермен-Лакур П. Математика и САПР. /П. Жермен-Лакур, П.Л. Жорж, Ф. Пистр, П. Безье. – Кн. 2. – М.: Мир, 1989. – 264 с.

2. Хомченко А.Н. Интерполяция по Кунсу и геометрическая вероятность /А.Н. Хомченко, Н.А. Козуб // Проблеми інформаційних технологій. – Вип. 5. – Херсон: ХНТУ, 2009. – С. 145-148.

СЕКЦІЯ 7

ІНФОРМАЦІЙНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ТА НАУКИ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

DISTANCE EDUCATION FOR METALLURGISTS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Stupak Yuriy PhD (Ing.), Bobkova Larisa, Master Teacher

National Metallurgical Academy of Ukraine, Institute of Integrated Education

Distance learning (DL) has been discussed in Ukraine for about 20 years. Moreover, more than 20 centers, including those founded at universities, which offer services of distance learning or its elements, were created during that period and they are still functioning (with different extent of success) [1]. Among them there are both "trailblazers" (Kyiv and Kharkiv Polytechnic Universities, Academy for Public Administration under the President of Ukraine and others, including Oles Honchar University and State Academy of Civil Engineering and Architecture in Dniproprostrovsk) and recently founded ones. In 2014 distance education has gained full legitimacy as a new Law of Ukraine "About Higher Education", in which distance mode of study is specified in among others possible in higher educational institutions (clause 49 of the Law), has come into force. However, this mode of study is observed as a secondary mode, not as an independent one. According to the said Law it is possible to join various modes of study.

Some experience which has been gained by our institute on use of elements of distance learning in educational process [2] makes it possible to point out some advantages and disadvantages of the given mode of study. First of all, it would be desirable to underline once again a common truth: a very strong motivation of trainees is necessary for qualitative distance learning, without it DL turns simply to fiction. This motivation should be really strong! Unfortunately, teachers' experience of permanent consultations for students by e-mail (which are carried out regularly and now) shows that the given aspect (which is not by far the only one!) still leaves much to be desired. A sharp decrease in the level of students' school education is another obstruction which makes it impossible to speak about DL seriously now. Our working training programs and lecture headings (both for engineers and economists) are developed in compliance with standards of higher education, and they in any way do not provide repetition of various themes of a school program, to which teachers are even more often forced to resort to make students learn a new material. If you consider insignificant quantity of the hours designated for lectures, you will see that yesterday's schools graduates, who have no basic knowledge in mathematics, physics and chemistry, cannot count neither on high progress, nor on quality of instruction of the future specialists in any sense of this concept.

And how does distance training is carried out at other universities in Ukraine? You may observe a list represented on a site [1]. More than half of resources specified there are "temporarily" (?) out of service, and even those of the "players" which were among the first ones and have significant experience in DL sphere.

In our opinion, the way chosen by Dniproprostrovsk National University [3] is the most perspective one today in DL sphere: they offer distance courses on separate disciplines (as auxiliary in educational process) along with traditional (internal) mode of study, as well as educational and methodical materials. Their entrants are offered training for an independent testing, occupational guidance, etc. Today such approach is the most reasonable.

1. Information- analytical portal "Higher Education" <http://vnz.org.ua/dystantsijna-osvita/tsentry-do>. Review date 2016/03/01.
2. Pliskanovsky S., Hohlova T., Stupak Y. Strategy of quality in industry and education – academic collaboration development. SIIPTR – Institute of Integrated Education – TU-Varna. // XI Int. Conf. „Strategy of Quality in Industry and Education” (June 1–5 2015, Varna, Bulgaria): Proceeding. Vol. I. – Dniproprostrovsk-Varna, 2015. – P. 9-15.
3. Portal of Centre of the Methodology of Distance Learning Oles Honchar Dniproprostrovsk National University. http://distance.dnu.edu.ua/ukr/index_ukr.html. Review date 2016/03/01.

СИСТЕМА ОНЛАЙН-АНКЕТУВАННЯ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СУЧАСНОМУ ВНЗ

Грицук Ю.В.¹к.т.н., Грицук О.В.²к.психол.н., Грицук В.Ю.³ студент

¹ Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ,

² Горлівський інститут іноземних мов

³ ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», м. Артемівськ,

³ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У навчальному процесі завжди важливий зворотній зв'язок того, хто навчається, з тим, хто навчає. Для того, щоб почути думку студентів про навчально-виховний процес, деякі його етапи, особливості їх мотивації, проблеми, що існують у студентів, не обов'язково витрачати багато часу на індивідуальні бесіди з ними. Сучасні інформаційно-комунікативні технології забезпечують можливість дистанційного зв'язку зі студентами, причому одразу з великою кількістю за допомогою онлайн-сервісів.

