

За підтримки



Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ "Український державний хіміко-
технологічний університет"



**Комп'ютерне
Моделювання та
Оптимізація
Складних
Систем**



Матеріали II Всеукраїнської науково-
технічної конференції з
міжнародною участю
1-3 листопада 2016

м. Дніпро

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний
університет»**

МАТЕРІАЛИ

**II Всеукраїнської науково-технічної конференції
з міжнародною участю
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

МАТЕРИАЛЫ

**II Всеукраинской научно-технической конференции
с международным участием
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

MATERIALS

**II-nd all-Ukrainian scientific-technical conference
with international participation
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF
COMPLEX SYSTEMS**

1-3 листопада 2016 року

м. Дніпро

УДК 004.94(100)(082)
ББК 32.97(0)я43
М34

*Збірник друкується за рішенням
Вченої ради ДВНЗ УДХТУ протокол №8 від 20 жовтня 2016 р.*

Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2016): матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю (м. Дніпро, 1-3 листопада 2016 року) / Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет». – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – 302 с.

ISBN 978-966-494-043-3

У збірнику наведено тези доповідей другої всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем». Матеріали збірника охоплюють питання перспективних напрямків математичного моделювання; моделей та методів оптимізації; інтелектуальних комп'ютерних систем; інформаційних технологій в автоматичній, електроніці та вимірювальній техніці; інформаційних управляючих систем в економіці.

Збірник розраховано на працівників, викладачів, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

Збірник друкується за рішенням програмного комітету конференції Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2016)
тел. 0562 – 47-38-77
Web-сайт кафедри: <http://xt.dp.ua>
E-mail: kmocc_kis@ukr.net

УДК 004.94(100)(082)
ББК 32.97(0)я43
М34

ISBN 978-966-494-043-3

© Кафедра Інформаційних систем
ДВНЗ УДХТУ, 2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Півоваров О.А. ректор ДВНЗ УДХТУ, д.т.н., професор

Заступник голови:

Зеленцов Д.Г. д.т.н, професор

Палагін О.В. академік НАН України, д.т.н, професор

Члени організаційного комітету:

Голеус В.І. д.т.н., професор

Харченко О.В. д.х.н., професор

Програмний комітет:

Milenin Andrij Prof. Dr hab. inż.

Sergey P.Shary dr.ph.-m.Sc., Professor

Алексєєв М.О. д.т.н., професор

Гнатушенко В.В. д.т.н., професор

Єршова Н.М. д.т.н., професор

Косолап А.І. д.ф.-м.н., професор

Кошкін К.В. д.т.н., професор

Ляшенко В.П. д.т.н., професор

Матвійчук А.В. д.е.н, професор

Михальов О.І. д.т.н., професор

Мухін В.Є. д.т.н., професор

Олевський В.І. д.т.н., професор

Петренко М.Г. д.т.н., професор

Федорович О.Є. д.т.н., професор

СЕКЦІЯ 1

***ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ..... 17***

Biliaiev M., Rusakova T.
MATHEMATICAL MODELING OF DIFFUSION EMISSIONS OF THERMAL
POWER 18

Fortuna Ye., Bondar I.
COMPUTER SIMULATION OF AUTOMATED HEAT CONTROL IN
HEATING FURNACES 21

Беляев Н.Н., Карпо А.А.
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ
ТРАНСПОРТОМ. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТ 22

Беляев Н.Н., Кириченко П.С.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ВЫБРОСАХ В КАРЬЕРАХ 23

Беляев Н.Н., Славинская Е.С., Кириченко Р.В.
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ
АВТОТРАНСПОРТА 24

Беляев Н.Н., Оладипо Мутив Олатойе
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ
ТРАНСПОРТИРОВКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ
ТРАНСПОРТОМ..... 26

Беляев Н.Н., Русакова Т.И., Гурина Е.В.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ..... 27

Беляев Н.Н., Силина Ю.Ю., Якубовская З.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТРАНСПОРТЕ . 28

Бомба А.Я., Присяжнюк І.М., Присяжнюк О.В.
НЕЛІНІЙНІ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНІ МОДЕЛЬНІ ЗАДАЧІ ПРОЦЕСІВ
КОНВЕКТИВНО-ДИФУЗІЙНОГО БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО
МАСОПЕРЕНОСЕННЯ В МІКРОПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ..... 29

| | |
|---|----|
| <u>Виноградов Б.В., Христенко А.В.</u> | |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПУСКА И УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ПРИВОДОВ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ | 31 |
| <u>Гармаш С.М., Мігіна Н.Б., Малиновська Н.В., Жмура А.Ф</u> | |
| РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ТОМАТІВ ВІД ВИТРАТИ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН. | 33 |
| <u>Деревянко О.І.</u> | |
| МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДИСОЦІАЦІЇ МОЛЕКУЛИ ДІОКСИДА АЗОТУ | 34 |
| <u>Івіцька Д. К., Баженов В. Г</u> | |
| КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЄМНІСНОГО ДАВАЧА ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ..... | 35 |
| <u>Івіцький І. І., Сівецький В. І., Колосов О. С., Сокольський О.Л., Куриленко В. М</u> | |
| КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКУ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ANSYS POLYFLOW..... | 38 |
| <u>Жульковская И.И., Жульковский О.А., Бильо В.В</u> | |
| ПОГРЕШНОСТИ ОКРУГЛЕНИЯ В МАШИННОЙ АРИФМЕТИКЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ | 41 |
| <u>Жульковский О.А., Жульковская И.И</u> | |
| ПОСТРОЕНИЕ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНОГО ТЕОБМЕНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ. | 42 |
| <u>Карасёв А.Г., Бессмертный Я.О.</u> | |
| О БИФУРКАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ | 43 |
| <u>Катан В.А., Суима К.И.</u> | |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЖИДКОСТИ И ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ | 46 |
| <u>Клим В.Ю., Колдриш К.М</u> | |
| КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ РІДИНИ З УРАХУВАННЯМ КАПЛІЯРНИХ СИЛ..... | 47 |
| <u>Климюк Ю.С.</u> | |
| ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНОСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ДВОШАРОВИХ КУСКОВО- | |

| | |
|---|----|
| ОДНОРІДНИХ ПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ ІЗ ВНУТРІШНІМИ ПОВЗДОВЖНИМИ НАСКРІЗНИМИ ВОДОНЕПРОНИКНИМИ ДІЛЯНКАМИ..... | 48 |
| <u>Кононов Ю. Н., Лимарь А. А.</u> МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА О КОЛЕБАНИИ УПРУГОЙ ПЛАСТИНЫ В ЖИДКОСТИ | 51 |
| <u>Жовновач Т.А., Хайдуров В.В., Костевич Б.О.</u> ВАРІАЦІЙНИЙ ПІДХІД ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ..... | 54 |
| <u>Косухіна О.С., Марченко О.О.</u> ЗАСТОСУВАННЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧИ КОМІВОЯЖЕРА | 56 |
| <u>Красніков К.С.</u> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОВШОВОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕВОГО РОЗПЛАВУ ДРОТОМ ПІД ЧАС ПРОДУВАННЯ ІНЕРТНИМ ГАЗОМ | 59 |
| <u>Кудрєватих О.Т., Квінн Н.О.</u> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНО-ОПТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ | 61 |
| <u>Кутя Т.В., Мартинюк П.М.</u> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗВОЛОЖЕННЯ СУХОГО ҐРУНТУ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ | 63 |
| <u>Лобосова Л.А., Журавлев А.А., Журахова С.Н., Макогонова В.А., Магомедова А.З.</u> ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРЕМЕНТА | 66 |
| <u>Ляпощенко О.О., Павленко І.В., Дем'яненко М.М., Старинський О.С.</u> МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕГАЗАЦІЇ ТА СЕПАРАЦІЇ ВОДОНАФТОВОЇ ЕМУЛЬСІЇ В НАСАДКОВИХ БЛОКАХ CFD-МЕТОДАМИ..... | 68 |
| <u>Ляшенко В.П., Кобильська О.Б.</u> НЕЛОКАЛЬНІ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА | 71 |
| <u>Малявский Н.И., Журавлева О.И.</u> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА РЕОЛОГИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ АМИНОСИЛИКАТОВ..... | 72 |

| | |
|--|-----|
| <u>Масалітіна Н.Ю., Савенков А.С., Огурцов О.М</u> | |
| МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ NOX АМОНІАКОМ У ВИРОБНИЦТВІ ЗАКИСУ АЗОТУ..... | 75 |
| <u>Михайлова Т.Ф.</u> | |
| МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИФУЗІЇ ДОМШОК В АТМОСФЕРІ..... | 77 |
| <u>Начовный И.И., Кузьев И.М., Начовный Ив.И.</u> | |
| ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УПЛОТНЕНИЙ НА БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ | 79 |
| <u>Огурцов О.М., Близнюк О.М., Клешев М.Ф.</u> | |
| КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСОЦІАЦІЇ БІОПОЛІМЕРІВ ДНК, ЩО СТИМУЛЬОВАНІ РЕАКЦІЙНО-АКТИВНИМИ НІТРОГЕНВІСНИМИ СПОЛУКАМИ | 81 |
| <u>Олевський В.І., Олевська Ю.Б., Шапка І.В.</u> | |
| МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБІРКИ СКЛАДЕНОЇ ОБОЛОНКИ.. | 84 |
| <u>Осташко І.А., Виноградов Б.В</u> | |
| ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ВІДЦЕНТРОВОГО МЛИНА | 85 |
| <u>Попович А.Н., Климаш А.А., Соловьев Г.И., Суворин А.В., Орлик В.Н., Колесник В.В.</u> | |
| ДВУХФАЗНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЖИГАНИЯ МЕТАНА НА ГЕТЕРОГЕННОМ КАТАЛИЗАТОРЕ | 88 |
| <u>Приходько С.Б., Приходько А.С.</u> | |
| МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАУСІВСЬКИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЖОНСОНА | 89 |
| <u>Рахманов С.Р., Поворотный В.В., Кришин С.М., Вышински В.Т., Орещенко В.Ф., Волошин Е.Ю.</u> | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧЕЙ КЛЕТКИ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ..... | 91 |
| <u>Рогоза Б.Е.</u> | |
| МНОГОКЛЮЧЕВАЯ МОДЕЛЬ ЗАЩИТЫ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АСИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ..... | 100 |
| <u>Саликов В.А.</u> | |
| ПРИМЕНЕНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ POWERDESIGNER НА ФАЗЕ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ | 102 |

| | |
|--|-----|
| <u>Солона А.В.</u> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ БАГАТОФАЗНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВАКУУМНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУ | 104 |
| <u>Сокольський О. Л., Мікульонок І.О., Івіцький І. І.</u> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПІВЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ | 107 |
| <u>Сохацький А.В., Романенко С.М.</u> ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО – ЛОГІСТИЧНИХ МЕРЕЖ | 109 |
| <u>Сохацький А.В., Іванисенко І.С.</u> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ШЛЯХ ПОКРАЩЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ВАНТАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ | 111 |
| <u>Стеблянка П.О., Дьомічев К.Е.</u> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО СТАНУ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ТІЛА ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ | 113 |
| <u>Ус. С.А., Станина О.Д.</u> О ЗАДАЧАХ РАЗМЕЩЕНИЯ..... | 116 |
| <u>Федін Д.О., Виноградов Б.В.</u> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ДИНАМИКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОГРЕШНОСТЬЮ ОСНОВНОГО ШАГА | 118 |
| <u>Холковський Ю.Р.</u> ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ПІДХІД ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ТА СЕРЕДОВИЩ..... | 121 |
| <u>Цыганкова С.Г.</u> ПРОГНОЗ АЭРОИОННОГО РЕЖИМА ПРИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ПОДАЧЕ ВОЗДУХА В РАБОЧУЮ ЗОНУ | 123 |
| <u>Шатохіна Ю.В., Іванова І.М., Мазюк С.Ю.</u> УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ІСНУЮЧИХ ТРЕНДІВ | 125 |
| <u>Швачич Г.Г., Соболєнко О.В., Холод О.Г.</u> РОЗПОДІЛЕНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ..... | 126 |

СЕКЦІЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ..... 129

[Бабенко Ю.В.](#)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЕНТУ МУТАЦІЇ НА РОБОТУ
АЛГОРИТМУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ 130

[Бабич А.В., Кіжасв С.О., Чуприна О.Л.](#)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ
ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ РІЗАННІ МЕТАЛІВ 131

[Бабич А.В., Кіжасв С.О.](#)

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ
ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ РІЗАННЯ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATHCAD ТА ПРОГРАМИ
SOLIDWORKS 134

[Василенко О.В., Петренко Я.І.](#)

АЛГОРИТМИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ САУ 136

[Смець О.О., Барболіна Т.М.](#)

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОДНІСІ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ЯК
БЕЗУМОВНОЇ ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА
ПЕРЕСТАНОВКАХ 139

[Денисюк О.Р., Борзов С.А.](#)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ
ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОРРОДИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ 142

[Косолап А.И.](#)

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ 144

[Косолап А.І., Кодола Г.М.](#)

ОПТИМІЗАЦІЯ В ЗАДАЧАХ ЛІНІЙНОГО РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ 147

[Косолап А. И., Новиков А.Н.](#)

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ПРОЦЕССОВ В
КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ 150

[Косолап А. И., Пономарев В.Н.](#)

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ В
МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ 151

| | |
|---|-----|
| <u>Левчук И.Л., Жерносек А.М.</u> УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР НА ВХОДАХ РЕАКТОРОВ | 153 |
| <u>Листовец С.Н., Швачка А.И.</u> АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В АСУТП ДОМЕННОЙ ПЕЧИ | 155 |
| <u>Лобосова Л.А., Журавлев А.А., Магомедов М.Г., Макогонова В.А., Журахова С.Н.</u> ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЙНЫХ МАСС МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА | 157 |
| <u>Мамлай Б.И., Короткая Л.И.</u> ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ | 160 |
| <u>Митина Н.Б., Зубарева И.М., Гармаш С.М., Мачоган А.С.</u> ОПИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ | 161 |
| <u>Немчинов С.І.</u> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТРАВЕРСИ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ | 163 |
| <u>Романчук А.А.</u> МАКСИМИЗАЦИЯ НОРМЫ ВЕКТОРА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ШАРОВ В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ \mathbf{R}^n | 165 |
| <u>Ситар В.І., Кузяєв І.М., Сухий К.М., Попович П.А.</u> ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ ТА КОМПЛЕКСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ МОДИФІКОВАНОГО ФЕНІЛОНУ | 168 |
| <u>Скалозуб В.В., Клименко И.В.</u> О ПРИМЕНЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ АНТИПЕРСИСТЕНТНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРОЦЕССОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА..... | 170 |
| <u>Скалозуб В.В., Скалозуб М.В.</u> ПРОЦЕДУРЫ ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ БЕСКОАЛИЦИОННЫХ ИГР N ЛИЦ НА ОСНОВЕ УСЛОВИЙ РАВНОВЕСИЯ ПО НЭШУ И ЗАДАЧИ АНАЛИЗА КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ | 173 |

| | |
|--|-----|
| <u>Стоянов О.В., Бутенко І.Г., Коломієць О.В.</u> ВОДОГРІЙНИЙ КОТЕЛ КОНТАКТНОГО ТИПУ – КРОК ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ | 174 |
| <u>Тогобицкая Д.Н., Белькова А.И., Лихачев Ю.М.</u> К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ДОМЕННОЙ ШИХТЫ | 177 |
| <u>Удовенко М.Ю., Реннер І.Ю., Митрохін О.А.</u> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ | 179 |
| СЕКЦІЯ 3 | |
| <i>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ</i> | |
| | 183 |
| <u>Гаркуша И.Н.</u> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ЗОН ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА LANDSAT-8..... | 184 |
| <u>Гнатюшенко В.В., Гордіюк Д.М.</u> ТРИВИМІРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ФОТОГРАММЕТРИЧНИХ СЦЕН..... | 185 |
| <u>Горбонос П.А.</u> ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ НЕЧЁТКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ НЕЧЁТКО- МНОЖЕСТВЕННЫХ РАСЧЁТОВ | 187 |
| <u>Губа М.О., Науменко Н.Ю.</u> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРНИХ ОЦІНОК ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТОВАРІВ..... | 189 |
| <u>Деревягін Д.І.</u> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОБСТВЕННЫХ СИСТЕМ..... | 191 |
| <u>Дорош Н.Л., Петречук Л.М.</u> РОЗРОБКА НАДБУДОВИ MS EXCEL ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ..... | 193 |
| <u>Кравцов К.С., Безуб В.Н.</u> РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ | 195 |

| | |
|---|-----|
| <u>Красицька А.В., Хом'як Т.В.</u> РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ НАПРЯМУ ПІДГОТОВЧИХ КУРСІВ..... | 197 |
| <u>Кузнецова К.О., Коротка Л.І.</u> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДО ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ | 201 |
| <u>Матвійчук А.В., Корчинський В.В., Чернишова В.В.</u> АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ СКОРИНГОВОЇ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПЕРСЕПТРОННОГО ТИПУ | 202 |
| <u>Мелашич С.В.</u> ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМЫ МЕЖЛОПАТОЧНЫХ КАНАЛОВ КОМПРЕССОРНЫХ ВЕНЦОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ..... | 204 |
| <u>Мухін В.С., Корнага Я.І., Герасименко О.Ю.</u> ОЦІНКА ЧАСУ ЗАТРИМКИ ПЕРЕДАЧІ ПАКЕТІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖІ | 208 |
| <u>Мухін В.С., Корнага Я.І., Герасименко О.Ю.</u> МЕТАПЛАНУВАЛЬНИК ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ПІДТРИМКОЮ ЗАХИЩЕНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ | 210 |
| <u>Мухін В.Е., Корнага Я.І., Герасименко О.Ю.</u> МНОГОФАКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ | 212 |
| <u>Палагін А.В., Петренко Н.Г.</u> К ВОПРОСУ ОНТОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 215 |
| <u>Палагін О.В., Величко В.Ю., Малахов К.С., Щуров О.С.</u> ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПОНЕНТУ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВОГО ДОСЛІДНИКА - ПІДСИСТЕМИ СТВОРЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ОНТОЛОГІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАТЬ ПУБЛІКАЦІЙ НАУКОВОГО ДОСЛІДНИКА..... | 218 |
| <u>Прокопчук Ю.А., Рыжков И.В.</u> РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДУКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ПОЗИЦИЙ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА | 220 |

| | |
|--|-----|
| <u>Сидорова М.Г., Полонская А.Е., Омельницький Д.А.</u> НОВИЙ МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА | 223 |
| <u>Соколова Н.О.</u> ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВЕРИФІКАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСТРАКЦІЇ БУДІВЕЛЬ | 224 |
| <u>Солодка Н.О., Книжник Г.Г.</u> ЗАСТОСУВАННЯ CASE-ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ КЛІЄНТ- СЕРВЕРНОГО ДОДАТКА | 226 |
| <u>Сорокін Д.К.</u> РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 229 |
| <u>Свіма І.О., Хом'як Т.В.</u> РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ МІСЦЯ РОЗМІЩЕННЯ КАФЕ | 230 |
| <u>Федоров Е.Е.</u> МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ МЕЖДУ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ | 233 |
| <u>Швецова К.О., Науменко Н.Ю.</u> ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РІШЕНЬ | 234 |
| <u>Школьна О.В.</u> ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ | 235 |
| <u>Шумська Н.В., Науменко Н.Ю.</u> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ ДО ЗАДАЧІ ВИБОРУ НАЙКРАЩОГО ВАРІАНТУ | 236 |

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ ТА ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ..... 238

Shatrovvi B., Bondar I.

**VISUALIZATION OF IRON ORE PELLETS DRYING IN CONVEYOR KILNS
..... 239**

Згоник В.А.

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОД
APPLE WATCH (ОПЫТ РАЗРАБОТКИ)..... 241**

Бсяляв О.М.

**РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
БЕЗДРОВОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ВІДЕО
СПОСТЕРЕЖЕННЯ 244**

Кондратьев А.В.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ
МІКРОБЛОКІВ НА ПЕЧАТНИХ СХЕМАХ 246**

Курова О.О., Манко Г.І.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КЕРУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ 247**

Левчук И.Л., Левченко А.А.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ХТП С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 248**

Нелюбов А.С., Манко Г.І.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АСКТП
ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ 250**

Хорищенко Д.С., Манко Г.І.

**ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПІДХОДУ В ЗАДАЧАХ
НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ 252**

Хребтова О.А., Базишин М.Ю.

**СИСТЕМА РЕГУЛЬОВАНОГО ПРИВОДУ МЕХАНІЗМУ
ПІДЙМАННЯ ЗАТВОРУ ЗЛИВНОЇ ГРЕБЛІ З КЕРОВАНИМ
ПРОЦЕСОМ РУШАННЯ 253**

Цабенко Л.О., Лосіхін Д.А.

РОЗРОБКА ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО АЛГОРИТМІЧНОГО МОДУЛЯ
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ
СІРЧИСТОГО ГАЗУ 257

Черепанська І.Ю., Калита А.С., Омельчак О.О.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ПРИ УПОРЯДКУВАННІ
ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА У ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ
СИСТЕМАХ..... 258

Черепанська І.Ю., Герговський О.В.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА У МАШИНОБУДУВАННІ..... 261

Шейкєс А.Р., Левчук И.Л., Тришкин В.Я.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРОЖИДКОСТНОГО ПИТАНИЯ ПРИ
ПОДВИЖНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ РЕКТИФИКАЦИИ 263

СЕКЦІЯ 5

***ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ В
ЕКОНОМІЦІ..... 265***

Болюбаш П.В.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ
ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ В СИСТЕМЕ
ОТДЕЛЬНЫХ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК..... 266

Иванова М.В.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ 268

Кодола Г.Н., Кодола О.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ON-LINE ИНСТРУМЕНТАРИЯ В УПРАВЛЕНИИ
БИЗНЕСОМ 270

Кошелева В.Ю.

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ 273

М'ячин В.Г., Куциньська М.В.

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКО-ЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ
ОЦІНКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ТА РИЗИКУ НАСТАННЯ
БАНКРУТСТВА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ..... 275

| | |
|---|-----|
| <u>Науменко Н.Ю., Науменко Т.С.</u> ЗАСТОСУВАННЯ PERT-АНАЛІЗУ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА | 278 |
| <u>Нескоролева Т.В.</u> ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ РАСХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДЧИНЕННЫМ ПРЕДПОСЫЛКАМ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АУДИТА | 279 |
| <u>Писарькова В.Р.</u> ИНДУКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ | 282 |
| <u>Стрельченко І.І., Солодовникова О.В., Чорна Т.О.</u> ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ РІЗКИХ КОЛИВАНЬ ВАЛЮТНОГО КУРСУ | 284 |
| <u>Стрельченко І.І., Федосенко О.В.</u> ПОБУДОВА СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ФІНАНСОВОГО СЕКТОРУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ. | 287 |
| <u>Фоменцова К.А., Науменко Н.Ю.</u> СВІТОВІ ТА УКРАЇНСЬКІ ТЕНДЕНЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ | 289 |
| <u>Чупило Р. Л., Науменко Н.Ю.</u> ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА | 291 |
| <u>Власов О.И., Каиров А.С.</u> НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГОСЛОЙНОЙ ОРТОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ОТВЕРСТИЯМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ | 292 |
| <u>Касярум Д.В.</u> КОНЦЕПЦІЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМОЦЕНКИ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ | 294 |

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

- **математичне моделювання об'єктів і процесів**
- **математичні методи в хімічній технології та інженерії**
- **імітаційне моделювання**

MATHEMATICAL MODELING OF DIFFUSION EMISSIONS OF THERMAL POWER

M. Biliaiev¹, T. Rusakova²

¹ Dnipropetrovsk National University of Railway Transport
academician V.Lazaryana, Dnipropetrovsk, Ukraine

² Dnipropetrovsk National University O.Gonchara, Dnipropetrovsk, Ukraine

Formulation of the problem. The main industry for the sustainable development of Ukraine is the electric power industry that provides an excessive technogenic impact on the environment. Ecological safety requirements for operation of thermal power plants are priority. There is a decreasing of TPP ecological safety, using coal for power generation, due to depreciation of technological equipment and poor coal quality control which leads to the formation of atmospheric emission of significant volumes. Ensuring ecological safety of the environment in the conditions of prolonged use of Ukrainian thermal power plants in the normal regime requires the development and application of methods to evaluate level of air pollution by thermal power plant emissions. Non-carcinogenic chemicals that are contained in combustion products coal Ukrainian TPPs are: sulfur oxides, nitrogen oxides, carbon monoxide, particulate matter (fly ash).

Analysis of emissions caused by major Dnipropetrovsk enterprises (ecological Dnepropetrovsk passport, 2014) showed that the large amount of NO_x comes from Pridneprovskaya TPP – 15,399.971 tons / year and of Krivoy Rog TPP – 15,817.393 tons / year.

Analysis of existing solutions. Estimation of foreign studies on the spread of the atmospheric emissions from TPP showed that analytical models are mainly used in calculations [4] (modified Gaussian model): CALPUFF [5], Safe-AIR II, ADMS -5. These models allow us to calculate the field of the pollutant concentration at a stationary point source of pollution without the high cost of computer time. Numerical simulation is carried out both abroad and in Ukraine on the basis of expensive software packages. In this regard, there is an urgent task for numerical simulation of emission dispersions in the atmosphere to ensure prompt calculations assessing the level of air pollution TPP emissions.

The aim of this work is the development of numerical mathematical model, and creation of software package for rapid realization of computing experiment to study the environmental impact of TPP gas emissions on the base of this model: assessing areas of pollution and its impact on the surrounding area, adjoining to the test object.

The mathematical model. A mathematical numerical model is constructed to calculate the concentration of nitrogen oxides, which undergo a chemical transformation in the atmosphere. Considering the solution of the transport equations which describe the process dissipation in the atmosphere when emissions from the TPP chimneys:

$$\frac{\partial[NO]}{\partial t} + \frac{\partial u[NO]}{\partial x} + \frac{\partial v[NO]}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial[NO]}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial[NO]}{\partial y}) + Q_{NO} \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \quad (1)$$

$$\frac{\partial[O_3]}{\partial t} + \frac{\partial u[O_3]}{\partial x} + \frac{\partial v[O_3]}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial[O_3]}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial[O_3]}{\partial y}), \quad (2)$$

$$\frac{\partial[NO_2]}{\partial t} + \frac{\partial u[NO_2]}{\partial x} + \frac{\partial v[NO_2]}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(\mu_x \frac{\partial[NO_2]}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_y \frac{\partial[NO_2]}{\partial y}) + Q_{NO_2} \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \quad (3)$$

where Q_{NO} – intensity of the emissions from TPP, Q_{NO_2} – intensity of the emissions from TPP, u , v – components of the wind velocity vector; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – coefficient of turbulent diffusion; x_i, y_i – coordinates of the pollutant source; $\delta(x - x_i)$, $\delta(y - y_i)$ – the Dirac delta function, by which emissions from TPP are modeled, the value of the function identically equal zero in all cells except those where the emission source is placed.

Formulation of boundary conditions for the equation is considered in [2, 3]. Numerical integration of the impurity transfer equations (1)–(3) is carried out by means of an implicit difference splitting scheme [3].

The next step is to solve the equations (4)–(6), which describes the process of chemical transformation of considered pollutants.

$$\frac{d[NO]}{dt} = -k_1[NO][O_3] + J[NO_2], \quad (4)$$

$$\frac{d[NO_2]}{dt} = k_1[NO][O_3] - J[NO_2], \quad (5)$$

$$\frac{d[O_3]}{dt} = -k_1[NO][O_3] + J[NO_2]. \quad (6)$$

Empirical parameters k_1 and J are determined experimentally (Berkowicz R., Overman H.).

The developed numerical model was used to estimate the area polluted by nitrogen dioxide at the Pridneprovskaya TPP working. The main characteristics of Pridneprovskaya TPP: electric power – 1765 MW; thermal power – 845 Gcal/h; main fuel – coal brands, gas, fuel oil; number of units – 7 (4×150 MW, 3×285 MW, 1×310); number and brand of turbines – 4×K-150-130, 3×K-300-240, K-310-235. The intensity of the NO_2 emission $Q=0,4883$ kg/s. Dimensions calculated area 15 km by 7,2 km, the diffusion coefficient according to [6] $\mu = (0,1 \div 1) \cdot U$, averaging height transfer 600 meters wind from the southeast was $U=7$ m/s, wind direction from the southeast

$\alpha = 40^\circ$, $C_{\text{MAX}}=0,3134 \text{ mg/m}^3$, $t=52 \text{ s}$, Fig. 1. Maximum allowable concentration (maximum single – $0,085 \text{ mg/m}^3$, the daily average – $0,04 \text{ mg/m}^3$). South-east wind direction in Dnepropetrovsk dominates 10,6% of the year. As a result of computational experiments (Fig. 1) shows that the air of pollution zone enters the st. Quay-Victory, Ave. Gagarin, Ave. Alexander Pole, Ave. Pushkin to st. Vladimir Antonovich.



Fig. 1. Zone of concentration [mg/m^3] nitrogen dioxide air pollution, $U = 7 \text{ m/s}$

The figure shows the concentration values which are presented as percentage of the maximum concentration value for a given time. With the increase of wind speed in the atmosphere percentage decreases, the area with a decreased concentration is less than 10% increase in the wind direction. The reference point is the concentration value of 22%, $C=0,0689 \text{ mg/m}^3$, which is less than the maximum single concentration.

Conclusions. The results of the numerical researches were as follows: mathematical model for calculating the numerical dissipation of nitrogen dioxide in the atmosphere in view of the chemical transformation of nitrogen oxide in the atmosphere is developed; calculation program that carried out numerical experiments to assess the level of air pollution emissions of nitrogen dioxide at the of Pridneprovskaya TPP is created; speed in conducting this class of calculations is researched.

REFERENCES

1. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль. – М. : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
2. Марчук, Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г.И. Марчук – М. : Наука, 1982. – 320 с.
3. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев – К. : Наук. думка, 1997. – 368 с.
4. Gorle, J.M.R. Dispersion modeling of thermal power plant emissions on stochastic space [Text] / J.M.R. Gorle, N.R. Sambana // Theoretical and Applied Climatology, May 2016. – Vol. 124, Issue 3. – P. 119–131.
5. Levy, JI Modeling the benefits of power plant emission controls in Massachusetts [Text] / JI Levy, JD Spengler // J Air Waste Manag Assoc, 2002 Jan. – 52(1). – P. 5–18.

COMPUTER SIMULATION OF AUTOMATED HEAT CONTROL IN HEATING FURNACES

Ye. Fortuna, student, I. Bondar, language adviser

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine

The object of the simulation is a five zone recuperative furnace with several flat flaming burners for natural gas (calorific value of 8,000 kcal / Nm³). The furnace has 5 fuel control zones allowing the flexibility of adjusting the temperature mode for heating blanks..

For computer simulation of the automated system of heat control in the first zone of the furnace it is advisable to use the Simulink package which is part of MATLAB [1].

To build the automated control system a structural diagram of heat control in the zones of the furnace has been developed considering gas and air consumption. The diagram includes a regulator, a nonlinear element of the "triple positioned switch" kind, an actuator and an integrator (a controlling unit), a non-linear element of the "limitation" kind, a gasflow sensor, an airflow sensor, a temperature sensor and amplifier converters for the sensors data.

A damper functions as a controlling unit. The angle of its opening (from 0° to 90°) controls air or gas feed. This angle is limited, so a non-linear element of the "limitation" kind should be added before the controlling unit transfer function. An EMM (electrical monoreversible mechanism) designed to control the dampers is used as the actuator and the integrator is added as well.

MATLAB environment and Simulink have been used to build the model of a heat control system in the heating furnace considering gas and air consumption (Figure 1).

This model demonstrates heat control in zones of a heating furnace with gas-air consumption and heat control contours. When the temperature value is set, the regulator sends a signal to the actuator that opens the damper for gas or air; when the preset temperature value in the furnace zones is reached, the regulator returns the damper into the initial position. Thus, the temperature in the heating furnace zones is controlled considering fuel consumption.

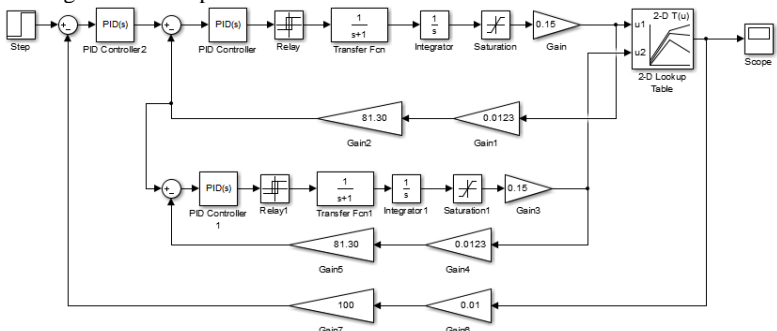


Figure 1 – Simulink-model of heat control in zones of a heating furnace considering gas and air consumption

The developed model of automated heat control system in heating furnace zones provides simulation and accurate working off of the preset temperature signal in zones without overshoot and static error of the system.

References

1. Abell J. MATLAB and SIMULINK. Modeling Dynamic System / J. Abell // CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. — 196 p.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Беляев Н.Н., Карпо А.А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

Рассматривается задача по минимизации сноса угля из вагонов (рис. 1). Существуют различные методы уменьшения сноса пыли при транспортировке. В настоящее время одним из перспективных направлений для решения данной проблемы является разработка специальных растворов, которыми покрывают угольные концентраты. Применение таких растворов способствует уменьшению процесса сноса угольных концентратов, но могут иметь достаточно высокую стоимость [1]. Поэтому возникает важная задача по созданию специальных растворов, которые были бы достаточно экономичными.



Рисунок 1 – Снос угольной пыли из полувагонов

В данной работе представляются результаты экспериментального исследования процесса интенсивности сноса угля из полувагона при использовании разработанного раствора, основанного на применении бензола, дибутилфталата, отработанного компрессорного масла, эмалита.

Эксперимент проводился на модели полувагона. В первой серии эксперимента проводилось исследование интенсивности сноса угольного концентрата при различной скорости воздушного потока. Во второй серии эксперимента исследовалась интенсивность сноса после покрытия угольного концентрата разработанным раствором. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют, что применение разработанного раствора позволяют существенно снизить процесс сноса угольного концентрата из полувагона.

На втором этапе исследований была разработана численная модель, которая основана на применении уравнения массопереноса. Использовалось трехмерное уравнение переноса примеси в атмосфере, учитывающее гравитационное оседание примеси. Для численного интегрирования уравнения переноса примеси использовалась неявная разностная схема расщепления. На основе разработанной численной модели оценивается интенсивность загрязнения приагистральной территории при транспортировке угля железнодорожным транспортом. Рассматривались ситуации транспортировки угля без обработки раствором и с обработкой раствором.

Список литературных источников

1. Беляев Н.Н. Снижение уровня загрязнения окружающей среды при транспортировке угля / Н.Н. Беляев, А.А. Карпо // Современные ресурсосберегающие технологии: Сборник докладов. – Одесса: ОНУ имени И.И. Мечникова, 2015 г. – С. 105-107.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ВЫБРОСАХ В КАРЬЕРАХ

Беляев Н.Н.¹, Кириченко П.С.²

¹ Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

² Криворожский национальный университет, Кривой Рог, Украина

Хорошо известно, что выбросы в карьерах приводят к масштабному загрязнению окружающей среды, в первую очередь – атмосферы. Это приводит к необходимости решения двух важных задач. Первая задача – прогнозирование динамики загрязнения атмосферы после выбросов. Вторая задача – разработка методов защиты атмосферы от загрязнения. В настоящее время для оценки влияния залповых выбросов в карьерах на воздушную среду используются упрощенные инженерные методики, разработанные несколько десятилетий назад [1, 2]. С учетом современных требований к уровню экологической, промышленной безопасности, возникла острая необходимость разработки новых, более совершенных методов прогноза.

В работе рассматривается новый подход по оценке уровня загрязнения атмосферы в случае взрывов в карьерах. Основой расчета является численное

моделирование на базе двух и трехмерных уравнений массопереноса. Уравнения модели учитывают скорость и направление ветра, атмосферную диффузию, вымывание примеси осадками, режим эмиссии загрязняющих веществ. Для моделирования ветрового потока с учетом формы карьера используется модель безвихревых течений идеальной жидкости. Для численного интегрирования применяются неявные разностные схемы расщепления. Разработанные численные модели дополняются подмоделями, позволяющими рассчитывать количество загрязняющего вещества, осевшего на конкретный участок территории, прилегающей к карьере, также затекание загрязненного воздуха внутрь зданий. Таким образом, моделирование на базе построенных численных моделей дает возможность:

1. Получать информацию об интенсивности загрязнения воздушной среды в точке расположения конкретного рецептора.
2. Получать информацию о динамике развития зоны загрязнения после взрыва в карьере.
3. Получать информацию о динамике загрязнения воздушной среды внутри помещений зданий, которые располагаются на пути движения пылегазового облака.

В данной работе также представляются результаты моделирование процесса пылеподавления в карьере путем распыливания воды. Для распыливания используются шахтные воды, которые являются побочным эффектом при добыче руды. Таким образом, применение шахтных вод для обеспыливания способствует их утилизации. Для математического моделирования данного процесса защиты применяется уравнение массопереноса, записанное для пылевых загрязнений и для капель воды. Представляются результаты проведенных вычислительных экспериментов, позволяющих оценить эффективность пылеподавления при применении шахтных вод. Расчеты проводились для различных метеоусловий и параметров установок, подающих воду.

Список литературных источников

1. Бруцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Бруцкий Е. В. – Киев : Институт гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
2. Гусев Н. Г. Радиоактивные выбросы в биосфере / Н. Г. Гусев, В. А. Беляев. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 257 с.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Беляев Н.Н.¹, Славинская Е.С.², Кириченко Р.В.²

¹Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

²Национальный транспортный университет, Киев, Украина

При эксплуатации автотранспорта в атмосферу поступает большое количество вредных веществ, что приводит к интенсивному загрязнению приземного слоя на улицах городов. На этапе реконструкции автомагистралей,

транспортных развязок возникает важная задача по оценке антропогенного влияния автотранспорта на загрязнение атмосферы [1]. Применение метода физического моделирования для оценки такого влияния требует больших материальных затрат и времени на подготовку и проведение эксперимента. Поэтому очень важно использовать альтернативный подход – метод математического моделирования. Необходимо подчеркнуть, что прогнозирование качества воздушной среды на улицах является сложной задачей с точки зрения теоретического решения. Это связано с тем, что необходимо решить задачу массопереноса между зданиями, которые влияют на формирование зон загрязнения.

В данной работе рассматриваются две численные модели для оценки уровня загрязнения атмосферы выбросами от автотранспорта. Для экспресс прогноза качества воздушной среды используется двухмерное уравнение массопереноса примеси в воздушной среде. Для получения более детальной картины по распределению вредных веществ на улицах при выбросах от автотранспорта, используется трехмерное уравнение массопереноса. Данное уравнение также дополняется трехмерным уравнением для потенциала скорости, на базе которого рассчитывается поле ветрового потока на улицах. Кроме этого используются уравнения, учитывающие химическую трансформацию выбросов от автотранспорта в атмосфере.

Для численного интегрирования уравнений модели применяются неявные разностные схемы расщепления.

Для формирования вида расчетной области и задания в численной модели положения автомагистралей, зданий и других объектов используется метод маркирования. Это позволяет задавать в математической модели любое положение магистралей и интенсивность эмиссии вредных веществ от транспорта, задавать различное размещение зданий относительно автомагистралей. Программная реализация разработанной численной модели выполнена на алгоритмическом языке Фортран.