За допомогою хмарних онлайн-сервісів можна забезпечити одночасний доступ до набору питань (анкети), відповіді на які цікавлять викладача. Розробивши один раз цю анкету, інструкцію до неї, викладач не витрачає зайвого часу на те, щоб пояснити кожному респондентові мету анкетування, порядок відповідей на питання, кінцевий результат.

Маючи гіперпосилання на анкету, студент у свій вільний час може зайти до необхідного сервісу, запустити анкетування, відповісти на питання у власному темпі, відіслати результати викладачу.

На сьогоднішній день онлайн-анкетування набуває широкого використання, тому що має наступні переваги з боку викладача[1, 2]:

- можливість визнати відсутність знань або навичок;
- можливість оперативно отримувати інформацію від студента;
- необхідне опитування за короткий час може охоплювати велику кількість респондентів;
- відносно мала трудоємкість кількісного аналізу отриманих результатів;
- відсутність безпосереднього впливу викладача при опитуванні студентів онлайн;
- визначення та подальше корегування (за необхідністю) потреб цільової аудиторії.

Необхідно зазначити велику продуктивність та достатню об'єктивність відповідей студентів, тому що:

- студентам відомо, що їхні відповіді не оцінюються, тому вони більш відкрито відповідають на питання;
- у респондентів є можливість обмірювати власну відповідь, виправити її;
- немає фактору суб'єктивного ставлення з боку викладача до студента.

В деяких випадках доцільним може бути сумісне використання і тестів, і опитування, наприклад, перед контрольним тестуванням використати блок самооцінки.

До найбільш зручних засобів створення онлайн-опитувальників можна віднести можливості хмарних сервісів Google Диск (Google форми) або OneDrive від Microsoft (створення опитувань Excel). Більш доцільним, на думку авторів, є використання сервісів OneDrive, оскільки у такому випадку можна отримати ще ряд переваг, що стосуються спільної роботи викладачів і студентів у «хмарі».

Описані інструменти доречно використовувати не тільки для проведення опитувань або анкетування в Мережі, а й як засіб організації мережевого спілкування за принципом «зворотного зв'язку», коли студенти можуть задати питання на визначену тему, а викладач може публікувати відповіді, наприклад, у блозі навчального напрямку або соціальній мережі.

1. Стародубцев В.А. Создание персональной образовательной среды преподавателя вуза: учебное пособие / В.А. Стародубцев. – Нац. исслед. Томский политех. университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 124 с.

2. Протасов М. Тесты или опросы [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://protasovelearn.livejournal.com/2880.html#>

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА УНИВЕРСИТЕТА

Короткая Л.И., к.т.н.

ГВУЗ "Украинский государственный химико-технологический университет"

Технология создания больших программных систем сталкивается с их возрастающей сложностью, вызванной не только увеличением размеров и функциональности, но и частой сменой потребностей пользователей и ростом требований к качеству создаваемого программного продукта. Использование рационального унифицированного процесса (Rational Unified Process – RUP) позволяет обеспечить формализованный подход к определению задач и обязанностей по их решению, кроме того, рекомендации RUP могут быть использованы при описании процессов организации с целью их реорганизации.

Как известно, структурная и функциональная организация учебного процесса (УП) имеет сложное устройство и большой объем взаимосвязанной документации, в том числе: учебные планы, списки студентов и дисциплин согласно планам, текущая успеваемость и пропуски студентов, отчетная документация по результатам сессии и пр. Поэтому упорядочивание потоков информации, касающейся учебного процесса, является весьма актуальным в высшем учебном заведении. С этой целью для объектно-ориентированного анализа и проектирования информационной системы (ИС) УП в работе предлагается использовать унифицированный процесс, в соотношении с которым рассматривается разработка моделей с использованием UML (Unified Modeling Language) [1].

В соответствии с этапами работ по RUP разработаны модели и диаграммы UML. Для достижения целей бизнес моделирования разработаны модели бизнес процессов (Business Use-Case Model), описаны основные виды деятельности при проведении работ и их потоки на этом этапе. Для разработки модели бизнес процессов использована диаграмма функций (Use Case Diagram) унифицированного языка моделирования. Для отображения целей, поддерживающих бизнес процессы, используются элементы классы с заданными стереотипами целей. Цели бизнес процессов построены в пакете, а модель целей имеет иерархическую структуру, так как цели использования автоматизированной системы (AC), например, для ректората или деканата разнятся. Поэтому на втором и на последующем уровне иерархии отображаются группы целей, а на последнем уровне – непосредственно цели, связанные с соответствующими процессами. Так на последнем уровне иерархии разработанной ИС, например, для бизнес роли «деканат» одной из конечных целей является работа с базой данных (БД) дисциплин в соответствии с учебными планами, внесение рейтинговых карт и пр. Для моделирования потока работ в системе использованы диаграммы деятельности (Activity Diagram) языка UML. По модели потока работ определяются виды деятельности, подлежащие автоматизации: бизнес требования, на основании которых определяются функции разрабатываемой ИС. Элементарная «деятельность» используется для одного действия, например, для профессорско-преподавательского состава работа с АС учебного процесса должна давать возможность создавать новые журналы текущей успеваемости, заполнять их, формировать семестровые ведомости и пр. Очевидно, что каждую деятельность можно декомпозировать с использованием другой диаграммы деятельности. При проектировании входных/выходных данных, пользовательского интерфейса, БД, классов, реализующих функции ИС, использованы модели бизнес сущностей и их состояний. С целью разграничения доступа к системе и ее данным разработаны модели ролей разного уровня. Разработаны модели бизнес правил, составлена проектная и сопутствующая документация.

Применение унифицированного процесса разработки позволяет уменьшить затраты проекта, уложиться в заданные сроки и повысить качество программного продукта.

1. Золотухина Е.Б. Методическая разработка «Основы бизнес моделирования». – М.: 2005. – 90 с.

РОЗРОБКА ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ ІНТЕРАКТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Спірінцев В.В. к.т.н., Бондаренко А.А. студентка

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Розповсюдження комп’ютерної техніки і зв’язаних з нею інформаційних і телекомунікаційних технологій породжує нові напрямки в інформатизації діяльності людини практично в будь-якій сфері суспільного життя. Зараз спостерігаємо інтенсивне впровадження інформаційних систем і технологій у навчальний процес всіх ланок освіти. Набирає популярності дистанційна форма навчання, основу якого складають спеціалізовані WEB-орієнтовані інтерактивні навчальні системи, що представляють собою спеціальну форму організації пізнавальної діяльності та мають за мету створення комфорутних умов навчання, за яких кожен користувач відчуває свою самостійність, успішність та інтелектуальну спроможність [1]. При цьому навчальний процес здійснюється за умови постійної, активної взаємодії користувача з інформаційною системою, враховуючи властивості людини, її органів чуття до сприйняття інформації.

Для створення подібних систем існує декілька варіантів рішень, зокрема, створення системи «вручну» (за взаємодією користувача з ресурсами можна поділити на пасивні, активні або інтерактивні) та використання вже готових систем (CMS - системи). Для створення інформаційної системи «вручну» найчастіше використовують: HTML, CSS, Perl, ASP, JSP, PHP, Python, Ruby, JavaScript, AJAX та інші. Кожен з наведених засобів створення інформаційних систем має свої переваги та недоліки.

Зараз набирає популярності платформа ASP.NET MVC, що є фреймворком для створення WEB-додатків за допомогою реалізації паттерну MVC (Model-View-Controller). Перевагами даної концепції є чітке розділення логіки подання (інтерфейсу користувача) і логіки додатку. Концепція паттерну припускає розділення сайту на три компоненти: *Контролер (Controller)*, *Подання (View)*, *Модель (Model)* представляє клас, що описує логіку використовуваних даних. Взаємодія між блоками схематично представлена на рисунку 1.