Созданный пакет программ предоставляет такие возможности:

- 1 – исследовать влияние интенсивности движения автомобилей на формирование зон загрязнения;
- 2 – анализировать влияние автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха, как на отдельных улицах, так и в микрорайонах;
- 3 – проводить вычислительный эксперимент по оценке влияния автотранспорта на загрязнение воздушной среды практически в режиме реального времени.

Представляются результаты проведенных вычислительных экспериментов.

Список литературных источников

1. Li Xianxiang Large-Eddy Simulation of Wind Flow and Air Pollutant Transport inside Urban Street Canyons of Different Aspect Ratios / Li Xianxiang // A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy at the University of Hong Kong, June. – 2008. – P. 205.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Беляев Н.Н., Оладипо Мутну Олатойе

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

В настоящее время железнодорожный транспорт Нигерии осуществляет в больших объемах транспортировку различных сыпучих грузов по железной дороге. При такой транспортировке происходит интенсивный снос транспортируемого груза из железнодорожных вагонов. В результате такого сноса имеет место интенсивное загрязнение прилегающей территории. Это ставит задачу по разработке методов прогноза уровня загрязнения окружающей среды и минимизации выноса сыпучих грузов при транспортировке.

Как известно, существуют различные методы решения задачи по минимизации выноса сыпучего груза [1,2]. Одним из наиболее простых методов является увлажнение поверхности транспортируемого груза или подачу на эту поверхность различных специальных растворов. Применение таких методов позволяет уменьшить вынос груза из вагонов, однако эффективность данных методов снижается с течением времени, поскольку происходит испарение воды или раствора при транспортировке. В данной работе рассматриваются два способа уменьшения сноса груза из полувагонов. Первый способ – это применение специальных щитков, установленных в полувагоне. Второй способ – создание воздушной завесы возле стенки вагона. Для решения этих задач разработаны две численные модели. Задача аэродинамики – расчет поля скорости при движении вагона с грузом решается на базе модели потенциального течения (используются двухмерная и трехмерная модели) [3]. Для расчета рассеивания сыпучего груза под действием ветрового потока используется модель переноса примеси в воздушной среде (модель Марчука Г.И.). Для определения интенсивности эмиссии груза от насыпи в вагоне применяются эмпирические зависимости.

Для численного интегрирования уравнения для потенциала скорости используются разностные схемы бегущего счета. Для численного интегрирования уравнения массопереноса осуществляется его расщепление по физическим процессам с последующим применением неявных разностных схем. На основе построенных численных моделей разработаны два пакета программ.

Представлены результаты численных экспериментов, которые позволяют оценить влияние различных физических факторов на формирование зон загрязнения при транспортировке сыпучих грузов и оценить эффективность применяемых способов защиты.

Список литературных источников

1. Беляев Н.Н. Моделирование процесса сноса угольного концентрата из полувагонов / Н.Н. Беляев, А.А. Карпо // Науковий вісник буд-ва : зб. наук. пр. / Харк. нац. ун-т буд-ва та архіт. – Харків, 2016. – №1 (83). – С. 196–199.

2. Беляев Н.Н. Защита окружающей среды при транспортировке угля / Н.Н. Беляев, А.А. Карпо // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий

навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 – № 48 – С. 223 – 228.

3. Беляев Н.Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций: монография / Н.Н. Беляев, Е.Ю. Гунько, П.Б. Машихина. – Днепропетровск : «Акцент ПП», 2013. – 159 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Беляев Н.Н.¹, Русакова Т.И.², Гурина Е.В.¹

¹Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

²Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара,
Днепр, Украина

Работа посвящена разработке и применению численных моделей для решения задач, возникающих на этапе проектирования и эксплуатации устройств в системах водоснабжения и водоотведения. Представляются численные модели для оценки эффективности очистки воды в отстойниках с добавкой коагулянтов и флокулянтов.

Для моделирования процесса очистки воды используется уравнение переноса примеси:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \\ = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i) \end{aligned} \quad (1)$$

где C – концентрация загрязнителя в воде; u, v – компоненты вектора скорости потока; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты диффузии; σ – коэффициент, учитывающий процессы коагуляции, флокуляции;

Q_i – интенсивность подачи коагулянта, флокулянта; $\delta(r - r_i)$ – дельта-функция Дирака; $r_i = (x_i(t), y_i(t))$ – координаты источника эмиссии.

Для численного интегрирования уравнения массопереноса используется неявная разностная схема расщепления. Для расчета гидродинамики потока внутри очистных сооружений используется модель безвихревых течений идеальной жидкости [1,2]. Базовым уравнением является уравнение Лапласа для потенциала скорости. Для численного интегрирования уравнения для потенциала скорости используется неявная разностная схема, предложенная А.А. Самарским. Для формирования геометрической формы сооружения применяется метод маркирования.

На базе построенных численных моделей разработан код. В качестве языка программирования применялся FORTRAN.

В работе представлены результаты вычислительных экспериментов по расчету процессов очистки воды при варьировании различных физических параметров, в частности, размеров сооружения и дополнительных пластин, влияющих на гидродинамику потока и доз флокулянта, коагулянта.

Также представлены численные модели для моделирования процесса сушки осадка в псевдосжиженном слое. Такой осадок образуется на станциях очистки сточных вод. Для моделирования процесса сушки используются уравнения массопереноса, теплопереноса и испарения влаги. Для моделирования движения воздушной среды в устройстве, где формируется псевдосжиженный слой, применяется модель потенциального течения.

Представляются результаты проведенных вычислительных экспериментов.

Список литературных источников

1. Беляев Н.Н. Математическое моделирование массопереноса в отстойниках систем водоотведения / Н.Н. Беляев, Е.К. Нагорная. – Д.: Нова идеология, 2012. – 112 с.

2. Беляев Н.Н. Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных отстойниках / Н.Н. Беляев, В.А. Козачина. – Д.: Акцент ПП, 2015. – 114 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТРАНСПОРТЕ Беляев Н.Н.¹, Силина Ю.Ю.¹, Якубовская З.Н.²

¹ Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

² ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

По территории Украины осуществляется транспортировка в больших объемах химически опасных грузов. Поступление опасных веществ в атмосферу при чрезвычайных ситуациях на транспорте (аварии, диверсии) может привести к образованию достаточно больших зон поражения. Поэтому возникает важная проблема по оценке размеров и интенсивности зон заражения, а также защите людей.

В докладе представлены результаты по созданию экспертной системы, ориентированной на оценку риска поражения людей при поступлении в атмосферу опасных веществ. Основными задачами данной экспертной системы являются:

- 1) прогноз динамики загрязнения атмосферы;
- 2) оценка безопасности маршрутов эвакуации;
- 3) оценка эффективности локальных методов защиты людей в зданиях от поражения (защита “shelter-in-place”).

Основой данной экспертной системы является разработка численных моделей, объединенных в три блока:

первый блок: расчет аэродинамики – блок, в основу которого положена модель течения идеальной жидкости, позволяющая рассчитать скорость ветрового потока с учетом рельефа местности, застройки;

второй блок: расчет рассеивания опасных веществ в атмосфере (для моделирования переноса опасных веществ используются 2D и 3D уравнения конвективно-диффузионного переноса примеси);

третий блок: расчет возможного ущерба (оценка количества опасных веществ, попавших на тот или иной участок земной поверхности, расчет токсодозы как на открытой местности, так и внутри помещений).

Для численного интегрирования моделирующих уравнений используются неявные разностные схемы расщепления.

Разработанная численная модель позволяет оперативно рассчитывать размеры, форму и интенсивность зон загрязнения в масштабе «microscale» (дистанция рассеивания опасных веществ до 100-200 м), «local scale» (дистанция рассеивания опасных веществ до 200-500 м), «urban» (дистанция рассеивания опасных веществ до 5-10 км).

Разработанная численная модель позволяет оперативно рассчитывать размеры, форму и интенсивность зон загрязнения в масштабе «microscale» (дистанция рассеивания опасных веществ до 100-200 м), «local scale» (дистанция рассеивания опасных веществ до 200-500 м), «urban» (дистанция рассеивания опасных веществ до 5-10 км).

При использовании численной модели учитываются:

- 1) атмосферные условия;
- 2) тип выброса;
- 3) время, в течение которого происходит утечка опасного вещества;
- 4) орография местности;
- 5) возможность выброса от движущегося источника (самолет, автомобиль и т.п.);
- 6) инфильтрация загрязненного атмосферного воздуха в помещения.

Представлены результаты практического применения разработанной экспертной системы для решения комплекса задач по оценке риска поражения людей в селитебных зонах при различных чрезвычайных ситуациях на транспорте.

НЕЛІНІЙНІ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНІ МОДЕЛЬНІ ЗАДАЧІ ПРОЦЕСІВ КОНВЕКТИВНО-ДИФУЗІЙНОГО БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО МАСОПЕРЕНОСЕННЯ В МІКРОПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ Бомба А.Я., Присяжнюк І. М., Присяжнюк О. В.

Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Процеси масопереносу в мікропористих середовищах [1] є важливою складовою наукових, промислових і експериментально-конструкторських технологій. Складність теоретичного опису властивостей неоднорідних середовищ з локально-іншорідними особливостями з математичної точки зору пов'язана з тим, що фізичні процеси в таких середовищах описуються нелінійними сингулярно збуреними крайовими.

Модельна задача сингулярно збуреного нелінійного процесу конвективно-дифузійного масоперенесення в біпористих середовищах з урахуванням масообміну та зворотнього впливу характеристик процесу на характеристики

середовища (коефіцієнти дифузії, масообміну) описується системою диференціальних рівнянь:

$$\sigma_1 \frac{\partial C_j}{\partial t} = \sum_{s=1}^m \operatorname{div} \left(D_{js} (C_1, \dots, C_m) \cdot \operatorname{grad} C_s \right) - \bar{v} \cdot \operatorname{grad} C_j - D_{*j}^* (C_1, \dots, C_m) (U_j)' \Big|_{r=R}, \quad (1)$$

$$\sigma_2 \frac{\partial U_j}{\partial t} = \sum_{s=1}^m r^2 \frac{\partial}{\partial r} \left(D_{js}^* (U_1, \dots, U_m) \frac{1}{r^2} \frac{\partial U_s}{\partial r} \right) \quad (2)$$

$$C_j(x, y, z, 0) = C_{j0}^0(x, y, z), U_j(x, y, z, r, 0) = U_{j0}^0(x, y, z, r), \quad (3)$$

$$C_j(M, t) \Big|_{L_i} = \tilde{C}_j^i(M, t), \frac{\partial U_j(x, y, z, r, t)}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0,$$

$$U_j(x, y, z, R, t) = k_j C_j(x, y, z, t), \quad (4)$$

де C_j і U_j – відповідно масові концентрації j -ї компоненти речовини у фільтраційному розчині і в мікрочастинках (на сферах з центром в точці (x, y, z) радіуса r , $0 \leq r \leq R$) в момент часу t , $D_{js}(C_1, \dots, C_m)$ та $D_{js}^*(U_1, \dots, U_m)$ – коефіцієнти конвективної дифузії j -ї компоненти речовини за умови присутності S -ї компоненти у фільтраційному потоці та в мікропористих частинках відповідно ($j = 1, m, k = 1, m$), σ_1 σ_2 – пористість відповідно середовища та мікрочастинок, $D_{*j}^*(C_1, \dots, C_m)$ – неперервні обмежені функції, які характеризують швидкість протікання сорбційних процесів j -ї компоненти речовини (швидкість переходу концентрації з міжчастинкового простору у внутрішньочастинковий), \bar{v} - швидкість конвективного перенесення, ε – малий параметр $(|\bar{v}| = \sqrt{v_x^2(x, y, z) + v_y^2(x, y, z) + v_z^2(x, y, z)} > v_* \gg \varepsilon > 0)$,

$k_j(C_1, \dots, C_m) > 0$ - константи адсорбційної рівноваги, L_i - поверхні (границі) області, M – довільна точка відповідної поверхні.

Аналогічно до [2] побудовано асимптотичне розв'язку відповідної просторової нелінійної сингулярно збуреної крайової задачі.

Список літературних джерел

1. Petryk M. Modeling of gas transport in microporous solid./ M. Petryk, S. Leclerc, D. Canet, J. Fraissard // Catalysis Today, 2008. – 139(3), 234-240.
2. Бомба А. Я. Моделирование нелинейных сингулярно возмущенных процессов двухкомпонентного конвективно-диффузионного массопереноса в нанопористой среде / А. Я. Бомба, О. В. Присяжнюк // Электронное моделирование. – 2015. – Т. 37. – №4. – С. 37–52.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПУСКА И УСТАНОВИВШЕГОСЯ
РЕЖИМА РАБОТЫ ПРИВОДОВ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ**
Виноградов Б.В., Христенко А.В.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Измельчение сырья является капиталоемким и энергоемким процессом. В мировой практике на измельчение материалов расходуется до 7-10 % энергии, а металла – 2 % всего производства в мире. Наибольшее применение для измельчения сырья получили барабанные мельницы. Их часть в общем количестве измельчительных агрегатов составляет в Украине 95 %, за рубежом – 80 % [1].

Для снижения металлоёмкости и повышения долговечности механических систем приводов необходимо ограничивать динамические нагрузки, возникающие в период пуска и установившегося режима работы.

Целью данной работы является исследование эффективности снижения динамических нагрузок в приводах, оснащенных упругими пневмобаллонными муфтами.

Эквивалентная динамическая схема барабанной мельницы представлена на рис. 1, где I_1 , I_2 – момент инерции ротора и приведенный момент инерции барабана. $M_{эм}(t)$ – электромагнитный момент синхронного двигателя; $M_C(\varphi_2, \omega_2)$ – момент сопротивления барабана; φ_1 , φ_2 – углы поворота; $\alpha_{12} = \varphi_2 - \varphi_1$ – угол закручивания упругой связи (муфты); $M(\alpha_{12})$ – упруго-вязкая характеристика пневмобаллонной муфты.

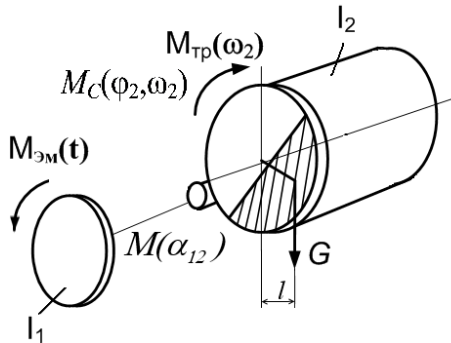


Рисунок 1 – Эквивалентная динамическая схема синхронного привода барабанной мельницы

Электромагнитный момент $M_{эм}(t)$ синхронного двигателя, определяется шестью нелинейными дифференциальными уравнениями Парка-Горева [2]. Момент сопротивления $M_C(\varphi_2, \omega_2)$ вызван силами трения в подшипниках и весом загрузки барабана [3].

Упругая характеристика муфты, $M(\alpha_{12})$, содержащей резинокордные оболочки, описывается нелинейным уравнением [2].

Уравнения движения привода барабанной мельницы имеют следующий вид

$$\begin{cases} \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{1}{H_1} [M_{э.м}(t) - M(\alpha_{12})]; \\ \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{H_2} [M(\alpha_{12}) - M_c(\varphi_2, \omega_2)]; \\ \frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_1; \\ \frac{d\varphi_2}{dt} = \omega_2, \end{cases}$$

где ω_1, ω_2 – угловая частота вращения вала двигателя и барабана соответственно; H_1, H_2 – моменты инерции двигателя и барабана в относительных единицах.

Сравнение экспериментальных и расчётных данных позволяет заключить, что предложенная математическая модель адекватно описывает динамические процессы в приводе в период пуска и установившегося режима работы [2,3].

На рис. 2 представлены расчетные величины крутящего момента в приводе с обычной упругой и пневмобаллонной муфтой [2,3].

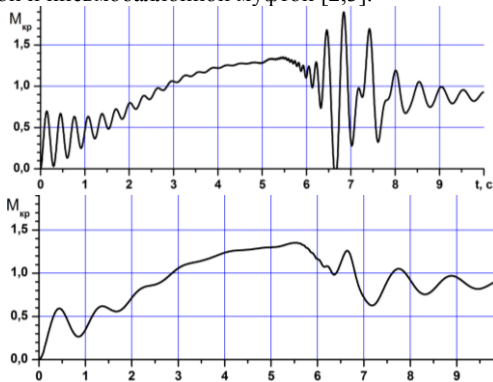


Рисунок 2 – Изменение крутящего момента в механической системе привода в период прямого пуска синхронного двигателя: а, б – с обычной упругой и пневмобаллонной муфтой соответственно.

Анализ результатов расчета позволяет заключить, что применение упругих пневмобаллонных муфт, позволяет решить задачу ограничения ударных и резонансных динамических нагрузок в приводах барабанных мельниц.

Список літературних джерел

1. Науменко Ю.В. Основи теорії режимів роботи барабаних млинів [Текст]: монографія. / Науменко Ю.В. – Рівне: Видавництво СПД Зелент О.І., 2009. – 282 с.

2. B. V. Vinogradov, J. Homišin, A.V. Kchristenko. Limitation of dynamic loads in machine drives/ Diagnostyka, 2016, Vol. 17, No. 2, PP. 35-41/

3. Виноградов Б.В. Статика та динаміка приводів барабанних млинів: монографія / Б.В. Виноградов. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – 209 с/

4. B. Vinogradov & A. Khristenko / Chapter 15. Flexible couplings with rubber-cord shells in heavy machinery drives / Power Engineering, Control and Information Technologies in Geotechnical Systems. CRC Press/Balkema, 2015 Taylor & Francis Group, London, UK. PP. 109 – 114.

РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТІ ВРОЖАЙНОСТІ ТОМАТІВ ВІД ВИТРАТИ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Гармаш С.М., Мігіна Н.Б., Малиновська Н.В., Жмура А.Ф.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В наступний час рідкі регулятори росту широко застосовується в багатьох країнах світу (США, Німеччина, Франція, Китай, Японія, тощо). УДХТУ розроблений рідкий препарат з біогумусу («Біогумат»). Проведено дослідження застосування біогумату на врожайність томатів сорту Персей при їх обприскуванні. Статистичний аналіз закономірностей впливу біогумату на врожайність томатів проводили з використанням комп'ютерної програми «Statistica 6,0». На підставі одержаних даних врожайності томатів сорту Персей створені моделі залежності врожайності від витрати біогумату. Для оцінки достовірності відмінностей середніх значень двох незалежних вибірок застосовувався *t-тест* на основі параметричного критерію Ст'юдента. Нелінійні регресійні моделі будувалися методом найменших квадратів.

Результати порівняння середніх значень врожайності томатів показують, що тільки обприскування біогуматом в розведенні 1:50, 1:100 і 1:150 дає статистично достовірний приріст врожайності.

Таблиця 1 – Deskриптивна статистика і *t-тест* порівняння середніх значень врожайності томатів при їх обприскуванні стимуляторами росту

| Варіанти дослідів | Середнє значення | Стандартне відхилення | Рівень значущості | Приріст урожаю | |
|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------|------|
| | | | | ц/га | % |
| Вода (контроль) | 210,3 | 7,1 | | | |
| Гумат натрію (1:100) | 214,0 | 5,0 | 0,223 | 3,7 | 1,7 |
| Біогумат (1:50) | 219,0 | 5,9 | 0,012 | 8,7 | 4,1 |
| Біогумат (1:100) | 237,0 | 5,0 | 0,000 | 26,7 | 12,7 |
| Біогумат (1:150) | 229,0 | 2,4 | 0,000 | 18,7 | 8,9 |
| Біогумат (1:200) | 216,0 | 4,2 | 0,056 | 5,7 | 2,7 |

Регресійні моделі (рис. 1) підтверджують знайдену залежність. Встановлено, що лінійна регресійна модель з низьким коефіцієнтом детермінації є

неадекватною. Квадратична модель більш адекватно відображає закономірності. Вона показує, що максимальний приріст врожайності повинен бути при витраті біогумату 5 л/га.

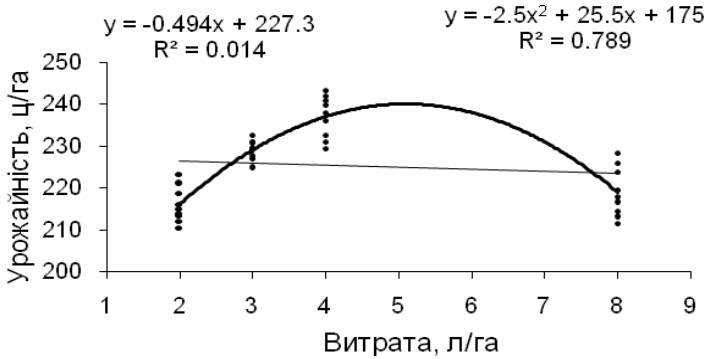


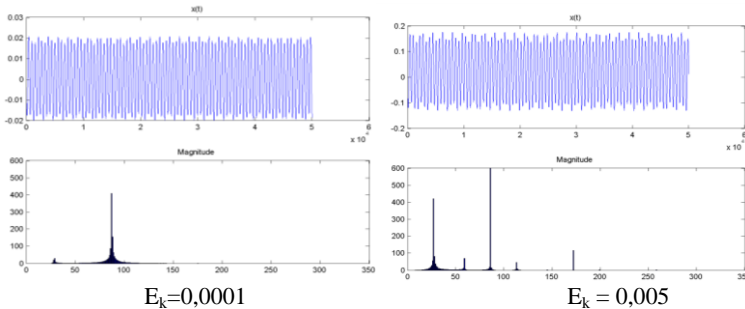
Рисунок 1 – Регресійні моделі залежності врожайності томатів від витрати біогумату при їх обприскуванні

Моделювання залежності врожайності овочевих культур від витрат регуляторів росту дозволяє встановити оптимальну дозу препарату, що сприяє отриманню підвищеного врожаю сільськогосподарської культури.

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСА ДИСОЦІАЦІЇ МОЛЕКУЛИ ДІОКСИДА АЗОТУ Дервянко О.І.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Модель трьохатомної молекули NO_2 [1] була реалізована в програмному середовищі MatLab і дає можливість розрахунку динаміки поведінки окремих атомів для різних значень початкової енергії E_k , спектрів коливань кожної пари атомів, динаміку кутів молекули, динаміку радіус-векторів системи атомів відносно центру мас. Взаємодія між атомами в моделі описується потенціалом Морзе:



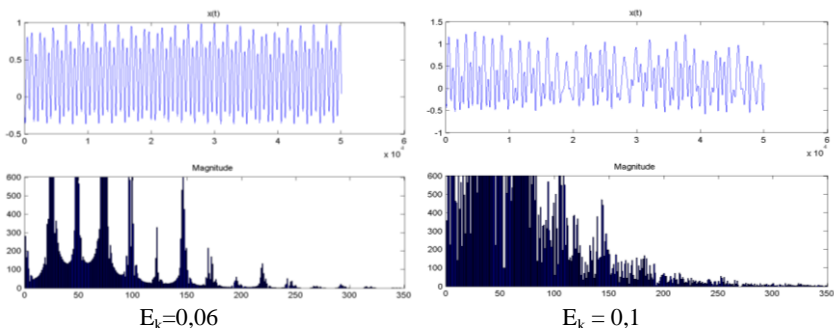


Рисунок 1 – Характер коливань O-O

Початкові напрямки векторів швидкостей атомів розраховуються так, щоб сума їх дорівнювала нулю. Для візуалізації динаміки молекули у тривимірному просторі використано пакет віртуальної реальності (VRM).

Аналіз змін спектру коливань атомів O свідчить, що відбувається процес дисоціації зв'язків, що утримували атоми кисню. При $E_k = 0,1$ повної дисоціації не відбулося (зв'язок O-N залишився).

Збільшення внутрішньої енергії системи трьох атомів відбувається за рахунок кількості компонентів спектру коливань та збільшення їх амплітуди. При цьому збільшення амплітуди коливань обмежено умовою існування молекули як єдиної системи, а збільшення їх кількості відбувається в обмеженому інтервалі частот.

Таким чином проведений комп'ютерний експеримент продемонстрував, наявність виникнення хаотичних коливань внаслідок нелінійного резонансу як передумову дисоціації.

Список літературних джерел

1. Волковец І. Б., Ефимов А. А., Кривцов А. М, Ткачев П. В. // Труды СПбГПУ, № 489, 2004. – с. 152–161.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЄМНІСНОГО ДАВАЧА ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Івїцька Д. К., Баженов В. Г.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Оптимальна конструкція ємнісного давача має важливе значення для здійснення неруйнівного контролю з його допомогою. Отримання аналітичних рівнянь можливе лише для планарних давачів найпростішої структури. Але більшу ефективність демонструють давачі більш складних форм, для яких отримання аналітичного рішення не можливо. Таким чином, доцільно розробити числову модель, яка ефективно і точно представлятиме роботу давача.

При моделюванні застосовується метод кінцевих елементів для розрахунку електричного поля і прогнозування розподілу електричного потенціалу поблизу давача.

Щоб застосувати метод кінцевих елементів, до ємнісного давача необхідно розглянути основні рівняння моделі. По суті, електромагнітні явища регулюються рівняннями Максвелла. У загальному, матеріали, що мають як діелектричні, так і провідні властивості, регулюються рівняннями Максвелла-Ампера

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (1)$$

де H – напруга магнітного поля; J – вільна щільність струму; D – щільність електричного потоку.

Для усунення напруженості магнітного поля H , розбіжність обох сторін рівняння (1) береться, як

$$\nabla \cdot \left(J + \frac{\partial D}{\partial t} \right) = 0 \quad (2)$$

Частоти, що використовуються в ємнісних вимірювальних давачах, як правило, знаходяться в області між 10 кГц і 1 МГц, на таких частотах індуктивними явищами можна знехтувати і електромагнітне поле можна розглядати як квазістатичне електричне поле. Можна припустити, що похідною за часом щільності магнітного потоку B можна знехтувати, і згідно закону Фарадея електричне поле E є вільним для звертання

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

На основі рівняння (3), електричне поле E можна описати за допомогою розподілу електричного потенціалу $\varphi(x, y, z)$, так що він може бути представлений як

$$\begin{aligned} E &= -\nabla\varphi(x, y, z), \\ \text{використовуючи конститутивні відносини} \\ J &= \sigma(x, y, z)E, \\ D &= \varepsilon(x, y, z)E. \end{aligned}$$

Вираз (2) виглядає

$$\nabla \cdot \left[\sigma(x, y, z) \nabla\varphi(x, y, z) \right] + \nabla \cdot \left[\frac{\partial}{\partial t} \left[\varepsilon(x, y, z) \nabla\varphi(x, y, z) \right] \right] = 0 \quad (4)$$

де $\sigma(x, y, z)$ – розподіл провідності; $\varepsilon(x, y, z)$ – розподіл діелектричної проникності.

Якщо відомо розподіли провідності і діелектричної проникності, які становлять інтерес, розподіл електричного потенціалу $\sigma(x, y, z)$ можна отримати шляхом вирішення рівняння (4). Але на практиці, через похідну за часом, зв'язок між діелектричними та провідними властивостями у рівнянні (4) не може бути вирішений [1]. Практичний спосіб вирішення цієї проблеми полягає у розгляді системи як "переважно діелектричної" або "переважно провідної" [1]. У першому випадку рівняння (4) можна спростити до рівняння Лапласа

$$\nabla \left[\varepsilon(x, y, z) \nabla \varphi(x, y, z) \right] = 0$$

Це рівняння є дійсним, наприклад, для застосування томографії електричної ємності та для датчиків діелектрометрії. В останньому випадку, рівняння

$$\nabla \left[\sigma(x, y, z) \nabla \varphi(x, y, z) \right] = 0$$

є дійсним для застосування у томографії електричного опору, і методів падіння потенціалу.

Використовуючи вищезазначене квазістатичне припущення, можливо застосовувати метод кінцевих елементів для вирішення вищевказаних рівнянь, і передбачити потенційний розподіл $\varphi(x, y, z)$, спричинений ємнісними електродами в конкретному середовищі і геометрії, що буде задовольняти граничну умову Діріхле

$$\varphi(x, y, z) = \begin{cases} V & | (x, y, z) \in \Gamma_1 \\ 0 & | (x, y, z) \in \Gamma_2 \\ 0 & | (x, y, z) \in \Gamma_3 \end{cases},$$

де Γ_1 – поверхня рушійного електроду; Γ_2 – поверхня чутливого електроду; Γ_3 – зовнішня поверхня обчислювальних областей; V – напруга, прикладена до рушійного електроду.

Після вирішення рівняння (4), можна застосувати закон Гауса в числовому вигляді інтеграла по поверхні навколишнього чутливого електроду для обчислення індукованого заряду на цьому електроді шляхом розрахункового розподілу електричного потенціалу. Закон Гауса можна записати у вигляді

$$q = - \iint_s \varepsilon(x, y, z) \nabla \varphi(x, y, z) ds,$$

де s – оточуюча поверхня чутливого електроду.

На рис. 1 для прикладу зображено розподіл електричного поля в двовимірній постановці, отриманий за допомогою числового моделювання методом скінченних елементів.

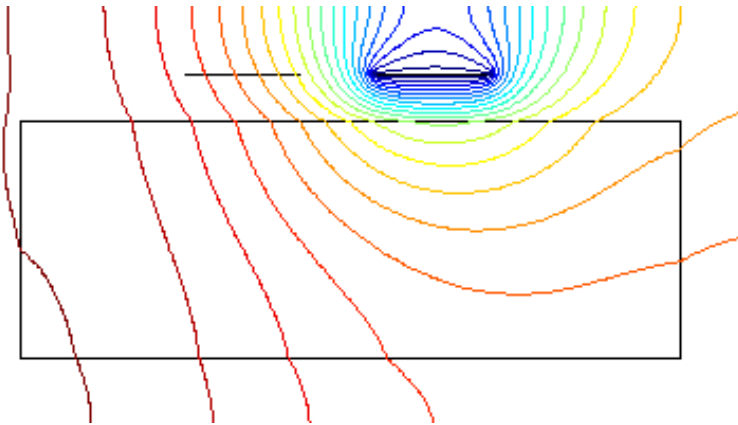


Рисунок 1 – Розподіл електричного поля

Список літературних джерел

1. G. Meng, A. J. Jaworski, and J. C. S. Kimber, "A multi-electrode capacitance probe for phase detection in oil-water separation processes: design, modelling and validation," *Measurement Science and Technology*, vol. 17, pp. 881-894, 2006.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКУ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ANSYS POLYFLOW

Івницький І. І., Сівецький В. І., Колосов О. Є.,
Сокольський О. Л., Куриленко В. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Питання комп'ютерного моделювання введення у розплави полімерного матеріалу інтелектуальних датчиків, що дають змогу здійснювати моніторинг відповідальних деталей та вузлів, зокрема їх напружено-деформованого стану, є недостатньо вивченим. При введенні датчиків необхідно точно контролювати глибину введення, адже при контролі напружено-деформованого стану необхідно враховувати розміщення датчика у виробі. В зв'язку з цим комп'ютерне моделювання технологічних режимів введення інтелектуальних датчиків у розплави полімерного матеріалу є актуальним.

Моделювання здійснюється у програмному комплексі ANSYS Polyflow, який дозволяє врахувати особливості процесу течії матеріалів з неньютонівськими властивостями, таких як полімерні матеріали.

При моделюванні процесу введення датчиків у потік полімерного матеріалу за основу взята узагальнена модель ньютонівської потоку, що базується на вирішенні рівнянь руху і нерозривності потоку [1].

Введення інтелектуальних датчиків відбувається шляхом їх попереднього змішування з полімерним матеріалом та впорскуванням суміші крізь технологічний отвір каналу. В зв'язку з надзвичайно низькою концентрацією датчиків у суміші вони не призводять до зміни її властивостей.

Приклад схематичного каналу, що використовується для моделювання процесу введення датчиків у розплавленого полімерного матеріалу, представлений на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема каналу

З метою визначення мінімально необхідної густоти розрахункової сітки для отримання якісного результату розрахунку проводилось дослідження збіжності сітки за допомогою поступового зменшення характерного розміру елемента та співставленням контрольного параметра при різних значеннях граничних розмірів елемента. Для задач течії по каналах найбільш характерним параметром є перепад тиску, який використовується в якості контрольного параметра. Приклад результатів дослідження зображено на рис. 2.

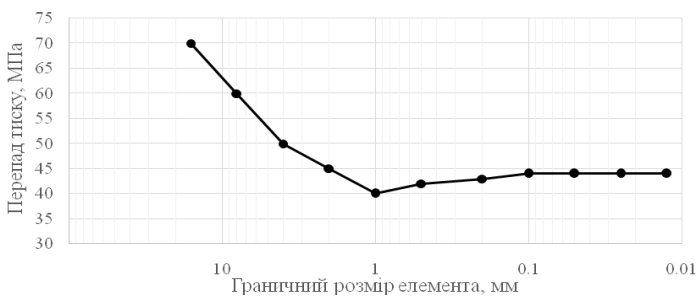


Рисунок 2 – Залежність перепаду тиску від граничного розміру елемента

Як видно з рис. 2, зменшення розміру елемента нижче певної величини впливає на перепад тиску несуттєво. Тому, при побудові скінченно-елементної моделі доцільно використовувати елементи, розмір яких достатньо малий, щоб суттєво не впливав на перепад тиску, але не занадто малий, щоб значно не збільшувати час розрахунку. В даному випадку це розмір порядку 1 мм.

При попередньому моделюванні визначається відстань від точки введення датчиків, де течія має установлений характер, з метою знаходження оптимальної довжини каналу при моделюванні.

При моделюванні у програмному комплексі ANSYS Polyflow [2] використовується тип задачі «F.E.M. task – Steady-state problem(s)» (метод скінченних елементів, стаціонарна задача), тип підзадачі «Generalized Newtonian isothermal flow problem» (узагальнена ізотермічна Ньютонівська течія).

Залежність в'язкості від швидкості зсуву для полімерних матеріалів доцільно виражати степеневим законом, параметри якого знаходяться експериментально

$$\eta(\dot{\gamma}) = K(\lambda\dot{\gamma})^{n-1}$$

Граничні умови задаються наступні:

- вхід у основний канал – «Inflow – Volumetric flow rate» (об'ємна витрата);
- вхід у додатковий канал – «Inflow – Volumetric flow rate»;
- вихід з каналу – «Outflow»;
- стінка каналу – «Slip conditions – $F(v) = \text{generalized Navier's law}$ ».

Пристінні ефекти на стінці описуються за допомогою узагальненого закону Нав'є

$$\tau = -F_{slip} |v_s - v_w|^{e_{slip}},$$

де v_s – тангенціальна швидкість течії; v_w – тангенціальна швидкість стінки; F_{slip} та e_{slip} – параметри матеріалу, що визначаються експериментально.

З метою визначення залежності глибини введення датчиків у потік матеріалу від відношення тисків проводиться серія моделювань при різних значеннях об'ємної витрати на вході у додатковий канал. На основі отриманих даних будується залежність глибини занурення датчика у потік від відношення перепадів тисків у основному та додатковому каналах.

Комп'ютерне моделювання дозволяє встановити доцільні технологічні параметри при введенні інтелектуальних датчиків у розплав полімерного матеріалу на необхідну глибину.

Список літературних джерел

1. Dynamics of Polymeric Liquids / R. B. Bird, C. F. Curtiss, R. C. Armstrong, O. Hassager. — New York: Wiley-Interscience, 1987. — 672 p.
2. ANSYS Polyflow User's Guide — Canonsburg: ANSYS, Inc., 2013. — 790 p.

ПОГРЕШНОСТИ ОКРУГЛЕНИЯ В МАШИННОЙ АРИФМЕТИКЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Жульковская И.И., Жульковский О.А., Бильо В.В.

Днепродзержинский государственный технический университет,
Каменское, Украина

Как известно, математическое моделирование является наиболее доступным методом исследования объектов и процессов, происходящих во всех сферах человеческой деятельности. Поэтому, естественно, постоянно растут требования к точности результатов математического моделирования. Источниками ошибок в процессе математического моделирования могут быть погрешности исходной математической модели, неверный выбор численных методов и алгоритмов, а также вычислительные ошибки. В свою очередь, вычислительные ошибки возникают в связи с точностью представления действительных чисел в памяти ЭВМ в процессе ввода данных или проведения арифметических операций.

Особенностями машинной арифметики является конечность набора действительных чисел и ограниченность диапазона их изменения. Это приводит к тому, что полученное решение верно лишь с машинной точностью, а результат каждой промежуточной арифметической операции округляется. По этой причине точность, с которой округляются действительные числа, является основным показателем качества машинной арифметики с плавающей запятой.

При представлении числа в виде порядка (X), мантиссы (m) и знака (т.е. в формате *IEEE 754* [1]) расстояние между соседними представимыми числами, т.е. числами с единым десятичным значением порядка и с различающимися в один бит мантиссами, называют шагом числа. Поэтому максимальная абсолютная погрешность округления для числа в формате *IEEE 754* равна половине шага. Следовательно, вычисленный результат отличается от точного значения не более, чем на половину единицы последнего разряда мантиссы результата (*unit in the last place, ulp*) [2].

Таким образом, максимальная абсолютная погрешность округления определяется по формуле

$$\Delta^{\max} = 0,5ulp ; \quad (1)$$

Подставив в формулу (1) параметры базовых форматов стандарта *IEEE 754*, получим формулы для вычисления максимальной абсолютной погрешности округления чисел с плавающей запятой. Полученные формулы сведены в табл.1.

Таблица 1 – Формулы вычисления максимальных абсолютных погрешностей округления чисел, представленных в базовых форматах стандарта *IEEE*

| Формат | Субнормальные числа | Нормализованные числа |
|------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>single</i> | 2^{-150} | $2^X - 151$ |
| <i>double</i> | 2^{-1075} | $2^X - 1076$ |
| <i>extended</i> | 2^{-16447} | $2^X - 16448$ |
| <i>quadruple</i> | 2^{-16495} | $2^X - 16496$ |

Таким образом, при проведении расчетов на ЭВМ нужно иметь представление о погрешностях машинной арифметики. Полученные формулы для вычисления максимальных абсолютных погрешностей округления чисел, представленных в базовых форматах стандарта *IEEE 754*, позволяют провести анализ вычислительных погрешностей.

Список литературных источников

1. IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. – New York, 2008.– 70p.
2. Goldberg D. What Every Computer Scientist Should Know about Floating-Point Arithmetic / D. Goldberg // ACM Computing Surveys.– 1991.– №.23(1).– P.5-48.

ПОСТРОЕНИЕ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНОГО ТЕОБМЕНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Жульковский О.А., Жульковская И.И.

Днепропетровский государственный технический университет,
Каменское, Украина

Трудоемкость, материалоемкость и дороговизна лабораторных, полупромышленных и промышленных экспериментов, их ограниченность, многомерность и нелинейность исследуемых процессов и явлений, а также стремительное развитие вычислительной техники и программного обеспечения значительно актуализировало теоретические исследования (математическое моделирование). Особая роль в разработке и исследовании технологических систем, характеризующихся высокотемпературными условиями протекания процессов (в металлургии, энергетике, машиностроении и др.), отводится созданию рациональных математических моделей процессов теплообмена.

На практике обычно имеет место совместный (комбинированный) или сложный теплообмен, сочетающий процессы теплопроводности, конвекции и радиационного (лучистого) теплообмена. Среди процессов сложного теплообмена радиационно-конвективный перенос теплоты является наиболее общим случаем, при котором теплота переносится не только радиацией, но и теплопроводностью и конвекцией. Таким образом, в большинстве практических задач преобладают граничные условия III рода с известными закономерностями теплообмена между поверхностью тела и средой.