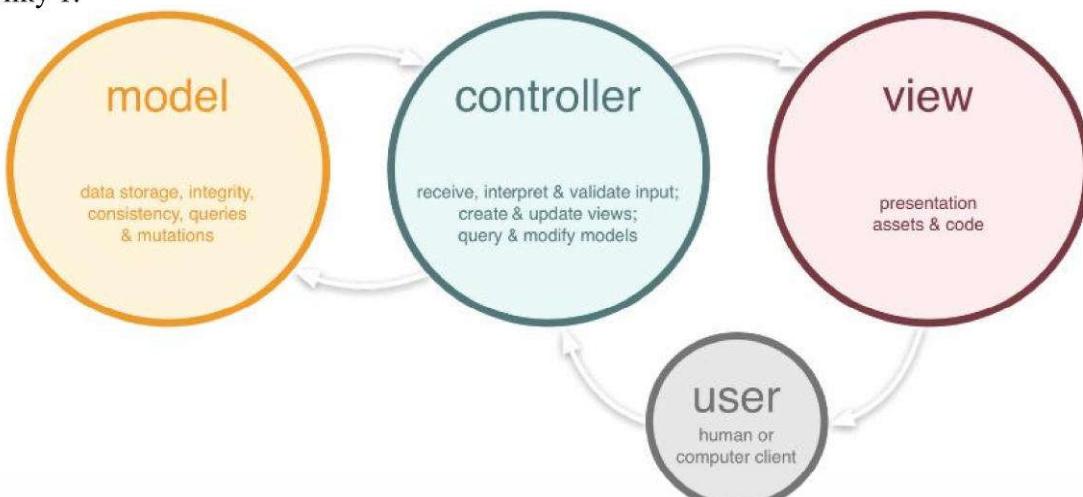


Рисунок 1 - Взаємодія між блоками

Розглянута концепція MVC істотно зменшує складність великих додатків, більш ефективно структурує код, що полегшує підтримку, тестування і повторне використання реалізованих рішень. Це свідчить про ефективність її використання при розробці web-орієнтованих інформаційних систем.

1.Буйницька О.П. Інформаційні технології та технічні засоби навчання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів/ О.П. Буйницька.-Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький, 2011. – С.184.

2. Adam Freeman. Pro ASP.NET MVC 5 Platform [Text]/ Freeman Adam.- Apress.- 2014.- 428p.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОДГОТОВКИ БІЛЕТОВ ДЛЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Хорольский О.А., Дубинский А.Г. к.т.н.

Дніпропетровська медична академія МОЗ України

Одним из ключевых отличий системы высшего медицинского (фармацевтического) образования Украины от других отраслей знаний является проведение многоуровневой государственной аттестации, которая осуществляется в форме стандартизированного тестового экзамена (лицензионного интегрированного экзамена) КРОК-1,2[1].

Для обеспечения качественной подготовки студентов к этой форме аттестации, целесообразно переходить к комплексным тестовым экзаменам, которые будут проводиться на каждом курсе обучения. Позитивные результаты внедрения семестрового комплексного тестового экзамена показывает опыт Тернопольского гос. мед. университета им. И.Я. Горбачевского [2]. В Днепропетровской медицинской академии также было принято решение о поэтапном внедрении тестовых интегрированных экзаменов для проведения итогового модульного контроля по нескольким учебным дисциплинам.

Интегрированный экзамен на основе тестов позволяет получить более объективную оценку знаний студента, уменьшить влияние человеческого фактора, а также помогает студентам привыкнуть к форме контроля, которая применяется для государственной аттестации. Проведение интегрированного экзамена требует подготовки кафедрами банка тестовых заданий, формирования бланков тестов и эталонов ответов, а также автоматизации процедуры сканирования и распознавания ответов студентов.

Для подготовки экзаменационных билетов была разработана программа в среде Microsoft Access 2003. База данных включает 6 таблиц, 2 формы и 7 функций. Актуальная таблица тестовых вопросов содержит 22000 записей. В составе вопросов и ответов могут быть использованы текст и графические изображения или их комбинация.

Программа позволяет работать с большим количеством вопросов (до 500 000); количество разделов (дисциплин) – до 500; количество уникальных вариантов билетов – до 1000, количество вопросов в варианте – до 200. Время генерации комплекта билетов (20 вариантов по 200 вопросов) – порядка 30 минут.

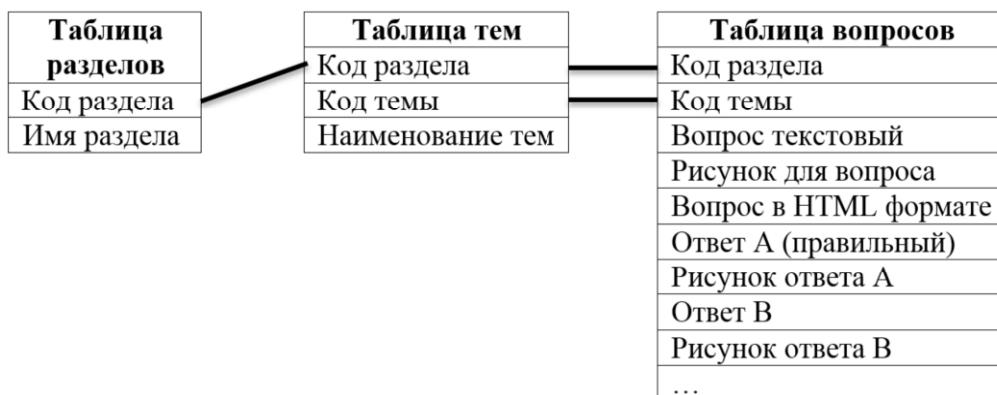


Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных

С 2015 года программа успешно применяется сотрудниками учебно-методического кабинета ДМА. Мы готовы сотрудничать с другими вузами, у которых есть потребность в автоматизации составления билетов для комплексного тестового экзамена.

1. Вороненко В.В., Волосовець О.П. та ін. Попередні підсумки запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих медичних навчальних закладах та шляхи подальшого удосконалення його організації //Медична освіта.– 2013. – №2.– С.18-22
2. Марценюк В.П., Стаканська О.О. Системний аналіз результатів впровадження інноваційних технологій навчання з метою забезпечення якісної підготовки лікарів //Медична інформатика та інженерія. – 2012. – №4.– с.13-19.

ИНСТРУМЕНТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Штефан Т.А.

Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина.

Дистанционное обучение внедряется в Украине с 2000 года и является одной из форм обучения в высшем учебном заведении [1]. Использование Интернет технологий и дистанционного обучения открывает новые возможности для непрерывного обучения и переучивания специалистов, получения второго образования, делает обучение более доступным [2]. В украинских вузах дистанционная форма обучения пока не распространена, поэтому многие вузы предпочитают делать ставку на дистанционные технологии в обучении (электронные библиотеки, видеоконференции, онлайн-тестирование) для поддержки своих студентов и обеспечения им постоянного доступа к материалам лекций и прочей информации [3].

Современные тенденции уменьшения количества аудиторных часов, отведенных для изучения фундаментальных курсов студентами технических специальностей вузов Украины, ведет к необходимости внедрения элементов дистанционного (то есть самостоятельного) обучения. Отметим, что на сегодняшний день ощущается недостаток методических материалов по подготовке и проведению дистанционного обучения [2], поэтому разработка соответствующих специфике дистанционного обучения учебно-методических материалов является актуальной задачей. Вместе с тем организация самостоятельной работы студентов является одним из наиболее сложных методических вопросов учебного процесса в ВУЗе, а с другой стороны и наиболее эффективным способом получения и закрепления знаний [1,2].

Представлены методические разработки для самостоятельной работы студентов во время изучения курса «Математическая статистика», внедренные автором на кафедре высшей математики ЗНТУ [3]. Предложено свое видение перераспределения материала на примере одного из заключительных при изучении разделов курса высшей математики в техническом университете «Элементы математической статистики».

Среди инструментов дистанционного обучения студентов-бакалавров, обучающихся на Машиностроительном, Транспортном, Инженерно-физическом, Электротехническом факультетах ЗНТУ, мы применяем [3]:

- 1) электронные учебники и методические пособия;
- 2) математические модели изучаемых процессов и явлений;
- 3) многообразные контрольные, тестовые и расчетно-графические задания (образцы выполнения доступны на сайте кафедры ВМ ЗНТУ [3]);
- 4) мультимедийные комплексы (находятся в стадии разработки);
- 5) онлайн-общение с преподавателем посредством социальных сетей или электронной почты.

Наличие определенного багажа математических знаний и навыков решения соответствующих прикладных задач в математической постановке является необходимым условием дальнейшего обучения и успешной профессиональной деятельности будущих инженеров. Следование предложенной нами схеме самостоятельной работы ведет к качественному усвоению студентом необходимых теоретических знаний и приобретению соответствующих навыков (в нашем примере сбор и обработка эмпирических данных, проверка гипотез с помощью выбранного критерия).