Исходя из вышесказанного, в работе рассмотрены особенности численного решения следующей задачи комбинированного (радиационно-конвективного)

теплообмена (в отсутствие внутренних источников теплоты):

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right); \quad (1)$$

$$-\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_S = \alpha_k (T_S - T_0) + \sigma_0 a_S \sum_{j=1}^n a_j \Phi_{Sj} (T_S^4 - T_{rj}^4); \quad (2)$$

$$T(x,0) = T_0, \quad (3)$$

где c – теплоемкость; ρ – плотность; T – температура; τ – время; λ – теплопроводность; x – соответствующая координата; α – коэффициент теплоотдачи; σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана; a – поглощательная способность поверхности; Φ – разрешающий угловой коэффициент излучения; T_0 – начальная температура набегающего потока вдали от поверхности (или температура окружающей среды); T_r – температура поверхностей, участвующих в радиационном теплообмене.

Присутствующий в (2) индекс S (от англ. *surface* – поверхность) обозначает поверхность расчетной области, индексы k и r – конвективную и радиационную составляющие сложного теплообмена соответственно.

В данной формулировке задачи имеют место идентичные условия сложного теплообмена на обеих граничных поверхностях (2), т.е. решение задачи производится в наиболее общей постановке.

Решение рассматриваемой одномерной задачи (1) – (3) достаточно просто распространить и на многомерные случаи, используя так называемую локально-одномерную схему расщепления по пространственным переменным, сочетающую достоинства явных (малые затраты машинного времени на шаге по времени) и неявных (безусловная устойчивость) схем.

Рассмотренные подходы к построению разностных схем при моделировании комбинированного теплообмена могут быть использованы для исследования тепловых режимов технологического оборудования в металлургии, энергетике, машиностроении и т.д., а также при подготовке студентов профильных специальностей университетов.

О БИФУРКАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Карасёв А.Г., Бессмертный Я.О.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
Днепр, Украина

В настоящее время наиболее эффективным методом расчета несущей способности тонкостенных оболочек являются программные комплексы (ПК), в частности, ПК ANSYS. При расчете замкнутых упругих пологих конических оболочек при внешнем давлении, в зависимости от показателей их тонкостенности и пологости, опасными могут оказаться либо критическое давление линейной (бифуркационной) задачи, либо предельное давление геометрически нелинейной

задачи [1]. Однако существующие решения ПК ANSYS не учитывают нелинейность докритического деформирования бифуркационной задачи. В то же время есть косвенный путь учета такого докритического деформирования. Он заключается в индивидуальном для каждой задачи подборе параметром счёта, при решении геометрически нелинейной задачи. Задачей настоящей работы является решение бифуркационной задачи геометрически нелинейного деформирования упругой полой тонкостенной конической оболочки при внешнем нормальном давлении.

Геометрические и расчётные модели идеальных замкнутых конических оболочек строились в среде ПК ANSYS. Для их создания использовался специализированный четырехугольный конечный элемент (КЭ) SHELL 181. Численный анализ проводился в широком диапазоне изменения показателя тонкостенности ($R/h = 100 \div 2000$, R – радиус основания конуса, $h = 0.4 \div 16$ мм – толщина оболочки) и угла наклона образующей к плоскости основания ($\alpha = 0^\circ.5 \div 20^\circ$). Материал оболочек – сталь 30ХГСА ($E = 2 \times 10^5$ МПа; $\nu = 0.3$, предел текучести $\sigma_m = 800$ МПа). Нагружение осуществлялось равномерно распределенным внешним поперечным давлением (q). Условия закрепления основания конуса соответствовали неподвижному шарниру и заделке.

Результатом решения линейной задачи является критическое давление q^{cr} , представляющее собой минимальную величину давления из спектра собственных значений линеаризованной задачи устойчивости, а также соответствующая форма выпучивания в виде регулярных вмятин и выпучин, вытянутых вдоль образующей. При решении задачи на собственные значения учитывалось линейное докритическое деформирование оболочки.

Результатом решения геометрически нелинейной задачи является предельное давление q^{lim} , полученное путём построения зависимостей перемещений вершины конуса u_z от q . В случае малых углов α , при которых величина q^{cr} больше q^{lim} , в процессе увеличения давления развивается осесимметричная докритическая, а затем (после достижения предельного давления) и закритическая деформации оболочки (рис. 1, а, з, д). Переход с докритической ветви на закритическую происходит в виде «перескока» (рис. 1, а).

В случае увеличения угла α до значений, при которых величина предельного давления q^{lim} оказывается близкой (снизу), а также превышает минимальную величину критического давления q^{cr} (из спектра критических давлений линейной задачи устойчивости), возможны два основных результата решения нелинейной задачи.

Первое решение имеет место, когда показатели расчета подобраны таким образом, что при нагрузке, близкой к бифуркационной, в процессе расчета, связанного с поиском равновесного состояния, решение остается на ветви осесимметричного равновесия (рис. 1, а).

Для оболочки (рис. 1, а) минимальная величина q^{cr} , полученная в результате решения линейной задачи устойчивости, оказалась незначительно меньше величины предельной нагрузки q^{lim} . На зависимости « $q - u_z$ » значение q^{cr} отмечено точкой. В данном случае процесс осесимметричного деформирования оболочки продолжался вплоть до достижения предельного давления (точка 1) (форма оболочки на рис. 1, з) и завершился (в случае неизменного давления q^{lim})

«скачкообразным» переходом на закритическую ветвь осесимметричной «выворотки» (точка 2) (закритическая форма оболочки на рис. 1, д).

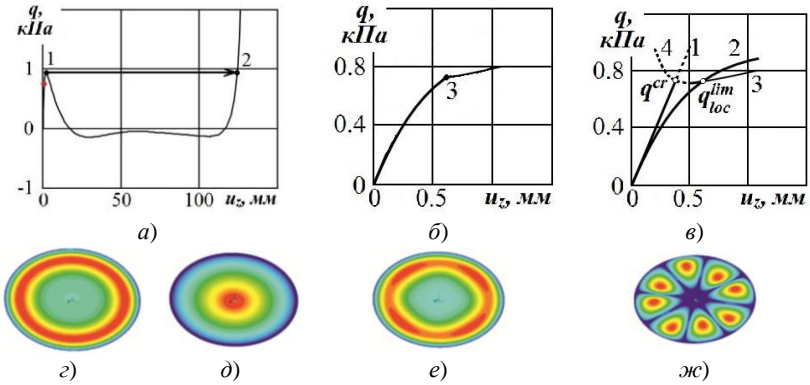


Рисунок 1 - Зависимости « $q - u_z$ » для шарнирно опертой оболочки с $R/h = 500$ и $\alpha = 2^\circ$ (а, б) и её равновесные состояния (в); формы деформирования при $q = q^{lim}$ на докритической (г) и восходящей закритической (д, е) равновесных ветвях, а также форма выпучивания бифуркационного расчета (ж)

Второе решение исследуемой нелинейной задачи реализуется в случае, когда параметры расчета реагируют на наличие ветви неосесимметричного равновесного состояния путем перехода на эту ветвь. Если ветвь восходящая (устойчивая) этот переход на зависимости « $q - u_z$ » отражается либо в виде перескока, либо в виде излома.

Такую трансформацию расчета можно назвать локальным выпучиванием (бифуркацией), а соответствующее давление – локальным предельным давлением (q_{loc}^{lim}). Суть локального выпучивания – бифуркация процесса геометрически нелинейного докритического деформирования. Процесс расчета, продолжается по этой устойчивой ветви, которой, соответствует форма с периодическими в окружном направлении вмятинами, расположенными в сжатой области оболочки у ее края (рис.1, б). На рис. 1, е показана форма оболочки после выпучивания (точка 3), представляющая собой 4 вмятины, периодически расположенные в окружном направлении у края оболочки, а на рис.1, ж – форма выпучивания этой оболочки, полученная из линейного бифуркационного расчета. В линейном расчете число волн в окружном направлении также равно четырем.

Рассмотрим зависимость « $q - u_z$ », приведенную на рис. 1, б. Дополним ее равновесной ветвью линейного докритического деформирования рассматриваемой оболочки (прямая 1). Продлим ветвь нелинейного осесимметричного докритического деформирования (кривая 2). Нанесем на эти ветви метки, отвечающие q^{cr} и q_{loc}^{lim} , а также дополним ветвь равновесных состояний оболочки с 4 вмятинами (кривая 3), проведя соответствующим образом через эти две точки (бифуркации и предельную) кривую 4. Сплошными линиями нанесем ветви устойчивого состояния равновесия, штриховыми – неустойчивого. В результате получим картину, представленную на рис.1, в. Эта картина отражает в полной

мере описанный выше процесс бифуркации геометрически нелинейного докритического деформирования и выпучивания рассматриваемой оболочки.

Успешно завершенным, следует считать расчет, в результате которого перемещения вершины конуса близки к двойной высоте вершины конуса.

Список литературных источников

1. Krasovsky Vasily. Properties of numerical solution of the deformation and stability problem in shallow conical shells under external pressure / Vasily Krasovsky, Alexey Karasev // Roads and Bridges - Drogi i Mosty 15 (2016) p.117 – 135, DOI: 10.7409/rabdim.016.008

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЖИДКОСТИ И ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Катан В.А., Суима К.И.

Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара,
Дніпро, Україна

Рассмотрена задача об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и горизонтальной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности. Постановка задачи об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и цилиндрического тела с поперечным сечением произвольной формы, которое находится на свободной поверхности жидкости, хорошо известна [1]. Для получения решения в квадратурах поставленная задача с помощью конформного отображения области гидродинамического течения на верхнюю полуплоскость сводится к классической смешанной задаче Келдыша-Седова для характеристической функции течения [2].

В работе для определения положения граничных точек зон отрыва течения жидкости от поверхности тела применялся вариационный принцип Огазо. В результате получено трансцендентное уравнение относительно некоторого числового параметра, который характеризует положение точки отрыва (первой точки) на контуре тела (вторая точка – точка пересечения контура тела со свободной поверхностью жидкости). В трансцендентном уравнении сингулярные интегралы в смысле конечной части по Адамару вычислены с использованием формул Адамара-Манглера [3-4].

Были получены распределения нормальной и тангенциальной составляющих скорости жидкости вдоль границ течения: на участках свободной поверхности слева и справа от пластинки, а также на самой пластинке, - в широком диапазоне кинематического параметра, равному отношению поступательной скорости и угловой скорости, помноженной на длину пластинки. Для вертикальной и тангенциальной составляющих скорости приведены аналитические выражения, содержащие несобственные интегралы в смысле конечной части по Адамару. Для их вычисления были получены специальные формулы, аналогичные формулам Адамара-Манглера [3-4].

По результатам расчетов построены линии тока и эквипотенциальные линии. Обнаружено, что линии тока, начинаются на поверхности пластинки и

заканчиваются на свободной поверхности слева или справа от пластинки. Одна из линий тока начинается на пластинке и уходит в бесконечность, разделяя при этом область течения на две несмешивающиеся части. Проанализирована зависимость точки начала разделяющей линии тока от кинематического параметра.

Полученные результаты расчетов могут быть использованы при проектировании рулевых устройств высокоскоростных гидродинамических надводных и подводных устройств научно-исследовательского и хозяйственного назначения.

Список литературных источников

1. Седов Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики / Л.И. Седов – М.: Наука. – 1980. – 448 с.

1. Мухелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мухелишвили – М.: Наука. – 1966. – 707 с.

2. Общая теория аэродинамики больших скоростей под редакцией У.Р. Сирса – М.: Воениздат. – 1962. – 300 с.

3. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа / Ж. Адамар – М.: Наука. – 1978. – 352 с.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ РІДИНИ З УРАХУВАННЯМ КАПІЛЯРНИХ СИЛ

Клим В.Ю., Колдриш К.М.

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара,
Дніпро, Україна

Питання математичного моделювання хвильового руху рідини не втрачають із плином часу своєї актуальності. В розвитку нових сучасних технологій значне місце займають процеси, пов'язані з рухом капілярних та гравітаційно-капілярних хвиль [1-5].

Зокрема, в біомеханіці під час дослідження систем слуху в людей, одну з головних ролей грають капілярні хвилі; у вирішенні екологічних проблем зменшення ризику природних та техногенних катастроф для прогнозування якості води та динаміки розповсюдження плівкових забруднень під дією широкого кола хвильових збурень; в автопромисловості, літакобудуванні на етапі проектування і визначення робочих режимів дизельних двигунів неможливе нехтування впливом капілярних сил на механізм розпаду струменя рідини в процесі розпилення палива в камері згоряння [3-5].

Рівняння для дослідження різних типів хвильового руху та побудови математичної моделі виведені з першого рівняння Ейлера та основних рівнянь гідродинаміки [1-2].

Метою роботи було дослідження закономірностей руху гравітаційних хвиль з урахуванням капілярних сил та його комп'ютерне моделювання для візуалізації особливостей динаміки руху хвиль такого типу.

В роботі освоєна методика аналітичного розв'язання задачі про рух гравітаційно-капілярних хвиль в безграничній рідині на вільній поверхні.

Комп'ютерне моделювання руху гравітаційно-капілярних хвиль виконано в плоскій постановці.

Для графічної інтерпретації досліджуваного хвильового процесу створена та налагоджена програма на алгоритмічній мові C#. Інтерфейс програми зрозумілий і простий у використанні. Вхідними параметрами досліджуваного хвильового процесу обрані рідина, амплітуда, хвильове число, глибина течії. Значною перевагою програми є можливість порівняння хвильових процесів двох типів одночасно: з урахуванням і без урахування капілярних сил.

Результати роботи впроваджені в навчальний процес кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу ДНУ як додатковий розділ навчальної дисципліни «Теорія хвиль» для студентів механіко-математичного факультету та факультету прикладної математики спеціальностей «Механіка» та «Прикладна математика».

Список літературних джерел

1. Кочин, Н. Е. Теоретическая гидромеханика [Текст] / Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. – М.: Физматгиз, 1963. – Ч. 2. – 729 с.
2. Сретенский, Л. Н. Теория волновых движений жидкости [Текст] / Л. Н. Сретенский. – М.: Наука, 1977. – 816 с.
3. Альтман, Я.А. Слуховая система [Текст] / Я.А. Альтман. – Л.: Наука, 1990. – 620 с.
4. Протопопов Б. Е. Расчет волновых движений жидкости на основе уравнений Эйлера [Текст] / Б. Е. Протопопов // Вычислительные технологии, 2007. – Т.12. – №1. – С. 82 – 92.
5. Григорьев, А.И. Об устойчивости капиллярных волн на поверхности заряженной струи, движущейся относительно среды [Текст] / А. И. Григорьев, С.О.Ширяева, Н.А. Петрушов // Журнал технической физики, 2011. – Т.81. – №2. – С.16 – 22.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ДВОШАРОВИХ КУСКОВО- ОДНОРІДНИХ ПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ ІЗ ВНУТРІШНІМИ ПОВЗДОВЖНИМИ НАСКРІЗНИМИ ВОДОНЕПРОНИКНИМИ ДЛЯНКАМИ Климюк Ю.Є.

Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Важливе місце при дослідженні процесів масоперенесення забруднюючих речовин у пористих середовищах займають методи математичного моделювання [1-4]. Процеси масоперенесення забруднюючих речовин у пористих середовищах у випадку переважання конвективних складових процесу над дифузійними досить часто описуються сингулярно-збуреними крайовими задачами [1, 3]. У [1] запропонована методика розв'язання просторових сингулярно-збурених крайових задач типу “фільтрація-конвекція-дифузія” для модельних складної геометрії одно- і двозв'язних областей, обмежених еквіпотенціальними або квазіеквіпотенціальними поверхнями та поверхнями течії, яка полягає у

наступному: поетапній фіксації характеристик і складових процесу та середовища; розв'язанні задач фільтрації з використанням просторових аналогів конформних або квазіконформних відображень області комплексного потенціалу або квазіпотенціалу на фізичну область (що включає побудову гідродинамічної сітки, поля швидкостей, обчислення величин різних перетоків тощо); переході у рівняннях конвективної дифузії і граничних та початкових умовах від фізичних змінних до координат області комплексного потенціалу або квазіпотенціалу, що значно спрощує їх запис і забезпечує можливість проведення автономних досліджень, розпаралелювання обчислень; розв'язанні задач конвективної дифузії з використанням числово-асимптотичних методів. Тому залишається актуальним узагальнення цієї методики для розв'язання просторових сингулярно-збурених крайових задач типу “фільтрація-конвекція-дифузія” для модельних складної геометрії одно- і двозв'язних областей, обмежених еквіпотенціальними або квазіеквіпотенціальними поверхнями та поверхнями течії і розділених деякими заданими еквіпотенціальними поверхнями на кілька підобластей.

Нехай маємо деяке двошарове кусково-однорідне пористе середовище із внутрішньою повздовжньою наскрізною водонепроникною ділянкою – модельну область G_z ($z = (x, y, z)$), обмежену гладкими, ортогональними між собою в кутових точках та по ребрах, двома еквіпотенціальними поверхнями S_* , S^* і двома поверхнями течії S_{**} , S^{**} та розділену деякою заданою еквіпотенціальною поверхнею S_*^* на дві підобласті G_{z-} і G_{z+} (рис. 1).

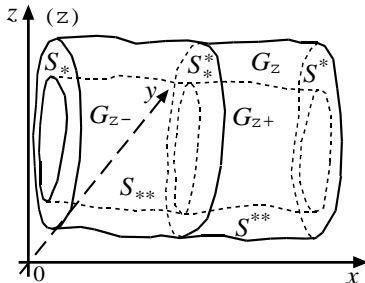


Рисунок 1 – Область фільтрації G_z

Для області $G_z \times (0, \infty)$ розглянемо модельну задачу, що описується системою рівнянь:

$$\vec{v} = \kappa \cdot \text{grad } \varphi, \quad \text{div } \vec{v} = 0,$$

$$\text{div} (D \cdot \text{grad } C) - \vec{v} \cdot \text{grad } C = \sigma \cdot C_t', \quad (x, y, z) \in G_{z-} \cup G_{z+}$$

за крайових умов:

$$\begin{aligned}
\varphi|_{S_*} &= \varphi_*, \quad \varphi|_{S^*} = \varphi^*, \quad \varphi'_{\vec{n}}|_{S_{**} \cup S^{**}} = 0, \\
C|_{S_*} &= c_* \text{ або } D_1 \cdot C'_{\vec{n}} - v_{*n} \cdot (C - c_*)|_{S_*} = 0, \\
C|_{S^*} &= c^* \text{ або } C'_{\vec{n}}|_{S^*} = 0, \text{ або } D_2 \cdot C'_{\vec{n}} - v_n^* \cdot (C - c^*)|_{S^*} = 0, \\
C|_{S_{**}} &= c_{***} \text{ або } C'_{\vec{n}}|_{S_{**}} = 0, \\
C|_{S^{**}} &= c^{***} \text{ або } C'_{\vec{n}}|_{S^{**}} = 0,
\end{aligned}$$

початкової умови:

$$C|_{t=0} = c_0^0(x, y, z)$$

і умов узгодженості на поверхні розділу S_*^* :

$$\begin{aligned}
\varphi|_{S_{*-}^*} = \varphi|_{S_{*+}^*} &= \varphi_*^*, \quad \kappa_1 \cdot \varphi'_{\vec{n}}|_{S_{*-}^*} = \kappa_2 \cdot \varphi'_{\vec{n}}|_{S_{*+}^*}, \\
C|_{S_{*-}^*} = C|_{S_{*+}^*}, \quad D_1 \cdot C'_{\vec{n}} - v_n \cdot C|_{S_{*-}^*} &= D_2 \cdot C'_{\vec{n}} - v_n \cdot C|_{S_{*+}^*},
\end{aligned}$$

де φ – фільтраційний потенціал, $0 < \varphi_* \leq \varphi \leq \varphi^* < \infty$, φ_*^* – невідоме значення фільтраційного потенціалу на поверхні розділу S_*^* , $0 < \varphi_* < \varphi_*^* < \varphi^* < \infty$, $\vec{v}(v_x, v_y, v_z)$ – вектор швидкості фільтрації,

$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2(x, y, z) + v_y^2(x, y, z) + v_z^2(x, y, z)} > v_* \gg 0$, κ – коефіцієнт

фільтрації, $\kappa = \begin{cases} \kappa_1, & (x, y, z) \in G_{z-}, \\ \kappa_2, & (x, y, z) \in G_{z+}, \end{cases}$ $\kappa_s > 0$ ($s=1,2$), \vec{n} – зовнішня

нормаль до відповідної поверхні; $C = C(x, y, z, t)$ – концентрація забруднюючої речовини у фільтраційній течії в точці (x, y, z) у момент часу t , D – коефіцієнт

дифузії, $D = \begin{cases} D_1, & (x, y, z) \in G_{z-}, \\ D_2, & (x, y, z) \in G_{z+}, \end{cases}$ $D_s = \varepsilon \cdot d_s$, $d_s > 0$ ($s=1,2$), ε – малий

параметр ($\varepsilon > 0$), σ – коефіцієнт активної пористості,

$\sigma = \begin{cases} \sigma_1, & (x, y, z) \in G_{z-}, \\ \sigma_2, & (x, y, z) \in G_{z+}, \end{cases}$ $0 < \sigma_s < 1$ ($s=1,2$), $c_* = c_*(M, t)$,

$c^* = c^*(M, t), \quad c_{**} = c_{**}(M, t), \quad c^{**} = c^{**}(M, t), \quad c_{***} = c_{***}(M, t),$
 $c^{***} = c^{***}(M, t), \quad c_0^0 = c_0^0(x, y, z)$ – достатньо гладкі функції, узгоджені між собою вздовж ребер області $G_Z \times (0, \infty)$ [1], M – довільна точка відповідної поверхні, v_{*n}, v_n^* і v_n – нормальні складові швидкості відповідно на поверхнях S_*, S^* і S_* .

Сформована просторова математична модель типу «фільтрація–конвекція–дифузія» призначена для прогнозування процесу масоперенесення забруднюючих речовин у двохшарових кусково-однорідних пористих середовищах із внутрішніми повздовжніми наскрізними водонепроникними ділянками, де кожен шар характеризується власними коефіцієнтами фільтрації, активної пористості і дифузії з урахуванням різного характеру конвективно-дифузійного підведення і відведення забруднюючої речовини, наявності або відсутності бічних джерел забруднень.

Список літературних джерел

1. Бомба А. Я. Математичне моделювання просторових сингулярно-збурених процесів типу фільтрація-конвекція-дифузія: монографія / А. Я. Бомба, Ю. Є. Климяк. – Рівне : ТЗОВ фірма «Ассоль», 2014. – 273 с.
2. Бомба А. Я. Нелінійні математичні моделі процесів геогідродинаміки / А. Я. Бомба, В. М. Булавацький, В. В. Скопечський. – К. : Наукова думка, 2007. – 308 с.
3. Бомба А. Я. Нелінійні сингулярно збурені задачі типу “конвекція-дифузія” / А. Я. Бомба, С. В. Барановський, І. М. Присяжнюк. – Рівне : НУВГП, 2008. – 254 с.
4. Рудаков Д. В. Моделирование массопереноса радионуклидов в потоках подземных вод: монография / Д. В. Рудаков. – Д. : Герда, 2010. – 160 с.

МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА О КОЛЕБАНИИ УПРУГОЙ ПЛАСТИНЫ В ЖИДКОСТИ

Кононов Ю. Н.¹, Лимарь А. А.²

¹ «Донецкий национальный университет им. В. Стуса», Винница, Украина

² ННАУ «Николаевский национальный аграрный университет», Николаев, Украина

Во многих технологических процессах возникает задача о колебании упругой пластины в жидкости или задача о колебании упругой пластины, разделяющей жидкости разной плотности. Наиболее простой и в то же время сохраняющей основные свойства гидроупругости, с математической точки зрения, является модельная задача о колебании защемленной прямоугольной пластины, разделяющей идеальные несжимаемые жидкости разной плотности в жестком прямоугольном канале. На основании единого Лагранжевого подхода эта задача с учетом свободной поверхности у верхней жидкости, по-видимому, впервые была

рассмотрена в [1]. В данной работе эта задача рассмотрена на основании Эйлера подхода, как с учетом наличия свободной поверхности у верхней жидкости, так и при наличии твердой “крышки” на ней (жесткое верхнее основание).

Собственные совместные колебания упругой пластины и двухслойной жидкости со свободной поверхностью находятся из следующей краевой задачи:

$$\frac{d^4 w}{dx^4} - P \frac{d^2 w}{dx^2} + qw = \frac{\omega^2}{D} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n^* w_n}{k_n} \psi_n, \quad \int_{-a}^a w dx = 0, \quad w|_{x=\pm a} = 0,$$

$$\left. \frac{dw}{dx} \right|_{x=\pm a} = 0. \quad (1)$$

Здесь $P = T/D$, $q = (k_{01}\omega^2 - g\Delta\rho)/D$, $a_n^* = a_n - \tilde{b}_n$,

$$k_{01} = \rho_0 \delta_0, \quad \kappa_{in} = h_i k_n, \quad a_n = \rho_1 \coth \kappa_{1n} + \rho_2 \coth \kappa_{2n},$$

$$\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1, \quad \psi_n(x) = \cos k_n(x+a), \quad \tilde{b}_n = \frac{2\omega^2 \rho_1}{(\omega^2 - \sigma_n^2) \sinh 2\kappa_{1n}},$$

$$w_n = \frac{1}{a} \int_{-a}^a w \psi_n dx, \quad k_n = \frac{\pi n}{2a}, \quad \sigma_n^2 = gk_n \tanh \kappa_{1n}, \quad 2a - \text{ширина канала.}$$

Случай $D=0$ и $\tilde{b}_n=0$ был рассмотрен в [2].

Собственные совместные колебания упругой пластины и жидкости в прямоугольном канале с жесткими основаниями, т.е. с “крышкой” на свободной поверхности следуют из краевой задачи (1), если положить коэффициент $\tilde{b}_n=0$. Это имеет физическое объяснение, т.к. с увеличением глубины заполнения верхней жидкости этот коэффициент стремится к нулю как $e^{-2\kappa_{1n}}$. Таким образом, при $h_1/2a > 1$ влиянием свободной поверхности на частотный спектр можно пренебрегать.

Частотное уравнение собственных совместных колебаний упругой пластинки и жидкости имеет единый вид как для нечетных ($n=2m-1$), так и для четных ($n=2m$) форм колебаний

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{k_n}{\omega^2 a_n^* - k_n d_n} = 0, \quad (2)$$

где $d_n = (Dk_n^2 + T)k_n^2 + g\Delta\rho - k_{01}\omega^2$.

Проведены численные исследования частотного уравнения для большого числа параметров, рассматриваемой механической системы. Так, например, на

рис. 1-2 для жесткого прямоугольного канала представлены графики зависимости квадрата первой безразмерной симметричной частоты Ω^2 ($\Omega^2 = 32\omega^2 \rho_2 a^5 / D$) от безразмерной величины натяжения γ_0^2 ($\gamma_0^2 = 4Ta^2/D$) для $\tilde{g} = 100$, $\rho_{12} = 0.5$ ($\rho_{12} = \rho_1/\rho_2$, $\tilde{g} = 16ga^4/D$) (рис.1) и $\tilde{g} = 10$, $\rho_{12} = 0$ (рис.2). На всех рисунках $H_1 = H_2 = 1$, а значению $\tilde{k}_0 = 0$ ($H_i = h_i/2a$, $\tilde{k}_0 = k_{01}/2a\rho_2$) отвечает верхний график, $\tilde{k}_0 = 0.5$ – средний график и $\tilde{k}_0 = 1$. – нижний график (на рис.1 это верно для $\gamma_0^2 < 40$).

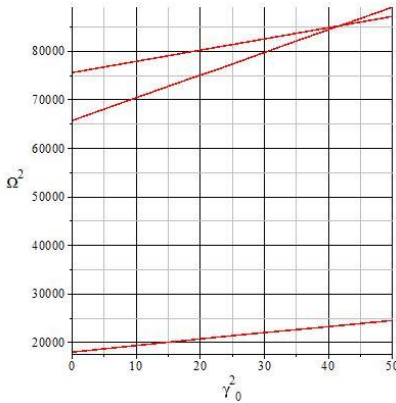


Рисунок 1 – Зависимость квадрата первой безразмерной симметричной частоты от величины γ_0^2 при $\rho_{12} = 0.5$ и $\tilde{g} = 100$

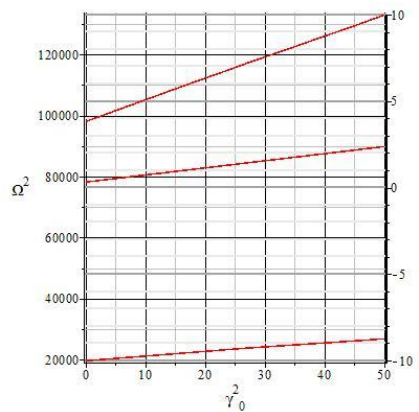


Рисунок 2 – Зависимость квадрата первой безразмерной симметричной частоты от величины γ_0^2 при $\rho_{12} = 0.0$ и $\tilde{g} = 1.0$

Графики для симметричных частот качественно не отличаются от графиков для несимметричных частот и, как правило, значения четных частот примерно в пять раз больше соответствующих значений нечетных частот. На основании проведенных аналитических и численных исследований можно сделать следующие общие выводы как для четных, так и для нечетных частот:

1. При увеличении предварительного натяжения пластины или при уменьшении жесткости пластины частоты возрастают. Зависимость квадрата безразмерной частоты от величины γ_0^2 линейная.

2. С уменьшением плотности верхней жидкости частоты возрастают и принимают наибольшее значение при отсутствии верхней жидкости, а с увеличением плотности верхней жидкости частоты убывают и при малой изгибной жесткости и малом натяжении пластины могут обратиться в ноль, что приведет к потере устойчивости плоской формы равновесия пластины.

3. С уменьшением массы пластины частоты возрастают и принимают наибольшее значение при отсутствии массы, т.е. для без инерционных пластин.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф71/80-2016

Список литературных источников

1. Ильгамов М.А. Об устойчивости упругой пластины между жидкостями разной плотности / М. А. Ильгамов, Ж. М. Сахабутдинов // Изб. проблемы прикл. механики. Сб. статей к шестидесятилетию акад. Н. Челомея. – М., 1974. – С. 341-346.

2. Кононов Ю. Н. Колебания прямоугольной мембраны, разделяющей идеальные жидкости разной плотности в прямоугольном канале с жесткими основаниями / Ю. Н. Кононов, А. А. Лимарь // Вісник Донецького ун-ту. Сер.А. Природничі науки. – 2015, №1-2 –. С. 97-108.

УДК 519.632

ВАРІАЦІЙНИЙ ПІДХІД ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Жовновач Т.А., Хайдуров В.В., Костевич Б.О.

ПВНЗ «Європейський університет», Черкаська філія

***Аннотация.** Работа посвящена методам обработки изображений, які математично описуються задачами варіаційного числення та за допомогою рівняння Ейлера-Лагранжа зводяться до розв'язання крайової задачі для рівняння Пуассона.*

***Ключевые слова:** умови Дирихле, умови Неймана, змішані умови, відновлення зображення по векторному полю градієнтів, рівняння Пуассона, рівняння Ейлера-Лагранжа.*

***Abstract.** The work is dedicated to the image processing tasks that are mathematically described by variational problems and are reduced to the solving of boundary value problem for Poisson's equation using the Euler-Lagrange equation.*

***Keywords:** Dirichlet conditions, Neumann conditions, mixed conditions, restore image vector field gradients, Poisson equation, the Euler-Lagrange.*

Постанова проблеми. На сьогоднішній день для великого спектру завдань обробки зображень існують методи, які містять в якості одного з етапів побудову та рішення рівняння Пуассона. Наприклад, до таких завдань відносяться стиснення HDR-зображень, матування зображень, редагування зображень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на різноманітність методів, у роботі [1-2] запропоновано базові алгоритми обробки зображень з використанням рівняння Пуассона.

Формулювання цілі дослідження. Нехай зображення Нехай зображення

Ω – замкнена підмножина R^2 , з границею $\partial\Omega$ (рис.1). Нехай f – невідома скалярна функція, задана на Ω . Нехай V – векторне поле, задане на Ω . Необхідно відновити функцію f , векторне поле градієнтів якої рівно V .

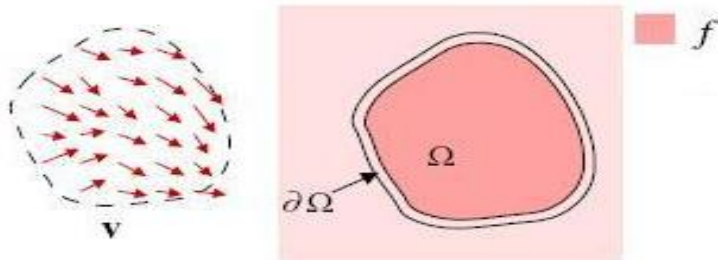


Рисунок 1 –Графічне представлення умови задачі

Основний матеріал. Слід зазначити, що функція v не обов'язково є інтегрованою. Тобто може не існувати такої функції f , для якої виконується рівність $\nabla f = v$. Це впливає з того, що для f повинна виконуватись умова

$$\frac{\nabla^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\nabla^2 f}{\partial y \partial x}.$$

Це значить, що для інтегрованості v необхідна умова

$$\frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{\partial v_y}{\partial x},$$

що зовсім не обов'язково для довільної функції v . Тоді можна знайти таку потенціальну функцію f , градієнт якої найбільш близький до v . Тобто потрібно мінімізувати наступний функціонал:

$$\iint_{\Omega} F(\nabla f, v) dx dy, F(\nabla f, v) = \|\nabla f - v\|^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x} - v_x \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} - v_y \right)^2$$

Функція f , мінімізує отриманий інтеграл та повинна задовольняти рівняння Ейлера-Лагранжа:

$$\frac{\partial F}{\partial f} - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial F}{\partial f_x} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial F}{\partial f_y} = 0$$

При заміні в останньому рівнянні виразу F отримаємо наступну формулу:

$$2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial v_x}{\partial x} \right) + 2 \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \frac{\partial v_y}{\partial y} \right) = 0, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y}$$

В результаті розв'язання зводиться до відомого рівняння Пуассона $\Delta f = \text{div } v$.

Для останнього рівняння треба додати крайові умови наступних видів:

✓ Дирихле: $f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega}$;

✓ Неймана: $f'|_{\partial\Omega} = g^*|_{\partial\Omega}$;

✓ змішані.

У даному випадку $\partial\Omega$ – границя розглядуваної області, а f^* , g^* – певні відомі функції. У випадку граничних умов Неймана розв’язок рівняння Пуассона буде визначений з точністю до константи. До того ж, для існування розв’язку при граничних умовах Неймана інтеграл у функцій f^* , g^* по контуру границі повинен бути рівний нулю.

На сьогоднішній день система Matlab, зокрема пакет прикладних програм Image Processing Toolbox, є найбільш потужним інструментом для моделювання і дослідження методів обробки зображень. Він включає велику кількість вбудованих функцій, що реалізують найбільш поширені методи обробки зображень. Також у даному пакеті реалізовані досить швидкі методи та алгоритми знаходження чисельного розв’язку рівнянь математичної фізики. Розглянуту задачу можна досить просто та ефективно розв’язати у середовищі MatLab.

Висновки. Зручність використання рівняння Пуассона заключається в існуванні досить ефективних алгоритмів його чисельного розв’язку.

Таким чином, при використанні рівняння Пуассона, можна відновити одноканальне зображення із векторного поля градієнтів. У випадку кількох каналів, кожен з них обробляється окремо.

Список літературних джерел

1. James McCann, Nancy S. Pollard, Real-time gradient-domain painting, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.27 n.3, August 2008

2. Michael Kazhdan, Hugues Hoppe, Streaming multigrid for gradient-domain operations on large images, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.27 n.3, August 2008.

ЗАСТОСУВАННЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДО РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМІВЛЯЖЕРА Косухіна О.С., Марченко О.О.

Дніпродзержинський державний технічний університет, Кам’янське, Україна

В останні два десятиліття при оптимізації складних систем дослідники все частіше застосовують природні механізми пошуку оптимальних рішень. Ці механізми забезпечують ефективну адаптацію флори і фауни до навколишнього середовища протягом мільйонів років.

Сьогодні в світі інтенсивно розробляється науковий напрямок під назвою NaturalComputing - «Природні обчислення», який об’єднує методи з природними механізмами прийняття рішень, а саме: GeneticAlgorithms - генетичні алгоритми; EvolutionProgramming - еволюційне програмування; NeuralNetworkComputing - нейромережеві обчислення; DNA Computing - ДНК обчислення; CellularAutomata - клітинні автомати; AntColonyAlgorithms - мурашині алгоритми.

Мурашині алгоритми – це перспективний метод оптимізації, що базується на моделюванні поведінки колонії мурах. Колонія мурах може розглядатися як багатоагентна система, в якій кожний агент (мураха) функціонує автономно за дуже простими правилами. На протигагу майже примітивній поведінці агентів, поведінка всієї системи виходить напрочуд розумною. Розглянемо більш формально один з найпростіших мурашиних алгоритмів. Лабіринт задається графом (вершини і ребра). Вважаємо, що мурахи шукають оптимальний шлях (найкоротший) між двома вершинами (мурашник і їжа):

Поки (не виконані умови виходу)

1. Створюємо мурах. Початкові точки, куди поміщаються мурахи, залежать від обмежень задачі. У найпростіших випадках ми можемо їх всіх помістити в одну точку, або випадково розподілити по площині лабіринту. На цьому ж етапі кожне ребро лабіринту позначається невеликим позитивним числом, що характеризує запах феромону. Це потрібно для того, щоб на наступному кроці у нас не було нульових ймовірностей

2. Мурахи шукають рішення. Визначаємо ймовірність переходу з вершини i у вершину j за формулою:

$$P_{i,j}(t) = \frac{(\tau_{ij}(t))^\alpha (d_{ij})^{-\beta}}{\sum_{l \in \text{connected nodes}} (\tau_{il}(t))^\alpha (d_{il})^{-\beta}}, \quad (1)$$

де $\tau_{ij}(t)$ - рівень феромону; $d_{ij}(t)$ - евристична відстань; α, β - константи.

Якщо $\alpha = 0$, то найбільш вірогідним є вибір найближчого сусіда і алгоритм стає «жадібним». У разі $\beta = 0$, найбільш імовірний є вибір тільки на основі рівня феромона, що призводить до того що мурахи залишаються на вже «протоптаних» шляхах. Як правило, використовується деякий компромісне значення цих величин, яке підбирається експериментально для кожної задачі.

3. Оновлення рівня феромону. Воно відбувається за формулою

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p)\tau_{ij}(t) + \sum_{k \in \text{used edge}(i,j)} \frac{Q}{L_k(t)}, \quad (2)$$

де p – параметр, що задає інтенсивність випаровування; L_k – ціна поточного розв'язання для k -го мурахи; Q – характеризує порядок ціни оптимального

рішення. Отже, вираз $\frac{Q}{L_k(t)}$ визначає кількість феромону, яким мураха k

відмітив ребро (i,j) .

Щоб перевірити здатність мурашиних алгоритмів вирішувати серйозні завдання, часто використовують відому задачу комівояжера. Задача комівояжера формулюється, як задача пошуку мінімального за вартістю замкнутого маршруту за всіма вершинами без повторень на повному зваженому графі з n вершинами. Змістовно вершини графа є містами, які повинен відвідати комівояжер, а вага ребер відображає відстань (довжину) або вартість проїзду.

Вибір задачі комівояжера для ілюстрації ідей мурашиних алгоритмів обумовлений декількома факторами: задача наочно інтерпретується в термінах поведінки мурах – переміщення комівояжера і мурах можна інтуїтивно порівняти; це NP складна задача, яка на недетермінованій машині Тьюринга вирішується за поліноміальний час; це традиційний тестовий полігон для методів комбінаторної оптимізації; існує велика база тестових задач про комівояжера і методів їх розв'язання, що дозволяє порівняти ефективність мурашиних алгоритмів оптимізації з іншими методами; це дидактична задача, для якої можна легко, без зловживання технічними подробицями алгоритму пояснити процес знаходження оптимального рішення; це перша комбінаторна задача, розв'язана мурашиними алгоритмами.