1. Зайченко Т. П. Основы дистанционного обучения: теоретико-практический базис: учебное пособие / Т. П. Зайченко. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. — 167 с.
2. Дистанционное образование в ВУЗах Украины [Электронный ресурс] // URL: <http://abiturients.info/ru/vuzy/distancionnoe-obrazovanie-v-vuzah-ukrainy>
3. Запорізький національний технічний університет. Кафедра вищої та загальної математики [WEB-сайт] // URL: <http://www.zntu.edu.ua/kafedra-vyshchoyi-ta-zagalnoyi-matematyky>

ЗМІСТ

Секція 1

Системний аналіз і синтез процесів у металургії та машинобудуванні

| | |
|--|----|
| В'юненко В.С., Кузнецов В.І., Євтушенко Г.Л. Багатокритеріальна оптимізація розподілу енергетичних ресурсів металургійного комбінату | 4 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукеvич M.Ю. Анализ эффективности применения пульсаций в технологических и энергетических процессах | 5 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукеvич M.Ю. Системный анализ акустических характеристик рабочего объема печи | 6 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукеvич M.Ю. Системный анализ способов сушки и разогрева сталеразливочных ковшей | 7 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукеvич M.Ю. Системный анализ к выбору пульсатора для пульсационно-резонансного сжигания топлива | 8 |
| Меньшиков Ю. Л. Методы построения адекватных математических описаний | 9 |
| Морозенко О.П., Вишневський I.B. Дослідження зміни форми лінії перетину циліндра площиною при розгортанні | 10 |
| Петренко В.О., Мазов М.М. Системний підхід до управління інноваційними проектами металургійної галузі | 11 |
| Пополов Д.В., Венедиктов О.Е. Создание многофункционального оборудования для реализации совмещенных процессов в агломерационном производстве | 12 |
| Ткаченко А.А., Кузнецов В.И., Євтушенко Г.Л. Нелинейный метод взвешенных сумм для сранительного анализа технологий металлургии железа | 13 |
| Хрестин Р.Н. Моделирование режимов действия дуговой сталеплавильной печи | 14 |
| Секція 2 | |
| Інформаційні технології в процесах одержання матеріалів із заданими властивостями | |
| Горбенко В.І. Застосування техніки атомно-силового пробника у квантово-хімічному моделюванні взаємодії атомів з графеном | 16 |
| Денисенко О.І., Цоцко В.І., Ефіменко В.В. Дослідження нанооб'єктів і фазових переходів з використанням запиленої плазми | 17 |
| Деревянко А.И., Фененко Т.М. Математическая модель процесса термического разрушения кусков агломерата | 18 |

| | |
|--|----|
| Журба А.А., Михалёв А.И., Тутык В.А. Фрактальный анализ поверхности алюминия в ходе электролитно-плазменного оксидирования | 19 |
| Коломиец Р.В. Исследование горизонтальное перемещения материала в кипящем слое сушилки | 20 |
| Кондратець В.О., Мацуй А.М. Отримання технологічних параметрів керованого об'єкта методами інформаційних технологій | 21 |
| Красников К.С. Математична модель обробки сталевого розплаву дротом під час продування інертним газом на агрегаті ківш-піч | 22 |
| Матвеева М.О., Кавац А.А., Климович Б.В. Комплексное модифицирование отливок из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом | 23 |
| Петрищев А. С., Григорьев С. М. Математическое моделирование технологических параметров выплавки ресурсосберегающей лигатуры для прецизионных никельмолибденсодержащих сплавов | 24 |
| Поливода В.В., Рудакова Г.В., Поливода О.В. Задачі оптимізації управління виробництвом хлібопродуктів із заданими властивостями | 25 |
| Тогобицкая Д.Н., Пиптиюк В.П., Логозинский И.Н., Левин Б.А., Яковицкий А.В., Козачёк А.С., Кукса О.В. Исследование элементного влияния состава стали 30ХГСА на формирование механических свойств металлопродукции для условий ПАО «Днепропретсталь» | 26 |
| Цоцко В.І., Денисенко О.І. До аналітичного визначення розподілу температур в системі «метал-підкладка» | 27 |
| Секція 3 Комп'ютерне моделювання енергозберігаючих процесів | |
| Timoshenko S.N. Computer modelling bath geometry to improve energy efficiency of electric arc furnace | 30 |
| Алексеевский Д.Г., Панкова О.О., Щипанский П.А. Исследование передаточной функции звена аэродинамического преобразования электромеханической системы вэу с аэродинамическим мультилинированием при различных скоростях ветра | 31 |
| Бобырь С.В., Левченко Г.В., Плюта В.Л., Лошкарев Д.В. Моделирование и оптимизация процесса отпуска инструмента горячей деформации из стали 17Х5МА | 32 |
| Довгополий Я.О., Левчук І.Л., Швачка О.І., Тришкін В.Я., Корсун В.І. Параметрический синтез під-регулятора з додатковою керуючою дією | 33 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукевич М.Ю. Результаты расчета собственных частот колебаний в рабочем объеме сталеразливочного ковша | 34 |

| | |
|---|----|
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукевич М.Ю. | |
| Математическое моделирование пульсационно-резонансного сжигания топлива | 35 |
| Миргород В.Ф., Гвоздева И.М. | |
| Моделирование интегро-дифференциальных преобразований с нецелым указателем на классе периодических сигналов | 36 |
| Редчиц Д. А. | |
| Компьютерное моделирование обтекания профиля транспортного средства вблизи экрана турбулентным потоком | 37 |
| Семененко В.П., Тарасов С.В. | |
| Механические характеристики решетки токовода аккумуляторов-энергонакопителей и их расчетные схемы | 38 |
| Швачка А.И., Довгополый Я.А. | |
| Повышение энергоэффективности доменной плавки в условиях наращивания объемов производства | 39 |
| Ясев А.Г. | |
| Математическое обеспечение ресурсосберегающих технологий | 40 |
| Секція 4 | |
| Інформаційне та програмне забезпечення процесів проектування | |
| Дегтярев Д.А., Семененко В.П., Тарасов С.В. | |
| Собственные частоты колебаний лопасти вертикально-осевых ветроэнергоустановок | 42 |
| Денисюк О.Р., Зеленцов Д.Г. | |
| Оптимальное проектирование корродирующих конструкций с использованием метода скользящего допуска | 43 |
| Дмитрієва І.С., Сухойван Є.О. | |
| Дослідження та розрахунок параметрів косозубого циліндричного зачеплення | 44 |
| Іващенко В.П., Швачич Г.Г., Ткач М.О. | |
| Особливості побудови комунікаційної мережі багатопроцесорної системи з розподіленою областю обчислень | 45 |
| Соколовський Я.І., Герасимчук О.П., Нечепуренко А.В. | |
| Математичне моделювання просторового неізотермічного масоперенесення в анізотропних капілярно-пористих матеріалах | 46 |
| Тимошкін А.І. | |
| Об одном способе реализации функциональных элементов «И» и «ИЛИ» трехканальной логики | 47 |
| Тимошкін А.І. | |
| Контролергодные схемы двоичных сумматоров | 48 |
| Секція 5 | |
| Інтелектуальні інформаційно-управляючі системи | |
| Kirichenko L., Kobetska Yu. | |
| Recurrence analysis of fractal time series | 50 |
| Бабенко Ю.В. | |
| Дослідження впливу параметрів генетичного алгоритму при відновленні зображень | 51 |

| | |
|---|----|
| Гнатушенко Вік. В. | |
| Дослідження multicast передачі трафіка з використанням нечіткої логіки | 52 |
| Громов В.А., Локшин О.А. | |
| Видообразование в генетических алгоритмах | 53 |
| Громов В.А., Нечепоренко А.И. | |
| Построение мультиграфа по часовому ряду | 54 |
| Громов В.А., Шуляка А.В. | |
| Екстракция правил спомощью конструктивных нейронных сетей | 55 |
| Дубинский А.Г., Хорольский О.А. | |
| Метод проверки блок-схем медицинских алгоритмов | 56 |
| Жуковицький І. В., Клюшник І.А. | |
| Удосконалення методів вимірювання частоти обертання при випробуваннях гіdraulічних передач тепловозів | 57 |
| Іванисенко И.Н.,Кириченко Л.О.,Радивилова Т.А. | |
| Динамическая балансировка фрактального трафика | 58 |
| Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А., Стороженко А.А. | |
| Применение вейвлет-характеристик для классификации временных рядов с помощью экспертной системы | 59 |
| Коструб Р.В. | |
| Використання декомпозиційного методу для розв'язання деяких класів диференціальних рівнянь | 60 |
| Мазуренко В.Б. | |
| Ефективность применения информационно-измерительной технологии на основе дискретного фильтра калмана в процессе дозирования баков качающейся ракеты | 61 |
| Новицкий И.В., Ус А.М. | |
| Организация обработки оперативной информации для оценки параметров процесса крупнокускового дробления | 62 |
| Острівська К.Ю., Стovпченко I.B., Адрєєв A.I. | |
| Технології інтеграції інтернет-контенту | 63 |
| Острівська К.Ю., Острівський Є.В., Волков С.В. | |
| Механізм асинхронної реплікації для побудови РБД | 64 |
| Пошивалов В.П., Даниев Ю.Ф. | |
| Об обеспечении надёжности эргатических систем на стадии проектирования | 65 |
| Романенков Ю.А. | |
| Многоуровневое прогностическое обеспечение систем поддержки принятия решений | 66 |
| Скалозуб В.В., Скалозуб М.В. | |
| Розвиток інтелектуальних технологій і систем залізничного транспорту за умов конкуренції | 67 |
| Спірінцев В.В., Шитік М.А. | |
| Розробка програмного забезпечення для візуального проектування соціальних мереж | 68 |