Для розв'язання задачі комівояжера була розроблена програма в C# з використанням Win Forms. Деякі узагальнені результати роботи програми представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Залежність ефективності рішень від вибраних параметрів на прикладі задачі з 60 вершинами графа

| Параметри | Найкраще рішення | Найгірше рішення | Середній результат |
|-----------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| $\alpha = 1$ та $\beta = 1$ | | | |
| 100 ітерацій | 7.04 | 16.83 | 11.94 |
| 1000 ітерацій | 6.52 | 6.82 | 6.67 |
| $\alpha = 2$ та $\beta = 1$ | | | |
| 100 ітерацій | 15.68 | 6.68 | 11.18 |
| 1000 ітерацій | 6.68 | 6.68 | 6.68 |
| $\alpha = 5$ та $\beta = 1$ | | | |
| 100 ітерацій | 8.04 | 7.04 | 7.54 |
| 1000 ітерацій | 6.99 | 6.89 | 6.94 |
| $\alpha = 0$ та $\beta = 1$ | | | |
| 100 ітерацій | 7.57 | 8.39 | 7.99 |
| 1000 ітерацій | 7.39 | 7.86 | 7.63 |
| $\alpha = 1$ та $\beta = 2$ | | | |
| 100 ітерацій | 3.01 | 3.34 | 3.16 |
| 1000 ітерацій | 2.67 | 2.82 | 2.74 |

У порівнянні з точними методами комбінаторної оптимізації мурашині алгоритми знаходять позитивні маршрути комівояжера значно швидше; ефективність мурашиних алгоритмів зростає зі збільшенням розмірності оптимізаційних задач

Список літературних джерел

1. Шумейко А.А. Интеллектуальный анализ данных (Введение в Data Mining): учеб. пособ./ Шумейко А.А., Сотник С.Л. – Днепропетровск: издатель Белая Е.А. – 2012. – 210 с.
2. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы / Штовба С.Д.// Математика в приложениях. Exponenta Pro. – 2003.– №4.– С.70-75.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОВШОВОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕВОГО
РОЗПЛАВУ ДРОТОМ ПІД ЧАС ПРОДУВАННЯ ІНЕРТНИМ ГАЗОМ**
Красніков К.С.

Дніпродзержинський державний технічний університет,
Кам'янське, 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. Модель враховує: тривимірну динаміку дроту, одновимірну термодинаміку дроту і тривимірну гідродинаміку розплаву.

Дріт замінюється системою пружно з'єднаних стрижнів. Динаміка системи стрижнів визначається рівняннями Лагранжу другого роду [1]:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_k^b} - \frac{\partial K}{\partial q_k^b} = - \frac{\partial P}{\partial q_k^b} + F_k^b, \quad k = \overline{1, N} \quad b = 1..3 \quad (1)$$

$$K = \sum_{k=1}^N \left[\frac{m_k}{2} \left(\dot{\vec{r}}_k \cdot \dot{\vec{r}}_k \right) + \frac{I_k}{2} \left(\dot{\vec{\tau}}_k \cdot \dot{\vec{\tau}}_k \right) \right], \quad (2)$$

$$P = \sum_{k=1}^N \left[\left(m_k \left(\frac{\rho}{\rho_k} - 1 \right) \vec{g} \cdot \vec{r}_k \right) + \left(\frac{\kappa_k}{2} \Delta_k^2 + \frac{\chi_k}{2} \delta \nu_k^2 \right) + \left(\Omega_k^w \Gamma_k^w + \Omega_k^b \Gamma_k^b \right) \right], \quad (3)$$

$$F_k^b = \sum_{k=1}^N \left[\left(-0.5 C_x \rho w_k^\perp \bar{w}_k^\perp A \right) \cdot \frac{\partial \vec{r}_k}{\partial q_k^b} \right], \quad (4)$$

$$\vec{r}_k = \vec{r}_0 + \sum_{j=1}^k l_{jk} \vec{\tau}_j, \quad (5)$$

$$l_{jk} = l_j - \delta_{jk} \frac{l}{2}, \quad (6)$$

де K і P – відповідно кінетична та потенційна енергії системи стрижней; F_k^b – узагальнені сили гідродинамічного опору з боку розплаву; q_k^b – b -та узагальнена координата k -го стрижня; N – поточна кількість стрижней у системі; m_k , I_k ,

$\dot{\vec{r}}_k$ і $\dot{\vec{\tau}}_k$ – відповідно маса, момент інерції, швидкість центра мас і похідна за

часом від напрямку k -го стрижня \vec{r}_k ; ρ – середня густина середовища (сталь, шлак, повітря); \vec{g} – прискорення вільного падіння; 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 згинання і кручення між ними; $\Omega_k^w \Gamma_k^w$ і $\Omega_k^b \Gamma_k^b$ – потенційні енергії пружин на поверхні усіченого конусу (заміняють стінки і дно ковша), помножені на розривні функції для дії на центр мас k -го стрижня тільки за межами конусу, \vec{r}_k – радіус-вектор центра мас k -го стрижня, l_j – довжина j -го стрижня.

Плавлення дроту в оточуючому середовищі розглядається у поперечному перерізі циліндрів, на які умовно поділяється дріт. Враховується тільки радіальний тепловий потік і намерзання корки розплаву. Перетин циліндру представлено ділянками Ω_1 (порошок) і Ω_2 (оболонка дроту, корка розплаву, поверхневий шар розплаву) з різними по теплофізичним властивостям фазами. Кожен циліндр перебуває у одній з ділянок (Ω_3 – розплав сталі, Ω_4 – розплав шлаку і Ω_5 – повітря) простору Ω . Приймаємо, що властивості порошку не впливають на плавлення. Поле температури на ділянці Ω_2 визначається рівнянням теплопровідності [2, с. 174]:

$$C_e \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda \nabla T(t, x)), \quad t > 0, \quad x \in \Omega_2 \quad (7)$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial n} \right|_{\partial\Omega_1} = 0; \quad \left. \frac{\partial T}{\partial n} \right|_{\partial\Omega_3} - \partial x \cdot \vec{n} = \beta_3 (T - T_3);$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial n} \right|_{\partial\Omega_4} - \partial x \cdot \vec{n} = \beta_4 (T - T_4); \quad (8)$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial n} \right|_{\partial\Omega_5} = \varepsilon \sigma (T^4 - T_5^4); \quad (9)$$

$$\forall x : h(x) < h_3 \rightarrow x \in \Omega_3; \quad (10)$$

$$\forall x : h_3 < h(x) < h_3 + h_4 \rightarrow x \in \Omega_4, \quad (11)$$

$$\forall x : h(x) > h_3 + h_4 \rightarrow x \in \Omega_5, \quad (12)$$

де C_e – ефективна теплоємність, яка залежить від температури і враховує теплоту фазового переходу; λ – коефіцієнт теплопровідності; ∂x – крок у глибину розплаву (необхідний для створення шару намерзання корки); \vec{n} – вектор нормалі до поверхні; β_3 і β_4 – коефіцієнти тепловіддачі сталі та шлаку відповідно (залежать

від швидкості дроту відносно розплаву); ε – коефіцієнт чорноти; σ – постійна Больцмана; $h(x)$ – відстань від точки x до дна ковша; h_3 і h_4 – товщина розплаву металу і товщина розплаву шлаку; T_3 , T_4 і T_5 – температури відповідно розплаву металу, шлаку і повітря над шлаком. Припускається миттєве перемішування розплаву з матеріалом оболонки дроту у рідкому стані, тому порошок потрапляє у розплав після плавлення оболонки.

Для моделювання руху розплаву використовується одношвидкісний підхід [2, с. 158]:

$$\dot{\vec{u}} = -(\vec{u} \cdot \nabla)\vec{u} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{u} - (1 - \alpha)\vec{g}, \quad \nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad (13)$$

$$\dot{\alpha} = -\left(\left(\vec{u} + \vec{u}_b\right) \cdot \nabla\right)\alpha + \nabla \cdot \left(D_a \nabla \alpha\right) + \Phi_a, \quad (a \in 0..1) \quad (14)$$

$$\dot{c} = -(\vec{u} \cdot \nabla)c + \nabla \cdot \left(D_c \nabla c\right) + \Phi_c, \quad (15)$$

де \vec{u} – поле швидкості розплаву, ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, α – поле об'ємної частки газу, \vec{u}_b – швидкість спливання газової фази, c – поле концентрації домішки, D_a і D_c – коефіцієнти дифузії газу і порошку у сталі (враховують вихрову складову), Φ_a і Φ_c – джерела газу (наприклад, донна фурма) і порошку (частина дроту, що розплавилася). Умовою закінчення моделювання є зменшення коефіцієнту варіації концентрації порошку до необхідного значення (зазвичай <5%).

Список літературних джерел

1. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Механіка. / "Вища школа", К. - 1971, 272 с.
2. Огурцов А.П., Самохвалов С.Е., Надрыгайло Т.Ж. Методы расщепления в задачах гидродинамики и тепломассопереноса. // Днепропетровск: Системные технологии, 2003.– 260 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНО-ОПТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

Кудрєватих О.Т., Куїнін Н.О.

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Активний розвиток методів математичного моделювання і технічних засобів, які забезпечують їх практичну реалізацію на даний час, сприяє модернізації технологій неруйнівного контролю і дозволяє значно підвищити його ефективність.

Особливо актуальною задачею підвищення ефективності контролю є для таких галузей, як виробництво ракетно-космічної техніки та авіабудування. Для цього існує ряд причин, а саме:

- у даних галузях активно використовуються новітні матеріали, фізико-механічні властивості яких недостатньо досліджені, що зменшує можливість використання у ході контролю стандартних тест-зразків [1];
- продукція цих галузей є унікальною за дизайном і технічними характеристиками, що призводить до необхідності створення унікальних методик і технологій контролю;
- вартість виробів є дуже високою, що впливає на вартість технологій контролю, які базуються використанні тест-зразків;
- виробництво продукції ракетно-космічної галузі не передбачає серійного випуску, що призводить до відсутності можливості накопичення достатньої кількості експериментальних даних контролю для створення критеріїв відбракування виробів.

Зменшення впливу даних факторів на кінцеву вартість технологій контролю виробів можливо досягти, якщо впровадити методи математичного моделювання на всіх етапах створення методик і технологій неруйнівного контролю.

Основними етапами створення технологій неруйнівного контролю із застосуванням інтерференційно-оптичних методів високої роздільної здатності, таких як голографічна інтерферометрія, спекл-інтерферометрія та широрографія, які останнім часом активно впроваджуються у ракетно-космічній галузі та авіабудуванні, є вибір оптимальної схеми реєстрації даних, вибір оптимального способу і величини тестового навантаження об'єкта контролю, створення технологій інтерпретації і аналізу даних контролю.

Пропонується на етапі розробки технології контролю здійснювати із застосуванням програмних продуктів SolidWorks, ANSYS, NASTRAN, ABACUS, методу скінчених елементів і пакетів MatLab, SciLab математичне моделювання зміни деформованого стану об'єктів контролю при різних умовах і видах навантаження, а також моделювання і аналіз відповідних інтерференційних портретів об'єктів контролю [2], що дозволить отримати наступні переваги:

1. Моделювання процесів деформування об'єкта контролю при різноманітних умовах навантаження, а також різних фізико-механічних і геометричних параметрах об'єкта контролю дозволяє відмовитися від створення зразків-свідків на етапі розробки технології контролю, обмежившись лише створенням мінімальної кількості зразків, необхідних для апробації і атестації методики контролю, що призводить до зменшення вартості розробки технології контролю.

2. Дослідження впливу параметрів оптичної схеми і методу реєстрації а також умов навантаження об'єкта контролю шляхом моделювання процесу реєстрації даних дозволяє вибрати оптимальну з точки зору чутливості до параметрів деформування схему і умови навантаження об'єкта, що призводить до підвищення достовірності контролю і таким чином зменшує вірогідність появи помилок 1-го роду, тобто пропуску бракованої продукції.

3. Моделювання інтерференційних портретів об'єктів контролю із дефектами різного типу, отриманих за обраних умов навантаження і реєстрації

даних, дозволяє створити атлас дефектів для різних об'єктів контролю, що сприяє підвищенню ступеню автоматизації технологій контролю.

Список літературних джерел

1. Кондратьев А.В. Обзор и анализ мировых тенденций и проблем расширения применения в агрегатах ракетно-космической техники полимерных композиционных маьеталов // А.В.Кондратьев, В.А.Коваленко// Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Сб. научных трудов. – Харьков: ХАИ. – 2011, Вып.3 (67). С.7- 18.

2. Рожковский, В.Ф. Численное моделирование в создании информационно-измерительных технологий интерференционного неразрушающего контроля изделий ракетно-космической техники и транспорта /В.Ф.Рожковский, Ю.В.Сохач, Н.А.Куинн, А.Т.Кудреватых, А.Г.Пилипенко// Информационные технологии в управлении сложными системами – 2013 [Электронный ресурс]; (сборник докладов научной конференции, 19 – 20 июня 2013 г.) / под ред. академика НАН Украины В. В. Пилипенко. – Электрон. данные. – Д.: ИТМ НАНУ и ГКАУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-R) 12 см.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗВОЛОЖЕННЯ СУХОГО ҐРУНТУ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ

Куця Т.В., Мартинюк П.М.

Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна

Однією із причин виникнення небезпечних геологічних явищ (таких як зсуви, осідання, обвали, деформація будівель і споруд тощо) є наявність витоків із водонесучих комунікацій. В зв'язку з невеликою глибиною закладання водопровідної мережі у разі аварії витік буде здійснюватись у поверхневий ґрунтовий шар, що може стати причиною руйнівних геологічних процесів, які в значній мірі залежать від ступеня вологонасичення ґрунту [1]. Витоки з каналізаційних безнапірних, низьконапірних комунікацій (наприклад, через стики труб) не виявляються роками, бо не виходять на поверхню ґрунту, однак впливають на стійкість ґрунтового масиву [2]. Витоки з комунікацій, що несуть воду під тиском (водопровід, тепломережі), швидко проявляються на поверхні ґрунту. Однак якщо ґрунт вкритий шаром асфальту чи бетону, то процес поширення вологи буде швидкоплинним і його важко ідентифікувати на поверхні.

Розглянемо профільний переріз ґрунтового масиву – область Ω , обмежений укосом AB . Переріз зроблено в місці прориву трубопроводу (точка D), перпендикулярно до нього (трубопроводу). Таке спрощення дозволяє розглядати задачу як двовимірну. У результаті прориву відбувається змочування ґрунту на схилі. Завдання полягає у визначенні динаміки напорів (в області повного насичення Ω_1) та всмоктуючих тисків (в області неповного насичення Ω_2) в часі. При цьому FC є віссю симетрії.

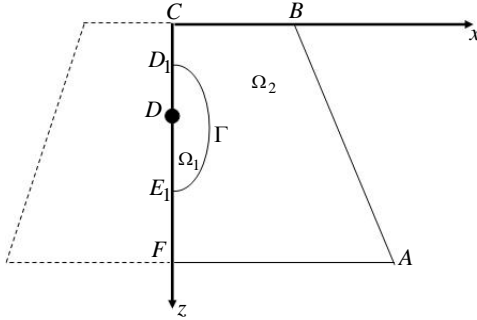


Рисунок. 1 - Схема розташування в ґрунтовому масиві точки прориву трубопроводу

Двовимірна математична модель процесу зволоження сухого ґрунту на схилі внаслідок прориву напірного трубопроводу описується такою системою диференціальних рівнянь:

а) для області повного насичення

$$\begin{aligned} \nabla \cdot (K \nabla H) &= 0, \\ u &= -K \nabla H, \\ H(x, z, 0) &= 0, \quad H(x, z, t)|_{\Gamma} = z, \\ \frac{\partial H(x, z, t)}{\partial z} \Big|_{D_1 E_1 \setminus D} &= 0, \\ H(x, z, t) \Big|_D &= \frac{p_1}{\gamma} - z, \end{aligned}$$

б) для області неповного насичення

$$\begin{aligned} C(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial z} \left(K(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial z} - 1 \right), \\ u_H &= -K(\theta) \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right), \\ \psi(x, z, 0) &= \psi_0(x, z), \\ \psi(x, z, t) \Big|_{CB \cup AB \cup D} &= 0, \quad \frac{\partial \psi(x, z, t)}{\partial z} \Big|_{CF \setminus D} = 0, \\ \frac{\partial \psi(x, z, t)}{\partial z} \Big|_{FA} &= 0, \end{aligned}$$

в) умови спряження

$$H|_{\Gamma} = z,$$

$$(u, n)|_{\Gamma_{\Omega_1}} - (u_H, n)|_{\Gamma_{\Omega_2}} = 0,$$

$$H|_{\Gamma_{\Omega_1}} - H|_{\Gamma_{\Omega_2}} = 0,$$

г) рухома межа [3]

$$\sigma \frac{\partial \psi}{\partial t} + \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} \right)^2 - K \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0,$$

де σ - пористість ґрунтового середовища; ψ - всмоктуючий тиск в ненасиченому середовищі; H - напір в насиченому середовищі; K - коефіцієнт фільтрації в насиченому середовищі та $K(\theta)$ - гідралічна провідність в ненасиченому середовищі; u - швидкість фільтрації в насиченому ґрунті; u_H - швидкість вологоперенесення в ненасиченому ґрунті; p_1 - тиск рідини; γ - питома маса рідини; $C(\theta) = \frac{d\theta}{d\psi}$; θ - об'ємна вологість в одиниці об'єму ґрунту; t - часовий проміжок.

Вищеописана задача розв'язана безсітковим методом радіальних базисних функцій [4, 5]. Проведено ряд чисельних експериментів та здійснено їх аналіз.

Список літературних джерел

1. Соколовська В. А. Фактори розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів в межах забудованих територій міст України. / В. А. Соколовська // Містобудування та територіальне планування. – 2004. – Вип. 19. – С. 226–231.
2. Куця Т. В., Мартинюк П. М. Математичне моделювання зволоження ґрунту на схилі внаслідок аварії безнапірного трубопроводу з урахуванням процесів теплосолеперенесення // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2014. – Вип. 19. – С. 107-115.
3. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения ґрунтовых вод. – М.: Гос. Издательство технико-теоретической литер., 1952. – 678 с.
4. Власюк А. П., Мартинюк П. М. Чисельне розв'язування задач консолідації та фільтраційного руйнування ґрунтів в умовах тепло-масопереносу методом радіально-базисних функцій: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2010. – 277 с.
5. Kansa E. J. Multiquadrics – a Scattered Data Approximation Scheme With Application to Computational Fluid-Dynamics. II. Solutions to Parabolic, Hyperbolic and Elliptic Partial Differential Equations // Comput. Math. Appl. — 1990. — Vol. 19, No 8/9. — P. 147-161.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗИРОВКИ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРЕМЕНТА

Лобосова Л.А.¹, Журавлев А.А.², Журахова С.Н.¹,
Макогонова В.А.¹, Магомедова А.З.¹

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Россия

²ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А.
Гагарина», Воронеж, Россия

Ценным сырьем для производства кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения могут служить продукты переработки топинамбура и концентрированный ананасовый сок.

Для выбора оптимальной дозировки пюре топинамбура и концентрированного ананасового сока при проведении выше описанного эксперимента проводили оптимизацию рецептурного состава методом планирования эксперимента на основе полученных значений (табл. 1).

Сначала составили балансное соотношение, и диапазоны валидности для смеси пюре топинамбура и концентрированного сока.

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &= 100; \\ 0 \leq x_1 &\leq 100; \\ 0 \leq x_2 &\leq 100, \end{aligned} \tag{1}$$

где x_1 и x_2 –доля пюре топинамбура и концентрированного ананасового сока соответственно

Таблица 1 - Условия и результаты эксперимента

| № опыта | Кодированные значения | Соотношение в смеси пюре топинамбура и концентрированного ананасового сока соответственно | | Прочность железной массы на пектине у, кПа |
|---------|-----------------------|---|-------|---|
| | X_1 | x_1 | x_2 | |
| 1 | -2 | 0 | 100 | 8,8 |
| 2 | -1 | 25 | 75 | 10,6 |
| 3 | 0 | 50 | 50 | 14,1 |
| 4 | 1 | 75 | 25 | 17,2 |
| 5 | 2 | 100 | 0 | 21,0 |

С целью снижения затрат на экспериментальные исследования и последующего сокращения объема вычислительных операций было принято решение о реализации эксперимента по симметричному и равномерному плану, который предусматривает реализацию $N = 5$ опытов.

Поскольку условие и диапазоны валидности (1) не позволяют построить симметричный план, был осуществлен переход от натуральных (размерных) значений факторов x_1 и x_2 к кодированным X_1 и X_2 по формулам:

$$X_1 = \frac{x_1 - x_{01}}{\lambda_1}; \quad X_2 = \frac{x_2 - x_{02}}{\lambda_2}, \quad (2)$$

где x_{01} и x_{02} – соответственно, значение фактора в центральной точке плана ($x_{01} = x_{02} = 50$); λ_1 и λ_1 – соответственно, интервал варьирования фактора ($\lambda_1 = \lambda_1 = 25$).

При этом нетрудно убедиться, что условие симметричности плана для каждого фактора выполняется, т.е. $\sum_{u=1}^N X_{1u} = 0$ и $\sum_{u=1}^N X_{2u} = 0$, где u – порядковый номер опыта.

Обработка экспериментальных данных по известной методике [1] позволила получить оценки коэффициентов однофакторного уравнения регрессии 2-ой степени

$$y_1 = 0,257 X_1^2 + 3,1X_1 + 13,826, \quad (3)$$

в котором кодированные значения X_1 связаны с натуральными x_1 соотношением

$$X_1 = \frac{x_1 - 50}{25}. \quad (4)$$

Использование статистического критерия Фишера показало, что уравнение (3), адекватно описывает экспериментальные данные (при доверительной вероятности 95 %) Подставляя последнее выражение в уравнение (4), после очевидных преобразований, получим уравнение, устанавливающее зависимость пластической прочности пюре из топинамбура от доли концентрированного ананасового сока в рецептурной смеси

$$y_1 = 0,0004 x_1^2 + 0,0829 x_1 + 8,6543, \quad (5)$$

в котором $x_1 = 100 - x_2$.

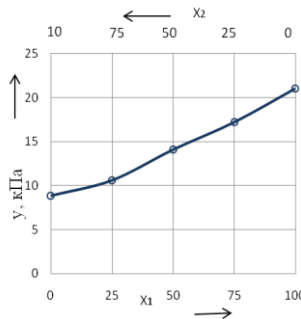


Рисунок 2 – Зависимость пластической прочности желевой массы на пектине при полной замене яблочного пюре на пюре из топинамбура и концентрированный ананасовый сок в соотношении, %: 1 – 0; 2- 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100 от продолжительности выстойки

Из рисунка 2 следует, что оптимальное значение доли пюре топинамбура $x_{1onm} = 100$ %, при котором пластическая прочность достигает максимального значения $y_{onm} = 21$ кПа. Оптимальное значение массовой доли концентрированного ананасового сока - $x_{2onm} = 25$ %, 50 %, пластическая прочность таких образцов несколько ниже, $y_{onm} = 17,2$; 14,1, но по физико-химическим и органолептическим показателям они ничем не уступают первому образцу.

Список литературных источников

1. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента [Текст] / Ю. П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.
2. Новое в технике и технологии зефира функционального назначения [Текст] : монография / Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, А. Я. Олейникова. – Воронеж : ВГТА, 2008. – 156 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕГАЗАЦІЇ ТА СЕПАРАЦІЇ ВОДОНАФТОВОЇ ЕМУЛЬСІЇ В НАСАДКОВИХ БЛОКАХ CFD-МЕТОДАМИ

Ляпошенко О.О., Павленко І.В., Дем'яненко М.М., Старинський О.Є.

Сумський державний університет, Суми, Україна

Перед транспортуванням видобутої зі свердловини нафти, її піддають первинній комплексній підготовці, яка включає в себе дегазацію, знесолення, зневоднення та очищення від механічних домішок. Зазвичай ці процеси проводяться з використанням комплексу високовартісного обладнання, проте останнім часом поширений інший спосіб, що передбачає використання блочних установок підготовки нафти, які об'єднують в одному апараті процеси нагрівання, сепарації, зневоднення та очищення в одному технологічному апараті, так званому нафтогазоводорозділювачі з прямим підігрівом або підігрівачі-деемультаторі, за кордоном більш відомого під назвою - апарат типу "Heater-Treater" [1]. Продуктивність та розміри підігрівача-деемультатора головним чином обумовлені швидкістю розділення та дегазації стійкої водонафтової емульсії, а отже інтенсифікація цих процесів представляється актуальною задачею.

Згідно закону Стокса швидкість розділення водонафтової емульсії залежить від розміру краплин, густини та в'язкості суцільної і дисперсної фази. Таким чином для інтенсифікації процесу осадження необхідно створити умови для укрупнення глобул води, що можливо за рахунок направлення потоку на змочувані перфоровані поверхні (пластинчаті насадки з гідрофільних матеріалів), на яких внаслідок коалесценції відбувається осадження, співосадження та коагуляція високодисперсних краплин з утворенням краплин більшого розміру, що створює умови для розшарування стійкої водонафтової емульсії та навіть

інверсії фаз в каналах жалюзійних насадкових блоків між емульсіями типу (пряма та зворотня) нафта в воді та вода в нафті. Згідно з практичними рекомендаціями значення лінійної швидкості руху водо нафтової емульсії в деемульсаторі не повинно перевищувати більше ніж в два рази швидкість стоксового осадження [2], тобто збільшення швидкості осадження краплин води прямопропорційно впливає на збільшення лінійної швидкості руху, що обумовлює підвищення продуктивності або зменшення габаритних розмірів апарату [3]. З застосуванням методів чисельного моделювання та інтегрованого комп'ютерного проектування представляється можливим проаналізувати процес осадження і чисельно оцінити в яких межах можна збільшити швидкість осадження і лінійну швидкість руху фаз в апараті, виключивши режими, що характеризуються вторинним винесенням краплин, на прикладі розробленого науковцями Сумського державного університету трифазного сепаратора нафтогазоводорозділювача типу «Heater-Treater» (замовник – Група «ЛУКОЙЛ», генпроектувальник – ТюменьНИПИнефть, субпідрядник – ПАТ «УКРХІМПРОЕКТ») [4]. Апарат конструктивно поєднує в собі секцію прямого підігріву з вузлом входу, яка відділена переливною перегородкою від секції відстоювання, у якій встановлено п'ять вертикальних секцій жалюзійних блоків поверхневої коалесценції, об'єднаних з електродними решітками в комплекс систем електростатичної коалесценції.

На першому етапі в якості програмного комплексу для моделювання було здійснено спроби використати програмний комплекс FlowVision, але виникла проблема з розмірами отримуваної розрахункової сітки (20x20x100 комірок), зображеної на рис. 1. Такий ступінь подрібнення (обмеження навчальної версії ПО) не дозволяє адекватно моделювати крайові ефекти, а ввімкнення локального подрібнення в вузлах, що перетинаються зі стінками, суттєво перевантажує розрахункову модель та безкінечно збільшує машинний час обчислень навіть на кластерних схемах обчислень. Крім того, задача моделювання фазового переходу (дегазації), який відбувається в секції підігріву виявилась теж не вирішуваною в таких моделях, тому на першому етапі вирішувалась задача моделювання процесів розшарування водонафтової емульсії в секції підігріву (рис.2).

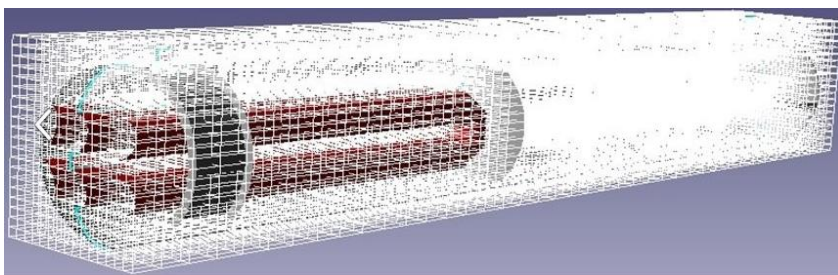


Рисунок 1 - Розрахункова область моделі апарату типу Heater-Treater

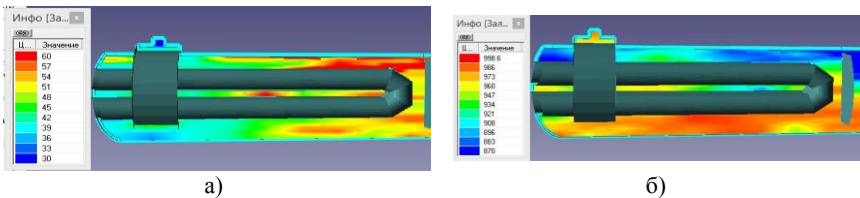


Рисунок 2 - Результати моделювання процесів гідродинаміки та теплообміну в секції підігріву: а – температурне поле, °С; б - градієнт густини суміші, кг/м³.

Fluent Flow, в якому можливий розрахунок багатофазних потоків в пористих тілах та фазові переходи в багатокомпонентній суміші. Для моделювання потоку емульсії використовується повна Ейлеровська модель багатофазного потоку. Враховуючи, що підігрівач-деемульсатор має значні габаритні розміри, а в секції відстоювання встановлено коалесціючі насадки, що являють собою жалюзійні блоки з утворенням сукупності криволінійних каналів відстань між стінками (пластинами-жалюзьями) яких порівняно мала, для зменшення скінченно-об'ємної розрахункової сітки, пропонується замінити їх моделлю пористе середовище.

Використовуючи такий підхід достатньо дослідити окремі кінцеві елементи насадок для визначення їх основних гідродинамічних та сепараційних характеристик, при цьому використовується Ейлеровська модель півки рідини. Пропонований підхід є еволюційним та вимушеним, прямо викликаним проблемою моделювання відповідних процесів навіть з застосуванням кластерних технологій паралельних та розподілених обчислень [5].

Список літературних джерел

1. Применение многофункционального блочного нефтегазодоразделителя типа "HEATER-TREATER" для промышленной подготовки нефти и газа / [А.А.Ляпощенко, О.В.Настенко, В.М.Маренок та ін.] // Технологии XXI века: Сборник тезисов по материалам 21й международной научной конференции. Ч.1. — Сумы: СНАУ, 2015. — С.109-110.
2. Моделювання процесів сепарації та розробка методики розрахунку трифазного сепаратора / [О.О.Ляпощенко, І.В.Павленко, Р.Ю.Усик, М.М.Дем'яненко] // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій: науковий журнал. – Серія «Технічні науки». — 2015. — №47. — Т.1. — С.62-66.
3. Ляпощенко, А.А. Підвищення ефективності та рекомендації до розрахунку удосконалених трифазних сепараторів / А.А.Ляпощенко, О.В.Настенко, Р.Ю.Усик // Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. — Суми: Сумський державний університет, 2014. — С.137-138.
4. Оптимізаційне проектування багатофункціонального сепараційного нафтогазового обладнання / [О.О. Ляпощенко, І.В. Павленко, О.В. Настенко та ін.] // Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2015):

матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції: в 2-х ч. — Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015. — Ч. 1. — С.226-231.

5. Моделювання процесів сепарації та розробка методики розрахунку трифазного сепаратора / [О.О.Ляпощенко, І.В.Павленко, Р.Ю.Усик, М.М.Дем'яненко] // Інноваційні енерготехнології: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. — Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2015. — С.241-245.

НЕЛОКАЛЬНІ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛА **Ляшенко В.П., Кобильська О.Б.**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Україна

Нелокальні задачі мають практичне значення при дослідженні теплових процесів. Вони дозволяють визначати параметри керування тепловими процесами, що особливо важливо при затратних натурних експериментах.

З математичної точки зору дослідження температурних розподілів рухомих та нерухомих осесиметричних об'єктів можна вести розглядаючи різні початково-крайові задачі для лінійного або нелінійного рівняння теплопровідності, уводячи певні обмеження на функції, що входять у коефіцієнти рівняння та залучаючи відповідні крайові умови, які характеризують фізичні особливості процесу нагрівання. Дріт та інші вироби циліндричної форми розглядаються у вигляді рухомого або нерухомого циліндричного ізотропного середовища зі сталими теплофізичними характеристиками та параметрами з довжиною зони нагрівання l .

У даній роботі досліджуються математичні моделі теплових процесів з діючими зовнішніми і внутрішніми джерелами тепла [1]. Внутрішні джерела тепла $W(z, t, T)$ спричинені дією електричного струму, що протікає через середовище, а зовнішні спричиняються шляхом теплообміну виробу з навколишнім середовищем за законами Ньютона та Стефана-Больцмана. У математичній моделі – рівнянні теплопровідності – внутрішні джерела тепла зображуються у вигляді фінітної функції $W(z, t, T)$ у рівнянні, а зовнішні – у вигляді граничних умов першого, другого або третього роду.

У випадку, коли джерело тепла є невідомою функцією приходимо до оберненої задачі. Для побудови стійких методів розв'язку обернених задач використовувались принципи ітераційної регуляризації.

Такі задачі виникають при керуванні температурними полями. Тут необхідно знайти температурний розподіл та функцію джерела $f(z, t)$ в осесиметричному середовищі. Причому функція $f(z, t)$ може бути результатом сумарної дії виділеного усередині і втраченого поверхнею середовища тепла, а може представляти собою внутрішнє джерело тепла яке є функцією, що відображена у правій частині рівняння теплопровідності.

Функція $f(z, t)$ може бути визначена повністю лише коли відомий температурний розподіл в усій області нагрівання. Тому при заданні джерел тепла будемо вважати відомою суму енергій, що пішла на нагрівання середовища і втрати з поверхні. У роботі розглядається обернена задача в екстремальній постановці, а для побудови квадратичного функціоналу невязки використовувалась умова теплового балансу енергій в інтегральній формі.

Умова теплового балансу у випадку зовнішніх джерел набуває вигляду

$$\int_{0+G}^t \iint \alpha(T) \frac{T(r, z, t) - T_c}{v} dgdt = c\rho_n \int_{0+0}^{t_0} \int_{0+0}^{r_0} \int_0^l f_{12}(t)(T(r, z, t) - T_0) dzdrdt,$$

а у випадку внутрішніх джерел тепла записується у вигляді

$$\int_{\varepsilon+0+0}^{t_0} \int_{\eta_0}^l \int_0^l f_{12}(t) \frac{I(t)^2 \rho_0 l + \beta I(t)^2 \rho_0 l T(r, z, t)}{v(t) \eta_0^4 \pi^2} dzdrdt = c\rho_n \int_{\varepsilon+G}^t \iint (T(r, z, t) - T_0) dgdt + \frac{c\lambda}{r_0} \int_{\varepsilon+0}^{t_0} \int_{\eta_0}^l \int_0^l f_{12}(t) \frac{T(r, z, t) - T_c}{v(t)} dzdrdt.$$

Список літературних джерел

1. Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена / О.М.Алифанов // М.: Машиностроение, 1988. . – 280 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА РЕОЛОГИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ АМИНОСИЛИКАТОВ

Малявский Н.И.¹, Журавлева О.И.²

¹ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия

² ГВУЗ «Национальный горный университет»,
Днепр, Украина

Растворы аминосиликатов (АС) представляют собой водные растворы полисиликатов алифатических аминов (а также аминспиртов и других аминсоединений), получаемые методом ионного обмена либо прямым растворением твердой кремнекислоты или аэросила в водных растворах аминсоединений с достаточно высокой величиной константы основности аминили аминогруппы ($pK_b < 4,5$). Свойства таких растворов в значительной степени определяются двумя взаимосвязанными равновесиями, а именно, равновесием ионизации амина и равновесием поликонденсации кремнекислородных анионов (ККА), результирующие значения рН и параметров молекулярно-массового распределения (ММР) анионов определяются типом амина, его концентрацией и концентрацией SiO_2 , а также температурой.

В середине 90-х годов было установлено, что все достаточно концентрированные по кремнезему растворы АС проявляют эффект реологической аномалии, заключающийся в обратимом повышении вязкости раствора с ростом температуры, причем такое загустевание сопровождается повышением средней степени полимеризации ККА [1]. Внешне сходный эффект наблюдается и в других силикатных системах (растворы полисиликатов лития и

тетраммин-цинка), но там аномалия, судя по всему, имеет другой механизм, не связанный с полимеризацией ККА.

Целью настоящей работы являлась разработка простой математической модели взаимосвязанных кислотно-основных и поликонденсационных равновесий в растворах АС, которая позволила бы объяснить возникновение реологической аномалии за счет поликонденсационного фактора, а именно, прямой зависимости средней степени полимеризации ККА от температуры. Предлагаемая расчетная модель базируется на следующих предположениях:

1. Растворы АС, как и силикатов щелочных металлов, имеют равновесный характер.

2. Динамическая вязкость растворов силикатов связана прямой зависимостью со средней степенью полимеризации ККА.

3. Величины константы диссоциации силанольных групп ККА и константы равновесия процесса поликонденсации ККА не зависят от типа аниона и его степени полимеризации.

На основе принятых допущений была построена система из восьми уравнений, четыре из которых нелинейные. Путем нескольких подстановок решение системы сводится к решению нелинейного уравнения, в котором фигурируют следующие величины: общие молярные концентрации амина (C_{RNH_2}) и кремнезема (C_{SiO_2}), константы диссоциации силанольной группы (K_a), протонизации амина (K_b) и равновесия «силанольные группы – силоксановая связь» (K_p), ионное произведение воды (K_w) и величина среднemasсовой основности ККА (x – молярное отношение $[H_2O]/[SiO_2]$ в молекуле соответствующей поликремневой кислоты), используемая в качестве меры «заполимеризованности» ККА, наиболее удобной в случае сильно заполимеризованных анионов. Решение уравнения относительно x проводилось численно, при различных значениях C_{RNH_2} и C_{SiO_2} , методом половинного деления, который упрощался тем обстоятельством, что в интервале $0 \leq x \leq 2$, вне которого величина основности ККА не имеет физического смысла, уравнение всегда имеет решение, притом единственное. Эта модель была также использована для расчета равновесий в растворах щелочных силикатов и силикатов четырехзамещенных аммониевых оснований – при использовании предположения о полном отсутствии гидролиза по катиону.

Результаты вычислений, выполненных для концентрированных растворов силикатов аминов (метиламин, диэтиламин, пиперидин, моноэтаноламин и др.), а также натрия, дают вполне разумные величины x . Кроме того, хорошо воспроизводятся известные зависимости величины x от параметров состава раствора (ее рост с увеличением C_{RNH_2} при постоянной C_{SiO_2} и с уменьшением C_{SiO_2} при постоянной C_{RNH_2} , а также с уменьшением pK_b амина).

Были проведены также расчеты температурной зависимости x для обоих типов силикатных растворов. Величины pK_w и pK_b для температур от 0° до $+60^\circ C$ были вычислены по литературным данным, а для вычисления pK_a и pK_p , ввиду отсутствия достоверных данных, использовали наборы значений энтальпий диссоциации и полимеризации внутри некоторых разумных интервалов.

Расчет показывает, что, вопреки первоначальным предположениям, реологическая аномалия не связана непосредственно с тепловым эффектом протонизации амина: полимеризация аминосиликата при нагревании раствора имеет место почти при всех комбинациях исходных параметров, в том числе и для случая с нулевыми значениями всех трех энтальпий. Представляется, что определяющую роль в ее возникновении играют три фактора: а) увеличение K_w с ростом температуры, б) невысокая, в сравнении с процессом ионизации воды (55,8 кДж/моль), или нулевая эндотермичность реакции диссоциации силанольной группы и в) нулевой или положительный тепловой эффект реакции поликонденсации ККА, в оптимуме – сочетание последних двух факторов.