| | |
|---|----|
| Гаращенко С.А., Селів'орстова Т.В. Дослідження поведінки мультиагентної системи на основі імітаційної моделі кооперативної поведінки | 69 |
| Царик В. Ю., Михалёв А. И. Программная реализация генератора музыки с использованием динамических паттернов | 70 |
| Секція 6 | |
| Прогресивні інформаційні технології та організація сучасного виробництва | |
| Hnatushenko V.V., Kavats O.O., Sereda S.Ju. An automatic registration method for multitemporal remote sensing images of high spatial resolution | 72 |
| Астахов Д.С., Слюсарева И.В. Фільтрация сильно зашумленных сигналов при помощи вейвлет-преобразования | 73 |
| Василів С.С. Моделювання елементів випробувальних стендів для ракетних двигунів | 74 |
| Герасін О.С., Козлов О.В., Запорожець Ю.М., Кондратенко Ю.П. Особливості побудови математичних моделей мобільних роботів на базі притискних гусеничних рушіїв | 75 |
| Гичёв Ю.А., Ступак М.Ю., Мацукеvич M.Ю. Результаты испытания пульсационно-резонансного сжигания топлива в процессах сушки и разогрева сталеразливочных ковшей | 76 |
| Журавлëв В.Н., Кртская Т.В., Папчёнков А.В. Влияние длительности окна анализа на точность оценки спектров зубчатых передач ГТД | 77 |
| Мельник С.А., Зворыкин В.Б. Позиционирование привода при отработке больших перемещений | 78 |
| Савчук Л.Н., Бандорина Л.Н., Савчук Р.В. Анализ меры сходства объектов при принятии управленческих решений | 79 |
| Сафаров О.О., Гончарова Ю.О. Розпізнавання автомобільних номерів за допомогою бібліотеки OpenCV | 80 |
| Спірінцев В.В., Кушка А.А. Розробка фреймворку на базі мови програмування SCALA для створення restful веб-сервісів | 81 |
| Ус С.А, Станіна О.Д. Розв'язування багатоетапної задачі розміщення виробництва з використанням генетичних алгоритмів | 82 |
| Халипова В.Д. Математическое обоснование работоспособности новой методики тестирования темперамента | 83 |
| Хомченко А.Н., Астионенко И.А., Литвиненко к.т.н. Когнитивно-графический анализ кривых Эрмита-Кунса 5-го порядка | 84 |

Секція 7**Інформаційно-ресурсне забезпечення дистанційної освіти та науки
у вищих технічних навчальних закладах**

| | |
|--|----|
| Stupak Yuriy, Bobkova Larisa Distance education for metallurgists: advantages and disadvantages | 86 |
| Грицук Ю.В., Грицук О.В., Грицук В.Ю. Система онлайн-анкетування як складовий елемент дистанційного навчання студентів у сучасному ВНЗ | 87 |
| Короткая Л.И. Визуальное моделирование программной системы учебного процесса университета | 88 |
| Спірінцев В.В., Бондаренко А.А. Розробка web-орієнтованої інтерактивної навчальної інформаційної системи | 89 |
| Хорольский О.А., Дубинский А.Г. Автоматизация подготовки билетов для тестового контроля | 90 |
| Штефан Т.А. Инструменты дистанционного изучения курса «Математическая статистика» в техническом вузе | 91 |

МАТЕРІАЛИ
Міжнародної науково-технічної конференції
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В
МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

Шеф-редактор: д.т.н., проф. О.І. Михальов
Комп'ютерна верстка та коректура: к.т.н., доц. Т.В. Сливерстова

Здано до набору 16.03.2016. Підписано до друку 18.03.2016.
Формат 60x84 1/16. Друк - різограф. Папір типограф.
Умов. друк арк. – 8,6. Обл.–видавн. арк. – 8,0.
Тираж 300 прим. Замовл. – 02-1/16

Національна металургійна академія України,
кафедра Інформаційних технологій та систем
49005, Дніпропетровськ, а/с 493
itmm@nmetau.edu.ua