Результаты расчетов для растворов щелочных силикатов и силикатов четырехзамещенных аммониевых оснований показывают, наоборот, деполимеризацию ККА при нагревании, хотя и весьма слабую. Такой результат можно объяснить перераспределением относительного вклада в решение базового нелинейного уравнения между его членами: при больших значениях K_b (в расчетах для таких силикатов принималась условная величина 1000) возрастает роль члена, обеспечивающего положительную зависимость величины x от K_w , а следовательно, и от температуры. И действительно, в растворах таких силикатов (кроме лития) реологическая аномалия не наблюдается.

Таким образом, предлагаемая математическая модель полимеризационно-гидролизных равновесий в водных растворах силикатов качественно объясняет существование реологической аномалии в водных растворах аминосиликатов и ее отсутствие в растворах щелочных силикатов и силикатов четырехзамещенных аммониевых оснований. Кроме того, она правильно воспроизводит и позволяет анализировать смещения ММР ККА при изменении химического состава и концентрации растворов.

Некоторые другие экспериментально наблюдаемые в растворах силикатов эффекты предложенная модель не объясняет, во всяком случае, на существующем уровне ее сложности. К числу таких эффектов относятся, например, немонотонная зависимость основности ККА от концентрации амина при постоянной концентрации кремнезема и ее резкое уменьшение при приближении состава раствора к границе стабильности, величину $x=1$ в насыщенных водных растворах кремнезема, самое главное – наличие реологической аномалии в растворах полисиликатов лития. Есть основания надеяться, что впоследствии эти эффекты также смогут быть качественно воспроизведены на основе предлагаемой модели при условии ее некоторого усложнения, в частности, введения учета коэффициентов активности ионов, ограниченной растворимости силикатов в воде, а также зависимости константы ионизации силанольной группы от степени полимеризации ККА.

Список литературных источников

1. Малявский Н.И., Душкин О.В. Некоторые закономерности существования реологической аномалии в водных растворах силикатов // Вестник МГСУ, 2011, №4, с. 163-168.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КАТАЛІТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ NO_x АМОНІАКОМ У ВИРОБНИЦТВІ ЗАКИСУ АЗОТУ

Масалітіна Н.Ю., Савенков А.С., Огурцов О.М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна

Актуальність розробки нової технології нітроген (I) оксиду – закису азоту низькотемпературним окисненням амоніаку пов'язана із зростанням потреби в N₂O. Нітроген (I) оксид застосовують в медицині, як ракетне паливо та як очисник у виробництві напівпровідникових матеріалів. Розвиток каталітичних процесів селективного окислення вуглеводнів закисом азоту поставив нове завдання – створення процесів отримання закису азоту з одичиною потужністю на порядок більшою, ніж установки одичиною потужності в декілька тисяч тонн на рік, які базуються на термічному розкладанні нітріт-нітратних солей. Подальше збільшення потужності, таких установок практично неможливо унаслідок високої вибухонебезпечності процесу. Найбільш перспективним напрямом створення таких процесів є каталітичне низькотемпературне окиснення аміаку киснем повітря в закис азоту. При цьому технічні вимоги технології виробництва вуглеводнів накладають жорсткі обмеження на вміст в газувій суміші продуктів реакції речовин з більш сильними окислювальними властивостями – оксигену, нітроген (II) оксиду (NO) та нітроген (IV) оксиду (NO₂).

На каталізаторі перебігає переважно реакція окиснення амоніаку в нітроген (I) оксид $2\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$. Але одночасно можливий перебіг побічних реакцій, таких як $2\text{NH}_3 + 2,5\text{O}_2 = 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$, яка призводить до утворення вищих нітроген оксидів, а також реакції $2\text{NH}_3 + 1,5\text{O}_2 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, яка зменшує селективність утворення цільового продукту N₂O [1,2].

Розроблені нами каталізатори забезпечують рівень селективності по нітроген (I) оксиду не нижче за 92,5–93,5 % [1,2]. Тільки 0,2–0,5 % амоніаку окислюється до NO за реакцією $2\text{NH}_3 + 2,5\text{O}_2 = 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$. Частина NO відновлюється на каталізаторі за реакцією $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 = 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ або перетворюється до N₂O за реакцією $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + 3\text{O}_2 = 4\text{N}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$.

Газувій потік продуктів реакції виводять для виділення цільового продукту – нітроген (I) оксиду, який розбавлений молекулярним нітрогеном, як інертним газом. Для покращення кондиції цільового продукту газувій потік продуктів реакції пропускають через шар розробленого нами чотирьохкомпонентного церій-вмісного оксидного каталізатору селективного відновлення NO_x амоніаком за температури 200–240°C.

Каталітичне відновлення NO_x амоніаком за наступними реакціями $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, $4\text{NH}_3 + 2\text{NO}_2 \rightarrow 3,5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$,



дозволяють моделювати кінетику процесу селективної каталітичної очистки цільового продукту від нітроген оксидів NO_x наступною системою

диференціальних рівнянь $\frac{dC_{\text{N}_2\text{O}}}{dt} = -1,5w_1$; $\frac{dC_{\text{NO}_2}}{dt} = -0,75w_2$;

$$\frac{dC_{\text{NO}}}{dt} = -1,5w_3; \quad \frac{dC_{\text{O}_2}}{dt} = -1,5w_4;$$

$$\frac{dC_{\text{N}_2}}{dt} = 2w_1 + 0,875w_2 + 1,25w_3 + 0,5w_4; \quad \frac{dC_{\text{NH}_3}}{dt} = -(w_1 + w_2 + w_3 + w_4);$$

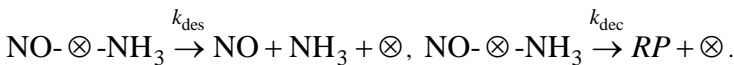
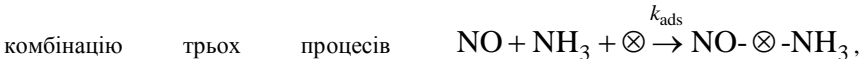
$$\frac{dC_{\text{H}_2\text{O}}}{dt} = 1,5(w_1 + w_2 + w_3 + w_4), \text{ де залежності швидкостей реакцій мають вигляд}$$

$$w_1 = k_1(C_{\text{NH}_3})^{n_1}(C_{\text{N}_2\text{O}})^{n_2}; \quad w_2 = k_2(C_{\text{NH}_3})^{n_3}(C_{\text{NO}_2})^{n_4};$$

$$w_3 = k_3(C_{\text{NH}_3})^{n_5}(C_{\text{NO}})^{n_6}; \quad w_4 = k_4(C_{\text{NH}_3})^{n_7}(C_{\text{O}_2})^{n_8};$$

а рішення системи рівнянь проводять методом чисельного інтегрування задачі Коши одношаговим методом Рунге-Кутта четвертого порядку, використовуючи як підгінні параметри константи швидкостей k_i , ($i = 1 \div 4$) та показники степенів n_j , ($j = 1 \div 8$)

[4]. Ми можемо представити елементарний акт розкладання молекули NO як



Процес відображає іммобілізацію молекул реагентів на активному центрі (\otimes) на поверхні каталізатора з константою швидкості k_{ads} (adsorption) та формування збудженого метастабільного локального комплексу, $\text{NO} \cdot \otimes \cdot \text{NH}_3$. Далі або молекули реагентів в процесі десорбують з активного центра (\otimes) каталізатора з константою швидкості k_{des} (desorption) та система повертається у вихідний стан, або на активному центрі (\otimes) з константою швидкості k_{dec} відбувається каталітичне розкладання (decomposition) метастабільного комплексу $\text{NO} \cdot \otimes \cdot \text{NH}_3$ на продукти

RP (reaction products). В цьому випадку, як було показано в роботі [3], кінетика розкладання NO описується виразом

$$C = \frac{k_{\text{ads}} C_{\text{NO}}^0 C_{\otimes}^0}{k_{\text{ads}} C_{\otimes}^0 + k_{\text{des}} + k_{\text{dec}}} - \frac{k_{\text{ads}} C_{\text{NO}}^0 C_{\otimes}^0}{k_{\text{ads}} C_{\otimes}^0 + k_{\text{des}} + k_{\text{dec}}} \exp\left[-(k_{\text{ads}} C_{\otimes}^0 + k_{\text{des}} + k_{\text{dec}}) \cdot t\right],$$

де C_{NO}^0 – початкова концентрація нітроген оксиду; C_{\otimes}^0 – початкова концентрація незайнятих активних центрів каталізатора. В нормованих координатах C/C_0 та t/τ кінетику розкладання можна виразити рівнянням

$$\frac{C}{C_0} = \exp \left[-\tau (k_{\text{ads}} C_{\infty}^0 + k_{\text{des}} + k_{\text{dec}}) \cdot \frac{t}{\tau} \right].$$

Апроксимація кінетичної кривої розкладання NO за цим рівнянням демонструє придатність запропонованої моделі для опису кінетики розглянутого процесу, що може бути основою для розробки на основі NSK-моделі аналітичного методу порівняння результатів експериментів із різними каталізаторами [1–3]. Запропонований нестационарний кінетичний метод дозволив достатньо точно описати кінетику розкладання NO в технології очистки продукційного газу у виробництві закису азоту для потреб органічного синтезу. Приведена кінетична модель дозволяє визначити оптимальний час контакту, вміст компонентів газової суміші, а також реакційний об'єм каталізатора для реакцій відновлення NO аміаком.

Список літературних джерел

1. Masalitina N.Yu. Catalytic ammonia oxidation to nitrogen (I) oxide / N.Yu. Masalitina, A.S Savenkov // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. – 2015. – № 9–10. – P. 71–74.
2. Savenkov A.S. Fe-Ce-Mn-Bi-O mixed oxides catalysts for the low-temperature NH₃-SCR / A.S. Savenkov, N.Yu. Masalitina / Materiály XI mezinárodní vědecko-praktická konference "Věda a vznik. Lékařství. Biologické vědy. Chemie a chemická technologie-2015". – Praha : Publishing House "Education and Science". – 2015. – V. 13. – P. 80–82.
3. Огурцов А.Н., Близнюк О.Н., Савенков А.С., Хлопицкий А.А. Моделирование нестационарной кинетики каталитического восстановления оксида азота (I) аммиаком // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – №5. – С. 147–150.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИФУЗІЇ ДОМІШОК В АТМОСФЕРІ Михайлова Т.Ф.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

Однією з найбільш трудомістких задач вивчення математичними методами процесів розповсюдження шкідливих викидів в атмосфері є визначення реальних характеристик дифузійних процесів для заданого району, у вказаний час, за конкретних погодних умов. Безпосередньо експериментальне визначення таких величин, як коефіцієнт дифузії, швидкість вітру майже неможливе. Тому в даній роботі пропонується метод визначення коефіцієнта дифузії домішок на основі методу збурень з використанням експериментального матеріалу.

Припустимо, що процес дифузії описується рівнянням

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \mu \Delta \varphi - u \frac{\partial \varphi}{\partial x} - v \frac{\partial \varphi}{\partial y} - \sigma \varphi + \int_{\omega} \theta(x, y, \Omega) \varphi(x, y, \Omega) d\Omega \quad (1)$$

з додатковими умовами

$$\varphi(0, x, y, \Omega) = \varphi^0(x, y, \Omega) \quad (2)$$

$$\varphi(t, 0, y, \Omega) = \varphi^1(t, y, \Omega)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \varphi(t, x, y, \Omega) = 0 \quad (3)$$

$$\varphi(t, x, H, \Omega) = 0; \quad -\frac{\partial \varphi(t, x, 0, \Omega)}{\partial y} = k\varphi(t, x, 0, \Omega)$$

Будемо далі припускати, що виміри стану середовища проводяться в ізольованих точках (x_i, y_i) неперервно на протязі характерного часу T . Результати вимірів є функції $\bar{\varphi}_{ij}(t, \Omega)$, що визначають концентрацію домішків у вказаних точках.

Для оцінки якості моделі візьмемо функціонал

$$I[\mu] = \int_0^T \int_{\omega} \sum_{i,j=1}^{n,m} [\varphi(t, x_i, y_j, \Omega) - \bar{\varphi}_{ij}(t, \Omega)]^2 d\Omega dt \quad (4)$$

Вважаємо, що значення $\mu = \hat{\mu} > 0$, для якого $I(\hat{\mu}) = \min I(\mu)$, $\mu > 0$ є шуканим коефіцієнтом дифузії, а відповідний йому розв'язок задачі (1)-(3) шуканим розподілом домішок в атмосфері.

В роботі розглянуто питання збіжності наближених розв'язків до точного в припущенні, що задача (1)-(3) має розв'язок.

Використовуючи методи функціонального аналізу вдалося довести, що послідовність розв'язків задачі (1)-(3) $\{\varphi_n\}$ відповідних різним значенням μ_n збігається до $\hat{\varphi}(t, x, y, \Omega)$ і справедливе співвідношення:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^T \int_{\omega} \int_{\omega} [\varphi_n(t, x, y, \Omega) - \hat{\varphi}(t, x, y, \Omega)]^2 dx dy d\Omega \frac{1}{2} dt = 0$$

Одержаний результат можна використати для теоретичного обґрунтування процедури наближеного розв'язку задачі (1)-(3).

Задачу мінімізації функціоналу (4) розв'язати якимось проєкційним методом [1], замінивши нескінченновимірний простір $L_2(Q, \omega)$ скінченновимірним, а інтегро-диференціальний оператор на його скінченновимірне наближення. Розв'язуючи задачу при кожному n , одержимо послідовність значень μ_n . Послідовність може мати декілька точок згущення. За допомогою експертів і знання реального стану середовища вибирають із одержаних точок одну, яка і вважається шуканим розв'язком для задачі (1)-(4) одержану із форм принципу максимуму в теорії оптимального керування.

Список літературних джерел

1. Михайлова Т,Ф, Субоптимальне керування сингулярно-збуреною розподіленою системою//Дніпропетровськ, Вісник ДНУЗТ ім.акад.В,Лазаряна,вип.10,2006р.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УПЛОТНЕНИЙ НА БАЗЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Начовный И.И.¹, Кузьяев И.М.¹, Начовный Ив.И.²

¹ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

²Национальный горный университет, Днепр, Украина

В работе [1] приведена математическая модель течения газа через торцевые стыки уплотнительных элементов при упругом контакте микронеровностей. Полученная модель позволяет проанализировать влияние отдельных параметров газа (вязкость μ , плотность ρ) и параметров стыка (высота h , коэффициент проницаемости k) и их совместного действия на распределения давления и градиента давления по радиусу уплотнительных элементов, необходимых для расчета герметичности.

Теоретические расчеты выполнены с использованием математического пакета MathCad для уплотнений с такими параметрами: радиус штока $r_2=0,04$ м, внешний радиус колец $r_1=0,055$ м, давление на входе $P_1=6,0$ МПа, давление на выходе среды $P_2=0,1$ МПа. Параметры стыка рассчитывались по формулам, приведенным в [2]

Результаты расчетов градиента давления по радиусу уплотнительных элементов представлены на рисунках 1-5, которые отражают влияние отдельных параметров. (на рисунках $PP(2)$ - градиент давления, $PP(0)$ -радиус кольца)

Величина градиента давления входит в формулу для расчёта утечки среды в виде

$$Q = 2\pi \cdot r_2 \cdot h \cdot \frac{k}{\mu} \cdot \frac{dP}{dr}$$

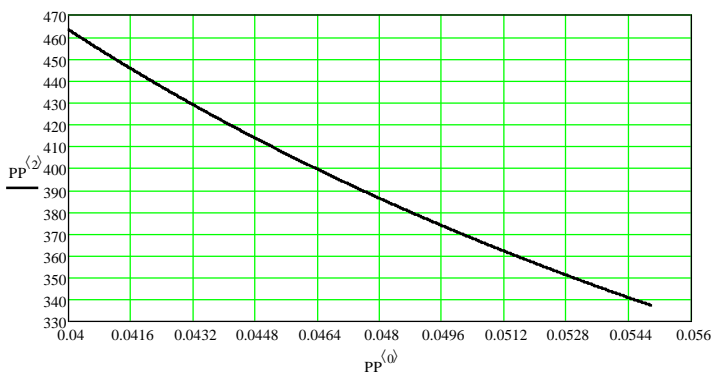


Рисунок 1 – $\rho=\text{const}$; $\mu=\text{const}$; $h=\text{const}$; $k=\text{const}$

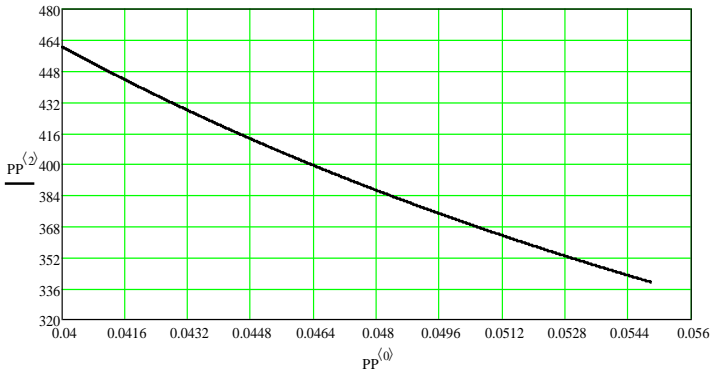


Рисунок 2 – $\rho=\text{const}$; $h=\text{const}$; $k=\text{const}$; $\mu \neq \text{const}$

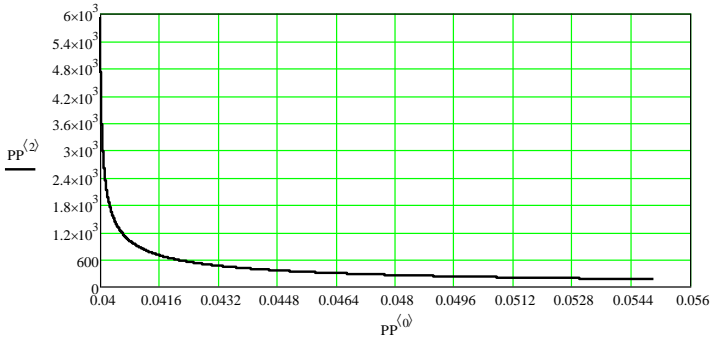


Рисунок 3 – $\rho=\text{const}$; $\mu=\text{const}$; $h \neq \text{const}$; $k \neq \text{const}$

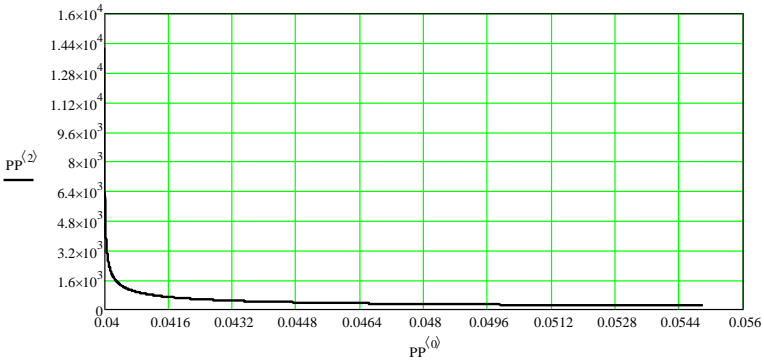


Рисунок 4 – $\mu=\text{const}$; $h=\text{const}$; $k=\text{const}$; $\rho \neq \text{const}$

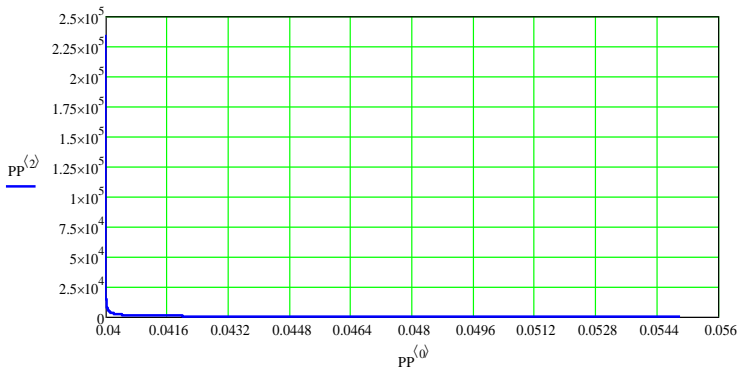


Рисунок 5 – $\rho \neq \text{const}$; $\mu \neq \text{const}$; $h \neq \text{const}$; $k \neq \text{const}$

Как видно из графиков наибольшее влияние на градиент давления оказывают изменения плотности газа ρ и параметров стыка k и h .

Пренебрежение изменением параметров газа и стыка приводит к заниженным на порядок и более результатам

Выводы:

При расчете герметичности уплотнительных устройств со значительным перепадом давлений газа на входе в стык и выходе из стыка необходимо учитывать изменения плотности газа и параметров стыка по его длине.

Список литературных источников

1 Начовний І.І. Розробка математичної моделі течії газу крізь торцеві стики ущільнювальних елементів при пружному контакті мікро – нерівностей [Текст] / І.І. Начовний , І.М. Кузяєв, Ів.І. Начовний // Матеріали І Всеукраїнської наук.-техн.конф., 3-5 листопада 2015 р. Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС -2015)В 2-х ч. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2015.-4.1.-с.131-134.

2 Демкин Н.Б. Качество поверхности и контакт деталей машин [Текст] /Н.Б. Демкин, Э.В.Рыжов.- М.:Машиностроения, 1981.- 244 с.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСОЦІАЦІЇ БІОПОЛІМЕРІВ ДНК, ЩО СТИМУЛЬОВАНІ РЕАКЦІЙНО-АКТИВНИМИ НІТРОГЕНВІСНИМИ СПОЛУКАМИ Огурцов О.М., Близнюк О.М., Клещев М.Ф.

¹Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
Харків, Україна

Проблема селективного керування концентрацією та шляхами перетворення нітроген (I) оксиду (закису азоту) являється однією з потенціальних технологій керуваної модифікації властивостей біоматеріалів, оскільки N_2O має сильно виражені канцерогенні властивості, як прекурсор цілого спектру радикалів, що стимулюють дисоціацію біополімерів ДНК [1]. Позаяк N_2O є найбільш

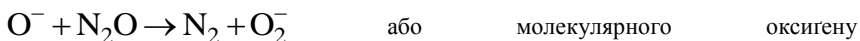
поширеним інгаляційним анестетиком, то дослідження можливих шляхів патологічного метаболізму N_2O є актуальною медичною проблемою. В попередній роботі запропоновано застосуванням NSK-моделі (nonsteady kinetic model) для аналізу дозових кривих процесів, що стимульовані модифікацією біоматеріалів електронними збудженнями, стосовно систем, реакційна активність яких суттєво залежить від присутності N_2O . Як було показано в роботі [2], в атмосфері N_2O електронно-стимульовані процеси дисоціації біополімерів ДНК перебігають в 1,5–1,9 раз ефективніше, порівняно з атмосферою O_2 або N_2 [2,3]. Притому ефективність саме електронно-стимульованих процесів, в яких утворюються реакційно-активні нітрогеновмістні сполуки, RNS (reactive nitrogen species), зростає в 7,2 рази в присутності N_2O . Більшість RNS або безпосередньо, або при взаємодії з другими радикалами викликають руйнування біополімерів ДНК. Так N_2O_3 є сильним дезамінуючим агентом азотистих основ ДНК, що перетворюють гуанін в ксантін та оксанозін, аденін в гіпоксантін, цитозин в урацил, 5-метилцитозин в тимін. N_2O_3 може взаємодіяти з вторинними амінами, утворюючи канцерогенні N-нітрозаміни, які руйнують біополімери ДНК алкілюванням.

Крім прямої дисоціації біополімерів ДНК RNS являються генотоксичними, перед усім за рахунок мутацій G:C та A:T внаслідок дезамінування ДНК [3]. Утворення RNS стимулює епігенетичні порушення, насамперед внаслідок нітрування амінокислоти тирозин з утворенням 3-нітротирозину (NTYR). NTYR-білки являються маркерами багатьох патогенних станів, включаючи діабет, гастрит та рак легенів. Посттрансляційна модифікація дезактивує антіонкобінки p53 за рахунок формування дисульфідних зв'язків та, одночасно, активує протоонкогени gas-p21 внаслідок S-нітрозилування (утворення тіонітритів) та утворення NTYR. Крім того, RNS інгібують репараційні ферменти ДНК; активують деякі ген-супресорні ферменти, такі, як ДНК-метилтрансфераза, які подавляють експресію генів; стимулюють ангиогенез та супресію імунітету, інгібуючи проліферацію лімфоцитів [1–3].

Альтернативою ензиматичному формуванню RNS є утворення RNS безпосередньо в біопрепараті, що стимулюється електронними збудженнями. Так, дисоціативне приєднання DEA (dissociative electron attachment) до N_2O низькоенергетичних електронів LEE (low energy electrons) з енергіями 0–30 eV приводить до утворення O^- в реакції $e^- + N_2O \rightarrow N_2 + O^- (^3P)$ з енергією дисоціації ~1 eV, що більш ніж в шість разів менше, за аналогічну енергію для генерації іонів кисню при DEA киснем [1–3].

В свою чергу іони кисню ініціюють утворення RNS в реакціях $O^- + N_2O \rightarrow NO_2^- + N$ та $O^- + N_2O \rightarrow NO^- + NO$. Далі NO^- в іон-молекулярній реакції $NO^- + N_2O \rightarrow NO_2^- + N_2$ конвертується в NO_2^- .

Аналогічно, при взаємодії O^- та NO^- з N_2O утворюються $N_2O_2^-$ та $N_3O_2^-$. Крім RNS результатом DEA до N_2O може бути утворення реакційно-активних оксигеновмістних сполук, ROS (reactive oxygen species), наприклад, O_2^- в реакції



$N_2O + O(^1D) \rightarrow N_2 + O_2$, який руйнує ДНК, стимулюючи утворення пероксірадикалів ДНК- $O_2^- \cdot$ [1–3].

Результати експериментів по радіаційно-стимульованій дисоціації біополімерів ДНК в атмосфері N_2O при опроміненні Х-променями або комбінованої дії Х-променів та LEE показали, що спочатку плазміди ДНК знаходились в суперспіралізованій SC-конформації (supercoiled Cf). Одноланцюговий розрив ДНК-нитки SSB (single strand break) в такій плазміді переводив плазміду в кільцеву конформацію – С-конформацію (circular Cf). Одночасний розрив двох ниток ДНК DSB (double strand break) переводив плазміду в лінійну L-конформацію (LC). Нами досліджено кінетику синхронного зменшення відсоткового вмісту ДНК в SC-конформації та зростання відсоткового вмісту ДНК в С-конформації внаслідок SSB-дисоціації подвійної спіралі ДНК для випадків опромінення зразка Х-променями (1,5 кеВ) або одночасного опромінення як Х-променями (1,5 кеВ), так і низькоенергетичними електронами LEE (0–30 еВ) в атмосфері N_2O . Одержані експериментальні результати дослідження кінетики росту ДНК в L-формі внаслідок DSB-дисоціації ДНК при опроміненні в атмосфері N_2O зразку Х-променями (1,5 кеВ) або при одночасному опроміненні як Х-променями (1,5 кеВ), так і низькоенергетичними електронами LEE (0–30 еВ). Поглинання Х-променів та LEE зразком в атмосфері N_2O приводить до формування RNS та ROS, які відповідають мобільним локалізованим збудженням MTE (mobile trapped excitations). В NSK-моделі кінетика накопичення продуктів дисоціації

можна описати рівнянням

$$C = C_{\text{макс}} \left(1 - \exp \left[- \left(k_{\text{лок}} C_{\text{DNA}}^0 + k_{\text{дел}} + k_{\text{дис}} \right) \cdot t \right] \right),$$

де $k_{\text{лок}}$ – константа швидкості локалізації збудження на ДНК; $k_{\text{дел}}$ – константа швидкості де локалізації збудження з ДНК; $k_{\text{дис}}$ – константа швидкості дисоціації ДНК; C_{DNA}^0 – вихідна концентрація ДНК [2,3]. Порівнюючи результати моделювання з експериментальними даними можна визначити фактор підсилення EF (enhancement factor) процесів дисоціації ДНК за рахунок низькоенергетичних

електронів $EF = \frac{K_{X+LEE}}{K_X}$, де $K = k_{\text{лок}} C_{\text{DNA}}^0 + k_{\text{дел}} + k_{\text{дис}}$. Для SC-

конформації ДНК: $EF_{\text{SC}} = 1,88 \pm 0,05$. Для С-конформації ДНК: $EF_{\text{C}} = 1,59 \pm 0,07$. Для L-конформації ДНК: $EF_{\text{L}} = 1,51 \pm 0,08$. Ці значення в межах похибки співпадають з експериментально одержаними значеннями для SC, С та L конформацій ($1,9 \pm 0,2$, $1,6 \pm 0,3$ и $1,5 \pm 0,4$, відповідно) [1–3].

Розробка нових високоєфективних технологій радіаційної модифікації матеріалів електронними збудженнями належить до актуальних напрямків сучасного пошуку в галузі високих технологій, та водночас використання опромінення пучками фотонів та низькоенергетичних часток для керованої модифікації властивостей молекулярних матеріалів дозволяє як безпосередньо стимулювати руйнування міжатомних зв'язків за рахунок локалізації електронного збудження на цьому зв'язку, так і генерувати реакційно-активні

радикали поблизу зв'язків, що атакуються. Для контролю процесів дисоціації необхідний сайт-специфічний дистанційний безперервний аналітичний метод контролю стану зразків під опроміненням, як складову частину якого пропонується використовувати запропонований раніше нестационарний кінетичний метод, застосування якого в даній роботі дозволило достатньо точно описати кінетику дисоціації біополімерів ДНК, що стимульована реакційно-активними нітроген-вмістними сполуками, що утворюються в результаті електронно-стимульованого розкладання молекул N_2O в зразках біопрепаратів.

Список літературних джерел

1. Hussain S.P. Radical Causes of Cancer / S.P. Hussain, L.J. Hoseth, C.C. Harris // *Nature Reviews Cancer*. – 2003. – V. 3. – P. 276–286.

2. Огурцов А.Н. Кинетическое моделирование разложения оксида азота (I) в технологиях очистки хвостовых газов и стимулированной диссоциации биополимеров ДНК / Огурцов А.Н., Близнюк О.М. // *Интегрированные технологии и энергосбережение*. – 2012. – №4. – С. 48–53

3. Alizadeh E. Soft X-ray and Low Energy Electron-Induced Damage to DNA under N_2 and O_2 Atmospheres / E. Alizadeh, P. Cloutier, D. Hunting, L. Sanche // *The Journal of Physical Chemistry B*. – 2011. – V. 115. – P. 4523–4531.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗБІРКИ СКЛАДЕНОЇ ОБОЛОНКИ Олевський В.І.¹, Олевська Ю.Б.², Шапка І.В.¹

¹ ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

² Національний гірничий університет, Дніпро, Україна

Складальні операції є заключним етапом виготовлення машин, де проявляються всі накопичені технологічні недосконалості [1]. Особливий інтерес представляє процес складання складених оболонок і втягування їх у контейнер (втягування вала у втулку) під дією осьової рушійної сили, що відповідає, наприклад, горизонтальній збірці багатоступеневих твердопаливних ракет контейнерного базування. Досвід складання показує, що поєднання з лінійним базам (по довжині) не викликає ускладнень, а поєднання кутових баз (по куту розвороту вала щодо втулки) виявляється складним і вимагає істотних додаткових витрат. Розв'язання проблеми можливе шляхом моделювання з урахуванням технологічних відхилень на основі запропонованого в [2] методу.

Для наведеного в таблиці 1 набору недосконалостей був реалізований імітаційний експеримент. Розіграш випадкової матриці експерименту при нормальному розподілі параметрів в зазначених діапазонах задавалися за методикою, описаної в [2].

Таблиця 1 - Параметри технологічних відхилень ступенів і контейнеру

| Найменування | Зміщення центру мас вала | | Зміщення опор вала | | Ексцентриситет вісі | | Перекіс вісі | | Відхилення поверхні втулки | Зміщення осьової сили | | Ексцентриситет осьової сили | |
|--------------------|--------------------------|-------|--------------------|-------|---------------------|--------|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------|-----------------------------|----------|
| | по х | по у | по х | по у | вала | втулки | вала | втулки | | по х | по у | по х | по у |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Код | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 | x_8 | x_9 | x_{10} | x_{11} | x_{12} | x_{13} |
| Од. вим. | м | м | м | мм | м | мм | рад | рад | мм | мм | мм | мм | мм |
| Величина діапазону | 4 | 4 | 3 | 2,35 | 1 | 1 | 5×10^{-4} | 5×10^{-4} | $1 \div 4$ | 1,5 | 1,3 | 7,5 | 7 |

Отримано адекватну стандартизовану модель для 8 факторів виду

$$y^0 = 0,38x_3^0 + 0,45x_4^0 + 0,57x_5^0 - 0,51x_7^0 + 0,34x_8^0 - 0,50x_{10}^0 + 0,61x_{11}^0 - 0,32x_{13}^0 \quad (1)$$

Побудована за імітаційним даними регресійна модель відображає реальний технологічний процес і добре узгоджується з фізичними уявленнями про процес формування приведенного ексцентриситету рушійної сили (ПЕРС). Модель дозволяє проводити оптимізацію технологічного процесу в залежності від розглянутих недосконалостей, і була використана в АСУ ТП складання складених оболонок для ракет контейнерного базування.

Список літературних джерел

- Джур, Е.А. Технология производства космических ракет [Текст]: підручник / Е.А. Джур, С.И. Вдовин, Л.Д. Кучма, А.А. Найденев, Е.Ю. Николенко, Е.И. Ухов. – Дніпро: ДДУ, 1992. – 184 с.
- Мильцын, А.М. Прогнозирование несущей способности цилиндрических оболочек с технологическими несовершенствами [Текст]: монографія / А.М. Мильцын, В.И. Олевский. – Дніпро: Наука та Освіта, 2011. – 453 с.

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ВІДЦЕНТРОВОГО МЛИНА Осташко І.А., Виноградов Б.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Відцентрові млини широко використовуються для подрібнення неабразивних матеріалів. У помольній камері відцентрового млина в результаті

обертання робочого органу виникає рух повітряних потоків [1]. Видалення готової фракції та взаємодія часток подрібнюваного матеріалу з робочим органом, стінками камери та між собою, обумовлені газодинамікою потоків. Тому дослідження газодинамічних процесів у помольній камері під час подрібнення та механізмів класифікації і видалення готового класу продукту з млина є актуальною задачею.

Враховуючи наявність високошвидкісних рухомих вузлів, подрібнюваного матеріалу та турбулентних потоків у помольній камері дослідження можливо проводити лише за допомогою математичного моделювання з залученням комп'ютерно-обчислювальної техніки та методів кінцевих елементів.

Основою для числового рішення газодинамічних процесів є нестационарні рівняння Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності потоку та модель турбулентності. Цю систему рівнянь можливо вирішити аналітично лише для обмеженої кількості спрощених задач [2].

У сучасних програмно орієнтованих пакетах для числового рішення систем диференціальних рівнянь початковим етапом моделювання є створення 3-D геометричної моделі, що повністю відображає геометрію досліджуваного об'єму проточної частини та пов'язаних з нею елементів конструкції відцентрового млина.

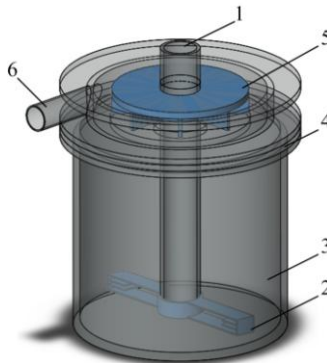


Рисунок 1 – Геометрична модель помольної камери відцентрового млина

Геометрія проточної області представлені на рис. 1 полий вал 1, робочий орган 2, помольна камера 3, диск між помольною та вивантажувальною камерами 4, вивантажувальний вентилятор 5 та вихідний патрубков 6.

Геометрична модель в повній мірі відображає не тільки розміри та геометрію вузлів відцентрового млина, а й їх точне взаємне розташування у просторі.

Розв'язання рівняння виконувалось методом кінцевих елементів, розрахункова сітка складалась з 120433 комірок у проточній частині.

Для перевірки адекватності моделі та достовірності результатів моделювання вони порівнювались з експериментальними даними рис. 2.

Як видно з вищенаведених графіків розбіжність між експериментальними та розрахунковими даними не перевищує 7%, що підтверджує адекватність розробленої моделі.

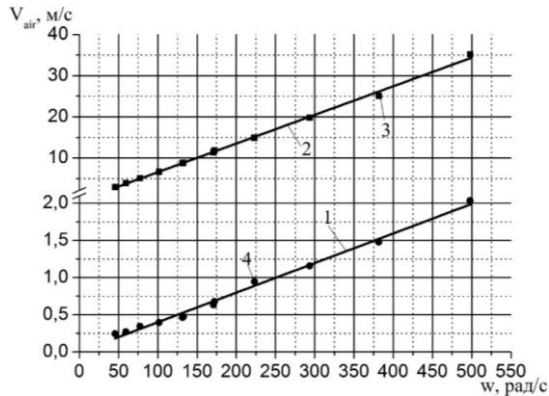


Рисунок 1 – Залежність швидкості повітряного потоку з вихідного патрубку від кутової швидкості робочого органу: 1,3 – експериментальні дані; 2,4 – розрахункові дані

Аналіз результатів математичного моделювання процесів у робочій камері показав, що потік повітря здійснює складний обертальний рух в повздовжньому та поперечному перерізі з утворенням локальних зон підвищеної турбулентності. В результаті математичного моделювання вдалося виявити області підвищеної турбулентності, визначити траєкторії руху подрібнюваного матеріалу та дослідити механізми видалення готового класу продукту з помольної камери млина.

За результатами роботи розроблено методика дослідження аеродинамічних процесів в проточній частині відцентрового млина яка дозволяє зробити оцінку газодинамічних потоків у помольній камері млина з урахуванням особливості конструкції його проточної частини, робочого органу, параметрів подрібнюваного матеріалу та тисків на вході і виході, а також виявити закономірності впливу вищенаведених факторів на видалення максимального діаметру матеріалу, що подрібнюється. Встановлено, що крупність подрібнених часток матеріалу які видаляються з млина пропорційно залежить від витрати повітря і вакууметричного тиску на виході з розвантажувальної камери. Лінійна та кутова швидкість зіткнення потоків повітря і твердих часток з більшими елементами пропорційні кутовій швидкості робочого органу.

Список літературних джерел

1. Виноградов, Б.В. Дослідження робочого органу відцентрового млина [Текст] / Б.В. Виноградов, І.А. Осташко // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – №5 – С. 182–184.

2. Никитин Е.Г., Галеркин Ю.Б., Кожухов Ю.В. Методика построения расчётной сетки осерадиального рабочего колеса центробежного компрессора для расчёта вязкого течения с использованием пакета программ ANSYS CFX. XXXIX Неделя науки СПбГПУ. Материалы международной научно-практической конференции. Ч. III. 2010 г. с. 91 – 93

ДВУХФАЗНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЖИГАНИЯ МЕТАНА НА ГЕТЕРОГЕННОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Попович А.Н.¹, Климаш А.А.², Соловьев Г.И., Суворин А.В.²,
Орлик В.Н.³, Колесник В.В.³

¹ Институт химических технологий Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, Рубежное, Украина

² Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, Северодонецк, Украина

³ Институт газа Национальной Академии Наук Украины, Киев, Украина

Для прогнозирования влияния, оказываемого на целевые показатели работы каталитически стабилизированного газогорелочного устройства, исходными параметрами нами была разработана двухфазная математическая модель одновременного сжигания метана в слое катализатора и в приповерхностном объеме.

Разработанная модель позволяет установить оптимальную высоту слоя пористого катализатора, обеспечивающую устойчивую и безопасную работу горелки. В модели реализовано решение системы уравнений с граничными условиями. При выполнении расчетов учитывается кинетический механизм окисления метана на выбранном типе катализатора, исходный состав метановоздушной смеси, производительность горелки, технические характеристики катализатора, тепловые эффекты реакции, которые проходят в ядре катализатора и в газовом объеме, коэффициенты массо- и теплопереноса.

В модели приняты приближения: для газового потока применялась модель идеального вытеснения и модель микроканалов; все реакции, которые протекали на катализаторе, необратимы; количество вещества, прореагировавшего в каждой реакции, пропорционально объему катализатора или свободному объему; интенсивность массо- и теплообмена между ядром газового потока и поверхностью катализатора зависит от уровня развитости межфазной поверхности; распределение значений параметров реагентов по высоте слоя соответствует установившемуся состоянию при текущем распределении температуры катализатора.

| <i>Ввод исходных данных</i> | <i>Математические расчеты</i> | <i>Результаты расчетов</i> |
|--|---|---|
| <i>габаритные размеры</i> | <i>1) Определение константы скорости реакций и скорости основных реакции в слое катализатора и в объеме</i> | <i>температура газов</i> |
| <i>удельная поверхность</i> | <i>2) Расчет изменения концентраций компонентов в ядре газового потока и в слое катализатора (материальный баланс)</i> | <i>по высоте слоя</i> |
| <i>порозность слоя</i> | <i>3) Расчет энергетического баланса из условия неразрывности теплового потока через поверхность раздела фаз с учетом тепловых потерь</i> | <i>температура слоя</i> |
| <i>давление</i> | | <i>по высоте</i> |
| <i>температура начальная</i> | | <i>расход компонентов</i> |
| <i>концентрация компонентов: O₂, CO, CO₂, NO, CH₄</i> | | <i>по слою</i> |
| <i>Основные реакции окисления метана</i> | | <i>концентрации компонентов в ядре потока в слое катализатора</i> |

Рисунок 1 – Упрощенная схема математической модели

Результаты математических расчетов согласовываются с данными, полученными в ходе неоднократных экспериментальных исследований энергетических и экологических параметров работы каталитически стабилизированного блока. Отклонения находились в пределах погрешности измерения. Этот факт подтверждает правильность алгоритма проведения расчетов и приближений, которые были приняты для разработки математической модели.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАУСІВСЬКИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЖОНСОНА

Приходько С.Б., Приходько А.С.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

Зараз для моделювання гаусівських випадкових величин використовують методи, які можна поділити на три групи: методи, що використовують щільність ймовірності розподілу Гауса (наприклад, метод відбракувань або виключень); методи, що базуються на апроксимації функції, яка є зворотною до функції нормального розподілу, та методи, що використовують різноманітні нелінійні перетворення. Методи, що використовують щільність ймовірності розподілу Гауса, та частина методів, що базуються на нелінійних перетвореннях (наприклад, Бокса-Мюллера), містять виключення і потребують для створення визначеної кількості значень гаусівської випадкової величини приблизно в 1,25 рази більше значень випадкових чисел з рівномірним розподілом. В цьому разі існує проблема зменшення фактичної кількості значень псевдовипадкових чисел з рівномірним розподілом в межах періоду генератора, яку можна використовувати до їх повторення.

Для вирішення цієї проблеми відомий метод на основі зворотної функції. Але його використання для моделювання гаусівських випадкових величин ускладнено тим, що не існує аналітичного виразу зворотної функції для функції розподілу Гауса, а це потребує відповідної її апроксимації. Крім того сама апроксимація буде залежати від діапазону значень гаусівської випадкової величини, що моделюється. Другий шлях вирішення зазначеної вище проблеми – це застосування методу на основі нормалізуючих перетворень, зокрема перетворення Джонсона [1, 2]. В [1] для моделювання гаусівських випадкових величин запропоновано застосовувати нормалізуюче перетворення Джонсона із сім'ї S_B . Слід зазначити, що перетворення із цієї сім'ї не є бієктивним. А це приводить до поганих результатів на границях або «хвостах» емпіричного розподілу гаусівської випадкової величини, що моделюється. В [2] для покращення результатів моделювання випадкових величин з розподілом Гауса запропоновано застосовувати бієктивне нормалізуюче перетворення, яким є перетворення Джонсона із сім'ї S_U . Його застосування дозволило розширити границі змодельованої гаусівської випадкової величини з 2 до 4 середньо квадратичних відхилень від математичного сподівання. Але часто виникає потреба в збільшенні меж моделювання гаусівських випадкових величин. А це

потребує подальшого удосконалення методу моделювання гаусівських випадкових величин на основі нормалізуючого перетворення Джонсона, який для генерування одного значення гаусівської випадкової величини потребує тільки одне значення випадкової величини з рівномірним розподілом.

Суть методу моделювання гаусівських випадкових величин на основі нормалізуючого перетворення Джонсона полягає у наступному. Спочатку за значенням випадкової величини з рівномірним розподілом на основі нелінійного перетворення отримують значення випадкової величини x з розподілом Джонсона певної сім'ї. Далі за отриманим значенням величини x на основі перетворення Джонсона визначають значення гаусівської випадкової величини z з математичним сподіванням нуль і дисперсією одиниця. Значення гаусівської випадкової величини v з довільними математичним сподіванням m_v і дисперсією

D_v отримують за наступною формулою:

$$v_i = m_v + \sigma_v z_i, \quad (1)$$

де σ_v – середнє квадратичне відхилення гаусівської випадкової величини v ,

$$\sigma_v = \sqrt{D_v}.$$

Метод моделювання гаусівських випадкових величин на основі нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї S_U має таку реалізацію [2]. У якості функції, яка дозволяє отримати значення випадкової величини x з розподілом Джонсона із сім'ї S_U за значенням випадкової величини U з рівномірним розподілом, використовується функція

$$x = tg(c_1 U + c_3 U^3), \quad U \in [-1, 1], \quad (2)$$

де c_1 і c_3 – це певні константи, за допомогою яких можна регулювати розмах значень величини x , а через неї і випадкової величини z .

Значення гаусівської випадкової величини з математичним сподіванням нуль і дисперсією одиниця визначаємо за перетворенням Джонсона із сім'ї S_U

$$z = \eta \operatorname{Arsh}(x/\lambda), \quad (3)$$

де η і λ – параметри перетворення Джонсона.

В роботі наводяться результати моделювання гаусівської випадкової величини z за формулами (2) і (3) при різних значеннях констант c_1 і c_3 та параметрів η і λ . Так при моделюванні 2000 значень гаусівської випадкової величини z для $c_1 = 1,56$, $c_3 = 0$, $\eta = 0,56617$ і $\lambda = 0,66695$ отримані такі результати: вибіркоче середнє $\bar{z} = -0,013$; вибіркоче дисперсія $S_z^2 = 1,031$; інтервал значень величини z був $[-3,14; 3,15]$; оцінки асиметрії та ексцесу вибіркового розподілу випадкової величини z дорівнювали відповідно $A_z = 0,053$ та $\varepsilon_z = 2,93$. Також за критерієм Пірсона (χ^2) перевірялася

нульова гіпотеза про нормальний закон розподілу. Для всіх результатів моделювання гаусівської випадкової величини z за формулами (2) і (3) нульова гіпотеза про нормальний закон розподілу приймалася з довірчою ймовірністю 0.95. Так для наведеного прикладу $\chi^2 = 13,3$, а критичне значення χ^2 для рівня значимості 0.05 та кількості ступенів вільності 8 дорівнює 15.5.

Слід зазначити, що за рахунок зміни констант c_1 і c_3 вдалося отримати значення величини z лише у максимальному інтервалі $[-4,5; 4,5]$. Для збільшення інтервалу та врахування його залежності від кількості значень гаусівської випадкової величини, що моделюється, пропонується модифікувати формулу (1) у наступну:

$$v_i = m_v + c(N)\sigma_v z_i,$$

де $c(N)$ – коефіцієнт, що залежить від кількості значень N гаусівської випадкової величини, що моделюється. Так для $N=10000$ коефіцієнт $c(N) = 1,5$.

В подальшому планується отримати аналітичну залежність коефіцієнту $c(N)$ від кількості значень гаусівської випадкової величини, що потрібно змоделювати.

Список літературних джерел

1. Приходько С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин на основі перетворення Джонсона із сім'ї S_B / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – т.2, №1. – С.64-69.
2. Приходько С.Б. Моделювання гаусівських випадкових величин із використанням перетворення Джонсона із сім'ї S_U / С.Б.Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – т.5, №.1. – С.92-97.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РАБОЧЕЙ КЛЕТКИ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Рахманов С.Р.¹, Поворотний В.В.¹, Кришин С.М.²,
Вышински В.Т.², Орещенко В.Ф.², Волошин Е.Ю.³

¹Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

²ООО НПФ «Восток Плюс»

³ООО «ПО «ОСКАР»

Приведены результаты комплексного исследования напряженно-деформированного состояния рабочих клеток станов холодной пильгерной прокатки труб (ХПТ) различной конструкции. Проведено исследование напряженно-деформированного состояния базовых узлов рабочих клеток существующей и рациональной конструкций. Установлено влияние параметров рабочих клеток существующих и рациональной конструкций на качество прокатываемых труб. Исследованиями установлено, что за счет применения валковой установки с кольцевыми калибрами и новых подшипников достигнуто

расширение технологических возможностей стана ХПТ 32. Повышение качества производимых труб достигнуто путем использования в линии привода стана ХПТ 32 модернизированной рабочей клетки рациональной конструкции, которая обладает высокой эксплуатационной надежностью и повышенной жесткостью.

Ключевые слова: холодная прокатка, труба, стан, рабочая клеть, валок, станина, стойка, образующая, перемычка, подушка, масса, труба, жесткость, деформация, напряжение, калибр

Results of complex research tensely – the deformed condition of working cages of camps of cold pilger rolling of pipes (HPT) of various design are given. Research tensely – the deformed condition of basic knots of working cages of the existing and rational designs is conducted. Influence of parameters of the working cages existing and rational designs on quality of the rolled pipes is established. By researches it is established that due to application of roll installation with ring calibers and the new press device expansion of technological capabilities of a camp of CPT 32 and increase of productivity is reached. Improvement of quality of the made pipes is reached by use in the line of the drive of a camp of CPT 32 working cages of a rational design which possesses high operational reliability and the increased rigidity.

Keywords: cold rolling, a pipe, a camp, a working cage, a roll, the bed, a rack forming a crossing point, a pillow, weight, a pipe, rigidity, deformation, tension, caliber

Введение. Современный уровень развития производства холоднодеформированных труб неизбежно выдвигает новые, более жесткие требования к надежности функционирования станом, предназначенных для реализации инновационных технологических процессов. При этом очевидно, что производство труб методом холодной пильгерной прокатки (ХПТ) характеризуется растущими темпами реализации технологических процессов, т.е. повышением скоростей и силовых воздействий на обрабатываемое изделие.

Актуальность вопроса. Эффективность реализации процесса ХПТ может быть повышена не только путем совершенствования самого процесса, но и в значительной мере выбором рациональных параметров базового технологического оборудования и режимов функционирования станом ХПТ. При этом, особое внимание уделяется возможности увеличения быстроходности, следовательно, и производительности станом ХПТ.

Поэтому, выработка основных концепций реконструкции рабочих клетей, обеспечивающих повышение их эксплуатационной прочности и улучшение качества прокатываемых труб, при одновременном снижении металлоемкости, является актуальной задачей. От решения данной задачи во многом зависит расширение технологических возможностей и повышение производительности станом ХПТ.

Увеличение производительности станом ХПТ может быть достигнуто путем оптимизации массы возвратно-поступательно перемещающейся рабочей клетки, а повышение качества холоднокатаных труб – путем увеличения ее жесткости и нагрузочной способности. Эти вопросы касаются в первую очередь – станины, рабочих валков, нажимного устройства и других базовых элементов выбранной компоновки рабочей клетки [1].

Анализ литературных источников. Результаты ряда фундаментальных исследований, направленные на изучение процессов ХПТ и особенностей функционирования технологического оборудования станом, изложены в работах

М.И. Гриншпуна, Ю.Ф. Шевакина, Ф.С. Сейдалиева, В.И. Соколовского, А.С. Ткаченко, и других [1, 3]. Данные исследования определили базовые предпосылки, на основе которых были выработаны главные направления по созданию и усовершенствованию рабочей клетки станов ХПТ – в частности станины рабочей клетки, нового нажимного устройства и установки валков с кольцевыми калибрами.

Постановка задачи. При модернизации рабочей клетки стана ХПТ необходимо принимать во внимание как количественную сторону режимов интенсификации технологических процессов, так и качественные показатели готовых труб. При этом данная задача приобретает важность при производстве холоднокатаных труб из специальных сплавов и особо труднодеформируемых сталей.

В этой связи требуется изыскание оптимальной конструкции рабочей клетки стана ХПТ, функционирование которой могло бы обеспечить решение указанных выше задач. Отметим, что при создании конструкции рабочей клетки стана ХПТ необходимо обратить внимание на установление рациональной формы станины клетки, на возможность уменьшения ее массы. При данной постановке задачи необходимо добиться одновременного повышения несущей способности и жесткости конструкции рабочей клетки, путем выбора оптимальной компоновки ее элементов – станины, установки валков, структуры нажимного устройства и другие вопросы.

Результаты исследований рабочей клетки стана, в которой сочетаются высокая прочность и минимальная масса, были положены за основу при проектировании современной рабочей клетки стана ХПТ [3, 4].

Решение задач по определению рациональных параметров рабочей клетки стана ХПТ предусматривает, прежде всего, установление величины и характера нагрузки, возникающей при взаимодействии станины и технологических инструментов с обрабатываемой трубной заготовкой.

Проанализируем некоторые результаты исследований влияния жесткости рациональной рабочей клетки, установки валков и параметров нового нажимного устройства стана ХПТ на точность прокатываемых труб.

При формировании схемы нагружения стана были приняты необходимые допущения о том, что линия действия равнодействующей сил контактного взаимодействия обрабатываемого изделия и калибра валка проходит через ось прокатки, так как обрабатываемое изделие представляет собой тело вращения.

Отметим, что при определенных условиях эксплуатации станов ХПТ, элементы станины не будут подвержены действию изгибающих моментов, то есть будут находиться в условиях одноосного напряженного состояния. Однако на практике конфигурация станины под действием технологической нагрузки деформируется, в результате этого ее элементы в той или иной мере подвергаются изгибу. Для того чтобы свести к минимуму это явление, необходимо определенным образом корректировать форму образующей стоек станины стана.

Для исследований выбраны наиболее загруженные станы ХПТ 32 №8 и №9 на базе ООО «ПО «ОСКАР» (г. Никополь), оснащенные рабочей клетью повышенной жесткости с новым нажимным устройством конструкции ООО «НПФ Восток Плюс» (г. Днепрпетровск) и клетью ОАО «ЭЗТМ».

Цель работы. Расширение неиспользованных резервов и технологических возможностей рабочей клетки стана ХПТ 32 путем комплексного исследования напряженно-деформированного состояния элементов и совершенствование ее конструкции (рис. 1). При этом представляет практический интерес разработка комплексных мероприятий по модернизации рабочей клетки стана ХПТ.

Метод решения задачи. На особенности функционирования рабочей клетки влияет ряд факторов, которые трудно учесть при аналитическом исследовании из-за необходимых допущений, неизбежных при рассмотрении сложных расчетных схем конструкции и вида технологического нагружения. Поэтому необходимо выполнить комплексное исследование узлов рабочей клетки стана ХПТ с использованием современных информационных технологий.

Далее с учетом вышеизложенных условий переходим к детальному исследованию напряженно-деформированного состояния несущих элементов станины рабочей клетки на примере стана ХПТ 32 двух различных конструкций – ОАО «ЭЗТМ» и ООО «НПФ «Восток Плюс».

Проведем комплексное трёхмерное поэтапное моделирование узлов рабочей клетки стана ХПТ 32 методом конечных элементов (МКЭ), что позволяет корректировать теоретические расчеты и уточнить геометрические параметры конструкции образующей стоек станины и в целом добиться оптимизации компоновки элементов рабочей клетки стана ХПТ 32 в визуализированном режиме.

В данной постановке конструкторами ООО «НПФ «Восток Плюс» была предложена схема модернизации и доработана исходная техническая документация (оптимизация формы) станины, установки валков и нажимного устройства рабочей клетки стана ХПТ 32, изготовленная по аналогии с опытно-промышленными образцами станин конструкции, согласно [4].

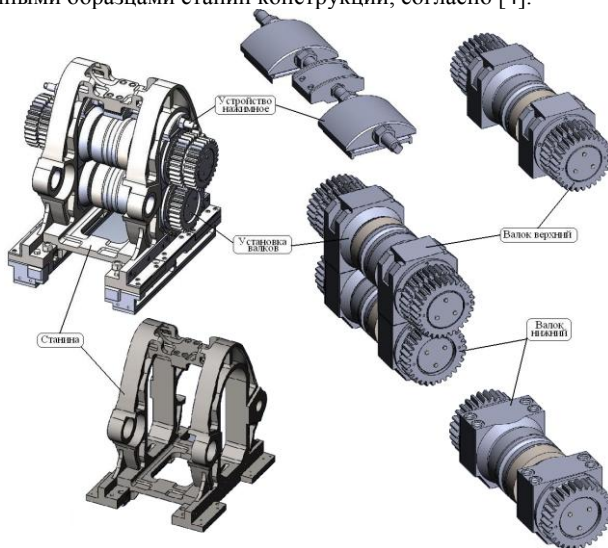


Рисунок 1 – Элементная база рабочей клетки стана ХПТ 32ВП рациональной конструкции

Модернизация действующих станов ХПТ потребовала исследования реального напряженно – деформированного состояния рабочей клетки и эффективности ее работы в целом. При этом одновременно проверялись основные теоретические положения, изложенные в работах [1 – 7].

На рис. 2 представлены результаты комплексных исследований и сравнительный анализ напряженно-деформируемого состояния станин рабочей клетки стана ХПТ 32 конструкций ОАО «ЭЗТМ» и ООО «НПФ «Восток Плюс» [1, 4].

Данные исследования выполнены с применением программной продукции в Solid Works в масштабе один к одному согласно существующей и разработанной проектно-технической документации. При этом на элементы станин были наложены соответственные ограничения, максимально близкие к реальным условиям их эксплуатации и приложена принятая технологическая нагрузка в размере 0,5 МН [6].

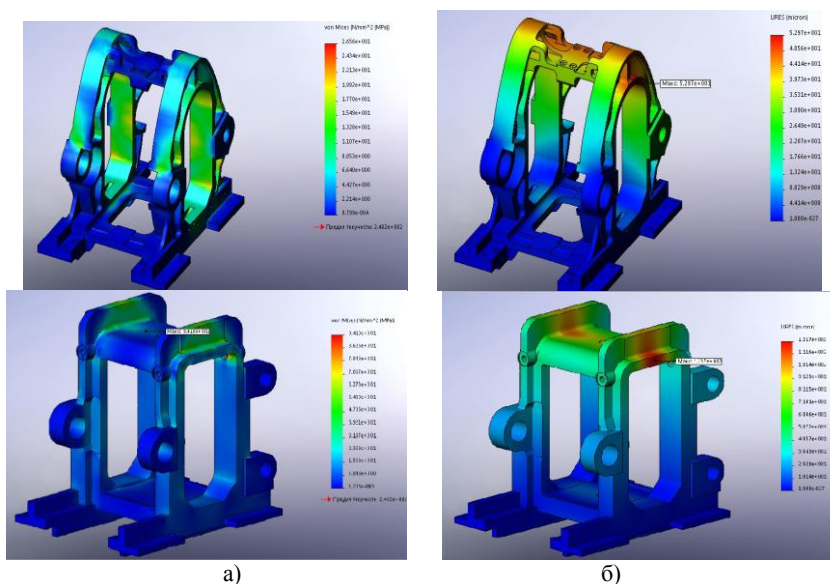


Рисунок 2 – Картины распределений: а) – напряжений, б) – деформаций рабочей клетки стана ХПТ 32 конструкции ООО «НПФ «Восток Плюс» (верхний ряд) и конструкции ОАО «ЭЗТМ» (нижний ряд)

Комплексные исследования напряженно-деформированного состояния конструкций показали, что станина конструкции ООО «НПФ «Восток Плюс» определенно превосходит станину конструкции ОАО «ЭЗТМ» по большинству базовых параметров. При одинаковых габаритах и близких массах, напряжения, возникающие в станине рациональной конструкции в 3,5 раза ниже, чем в станине конструкции ОАО «ЭЗТМ». Что касается коэффициентов запаса прочности, то на рис. 2 показана картина с участками, где коэффициент запаса прочности ниже определенных значений. Так, например, на рис. 2а красным выделены участки, где

коэффициент запаса прочности станины ниже 15, а на рис. 2б красным выделена зона, где коэффициент запаса прочности ниже 10. Опыт эксплуатации рабочей клетки конструкции ОАО «ЭЗТМ» показывает, что, как правило, в этом же месте и происходит разрушение самой станины. Отметим, что перемещения, а соответственно и жесткость станин тоже отличаются в 2,3 раза.

Численные результаты и сравнительные характеристики основных показателей исследования напряженно-деформированного состояния станин рабочей клетки стана ХПТ 32 конструкций ОАО «ЭЗТМ» и ООО «НПФ «Восток Плюс» приведены в таблице 1.

Из анализа напряженно-деформированного состояния станин рабочей клетки следует, что напряжения и перемещения станины конструкции ОАО «ЭЗТМ», в частности, определяются рабочими положениями клина нажимного устройства установки валков и имеют разные значения. Для повышения жесткости и обеспечения равномерности нагружения стоек станины необходимо выполнение продольной перемычки, связывающей внутреннюю и наружную оболочки конструкции, в виде балки равной прочности и переменной толщины.

Благодаря данному исполнению, конструкция рабочей клетки стана ХПТ имеет оптимальную форму и способна выдерживать большие технологические нагрузки. Опыт промышленной эксплуатации рабочей клетки стана ХПТ 32 со станиной рациональной конструкции, установкой валков с кольцевыми калибрами и новым нажимным устройством показывает, что конструкция выдерживает многократную перегрузку по давлению металла на валки, а снижения массы клетки приводит к пропорциональному снижению циклических динамических нагрузок.

Таблица 1 - Результаты исследования напряженно-деформированного состояния станин рабочей клетки стана ХПТ 32

| № п/п | Конструкция станины | Технологическая нагрузка, кН | Максимальные напряжения, МПа | Максимальные деформации, мм | Коэффициент запаса прочности |
|-------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | ООО «НПФ Восток Плюс» | 500 | 26,5 | 0,053 | 15 |
| 2 | ОАО ЭЗТМ | 500 | 105,3 | 0,121 | 8 |

Далее переходим к детальному исследованию напряженно-деформированного состояния основных элементов (валков) установки валков рабочей клетки.

На рисунке 3 показаны картины базовых составляющих напряжений, деформаций и показатели запаса прочности рабочих валков для стана ХПТ 32 соответственно с кольцевыми калибрами и калибрами в виде полудисков. Следует отметить, что напряженно-деформированное состояние валков с калибрами в виде полудисков определяется ориентацией паза под монтаж калибра. В процессе воздействия на обрабатываемое изделие жесткость и напряженное состояние

определяется углом поворота валка. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты исследования валков стана ХПТ-32 с калибрами в виде полудисков при нагружении силой прокатки 0,5 МН

| Плоскость приложения силы | | Угловая координата ориентации подошвы калибра в градусах | | | | | | | |
|---------------------------|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 90 |
| Нижняя, мкм | мин | 348 | 331 | 300 | 255 | 200 | 134 | 64 | 33 |
| | ср | 175 | 164 | 146 | 122 | 93 | 61 | 32 | 30 |
| | макс | 81 | 75 | 67 | 55 | 41 | 24 | 7 | 27 |
| Боковая, мкм | мин | 500 | 468 | 416 | 345 | 260 | 163 | 60 | 14 |
| | ср | 333 | 297 | 278 | 220 | 166 | 105 | 42 | 14 |
| | макс | 170 | 160 | 143 | 120 | 91 | 59 | 26 | 13 |
| Напряжения, МПа | | 283 | 264 | 233 | 193 | 144 | 105 | 72 | 63 |

| Плоскость приложения силы | | Угловая координата ориентации подошвы калибра в градусах | | | | | | |
|---------------------------|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 102 | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 | 168 |
| Нижняя, мкм | мин | 64 | 134 | 200 | 255 | 300 | 331 | 348 |
| | ср | 32 | 61 | 93 | 122 | 146 | 164 | 175 |
| | макс | 7 | 24 | 41 | 55 | 67 | 75 | 81 |
| Боковая, мкм | мин | 60 | 163 | 260 | 345 | 416 | 468 | 500 |
| | ср | 42 | 105 | 166 | 220 | 278 | 297 | 333 |
| | макс | 26 | 59 | 91 | 120 | 143 | 160 | 170 |
| Напряжения, МПа | | 72 | 105 | 144 | 193 | 233 | 264 | 283 |

Валки с кольцевыми калибрами не чувствительны к изменению этого параметра в цикле ХПТ и при нагружении максимальной силой прокатки трубы в 0,5 МН напряжения не превысили 79 МПа, упругие перемещения (характеристика, определяющая прогиб валка) – 47 мкм, запас прочности – не менее 12.

Исследования показывают, что характеристики упругих деформаций соответствующих элементов, например подшипников установки валков рабочей клетки являются весомыми и соответствующим образом должны быть учтены при расчете калибровок технологических инструментов (калибра и оправки) [7]. Результаты исследования подшипников установки валков представлены на рисунке 4.

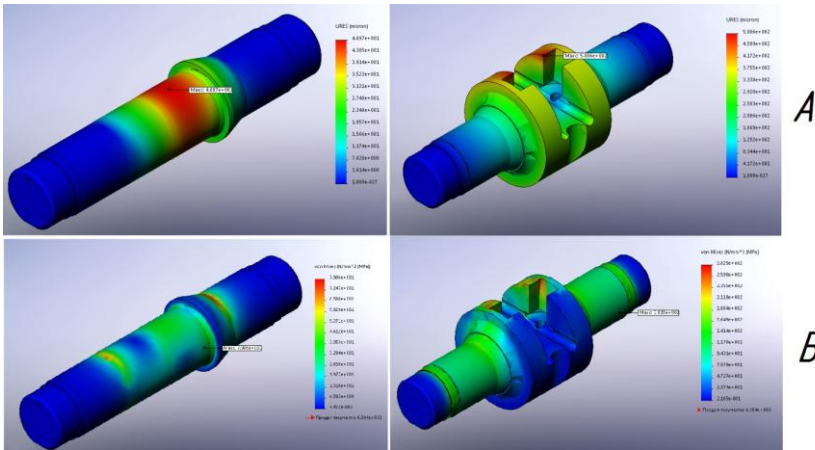


Рисунок 3 – Напряженно-деформированное состояние валков для стана ХПТ-32: А-картина напряжений; Б- картина деформаций I – валок с кольцевым калибром; II – валок с калибром в виде полудиска

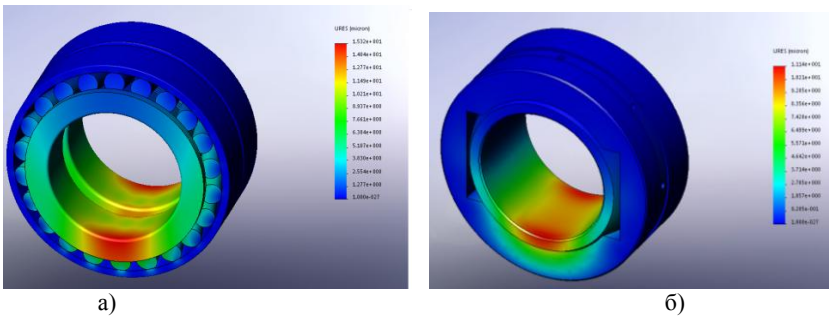


Рисунок 4 – Напряженно-деформированное состояние подшипников установки валков рабочей клетки стана ХПТ-32: а - подшипник №2097732; б – сферический специальный подшипник скольжения

Полученное означает, что при использовании подшипников различных изменяются показатели жесткости «пружины клетки», что влияет на качество выпускаемой продукции.

Следует подчеркнуть, что данный проект рациональной рабочей клетки реализован ООО НПФ «Восток Плюс» на 10-и станах ХПТ 32 ряда заводов.

Проанализируем некоторые результаты исследований влияния жесткости рациональной рабочей клетки, установки валков с кольцевыми калибрами и параметров нового нажимного устройства стана ХПТ 32 на точность прокатываемых труб.

Для проведения комплексных исследований выбран соответственно наиболее загруженный стан ХПТ 32 ООО «ПО «ОСКАР» (Украина, г. Никополь),

оснащенный рабочей клетью повышенной жесткости с новым нажимным устройством.

Был прокатан пакет труб из сплава титана Gr2 по маршруту 38x1,8→25,4x0,9. В пакете из 25 труб-заготовок выкатано 65 труб готового размера 25,4x0,9. Прокатка соответственно велась в кольцевых калибрах и калибрах в виде полудисков с исходной развалкой 60°.

До и после прокатки трубы подвергались диагностике на установках УЗК, в ходе которой, среди прочих параметров, были произведены замеры поперечной разностности труб во всех сечениях вдоль каждой трубы.

Опыт эксплуатации рациональной рабочей клетки на ООО «ПО «ОСКАР» в составе всего технологического оборудования стана ХПТ 32 показывает высокую надежность и эффективность работы, при которой достигнуты следующие показатели: увеличение производства стана на 6,7%; снижение массы рабочей клетки на 14%; экономия энергозатрат на 9,23%; повышение срока службы станины рабочей клетки при прокатке труднодеформируемых сталей и сплавов фактически в 3,6 раза; повышение качества готовой продукции на 25,6 % за счет увеличения жесткости рабочей клетки в 3,82 раза; отклонение геометрических размеров прокатываемых труб по стенке (max) 5%, по наружному диаметру (max) ±0,10мм, уменьшение брака «накат» на 5%.

Выводы. В результате комплексных исследований напряженно-деформированного состояния рабочих клеток различных конструкций станов ХПТ 32 установлено:

1. Максимальные напряжения в станине рабочей клетки ОАО «ЭЗТМ» превышают напряжения в станине клетки рациональной конструкции ООО НПФ «Восток Плюс» в 3,5 раза.

2. Станина клетки рациональной конструкции и установка валков с кольцевыми калибрами ООО НПФ «Восток Плюс» обладают большей жесткостью, чем станина клетки и установка валков с калибрами в виде полудисков конструкции ОАО «ЭЗТМ». Максимальные перемещения станин при одинаковом нагружении их силой прокатки трубы 0,5 МН отличаются в 2,3 раза. Отметим, что для станины рациональной конструкции перемещения стоек станины не зависят от положения клина, что подтверждает высокие показатели стабильной жесткости станины

3. Установлено, что в зависимости от конструкции подшипников установки валков, рабочая клеть стана имеет различные показатели деформации перемещения в зависимости от технологической нагрузки и, как следствие различную жесткость. Следовательно, качество труб, кроме всего прочего определяется положениями клина нажимного устройства рабочих валков. Картины напряженно-деформируемого состояния валков показывают, что установка валков ООО НПФ «Восток Плюс» с кольцевыми калибрами и специальными сферическими подшипниками скольжения имеет более высокие показатели резервов прочности и, как следствие, является более простой и надежной в эксплуатации, чем установка валков конструкции ОАО «ЭЗТМ» с калибрами в виде полудисков и подшипников качения № 2097732.

Список использованных источников

1. Данченко В.Н. Технология трубного производства. Учебник для вузов. /В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев, С.В. Самусев // . – М.: Интермет - Инжиниринг, 2002. – 640 с.
2. Фролов В.Ф. Холодная прокатка труб /В.Ф. Фролов, В.Н. Данченко, Я.В. Фролов// Монография, – Днепропетровск: Пороги, 2005 – 255 с.
3. Рахманов С.Р. Расчет конструкции рабочей клетки стана холодной прокатки труб./С.Р. Рахманов, С.М. Крышин, В.Ф. Орещенко, В.Т. Вышинский, А.В. Журавлев // *Металлургическая и горнорудная промышленность-2013.- №5.-с. 45-51.*
4. Крышин С.М. Разработка и внедрение рациональной конструкции рабочей клетки стана холодной прокатки труб. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Днепропетровск, 1985. – 169с.
5. Разработка новой конструкции нажимного устройства рабочей клетки стана ХПТ с целью повышения качества катаных труб/ Ю.Л. Калашников, С.М. Крышин, В.Ф. Орещенко, Л.А. Сафонов, В.Т. Вышинский, В.Я. Головачев // *Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1995.- №1. С.61–63.*
6. Алямовский А.А. Инженерные расчёты в Solid Works Simulation. М.: БМК Пресс, 2010.-464с.
7. Дехтярев В.С. Анализ упругой деформации вала при холодной пильгерной прокатки на станах ХПТ – 55/ Дехтярев В.С., Фролов Я.В., Бобух А.С. // *Теория и практика металлургии-2009.-№5-6.-с 64– 66.*

МНОГОКЛЮЧЕВАЯ МОДЕЛЬ ЗАЩИТЫ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АСИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ

Рогоза Б.Е.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Цифровые растровые изображения находят применение как для широкого распространения визуальной информации, например, фоторепортажи с мест событий, так и в системах с ограниченным доступом: медицинские снимки, спутниковые фотографии, цифровые снимки отпечатков пальцев. Для обеспечения конфиденциальности возникает актуальная проблема защиты цифровых изображений от несанкционированного использования.

Цифровые изображения являются примером двумерных данных, имеющих матричную структуру расположения пикселей. Одним из способов защиты цифровых изображений является шифрование, которое состоит в программном перемешивании пикселей и приведении информации к виду похожему на случайные данные. Качественно зашифрованное растровое изображение воспринимается в виде случайного набора слабо коррелированных пикселей.

В открытой практической криптографии широко используются две схемы шифрования: а) симметричная с одним общим ключом для шифрования/расшифровки и со сложной проблемой пересылки секретного ключа по открытым каналам связи; б) асимметричная с публичным ключом для

шифрования и секретным ключом для расшифровки; при этом публичный ключ легко доступен, а восстановить по нему секретный ключ представляет собой вычислительно сложную задачу для современного парка компьютеров.

В ряде работ [1-3] изучались возможности асимметричного шифрования для защиты цифровых растровых изображений на примере наиболее популярного алгоритма RSA. При этом общей особенностью перечисленных работ являлось использование одного единого ключа шифрования для всех пикселей исходного изображения. Иными словами, в перечисленных работах RSA шифрование и расшифровка цифровых изображений проводились одним секретным и одним публичным ключами. Такой метод защиты изображений на основе алгоритма RSA с единственным и одинаковым ключом для всех пикселей цифрового изображения назовем условно «одноключевым» для краткости и удобства ссылки. В частности, в статье [1] приведены рисунки с результатами RSA шифрования, из которых видно, что в одноключевом методе плохо перемешиваются пиксели и даже с исходного изображения переносятся внутренние корреляционные связи между ними. Данная ситуация приводит к проявлению на шифркартинке частично размытого исходного изображения [1,2]. Степень размытости при таком «шифровании» существенно зависит как от самой картинке, так и от удачного выбора ключа. Напрашивается справедливый вывод, что одноключевой метод RSA шифрования цифрового изображения не может быть признан удовлетворительным. Еще одной ограничительной особенностью некоторых работ [3] являлось выбор базового параметра N криптосистемы RSA и вместе с ним значений ключей меньше 256. Только в этом случае благополучно проходила расшифровка шифркартинки. Однако криптостойкость таких систем крайне низка.

В данной работе построена и реализована в виде web-приложения многоключевая модель защиты цифрового растрового изображения на основе алгоритма асимметричного шифрования RSA с базовым параметром N в форме десятиразрядного числа. Отметим отличительные особенности построенной модели и соответствующего web-приложения.

1. В модели реализован принцип попиксельного шифрования. При этом для каждого пикселя предварительно формируется девятиразрядное число путем объединения значений его оттенков из каждого цветового канала. Например для «белого» пикселя получается девятиразрядное число 255 255 255, которое затем шифруется.

2. В модели длина всех ключей ограничена 33 битами, что приблизительно соответствует 10-разрядному десятичному числу.

3. Хотя модель имеет детерминированный характер, но в результате шифрования исходного изображения как минимум девятью ключами визуально наблюдается четко выраженный хаотический пиксельный шум.

4. В модели предусмотрено, что массив ключей шифрования вычисляется автоматически из заданного диапазона числовых значений с проверкой важного условия существования мультипликативной инверсии для каждого ключа.

5. В разработанном web-приложении упрощена схема манипулированию с ключами шифрования и расшифровки: достаточно произвольно ввести границы числового интервала и программа сама выберет из него значения «правильных»

ключей, проверив каждый ключ E по условию $\text{НОД}(E, \phi(N)) = 1$, означающем взаимную простоту ключа E со значением функции Эйлера $\phi(N)$; такой выбор полностью однозначен для того или иного числового интервала.

6. Поскольку количество правильных ключей, имеющих мультипликативную инверсию, для каждого числового интервала однозначно, то отпадает необходимость передавать большой массив длинных чисел (открытых ключей) по каналу связи. Достаточно передать только границы числового интервала для вычисления ключей шифрования.

7. В модели предусмотрена возможность управлять качеством шифрования по степени хаотичности пикселей на зашифрованной картинке путем изменения количества ключей или диапазона их значений.

8. Время шифрования изображения размером 150×150 пикселей не превосходит 2 секунд даже в самом сложном случае при генерировании персонального ключа для каждого пикселя, что составляет в общей сложности 22500 ключей.

9. Время расшифровки превосходит время шифрования в два-три раза поскольку перед RSA-расшифровкой требуются дополнительные вычислительные операции для восстановления полного числового значения шифра каждого пикселя по имеющимся редуцированным значениям на шифркартинках.

10. Модель RSA-шифрования изображения реализована как открытое web-приложение на основе информационных технологий HTML5+Canvas+Javascript без применения сторонних фреймворков и библиотек алгоритмов.

Список литературных источников

1. Taki El_Deen Ali E. Digital Image Encryption Based on RSA Algorithm / Ali E. Taki El_Deen, El-Sayed A. El-Badawy, Sameh N. Gobran // IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering. - 2014/I(9). – P. 69 – 73.

2. Рашкевич Ю.М. Модифікація алгоритму RSA для деяких класів зображень / Ю.М. Рашкевич, Д.Д. Пелешко А.М. Ковальчук, М.З. Пелешко // Технічні вісті.- 2008/1(27), 2(28).- С. 59 – 62.

3. Красиленко В.Г. Модифікації системи RSA для створення на її основі матричних моделей та алгоритмів для зашифрування та розшифрування зображень / В.Г. Красиленко, С.К. Грабовляк // Системи обробки інформації. – 2012/ 8(106). – С. 102-106.

ПРИМЕНЕНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ POWERDESIGNER НА ФАЗЕ АНАЛИЗА ТРЕБОВАНИЙ

Саликов В.А.

Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара,
Днепр, Украина

Для разработки информационных систем (ИС) широко используются такие известные CASE-средства как Rational Rose IBM, PowerDesigner Sybase, Designer Oracle и др. Наиболее авторитетным является, конечно же, Rational Rose [1, 3].

Однако, функция бизнес-моделирования представлена в нем лишь диаграммой Activity-эта возможность имеется и у PowerDesigner и др.

На фазе анализа требований определяются цели разработки и интересы заказчика [1]. Для достижения целей проекта разработчику нужны бизнес-модели, отображающие деятельность предприятия заказчика. PowerDesigner привлекает разработчиков наличием встроенных модулей для моделирования бизнес-процессов: BPMN Model, Business Communication, Business Process и других [2]. Рассмотрим для примера создание ИС для одного цеха химического предприятия, производящего карбамид и другую продукцию. PowerDesigner позволяет определить состав и роли рабочего персонала цеха с помощью диаграммы OrganizationChart (рис. 1).

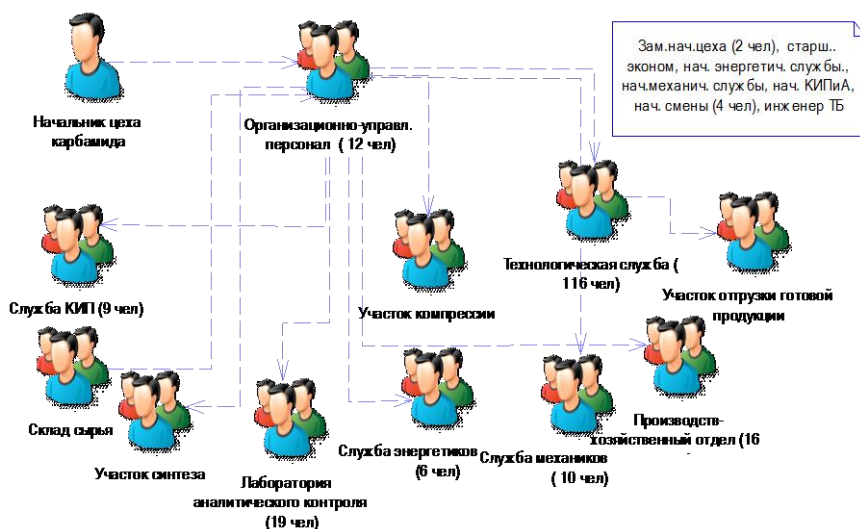
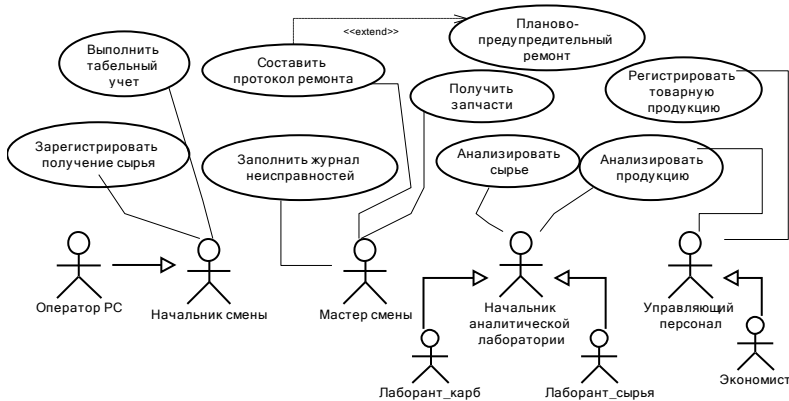


Рисунок 1 - Организационная модель цеха карбамида

Данная диаграмма определяет всех пользователей ИС в цехе и регистрируемую ими информацию. Для завершения фазы анализа необходимо специфицировать при участии заказчика все прецеденты на рис. 2, т.е. содержание и формы представления информации в ИС. Например, в спецификации прецедента “Заполнить журнал неисправностей” записывают: “Указать, какое оборудование вышло из строя (например, упало давление компрессора, прибор не показывает измерений, обнаружена утечка и т.д.), время отказа, дата, начальник смены”. Остальные прецеденты нужно специфицировать аналогично.



Риснок 2 - Диаграмма вариантов использования для РС цеха карбамида

Бизнес-модели PowerDesigner и диаграмма вариантов использования определяют функциональные требования к создаваемой ИС и будут управлять процессом разработки на фазах проектирования, реализации и тестирования системы

Список литературных источников

1. Якобсон А, Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения.- Питер, 2002
2. Business Process Modeling. PowerDesigner. Document ID: DC38088-01-1510-01. Sybase, Inc. Dublin, 2009.
3. Саликов В.А. Проектирование информационных систем по технологии Rational Rose. Учебное пособие для дипломников. Издатель: LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2016- 120 с.: ил.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ БАГАТОФАЗНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ВАКУУМНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛУ

Солона А.В.

Дніпродзержинський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Складність рівнянь для опису багатофазних середовищ спонукає при утворенні математичних моделей процесів з багатьма фазами, для можливості їх чисельної реалізації на сучасних обчислювальних машинах, рухатись у двох напрямках. По-перше, серед еквівалентних рівнянь використовувати більш зручні для чисельного розв'язання. По-друге, за допомогою різних припусків спростувати вихідні рівняння.

Найбільш характерною особливістю руху газорідних середовищ є його несоленоїдальність, тобто відмінність дивергенції барицентричної швидкості від нуля $\nabla V = \Phi \neq 0$.

$$\Phi = \Psi - \alpha d'(\ln \rho') / dt - \nabla(\alpha W) \quad (1)$$

Отже, несоленоїдальність руху газорідних середовищ може бути пов'язана, по-перше, з наявністю об'ємних джерел газової фази Ψ (перший доданок), по-друге, з її стискуваністю (другий доданок пропорційний $d'(\ln \rho') / dt$) та, по-третє, з міжфазним рухом (останній доданок пропорційний $\nabla(\alpha W)$). [1]

Прикладом практичної задачі яка вимагає врахування несоленоїдальності може слугувати дослідження масопереносних процесів у ковші під час вакуумної обробки металу. Тут значними являються усі три фактори: при зниженні зовнішнього тиску відбувається об'ємне збільшення бульбашок газу, у зв'язку з чим виникають джерела газової фази по усьому об'єму, де тиск виявляється меншим за деякий критичний; за час спливання бульбашки помітно розширюються; спостерігається інтенсивний відносний рух рідкої та газової фази.

Розглядаємо конкретизацію методу розщеплення за фізичними факторами [2] для газорідних середовищ з невеликим значенням коефіцієнту газовмісту α . Окрім цього, для спрощення припускаємо, що в розглянутих умовах щільність газової фази залежить лише від тиску p (температура T та інші параметри ξ які

входять у рівняння стану газу $p' = p'(\rho, T, \xi)$ фіксовані). У цьому випадку динаміка газорідного середовища описується системою рівнянь, яка описана у [3]. Враховуючи ряд припущень і розв'язуючи одні з рівнянь за явною схемою, а інші – за неявною, отримуємо систему рівнянь:

I етап

$$\tilde{V} = V^n + \tau R(V^n, \alpha^n), \quad (3)$$

II етап

$$\alpha^{(n+1)} = \alpha^n + \tau [-\nabla(\alpha^{(n+1)} V^{(n+1)}) + \Phi(V^{(n+1)}, \alpha^{(n+1)})], \quad (4)$$

$$\Delta \tilde{p}^{n+1} = [\nabla \tilde{V} - \Phi(V^{n+1}, \alpha^{n+1})] / \tau, \quad (5)$$

$$V^{n+1} = \tilde{V} - \tau \nabla \tilde{p}^{n+1}. \quad (6)$$

На першому етапі (явних розрахунків) без врахування поля тиску \tilde{p} знаходимо проміжну швидкість \tilde{V} , з якою деякі рівняння у загальному випадку не виконуються. На другому етапі (неявних розрахунків) визначаються газовміст α^{n+1} та тиск \tilde{p}^{n+1} , за допомогою якого проміжна швидкість \tilde{V} «підправляється» до значення швидкості V^{n+1} , яка задовольняє усім умовам.

На другому етапі необхідно розв'язати систему рівнянь (3)-(6). Використаємо для цього метод ітерацій, але для уникнення необхідності розв'язку на кожному ітераційному кроці k рівняння Пуассона (5) замінимо його відповідним еволюційним рівнянням

$$\tilde{p}' = \tilde{p} + \omega \left\{ \Delta \tilde{p} - [\nabla \tilde{V} - \Phi(V, \alpha)] / \tau \right\}, \quad (7)$$

з деяким параметром еволюції ω , який забезпечує збіжність еволюційного процесу (7), будемо розв'язувати всі рівняння другого етапу у єдиному ітераційному циклі, що дозволяє значно скоротити час розрахунку. У результаті отримуємо схему розщеплення за фізичними факторами для несолоноїдалного руху газорідного середовища.

Граничні умови для швидкостей на усіх твердих поверхнях та вісі симетрії обрані умовами не протікання та вільного ковзання, а на вільній поверхні – умовами вільного потоку. Граничні умови для тиску отримані проектуванням рівняння (6) на нормаль до поверхні. Граничні умови для коефіцієнта газомісткості на усіх поверхнях обрані у вигляді $n \nabla a = 0$, що відповідає умовам непроходження газу через тверді поверхні та вільному його конвективному переносу через вільну поверхню розплаву. Враховуючи циліндричну симетрію в циліндричних координатах задача зводиться до двовірної. Для моделювання турбулентності, використана три параметрична алгебраїчна модель. Граничні умови для температури оберемо у вигляді $T = T - \beta \Delta T$ на вільній поверхні та бічній стінці і теплоізоляцію на дні та осі симетрії.

На рис.1. показані розрахункові поля напрямків швидкостей розплаву та ізолінії об'ємної концентрації газової фази.

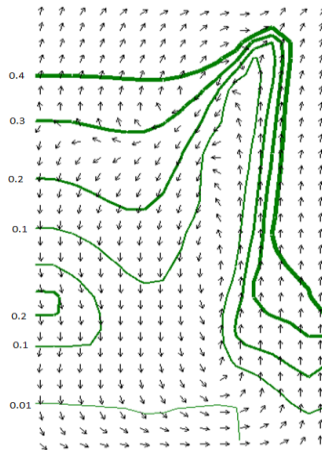


Рисунок 1 – Гідродинаміка розплаву у ковші під час вакуумної обробки металу

На початку процесу у рідині виникають газові джерела, зумовлені розширення газових бульбашок при зниженні зовнішнього тиску. Це викликає міжфазний рух середовища. На характер руху впливають також втрати тепла на вільній поверхні та бічній стінці. З часом процес стає стаціонарним, адже нових джерел не виникає, а бульбашки газу що виділилися спливають угору і вільно покидають середовище.

Проведено дослідження якісної поведінки розплаву при зовнішньому тиску менше за атмосферний. За умови відсутності зовнішнього тиску при постійній температурі спостерігається ефект кипіння розплаву – за рахунок зменшення тиску у верхніх шарах відбувається збільшення об'єму газової фази з відповідним виділенням газу. При зміні температури спостерігається перерозподіл джерел газової фази у розрахунковій області у відповідності до зміни температури.

Список літературних джерел

1. Огурцов А.П., Самохвалов С.С. Математичне моделювання теплофізичних процесів у багатофазних середовищах. К.: «Наукова думка», 2001. - 409с.
2. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматлит, 1994. - 448 с.
3. Самохвалов С.Е. Метод расщепления по физическим факторам для несоленоидального движения газожидкостных сред / С. Самохвалов // Инженерно-физический журнал. – Минск, 1998. – том 71, №3. – С. 454–459.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПІВЕКСТРУЗІЙНОГО ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ Сокольський О. Л., Мікульонок І.О., Івіцький І. І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Процеси, які проходять на межі поєднань двох або більше шарів полімерного матеріалу під час течії співекструзійній головці для виготовлення багат шарового матеріалу, вивчено недостатньо повно, а натурні експерименти утруднені. В зв'язку з цим комп'ютерне моделювання даних процесів є актуальним.

Багат шаровий екструдат може проводитися за допомогою традиційних головок, сполучених з адаптером для подачі в головку різних потоків розплаву від кількох екструдерів. У головці ці потоки зливаються, утворюючи багат шаровий екструдат. До переваг такої конструкції відноситься можливість комбінування достатньої кількості шарів. Недолік же полягає в тому, що всі вхідні в головку матеріали повинні практично однаково текти і мати дуже близькі температури переробки.

Моделювання здійснювалось у програмному комплексі ANSYS Polyflow, який дозволяє врахувати особливості процесу течії матеріалів з неньютонівськими властивостями, таких як полімерні матеріали.

Розташування кордонів між шарами розплавів у такій течії заздалегідь невідомо. Межі розділу можна визначити на основі співвідношення між об'ємними витратами і в'язкістю окремих матеріалів. Більше того, невідомо також заздалегідь положення максимуму швидкості (рис. 1) при заданій швидкості течії. Тому ці параметри доводиться визначати ітераційно.

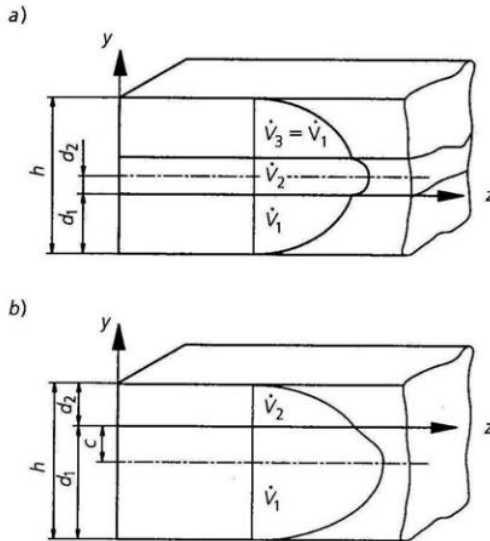


Рисунок 1 – Профіль швидкості багатошарової течії: а – тришарової симетричної, б - двошарової

При моделюванні у програмному комплексі ANSYS Polyflow [1] використовується тип задачі «F.E.M. task – Steady-state problem(s)» (метод скінченних елементів, стаціонарна задача), тип підзадачі «Generalized Newtonian isothermal flow problem» (узагальнена ізотермічна Ньютонівська течія).

Залежність в'язкості від швидкості зсуву для полімерних матеріалів доцільно виражати степеневим законом, параметри якого для кожного матеріалу визначаються експериментально

$$\eta(\dot{\gamma}) = K(\lambda\dot{\gamma})^{n-1}$$

де η – в'язкість, $\dot{\gamma}$ – швидкість деформування.

Для розрахунку співекструзійних процесів вводяться наступні допущення:

- розплави прилипають до стінок каналу, тобто на твердих поверхнях швидкість дорівнює нулю;
- на границі між шарами присутня адгезія, тобто швидкості течії різних розплавів на ній співпадають;
- течія є ламінарна, а розплави являють собою нестисливу рідину;
- об'ємні сили дуже малі порівняно з силами тертя;

– течія є ізотермічною.

За даних умов координати границь між шарами задаються попередньо з наступним уточненням в процесі розрахунку і перебудовою розрахункової сітки в залежності від властивостей полімерів та режиму течії. Так, зі збільшенням в'язкості розплаву в певному шарі координата максимуму швидкості та ширина даного шару зміщується в бік шару розплаву з меншою в'язкістю (рис. 2).

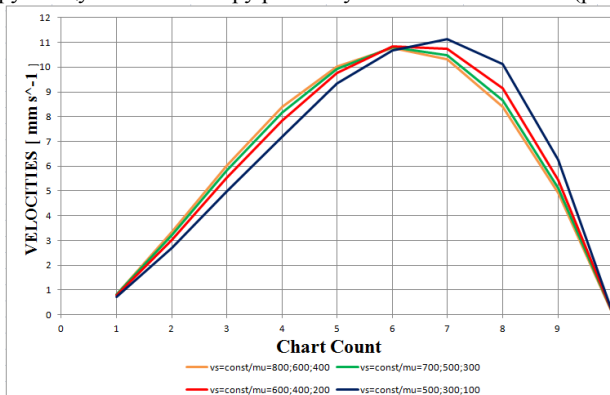


Рисунок 2 – Графік зміни розподілу швидкостей в тришаровому профілі при зміні величини в'язкості(μ) за постійних витратах V_s

Занадто висока в'язкість одного з шарів може спричинити видавлювання його за припустимі межі та порушення суцільності інших шарів. Для досягнення найкращого сполучення шарів різних полімерів співвідношення їх в'язкостей повинні мати невелику розбіжність, або шар полімеру з найбільшою в'язкістю має бути найтоншим.

Комп'ютерне моделювання дозволяє встановити ефективні технологічні параметри при співекструзійній течії полімерів.

Список літературних джерел

1. Аксенова Т.И., Любешкина Е.Г. Полимерные материалы в упаковке // Упаковка вчера, сегодня, завтра. 2000. – № 2. – С. 26.
2. ANSYS PolyflowUser'sGuide – Canonsburg: ANSYS, Inc., 2013. – 790 p.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО – ЛОГІСТИЧНИХ МЕРЕЖ Сохацький А.В., Романенко Є.М.

Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

При створенні нових та удосконаленні існуючих транспортно-логістичних систем актуальними питаннями є застосування математичних методів для прогнозування поведінки такої системи у реальному часі та пошуку шляхів її оптимізації.

При моделюванні транспортно-логістичних систем одним з широко розповсюджених підходів є стохастичний. В таких методах транспортний потік розглядається як імовірнісний процес, оскільки більшість параметрів та станів системи є невідомими та непередбачуваними [1].

Особливий інтерес представляють методи аналізу, основним інструментом яких є імовірнісне моделювання локальних станів динамічної системи з оцінкою функцій безпеки і ризику відмови з відповідними заданими критеріями [2].

Функцію безпеки можна представити як ймовірність стійкості системи при збуреннях її елементів:

$$S_1 \Sigma(t) P\{t: \text{var}[G_{ij}] \in Q\} \quad (1)$$

Функцію ризику R_2 можна представити як ймовірність появи відмови в роботі елементів системи при порушенні їх стійкості в системі:

$$R_1 \Sigma(t) = P\{t: H[\text{var}[G_{ij}]](Q_s)\} \quad (2)$$

де $\text{var}[G_{ij}]$ - варіації станів елементів системи; Q_s - безліч стійких станів системи; H - вектор небезпек; $P\{\}$ - ймовірність події.

Враховуючи те, що процес функціонування транспортно – логістичної мережі є багатокритеріальним, багатфакторним та динамічним доцільно розглядати моделювання такої системи з точки зору динамічного хаосу.

Динамічний хаос - нерегулярна, аперіодична зміна стану (руху) динамічної системи, що володіє основними властивостями випадкового процесу. Для багатьох таких систем, в тому числі і транспортних, характерний не тільки впорядкований, регулярний рух, але і процес довільної появи нових станів системи. Явище динамічного хаосу притаманне більшості нелінійних систем, як автономних, так і неавтономних. Однак воно може виявитися важко спостережуваним, якщо хаос є слабким або повільним (тобто спостерігається на дуже великих інтервалах часу) або якщо він існує у вузькому діапазоні значень параметрів. Існування хаосу в динамічних системах пов'язано зі специфічною нестійкістю, названою локальною нестійкістю.

Моделювання роботи транспортно-логістичних мереж з урахуванням динамічного хаосу є надзвичайно актуальним, так як існування детермінованого хаосу накладає обмеження на можливість моделювання складних процесів.

В останні десятиліття вичерпані або близькі до вичерпання можливості екстенсивного розвитку транспортних мереж. Тому особливої важливості набуває оптимальне планування мереж, поліпшення організації руху, оптимізація системи маршрутів. Рішення таких завдань неможливе без математичного моделювання транспортних мереж.

Математичне моделювання - це, по суті, визначення властивостей і характеристик даного явища, процесу або стану шляхом вирішення за допомогою ЕОМ системи деяких рівнянь - математичної моделі. Важливо так "сконструювати" наближену модель, щоб вона досить точно відображала характерні властивості даного явища і в той же час була доступною для дослідження [3].

Саме триада: математична модель (обчислювальний експеримент) - експертна система – САПР (система автоматизованого проектування) і є та раціональна основа, яка дозволяє різко інтенсифікувати розробки в області моделювання.

Головне завдання математичних моделей - визначення та прогноз всіх параметрів функціонування транспортної мережі, таких як інтенсивність руху на всіх елементах мережі, обсяги перевезень в мережі, середні швидкості руху, затримки і втрати часу і т.д.

Математичні моделі, що застосовуються для аналізу транспортних мереж, дуже різні за математичним апаратом, використовуваними даними і ступенем деталізації опису руху. Тому не представляється можливим дати вичерпну класифікацію цих моделей. Грунтуючись на функціональній ролі моделей, тобто на тих завданнях, для вирішення яких вони застосовуються, можна умовно виділити:

- прогнозні моделі,
- оптимізаційні моделі.

Моделі прогнозу потоків ставлять собі за мету адекватне відтворення транспортних потоків. Існує, однак, велика кількість моделей, призначених для оптимізації функціонування транспортних мереж. В цьому класі моделей вирішуються завдання оптимізації маршрутів вантажних перевезень, вироблення оптимальної конфігурації мережі та ін.[4].

Активне використання методів числового моделювання та розпізнавання образів при розробці на їх базі експертних систем і систем автоматизованого управління дозволяє різко скоротити терміни проектних і конструкторських розробок.

Список літературних джерел

1. Романенко Є.М. Моделювання та оптимізація роботи транспортно – логістичної системи [Текст] / Є.М. Романенко, Сохацький А.В.// Інформатика. Математика. Автоматика: матеріали та програми науково – технічної конференції. – Суми:СДУ, 2016. – С. 187
2. Турпищева М. С. Моделирование транспортных систем при грузоперевозках [Текст]/М.С. Турпищева // Вестник АГТУ – 2012. – № 2(54). – С. 9–11.
3. Белоцерковский О. М.. Численное моделирование в механике сплошных сред [Текст]: 2-е изд., перераб. и доп./О.М. Белоцерковский.—М.: Физматлит, 1994.—448 с.
4. Шевцов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков [Текст] / В.И.Шевцов.// Институт системного анализа РАН.- Москва, 2003. – 52 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ – ШЛЯХ ПОКРАЩЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ВАНТАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ Сохацький А.В., Іванисенко І.С.

Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

Аеродинаміка сучасних автомобілів досліджується в основному двома підходами - випробуваннями в аеродинамічній трубі і комп'ютерним моделюванням. На сьогодні існує цілий ряд методів моделювання аеродинаміки автомобіля в аеродинамічній трубі. Найбільш досконалим є використання рухомої доріжки, що імітує рух дорожньої структури[1]. Завдяки цьому колеса

випробовуваного автомобіля приводяться в обертання. Ці заходи вживаються для того, щоб врахувати вплив дорожнього полотна і обертювих коліс на потоки повітря навколо транспортного засобу. Проте і цей метод має ряд недоліків.

Використання математичного моделювання дозволяє ураховувати наявність шляхової структури більш точно [2]. Створення придатних методів аеродинамічного розрахунку вантажних транспортних засобів і на сьогодні є актуальним.

Існуючі в даний час компоувальні і конструктивні рішення автопоїздів в сукупності з технологіями вантажоперевезень стримують зростання обсягів і зменшення собівартості перевезення вантажів.

Як зазначалося раніше, причина полягає в тому, що розвиток конструкцій автотранспортних засобів в плані збільшення вантажопідйомності і вантажомісткості обмежується міжнародними та національними стандартами, що регламентують найбільші значення навантажень на осі (10 ... 13 т), повної маси (36 ... 42 т) і габаритних розмірів (довжина 16,5 ... 20 м), і, отже, обсяг вантажу, що перевозиться. Тому магістральні автопоїзди в класичному виконанні практично вичерпали наявні резерви підвищення вантажопідйомності і вантажомісткості і, як наслідок, продуктивності[3].

Ефективність автомобільного транспорту визначається низкою переваг серед яких головними є швидкісні та паливо - економічні властивості. Суттєво підвищити швидкість і водночас зменшити витрати пального не змінюючи потужності двигуна, можливо лише шляхом зменшення аеродинамічного опору. Аеродинамічний опір автомобіля обумовлено рухом останнього з певною відносною швидкістю в навколишньому повітряному середовищі. Серед усіх сил, складових опір руху автомобіля, зазначена сила представляє найбільший інтерес в контексті зростаючих швидкостей руху транспортних засобів і саме тому, вже при швидкості руху 50 – 60 км/год. вона перевищує будь-яку іншу силу опору руху автомобіля, а на швидкостях 100 – 120 км/год. перевершує всі їх разом узяті. Аеродинамічний опір автомобільних фургонів можливо уявити як суму декількох його складових, до яких слід відвести у першу чергу опір форми. Опір форми, або коефіцієнт лобового опору є основною складовою опору повітря, яке досягає 60% від загального. Механізм виникнення цього виду опору полягає в тому, що при русі транспортного засобу в навколишньому повітряному середовищі відбувається стискання потоку повітря яке набігає в передній частині автомобіля[3].

Автофургони необхідно створити таким чином, щоб процес переміщення повітря з передньої зони автомобіля в кормову, у якої визначається головним чином характер вихроутворення, походив з найменшими витратами енергії. Чим менше утворюється локальних завихрень, що заважають нормальному перетіканню потоків повітря під дією різниці тисків, тим знов таки буде менша і сила лобового опору. При русі автомобіля в міському потоці аеродинамічний опір автомобіля незначний, на трасі ж його значення досягає великих величин. В таких умовах практично вся вироблювана двигуном потужність витрачається на подолання опору повітря.

Для максимального зменшення зони розрядження у кормовій частині необхідно змістити задні частини бокових стінок до повздовжньої площини

симетрії, при цьому задні завантажувальні дверні проєми змістяться у внутрішню частину автофургону. Цілком зрозуміло, що наслідком такої трансформації є зменшення корисного об'єму автофургону орієнтовно на 20-30 відсотків, але як показує практика об'єм автофургонів зазвичай використовується лише на 50-80 відсотків. Отримання максимального об'єму можливе встановленням бокових стін автофургону у початкове положення.

Створення аеродинамічної компоновки транспортного апарату є зворотною задачею: необхідно вибрати форму корпусу, аеродинамічних поверхонь, взаємне розміщення елементів так щоб величини похідних давали саме той розв'язок рівнянь руху, який відповідає заданим критеріям руху [4]. Суперечливість багатьох вимог, що ставляться до аеродинамічної компоновки транспортного апарату, не дозволяють виробити однозначний критерій оцінки її досконалості.

Покращення аеродинамічних характеристик і підвищення паливної економічності багатоланкового автопоїзда можливе шляхом формування певної структури потоку навколо транспортного засобу. Використання математичного моделювання дозволить знайти шляхи покращення аеродинамічних характеристик транспортних засобів.

Список літературних джерел

1. Сохацький, А.В. Теоретичні основи створення аеродинамічних компонувань перспективних швидкісних транспортних апаратів : дисертація доктора технічних наук / А.В. Сохацький. –Д., 2010. – 380 с

2. Подригало М.А. Визначення граничних динамічних показників вантажних автомобілів / М.А. Подригало, Д.В. Абрамов // Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал. - Харків: НТУ «ХПІ», 2013. - № 1. - С. 81-91.

3. Динаміка автомобіля / [Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Кльоц Д.М., Редько В.В.], под.ред. М.А. Подригало. - Харків: Вид-во ХНАДУ, 2008. - 424 с.

4. Сохацький А.В. До питання оптимізації компоновальної схеми екраноплану / А.В.Сохацький, І.С. Іванисенко, Є. М. Романенко. // Вісник Херсонського національного технічного університету. - Херсон: ХНТУ, 2016. - № 3(58). - С. 154-158.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО СТАНУ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО ТІЛА ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ **Стеблянюк П.О.¹, Дьомічев К.Е.²**

¹ Дніпродзержинський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

² «Європейський університет», Черкаси, Україна

Сучасні технології термообробки електропровідних матеріалів широко використовують електромагнітні поля для підвищення міцності й надійності виробів. Безконтактний спосіб передачі енергії до тіла, висока швидкість нагрівання, відносно низьке енергоспоживання, локальний характер дії поля на

певні під області тіла та високі продуктивність й ступінь автоматизації зумовлюють перспективність використання таких технологій.

Загальні підходи до побудови термомеханічних моделей суцільного середовища, які враховують взаємодію полів різної фізичної природи, достатньо повно висвітлені в літературі. На їх основі запропоновано численні конкретні моделі опису механічної поведінки електропровідних тіл з різними електропровідністю і здатністю до поляризації та намагнічування за дії зовнішнього електромагнітного поля. У переважній більшості прикладних робіт, присвячених кількісному опису термомеханічних процесів в електропровідних тілах за індукційної обробки, характеристики матеріалів приймають постійними (незалежними від температури), а процеси деформування розглядають у пружному наближенні. Застосування таких моделей у випадках, коли тіла нагрівають до високих температур, може призводити до істотних похибок в оцінках параметрів термомеханічного стану тіл. За підвищених температур властивості електропровідних тіл є іншими, ніж у природному стані [1,2].

Розглянемо електропровідне осесиметричне пружно-пластичне циліндричне тіло V , в якому відсутні сторонні заряди та струми. Тіло знаходиться під впливом електромагнітного поля джерелом якого є система

струмів $j^{(0)}(r, z, t) = (0, j_{\varphi}^{(0)}(r, z, t), 0)$, де r, φ, z – циліндричні координати. Повна математична модель для опису електромеханічних та термомеханічних полів, які виникають у пружно-пластичного циліндричного тіла під дією електромагнітного поля складається з двох частин. Перша частина – рівняння стану (1) та рівняння Максвела (2), які описують зв'язок компонентів електромагнітного поля та температури [1]:

$$B^{(1)} = B_*(H^{(1)}, T), D^{(1)} = D_*(E^{(1)}, T) \quad (1)$$

$$j^{(1)} = \gamma E^{(1)}, B^{(0)} = \mu_0 H^{(1)}, D^{(0)} = \epsilon_0 E^{(0)}$$

$$\text{rot} H^{(m)} = \frac{\partial D^{(m)}}{\partial t} + j^{(m)}, \text{rot} E^{(m)} = -\frac{\partial B^{(m)}}{\partial t} \quad (2)$$

де $H = (H_r(r, z, t), 0, H_z(r, z, t))$, $E = (0, E_{\varphi}(r, z, t), 0)$, – вектор магнітного та електричного поля, $B = (B_r(r, z, t), 0, B_z(r, z, t))$, $D = (0, D_{\varphi}(r, z, t), 0)$, – магнітна та електрична індукція. Величини з індексом $m = 0$ відносяться до зовнішнього середовища, а з $m = 1$ до області циліндричного тіла. j – густина струму, $\gamma = \gamma(T)$ – електропровідність тіла, ϵ_0, μ_0 – діелектрична та магнітна проникливість вакууму.

Друга частина – рівняння теплопровідності (3) та рівняння геометричних співвідношення та рівняння руху елемента пружно-пластичного циліндричного тіла, моделі фізичних співвідношень термопружності та термо-пластичності [3-5].

Рівняння теплопровідності представимо так:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{H_1 H_2 H_3} \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(a \frac{H_2 H_3}{H_1} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(a \frac{H_1 H_3}{H_2} \cdot \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(a \frac{H_2 H_1}{H_3} \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right\} + W_* + j^{(1)} E^{(1)} \quad (3)$$

де W_* - функція розсіювання або питома потужність внутрішніх джерел теплоти,

$$\alpha = \frac{\lambda(T)}{c_v \rho}$$

– ізохорна температуропровідність, яка для термочутливих матеріалів залежить від температури і потребує окремого математичного моделювання, H_i - параметри Ляме ($i = 1, 2, 3$), точкою позначені похідні за часом,:

$$W_* = S_{ij} \dot{\mathcal{E}}_{ij} - \frac{1}{2G} S_{ij} \dot{S}_{ij} + \frac{\sigma_{ii}}{3} \left(\dot{\varepsilon}_{ii} - 3\alpha_T \frac{\partial T}{\partial t} \right) - \frac{\sigma_{ii}}{3K} \dot{\sigma}_{ii},$$

$$S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma, \quad \mathcal{E}_{ij} = \varepsilon_{ij} - \delta_{ij} \varepsilon, \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{\sigma_{ii}}{3}, \quad \varepsilon = \frac{\varepsilon_{ii}}{3}, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad K = \frac{3E}{1-2\nu}.$$

Тут S_{ij} , \mathcal{E}_{ij} - відповідно, девіатори тензорів напруг і деформацій,

σ_{ij} , ε_{ij} - тензори напруги і деформації.

Друга частина математичної моделі буде складатися з 16 диференціальних рівнянь в частинних похідних рівнянь, разом і рівнянням теплопровідності [3-5].

Створена повна математична модель для кількісного опису і дослідження термомеханічних процесів в циліндричних тілах з урахуванням залежності термомеханічних параметрів матеріалу від температури під дією електромагнітного поля. Пропонується розв'язання цієї моделі за допомогою методу по компонентного розщеплення із застосуванням апарату сплайн-функцій та чисельна реалізація сучасними інструментальними засобами комп'ютерного моделювання.

Список літературних джерел

1. Гачкевич О., Дробенко Б., Казарян К. Математичне моделювання термомеханічних процесів в осесиметричних електропровідних тілах за електромагнітних навантажень / О. Гачкевич, Б. Дробенко, К. Казарян // Машинознавство. – 2003. – № 4. – С. 3-7.
2. Дробенко Б.Д. Термонапряженное состояние ферромагнитного цилиндра при высокотемпературном индукционном нагреве / Б.Д. Дробенко // Теорет. и прикл. механика. – 2005. – Вып. 40. – С. 68-75.
3. Стебляно П. О. Застосування методу дробових кроків для визначення поля напруження та деформації при температурному навантаженні циліндричних тіл / П. О. Стебляно, Н. Н. Волосова, К. Е. Дьомічев // Математичні проблеми технічної механіки. – Дніпродзержинськ, 2012. – №2. – С. 78-85.
4. Стебляно П. О. Моделювання поля напруження та деформації при нестационарному температурному навантаженні циліндричних тіл / П. О. Стебляно, К. Е. Дьомічев // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск, 2014. – №76. – С. 262-270.

5. Pavel A. Steblyanko Application of Fractional Steps Method for Determining the Stress and Strain Field during the Temperature Load of Cylindrical Bodies. // Pavel A. Steblyanko, Konstantin E. Dyomichev // Eastern European Scientific Journal, Dusseldorf, 2015. – № 1. – p. 138-147.

О ЗАДАЧАХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Ус. С.А.¹, Станина О.Д.²

¹ ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепр, Украина

² ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

Одной из актуальных и активно исследуемых проблем в исследовании операций являются задачи оптимального размещения объектов в заданной области. Их изучению посвящено большое количество работ и в настоящее время сформулированы различные классы и типы задач размещения.

Впервые такие задачи были сформулированы еще в XVII веке. Их возникновение и первые попытки решения связывают с именем Пьера Ферма, который сформулировал, вероятно, первую задачу размещения, которая сейчас известна, как точка Ферма: для заданных трех точек найти такую четвертую, что если из неё провести три отрезка в данные точки, то сумма этих трех отрезков даст наименьшую величину. Эта задача была частично решена Э. Торричелли и Б. Кавальери в 1640 году. А уже в 1970 Т. Симпсон модифицировал ее и обобщил в направлении учета произвольных весов связей между объектами.

Дальнейшее развитие с точки зрения размещения объектов, данная задача получило в 1909 году благодаря М. Веберу, который использовал данную модель для определения оптимального размещения фабрик при известных местах размещения ресурсов и потребителей. Сейчас, такая задача известна как задача Вебера. Она представляет собой часть общей задачи географического размещения хозяйственной деятельности человека. Причем, фактором размещения («штандартным» фактором) Вебер называет экономическую выгоду, которая опрееляется в зависимости от места осуществления деятельности. Под выгодою, в совою очередь, он понимал сокращение издержек по производству и сбыту продукции, что на практике означало возможность изготовлять данный продукт в определенном месте с меньшими издержками, чем в любом другом.

Все задачи размещения можно разбить на два больших класса: задачи размещения взаимосвязанных объектов и задачи размещения-распределения (задачи размещения предприятий). К первому классу относятся задачи с заранее заданной структурой связей между объектами: задача Вебера, квадратичная задача о назначениях, т.п. В задачах из второго класса отсутствуют связи между размещаемыми объектами-"поставщиками" и производится распределение фиксированных объектов-"клиентов" между ними: задачи о р-медиане и р-центре, простейшая задача размещения и др.

Приведем примеры некоторых теоретических и практических задач, которые сводятся в математической постановке к задачам размещения: задачи календарного планирования, стандартизации, минимизации полиномов от

булевых переменных, двухуровневые задачи выбора номенклатуры изделий, задачи выбора оптимального набора строк пары матриц, оптимальных рядов изделий и комплекствующих узлов, многоэтапные задачи размещения и др.

В общем постановке под задачей размещения-распределения (ЗРР) понимаю следующее: необходимо определить число новых объектов и координат их размещения, а также распределить перевозки между новыми и существующими объектами, при этом предполагается, что новые объекты будут размещены таким образом, чтобы стоимость транспортировки от объектов в «потребителям» была минимальна.

Различают следующие виды задач ЗРР: одно-, многопродуктовые; с размещением одного и более центров (предприятий); одно-, многоисточниковыми.

К данному времени уже разработано большое количество методов и алгоритмов решения подобных задач, к ним можно отнести: алгоритм ветвей и границ, множителей Лагранжа, метод поиска с запретами, метод р-медианы, генетический алгоритм и многие другие [1,2]. Однако данные методы все же являются частично непрерывными, поскольку предполагают, что множество потребителей дискретно и, следовательно, возникают сложности с учетом спроса. Чтобы решить данные вопросы, большинство используемых сейчас алгоритмов построено на принципе агрегации спроса. Данный принцип, предполагает, упрощенные массива входных данных, часто за счет использования среднего арифметического, моды или медианы. В результате такого подхода возникают порой достаточно существенные погрешности, исследование которых представлены, например, в работе [3].

Последнее время все большее количество исследователей обращает свое внимание на ЗРР в условиях нечеткости. Особенностью данной группы задач, является учет того факта, что в большинстве случаев достаточно сложно, а порой и невозможно, получить достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Поэтому модели таких задач имеют в себе стохастические и нечеткие составляющие. В большинстве случаев, в качестве неопределенного фактора используют спрос потребителей.

Сейчас появилось немало работ, которые учитывают непрерывность спроса. Одним из перспективных направлений исследования задач размещения является теория оптимального разбиения множеств (ОРМ) [4]. В рамках которой могут быть на основе единого подхода рассмотрены бесконечномерные задачи размещения различных модификаций (линейные, нелинейные, стохастические, динамические в условиях неопределенности и др.).

Необходимо особо выделить тот факт, что в настоящее время практически нет исследований бесконечномерных многоэтапных задач размещения, ввиду их сложности. Однако существует целый ряд областей, где подобный вид задач имеет место быть [5]. В таких задачах исходное множество непрерывно по своей природе, а существующие дискретные модели предполагают множество упрощений, которые влияют на конечный результат. Кроме того модели бесконечномерных задач размещения могут применены и для решения дискретных задач, в которых количество клиентов очень велико и дискретные модели могут иметь большую размерность, что соответственно ведет к проблемам при реализации вычислительных методов. Таким образом, построение моделей

бесконечномерных многоэтапных задач размещения и разработка методов их решения является весьма актуальной задачей

Список литературных источников

1. Van Roy T., A dual-based procedure for dynamic facility/ Van Roy T., Erlenkotter D// Management Sci., 28, 10, 1982. — с. 1091–1105

2. Houck Ch. R., Comparison of Genetic Algorithms, Random Restart, and Two-Opt Switching for Solving Large Location-Allocation Problems/ Christopher R. Houck, Jeffrey A. Joines, and Michael G. Kay // Computers & Operations Research, 22, 6, 1996. — с. 587–596

3. Hagen-Zanker A., The 11th International Conference on GeoComputation / Hagen-Zanker A., Jin Y.// Reducing aggregation error in spatial interaction models by location sampling, 2011

4. Киселева Е.М., Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: Монография / Киселева Е.М., Шор Н.З. — К.: Наукова думка, 2005. — с. 564с.

5. Us S.A, On some mathematical models of facility location problems of mining and concentration industry / Us S.A, Stanina O.D, // Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining, Balkema 2015, pp 419-424

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ДИНАМИКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ПОГРЕШНОСТЬЮ ОСНОВНОГО ШАГА

Федін Д.О., Виноградов Б.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Возникновение внутренних динамических нагрузок на зубья связано с периодическим действием сил при входе зубьев в зацепление, а также ударов, вызванных кинематической погрешностью зубьев. Расчет динамических нагрузок на зубья является сложной задачей, которая до сих пор не решена полностью. Одним из основных направлений исследования является теоретический расчет действительных усилий, возникающих в зубчатой передаче.

За столетие истории данного вопроса опубликовано много работ, посвященных моделированию зубчатых передач с рассмотрением различных возмущающих факторов. Наиболее полный обзор и классификация моделей сделан авторами Ozgüven и Houser [1]. С точки зрения прочности зубчатых передач наибольший интерес представляет группа моделей с одной степенью свободы (SDOF), в которой все элементы привода, кроме зубчатых колес, приняты абсолютно жесткими, что справедливо для большинства задач [2]. Нелинейные в общем случае колебания зубчатых колес описываются уравнением Хилла — нелинейным обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка с переменными параметрами. Решение уравнения возможно получить только численными методами. Такой подход к решению задачи позволяет исследовать динамику зубчатых колес с учетом переменной жесткости и потери контакта между зубьями, однако, получение обобщенных зависимостей для выбора параметров зубчатых передач на стадии проектирования затруднительно.

Авторами рассмотрена SDOF-модель крутильных колебаний в зубчатой передаче (рис. 1, а).

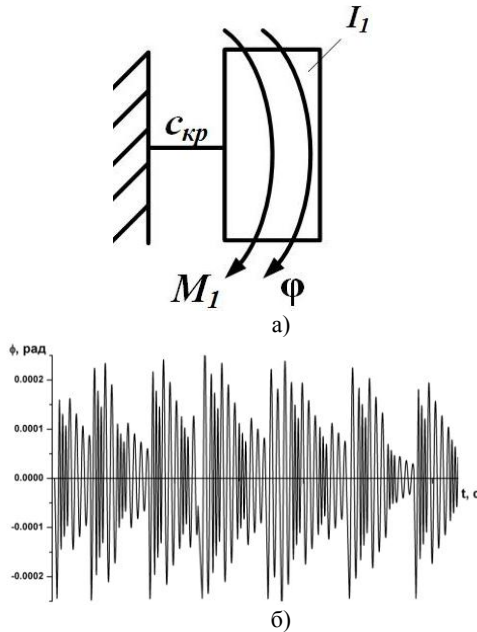


Рисунок 1 – Динамическая модель зубчатой передачи: а – расчетная схема, б – крутильные колебания шестерни

В общем случае, с учетом погрешностей зацепления и периодического изменения параметров зацепления, колебания шестерни будут нелинейными. Однако, если рассмотреть разные стадии зацепления зуба отдельно, согласовывая граничные условия, колебания можно описать линейным дифференциальным уравнением вида

$$\ddot{\varphi} + 2b\dot{\varphi} + k^2\varphi = 0, \quad (1)$$

где φ – крутильная деформация шестерни; b, k – переменные параметры, принимающие постоянное значение в пределах каждой фазы зацепления. Движение шестерни на данном этапе можно описать первым и вторым интегралом уравнения (1)

$$\varphi = e^{-bt} (C_1 \sin(kt) + C_2 \cos(kt)), \quad (2)$$

$$\dot{\varphi} = e^{-bt} (C_1 k \cos(kt) - C_2 k \sin(kt)) - be^{-bt} (C_2 \cos(kt) + C_1 \sin(kt)), \quad (3)$$

где C_1, C_2 – константы интегрирования, определяемые из начальных условий.

В период, когда зубья разъединяются, следует рассматривать абсолютное вращательное движение шестерни и венца как свободных тел под действием внешних моментов

$$\ddot{\varphi}_1 = M_{\text{дв}}, \quad \ddot{\varphi}_2 = -M_{\text{с}}, \quad (4)$$

откуда может быть найдено время, в течение которого зубчатые колеса движутся независимо t_y , и величина относительной скорости зубчатых колес $\dot{\varphi}_y$ в момент соударения. Величина ошибки зацепления в данный момент времени зависит от величины деформации передачи в конце предыдущего цикла зацепления $\varphi_{\text{к}}^{i-1}$ по условию

$$\delta = \begin{cases} \Delta - \varphi_{\text{к}}^{i-1} & \text{если } \varphi_{\text{к}}^{i-1} > 0 \cap \varphi_{\text{к}}^{i-1} < \Delta \\ 0 & \text{если } \varphi_{\text{к}}^{i-1} \geq \Delta \\ \Delta + \varphi_{\text{к}}^{i-1} & \text{если } \varphi_{\text{к}}^{i-1} < 0 \end{cases}. \quad (5)$$

При отсутствии ошибки шага в момент входа в зацепление последующей пары зубьев деформация передачи равна деформации в конце предыдущего цикла зацепления

$$\varphi_0^i = \varphi_{\text{к}}^{i-1}, \quad (6)$$

а скорость деформации равна скорости деформации передачи конце предыдущего цикла зацепления

$$\dot{\varphi}_0^i = \dot{\varphi}_{\text{к}}^{i-1}. \quad (7)$$

При возникновении ошибки шага начальные значения переменных принимают вид

$$\varphi_0^i = \varphi_{\text{к}}^{i-1}; \quad \dot{\varphi}_0^i = \dot{\varphi}_{\text{к}}^{i-1} + \dot{\varphi}_y \quad (8)$$

при отсутствии разрыва зацепления и

$$\varphi_0^i = -\frac{M_1}{c_{\text{кр}}}; \quad \dot{\varphi}_0^i = \dot{\varphi}_{\text{к}}^{i-1} + \dot{\varphi}_y \quad (9)$$

в случае разрыва зацепления.

В предложенной модели начальные условия для решения уравнений (4-5) зависят от решения, поэтому алгоритм решения задачи реализован методами нелинейного программирования. На рис. 1, б представлены результаты моделирования движения приводной шестерни открытой зубчатой передачи барабанной мельницы МШРГУ 4500x6000 при номинальном значении ошибки шага зацепления 90 мкм. Решение получено последовательным решением уравнений (1-4) с условиями (5-9). Анализ результатов позволяет определить рациональные динамические параметры проектируемых зубчатых передач и устойчивые режимы работы передачи.

Список литературных источников

1. Ozgüven H.N., Houser D.R. (1988), "Mathematical models used in gear dynamics – a review", Journal of sound and vibration, no 121(3), pp. 383–411.

2. Amabili M., Rivola A. (1997), “Dynamic analysis of spur gear pairs: steady-stateresponse and stability of the SDOF model with time-varying meshing damping”, Mechanical systems and signal processing, no 11(3), pp. 375–390.

ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ПІДХІД ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ТА СЕРЕДОВИЩ Холковський Ю.Р.

Національний авіаційний університет України, Київ

Складні багатопараметричні процеси, системи та середовища доволі складно описати аналітично у вигляді континуальної математичної моделі і, відповідно, моделювати. Йдеться, наприклад, про складні просторові криволінійні форми, як моделі технічних та архітектурно-будівельних об’єктів, певні виробничі та природні процеси і середовища. Вони характеризуються великою кількістю параметрів, і ці параметри, що найбільш суттєве, як правило, мають різноманітну структуру та різноякісні властивості, а також певну анізотропію у часі або у просторі. Відповідно, побудова неперервних аналітичних, тобто континуальних математичних моделей таких об’єктів, систем та середовищ є практично неможливою задачею. Задача вивчення, класифікації та дослідження таких систем, визначення їх параметрів та їх властивостей, а також прогнозування у часі й просторі стану багатопараметричних систем та середовищ є досить актуальною. Очевидно, що для розв’язання подібного роду задач необхідна розробка певних раціональних алгоритмів і методів і на їх основі подальше створення математичних моделей і, відповідно, моделювання багатопараметричних об’єктів, систем та середовищ.

Випадки розглядання питань геометричного моделювання багатопараметричних об’єктів, систем та середовищ, побудови їх математичних моделей в сучасній науковій літературі зустрічаються досить рідко. Особливо це стосується таких багатопараметричних систем та середовищ, як, наприклад, екологічні, геологічні, енергетичні, кліматичні, гідрологічні, геоморфологічні системи тощо, які відрізняються великою кількістю різноманітних і різноякісних параметрів, і для яких аналіз та прогнозування стану є вкрай важливими практичними задачами. Алгоритми та методи геометричного моделювання складних багатопараметричних систем та середовищ з побудовою їх математичних, а саме, дискретних моделей у літературних джерелах практично відсутні, звідки й виходять цілі дослідження.

При моделюванні складних багатопараметричних об’єктів систем та середовищ, що не піддаються аналітичному опису часто доцільно та раціонально використовувати саме дискретні математичні моделі, що являють собою певні множини у вигляді деяких чисельних масивів, і які, в свою чергу, можуть бути представлені у вигляді дискретних геометричних моделей (точкових або ж лінійних). Проведені дослідження показують, що подібні моделі як раз оптимально підходять для подальшої алгоритмізації, формалізації та проектування. Це пов’язано, у першу чергу, з подальшим розвитком та суттєвим

ускладненню таких об'єктів, процесів, систем та середовищ, із великим рівнем їх параметричності, а також різноманітності та різноякісності їх параметрів.

В роботі пропонується оригінальний і нетрадиційний підхід щодо моделювання багатопараметричних об'єктів, процесів та середовищ, що базується на використанні дискретно-інтерполяційного методу.

У якості інструментального середовища використовуються інтерполяційні поліноми Лагранжа. Їх вибір, на нашу думку, серед інших є оптимальним, тому що обумовлює необов'язкове рівномірне розташування вузлів інтерполяції, можливість представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції.

На основі запропонованого методу були побудовані різноманітні інтерполяційні схеми, що характеризуються певною кількістю вузлів інтерполяції і саме характером цих вузлів, що складає оригінальність та нетрадиційність методу. Під вузлами інтерполяції у запропонованому нами підході розуміються не точки, як у класичному математичному розумінні, а більш складні математичні об'єкти, а саме, лінії та поверхні, певні процеси, системи та середовища, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Такий підхід дозволяє отримати дискретно-інтерполяційні моделі складних багатопараметричних об'єктів, процесів, систем та середовищ у вигляді деяких одно- чи багатопараметричних множин. Під схемою інтерполяції розуміється схема розташування саме вищевказаних вузлів, тобто у вузол інтерполяції розміщується певний дискретний чисельний масив у вигляді матриці. Одно- чи багатопараметричні множини, як певна сукупність, навіть, різноякісних і різноструктурних параметрів, отримані таким чином, саме й є дискретними математичними моделями певних процесів, систем та середовищ.

У науковій та інженерній літературі взагалі відсутній такий підхід щодо моделювання складних багатопараметричних об'єктів, систем та середовищ, таких, як, наприклад, екологічні системи та середовища, екологічні ситуації, геологічні, енергетичні, кліматичні, гідрологічні, геоморфологічні процеси, явища чи середовища.

Зазначимо, що базисним елементом таких множин є певна дискретна функція або функціонал, які в загальному випадку можуть бути представлені, як дискретні чисельні масиви, розмірність яких може варіюватись, себто метод має велику варіативність.

Інтерполювання функцій, що можуть бути задані неявно чи параметрично, фактично зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції, наприклад, певних рівнянь чи дискретних масивів у вигляді матриць, та отримання деякого функціонала $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$ з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують форму та положення об'єктів, певні параметричні характеристики процесів, систем та середовищ. Сформуємо багатопараметричну неявно задану функцію

$\mathbf{F}(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m)$ у вигляді деякого функціонала $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, заданого вузловою дискретно-інтерполяційною матрицею $\mathbf{M}[\mathbf{i}, \mathbf{j}]$: $\mathbf{F}(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m) = \mathbf{M}[\mathbf{i}, \mathbf{j}]$, де

$\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m$ – різноструктурні та різноякісні параметри (наприклад, показники забруднення, рівень концентрації певних речовин, врахування природних особливостей середовищ тощо).

Це дає можливість отримати функціонал $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують стан, структуру, положення екологічних, геологічних, гідрологічних, геоморфологічних, енергетичних об'єктів, певні параметричні характеристики процесів та систем:

$$\Phi(\mathbf{p}_{i,j}) = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}$$

де \mathbf{u} – параметр інтерполяції, наприклад, певний вектор спрямованості; \mathbf{n} – кількість вузлів інтерполяції, а вираз $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, що являє собою узагальнену дискретно-інтерполяційну матрицю, і є дискретною геометричною моделлю певної системи чи середовища.

Отже, запропонований метод на основі дискретно-інтерполяційного підходу може бути досить ефективним при моделюванні об'єктів, процесів та середовищ, що характеризуються великою кількістю різноструктурних та різноякісних параметрів і властивостей. Наприклад, при моделюванні багатопараметричного середовища, яким є певна, наприклад, екологічна система, можуть бути розглянуті задачі якісної й кількісної оцінки впливу забруднення на навколишнє середовище з часом і у просторі, прогнозування стану подібних систем та середовищ, передбачення розвитку процесів у них.

Список літературних джерел

1. Холковський Ю. Р. Інтерполяція дискретних масивів у загальному випадку як спосіб моделювання багатопараметричних об'єктів та процесів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип.4 – Т51. – Стор. 156-160.
2. Холковський Ю.Р. Дискретно-интерполяционный подход при моделировании многопараметрических экологических систем // Сборник материалов 9-ой Международной конференции «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – Минск 2013. – С. 268-272.

ПРОГНОЗ АЭРОИОННОГО РЕЖИМА ПРИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ПОДАЧЕ ВОЗДУХА В РАБОЧУЮ ЗОНУ

Цыганкова С.Г.

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»,
Днепр, Украина

В настоящее время, как в Украине, так и за рубежом значительное внимание уделяется проблемам здорового микроклимата в рабочих и жилых помещениях. Одним из параметров микроклимата является аэроионный состав воздушной среды, поддержание которого на требуемом уровне в помещениях и рабочих зонах становится крайне важной задачей в области охраны труда и

экологической безопасности. В настоящее время для обеспечения комфортного пребывания персонала в рабочей зоне сделан подход к организации персональной подачи воздуха в рабочую зону, то есть небольшое количество чистого ионизированного воздуха мягко подается непосредственно в зону дыхания человека [1].

В работе для расчета аэроионного режима в рабочих зонах предложена 2D CFD модель, основанная на уравнениях аэродинамики, электростатики и массопереноса [2, 3]. Модель включает в себя три уравнения переноса, описывающие рассеивание отрицательных, положительных ионов и пыли в помещении и рабочей зоне. В уравнении массопереноса учитывается взаимодействие ионов различной полярности друг с другом и с частицами пыли. Моделирование аэродинамики воздушных потоков в помещении осуществляется на основе модели потенциального течения, для чего применено уравнение Лапласа для функции тока. Уравнение Пуассона для электрического потенциала применено для расчета дрейфа заряженных частиц под действием электрического поля.

Численное интегрирование уравнений массопереноса проводится с помощью неявной попеременно-треугольной разностной схемы. Для численного интегрирования уравнения Пуассона применяется метод Либмана. Для численного решения уравнения Лапласа применяется схема суммарной аппроксимации, при этом учитывалась аэродинамика взаимодействия вентиляционного потока воздуха со струей ионизированного воздуха

На базе предложенной CFD модели разработана компьютерно-информационная система анализа и прогноза аэроионного режима в помещениях и рабочих зонах, позволяющая учитывать основные физические факторы, влияющие на формирование концентрационного поля ионов. Данная компьютерно-информационная система позволяет рассчитывать концентрацию аэроионов в помещениях различного назначения и в рабочих зонах, а также при организации режима при персонализированной подаче ионизированного воздуха в рабочую зону. Приведены результаты вычислительных экспериментов, проведенных на базе разработанной компьютерно-информационной системы. Полученные данные позволяют прогнозировать аэроионный режим в помещениях различного назначения и в рабочих зонах еще на этапе проектирования, что крайне важно для обеспечения комфортных условий пребывания человека в производственных и жилых помещениях.

Список литературных источников

1. Толкунов І. О. Нормалізація умов праці в приміщеннях спеціального призначення методами штучної аероіонізації / І. О. Толкунов // Восточно-европейский журнал передовых технологий (ISSN 1729-74). Серия: Экология. – 2014. – Вып. №1/10(67). – С.21–25.

2. Беляев Н. Н. Математическое моделирование аэроионного режима в помещении при искусственной ионизации воздуха / Н. Н. Беляев, С. Г. Цыганкова // Сборник научных трудов: «Строительство, материаловедение, машиностроение». Серия: «Безопасность жизнедеятельности». – 2015. – Вып. 83. – С. 40–46.

3. Беляев Н. Н. Оценка аэроионного режима в рабочей зоне при искусственной ионизации воздуха в помещении / Н. Н. Беляев, С. Г. Цыганкова // Науковий вісник будівництва: збірник наукових праць. – Харків, 2015. – №3(81). – С. 158–161.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ІСНУЮЧИХ ТРЕНДІВ

Шатохіна Ю.В., Іванова І.М., Мазюк С.Ю.

Чернігівський Національний технологічний університет,
Чернігів, Україна

Вдосконаленню контролю за забруднюючими довікля процесами сприяють побудови контрольних карт Шухарта для проблемних компонентів, отримання математичних залежностей для побудови номограм, використання біоіндикаторів [1-3]. Одним із важливих процесів, що впливає на якість водойм є процес очищення стічних вод. При очищенні стічних вод біологічним методом в аеротенку традиційно використовують в якості контрольних показників кількість видів гідробіонтів, характерних для задовільної роботи активного мулу в аеротенку, і муловий індекс (об'єм, що займає 1,0 грам сухої речовини мулу). Визначення вказаних показників вимагає не тільки певного досвіду, а і достатньо тривале. Встановлення кореляції між цими показниками має науково-практичне значення щодо поліпшення управління процесом очищення стічних вод.

Метою даної роботи є дослідження залежності між кількістю видів гідробіонтів, характерних для задовільної роботи активного мулу в аеротенку, і муловим індексом. Дослідження проведено з використанням результатів вимірювання протягом шести місяців показників процесу очищення в аеротенку очисних споруд ДП «Чернігівводоканал». Представлені на Рис.1 дані виявляють, що існує певний тренд - збільшення мулового індексу в усіх випадках свідчило про зменшення кількості видів гідробіонтів, характерних для задовільної роботи мулу. Врахування виявленої залежності сприятиме підвищенню оперативності прийняття управлінських рішень, забезпеченню якості процесу очищення стічних вод.

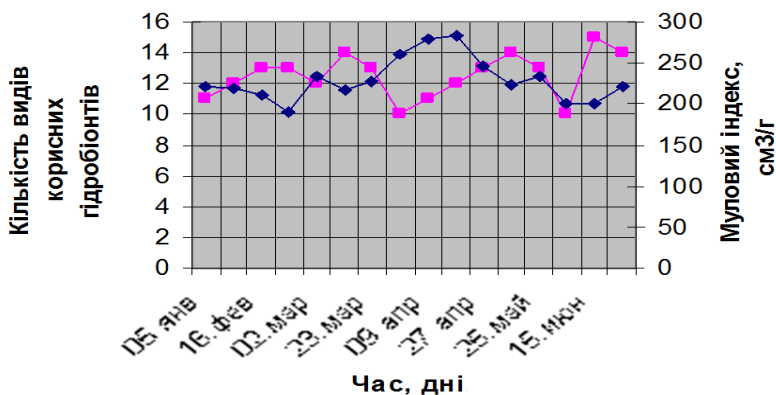


Рисунок 1- Динаміка зміни мулового індексу та кількості видів гідробіонтів, характерних для задовільної роботи мулу

Список літературних джерел

1. Шатохіна Ю.В. Забезпечення контролю якості стічних вод/ Ю.В.Шатохіна//Метрологія та прилади .- 2015.-№5(55).- С.67-70.

2. Шатохіна Ю.В. Використання показника ХСК стічних вод для прогнозування ефективності роботи станції біологічного очищення /Ю.В.Шатохіна, І.М.Іванова, Л.М.Клінцов//Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем :Матеріали І Всеукраїнської науково-технічної конференції 3-5 листопада 2015.- Дніпропетровськ, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет».- С.180-182.

3. Шатохіна Ю.В. Контроль точності визначення нітратів у стічній воді/Ю.В.Шатохіна, С.Ю.Мазюк, Н.С.Мазюк //Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти:Матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції 28-30 жовтня 2015 р. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут».- С.222-223.

РОЗПОДІЛЕНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ Швачич Г.Г.¹, Соболенко О.В.¹, Холод О.Г.²

¹ Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

² Дніпропетровський університет ім. А. Нобеля, Дніпро, Україна

Значне прискорення обчислень прикладних задач за рахунок кінцево-різницевих схем досягається за рахунок ефекту розпаралелювання. Проте на окрему увагу заслуговують числово-аналітичні алгоритми розв'язування прикладних задач. Більш високе прискорення обчислень порівняно з кінцево-різницевим підходом можна досягти використанням аналітичних розв'язків, які дозволяють проводити обчислення одночасно та паралельно за всіма часовими шарами та не використовують при цьому комбінованої пам'яті. Отже, найбільш перспективним підходом до математичного моделювання прикладних задач слід вважати той, що ґрунтується на числово-аналітичних розв'язках [1, 2].

Доповідь присвячено розробці числового розв'язку прикладних задач металургійної теплофізики на основі застосування багатопроцесорних систем [3, 4]. Окрема увага приділяється числово-аналітичним алгоритмам розв'язування поставлених задач. Більш високе прискорення обчислень порівняно з кінцево-різницевим підходом пояснюється за рахунок застосування аналітичних розв'язків, які дозволяють проводити обчислення одночасно та паралельно за всіма часовими шарами без використання комбінованої пам'яті. Для проведення обчислювальних експериментів на основі застосування багатопроцесорної обчислювальної системи запропоновано пакет прикладних програм, що реалізує розв'язок коефіцієнтних задач металургійної теплопровідності методом математичного моделювання.

Наведемо деякі аспекти обчислювального характеру при комп'ютерному моделюванні. При розв'язуванні нестационарних задач за допомогою неявних (або явних) методів розрахунки завжди ведуться за часовими шарами послідовно. Якщо вся інформація про сусідній шар поміщається в оперативну пам'ять, то особливих ускладнень не виникає. Але, якщо задача є настільки великою, що не відповідає викладеній раніше умові, то доводиться користуватися комбінованою пам'яттю. Час перенесення інформації з повільної пам'яті в оперативну є пропорційним числу точок у шарі. Час знаходження розв'язку задачі на черговому

шарі також є пропорційний числу точок у шарі. Але період виконання однієї операції значно менший від середнього значення часу пересилання одиниці інформації з повільної пам'яті в оперативну. Тому при подібному обчисленні велика частина часу буде відводитися на організацію пересилань, тобто витратиться непродуктивно. Отже, виникає таке питання: чи можна якимось чином підвищити ефективність використання комп'ютерної пам'яті при розв'язуванні зазначеного класу задач? А якщо є можливість, то як? Відповіді на запитання можна отримати при більш детальному вивченні графа алгоритму розв'язку поставленої задачі. По-перше, очевидно, що таку проблему можна вирішити за рахунок паралельного процесора. А по-друге, особливості розпаралелювання задачі повинні бути такими, щоб час відповідних обчислень і обробка даних в оперативній пам'яті були б більшими за час, який відводиться на пересилання даних. Нарешті, для того, щоб позбутися від використання комбінованої пам'яті при розв'язуванні прикладних задач, необхідно застосувати до такого рівняння або числово-аналітичний підхід.

Розглянемо особливості використання числово-аналітичного підходу. У кожному вузлі ($X = X_p$) сіткової області розв'язок заданого рівняння шукається в класі аналітичних функцій, які допускають його подання у вигляді ряду Тейлора, тобто

$$u_{p+\varepsilon_{x,1}}(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon_x^n u_{p,n+1}(t), \quad (1)$$

при цьому нормована змінна

$$\varepsilon_x = \frac{x - X_p}{X_{p+1} - X_p} \in [-1, 1]; \quad (2)$$

невідомі тейлорівські компоненти шуканої функції u визначаються таким чином:

$$u_{p,n+1}(t) = \frac{(x_{p+1} - x_p)^n}{n!} \frac{\partial^n u}{\partial x^n} \Big|_{x=x_p}. \quad (3)$$

Після підстановки ряду (3) у співвідношення (1), використовуючи метод невизначених коефіцієнтів, одержимо систему диференціальних наслідків у формі системи звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР). Розглядаючи отримане співвідношення як рекурентне за величиною n , можемо записати відповідні наслідки. Тоді загальний розв'язок рівняння набуває вигляду:

$$u_{p+\varepsilon_{x,1}}(x, t) = \left\{ u_{p,1}(t) + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_x^{2n}}{(2n)!} \left(\frac{Dx1^2}{a} \right)^n \frac{\partial^n u_{p,1}(t)}{\partial t^n} \right\} - \frac{\varepsilon_x}{\lambda} \cdot \left\{ u_{p,2}(t) + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_x^{2n}}{(2n+1)!} \left(\frac{Dx1^2}{a} \right)^n \frac{\partial^n u_{p,2}}{\partial t^n} \right\}. \quad (4)$$

Необхідно відзначити, що обчислювальна система може використовуватися і для збільшення обсягу доступної оперативної пам'яті. Так, із збільшенням в N разів числа процесорів, у стільки ж збільшується й обсяг

доступної оперативної пам'яті. Ця обставина стає вельми суттєвою під час розв'язку багатовимірних задач, коли виникають проблеми з пам'яттю обчислювального середовища (свопінг та ін.). Тому для більш повного аналізу ефективності розробленої багатопроесорної системи було проведено обчислювальні експерименти при моделюванні багатовимірних задач.

Застосування числово-аналітичних розв'язків дозволяє для кожного часового шару проводити обчислення одночасно в будь-який момент, а, отже, не вимагає організації пересилання інформації з повільної пам'яті в оперативну, тобто виключається міжпроцесорний обмін даними. Цим і пояснюється суттєве прискорення розв'язування тих задач, які моделювалися за допомогою числово-аналітичних методів.

Список літературних джерел

1. Иващенко В.П. Параллельные вычисления и прикладные задачи металлургической теплофизики / В.П. Иващенко, Г.Г. Швачич, А.А. Шмукин // Системні технології: регіональний зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 3(56). Т. 1. – С. 123 – 138.

2. Швачич Г.Г. Определение теплофизических свойств материалов на основе решений коэффициентных ОЗТ в экстремальной постановке / Г.Г. Швачич, А.А. Шмукин // Теория и практика металлургии. – № 1, 2. – 2005. – С. 104 – 108.

3. Башков Є.О. Високопродуктивна багатопроесорна система на базі персонального обчислювального кластера / Є.О. Башков, В.П. Иващенко, Г.Г. Швачич // Проблеми моделювання та автоматизації проектування. – Вип. 9 (179). – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С.312 – 324.

4. Информационные системы и технологии: монография / В.П. Иващенко, Е.А. Башков, Г.Г. Швачич [и др.]. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. – 302 с.

СЕКЦІЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

- **оптимальне проектування конструкцій**
- **оптимізація технологічних процесів**
- **перспективні методи оптимізації**

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТУ МУТАЦІЇ НА РОБОТУ АЛГОРИТМУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ Бабенко Ю.В.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Невпинний розвиток сучасної науки та техніки ставить перед людством безліч нових та складних практичних задач. Для їх вирішення потрібно не тільки розвивати та узагальнювати вже добре відомі методи, але й створювати нові більш спеціалізовані. Дана робота присвячена дослідженню одного з найбільш поширених методів оптимізації – алгоритму диференціальної еволюції. Алгоритм диференціальної еволюції широко застосовується для розв'язку практичних задач, пов'язаних з пошуком оптимальних рішень. Це пов'язано з його універсальністю, можливістю застосування до розв'язку задач багатокритеріальної та дискретної оптимізації, різноманітних комбінаторних задач.

В роботі проводилося дослідження впливу коефіцієнту мутації на пошук оптимальних значень багатоекстремальних функцій. Для кожної багатоекстремальної функції було проведено по 20 експериментів при однакових значеннях параметрів: кількість особин рою, кількість ітерацій, розмірність. Кількість особин рою становила відповідно 10, 50 та 100; кількість ітерацій – 50, 100 та 200. В результаті проведених експериментів отримано, що:

- алгоритм диференціальної еволюції дозволяє вирішувати задачу оптимізації багатоекстремальних функцій різної складності;
- збільшення чисельності популяції дозволяє знайти більш близьке до глобального оптимуму значення функції, що узгоджується з загальними міркуваннями;
- збільшення коефіцієнту мутації (більше 0,5) призводить до отримання гіршого значного оптимуму при знаходженні глобального оптимуму багатоекстремальної функції.

Дана програма була створена в середовищі Matlab за допомогою його вбудованого додатку GUIDE. Програма передбачає наступні опції для користувача:

1. вибір функції, яку необхідно оптимізувати алгоритмом диференціальної еволюції;
2. зазначення параметрів алгоритму: кількість особин рою, кількість ітерацій, коефіцієнт мутації;
3. перегляд графіка функції та її математичного запису;
4. збереження результатів роботи у файл;
5. вивід повідомлень, якщо були допущені помилки при вводі даних або яесь поле залишилося пустим;
6. перегляд інструкцій по користуванню та інформації про програму.

Отримані в роботі результати свідчать про необхідність подальшого дослідження алгоритму диференціальної еволюції у комбінації з використанням різних модифікацій для оптимізації більш складних багатоекстремальних функцій.

Зазначимо, що розроблена програмна реалізація алгоритму диференціальної еволюції може у майбутньому використовуватися для знаходження оптимального значення більш складних багатоекстремальних

функцій та в інших задачах, які потребують для свого рішення знаходження оптимального значення багатоекстремальних функцій

Список літературних джерел

1. Price Kenneth A. Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization / Price Kenneth, Storn, Rainer M., Lampinen, Jouni. – Springer; 2005. – 539 p.
2. Molga Marcin Test functions for optimization needs / Marcin Molga, Czesław Smutnicki. — 2005. — 60 p.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ РІЗАННІ МЕТАЛІВ

Бабич А.В., Кіжасв С.О., Чуприна О.Л.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Теплота, що утворюється в результаті роботи різання є одним з головних факторів, які визначають цей процес. Тому вимірювання температури та моделювання теплових процесів, які розвиваються на поверхні контакту різального інструменту зі стружкою і оброблюваним матеріалом представляє значний теоретичний інтерес і має велике практичне значення [1].

Оскільки теплові явища при механічній обробці матеріалів є складним фізичним процесом, для їх вивчення використовують різноманітні методи, як експериментальні дослідження так і математичне моделювання [2].

Існує велика кількість методів вимірювання температури в зоні різання, але всі вони мають як позитивні сторони, так і недоліки. Існуючі методи визначення температури різання можна розділити на три групи: аналітичні, непрямі та безпосередні [3].

Аналітичні методи ґрунтуються на використанні закону теплопровідності і дозволяють ефективно вирішувати порівняно вузьке коло задач теорії теплопровідності оскільки досить складно математично описати процес без великої кількості допущень і спрощень. Тому в більшості випадків вони дають наближені результати, через надзвичайну складність процесу теплообміну при різанні металів. Їх доцільно використовувати як в якості основних джерел одержання інформації так і в якості засобів контролю експериментальних досліджень.

В більш складних випадках при розгляді нелінійних задач необхідно звертатися до чисельних методів рішення (метод скінчених та метод граничних елементів). Їх використання в ряді випадків дозволяє відмовитися від спрощеної трактовки математичної моделі процесу [4].

Експериментальне визначення температури пов'язане з труднощами практичного характеру, тому що майже неможливо підвести датчики вимірювальної апаратури в зону різання. Вірогідно, саме цим пояснюється розбіжність даних отриманих різними дослідниками, а також те, що ні один із методів вимірювання температури різання не є загально визнаним.

До непрямих відносяться такі методи вимірювання температури різання як: метод використання легкоплавких матеріалів; метод термофарб; метод залишкового впливу температури на структуру матеріалу інструмента, калориметричний та ін. Дані методи проведення досліджень все більше втрачають актуальність в зв'язку з розвитком методів безпосереднього вимірювання температури.

Використання методів прямого вимірювання температури при різанні металів також пов'язане з труднощами, а в деяких випадках є неможливим. Але очевидно, що ці методи можуть давати більш достовірні результати, тому що забезпечують вимірювання в контактній зоні, де розвивається максимальна температура.

Методи безпосереднього вимірювання температури різання розділяють на контактні і безконтактні. Контактні методи вимірювання реалізують за допомогою термопари (штучної, напівштучної, природної), яку можуть утворювати два різнорідних провідники. Термопара стабільно відтворює залежність термоелектрорушійної сили від температури і дає змогу вимірювати температуру у широкому діапазоні від 180 °С до 1300 °С.

При обробці металів різанням широко застосовується природна термопара, термоелектродами якої служать контактуючі тіла – оброблюваний матеріал та матеріал інструмента, а їх контактний зв'язок використовується в якості одного зі спайів ланцюга термопари. Ділянки з'єднання таких термопар виникають у процесі різання природним шляхом, без стороннього втручання. Вони є зонами контакту поверхонь інструмента зі стружкою та заготовкою[5].

Сутність методу штучної термопари полягає в вимірюванні температурного поля різального інструменту або оброблюваної заготовки за допомогою двох спаяних ізольованих термоелектродів з різнорідних матеріалів, які розміщують у технологічних отворах тіла різального інструменту або заготовки на незначній відстані від зони різання.

За результатами вимірювання, штучними термопарами можна оцінювати температуру контакту різець-стружка в процесі різання. Причому тепловий стан поверхні контакту можна визначити, як при переривчастому різанні, так і при роботі зношеними інструментами.

Метод вимірювання температури різання за допомогою напівштучної термопари полягає в тому, що вимірюють різницю потенціалів між двома провідниками, одним з яких є інструментальний матеріал або матеріал заготовки.

За допомогою штучних та напівштучних термопар можна виміряти місцеву температуру у різці, виробі, деталях металорізального верстата, а також побудувати температурне поле, як всередині цих елементів так і на їх поверхні.

Контактні методи також мають свої недоліки. Тому в найбільш відповідальних випадках доцільно співставляти дані отримані від різних методів вимірювання.

Поряд з контактними методами використовують і безконтактні способи вимірювання температури. Їх використання мотивується тим, що не завжди є

можливість скористатись контактними методами вимірювання температури. Наприклад, при визначенні температури в важкодоступних, віддалених та рухомих об'єктах. Крім того, при температурі тіла, що перевищує 2000°C, чутливі елементи контактних засобів вимірювання не мають необхідної термостійкості [2].

До безконтактних методів вимірювання температури різання відносяться мікроструктурний і терморадіаційний.

Сутність мікроструктурного метода полягає в тому, що готують мікрошліфи заготовки, стружки та інструменту й порівнюють та аналізують зміни фазового й структурного їх складу обумовлених нагрівом.

Терморадіаційний спосіб заснований на тому, що вимірюється інфрачервоне випромінювання нагрітого тіла за допомогою пірометрів або тепловізорів. В останньому випадку можна одразу отримати повну інформацію про розподілення температурного поля.

Не дивлячись на те, що сучасні безконтактні методи є досить прогресивними їх широке використання обмежене технічними труднощами, які не дають їм на рівних конкурувати з контактними методами – штучними і природними термопарами.

Таким чином, незважаючи на те, що існує досить багато різноманітних методів визначення температури різання, вони не є самодостатніми і потребують подальшого вдосконалення. Але щоб впливати на процес різання потрібно отримувати інформацію не лише про температуру різання та кількість теплоти, але і враховувати її розподіл та концентрацію в певних ділянках виробу, різця та стружки.

Застосування спеціальних комп'ютерних програм і відповідного математичного апарату значно розширюють можливості визначення температур різання. Розробка комплексних методів з використанням комп'ютерного моделювання дозволяє значно розширити можливості існуючих методів та одержувати більш достовірні результати.

Список літературних джерел

1. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах / А.Н. Резников, Л.А. Резников // М.: Машиностроение, 1990 – 288 с.
2. Якимов О.В. Теплофізика механічної обробки: Підручник/ О.В. Якимов, А.В. Усов, Л.Т. Іоргачов // Одеса: Астропринт, 2000. – 256 с.
3. Даниелян А.М. Теплота и износ инструментов в процессе резание металлов / А.М. Даниелян. – М.: изд-во Машгиз, 1954 – 276 с.
4. Антонюк В.С. Теплові явища при обробці матеріалів різанням: навч. Посіб. / В.С. Антонюк, С.Ан. Клименко, С.А. Клименко. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 156 с.
5. Мазур М.П. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, В.Л. Доброскок та ін.; під заг. ред. М.П. Мазур. – Львів: Новий світ, 2010. – 422 с.

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ РІЗАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATHCAD ТА ПРОГРАМИ SOLIDWORKS

Бабич А.В., Кіжаєв С.О

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Обробка різанням є основою машинобудування, а з усіх її видів токарна є найпростішою з точки зору моделювання і вважається основою для аналізу інших видів обробки. Це пояснюється тим, що при точінні в явному вигляді моделюється ріжучий клин, який є єдиною основою будь-якого процесу різання [1].

Враховуючи те, що теплота розподіляється нерівномірно на різних ділянках виробу, інструменту та стружки, важливо контролювати їх ступінь нагрітості. Раціональна експлуатація різального інструменту базується на знанні законів розподілення теплоти в процесі різання, які визначають як стійкість інструмента так і якість обробленої поверхні.

Традиційно при визначенні режиму різання в першу чергу розв'язують механічну задачу емпіричними методами. З всередині ХХ сторіччя при інтенсифікації різання виникла необхідність враховувати теплові процеси. З розвитком високошвидкісних режимів обробки на початку ХХІ сторіччя зросла потреба вдосконалення методик теплового розрахунку ріжучого інструменту [2].

Відомо що, традиційні інженерні методики дають наближений результат як в кількісному, так і в якісному розумінні. Сучасніші методики, наприклад, на основі методу кінцевих елементів (МКЕ) більш досконалі. Вони дають можливість за відомими тепловими навантаженнями визначити розподіл температур в тілі інструменту, але не розв'язують всієї задачі.

Доцільною і очевидною є пропозиція об'єднати елементи обох методик, використавши кращі сторони кожної з них. Наприклад, для визначення теплових навантажень на різальну частину різця використати традиційні методики в пакеті Mathcad [3].

В даній роботі приведені результати комплексного дослідження та моделювання теплових процесів при токарній обробці заготовки зі сталі 40ХН різцем з пластинкою твердого сплаву Т15К6. В розрахунках враховані параметри режиму різання та геометричні параметри різального інструменту. Розрахунок температурного поля виконаний в модулі Simulation пакета SolidWorks в такій послідовності:

На різець накладаємо «тепловий потік» (рис. 1)

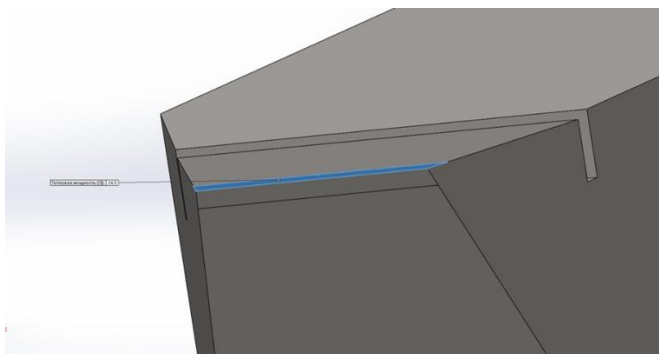


Рисунок 1 – Тепловий потік

Аналогічно додаємо конвекцію (рис. 2)

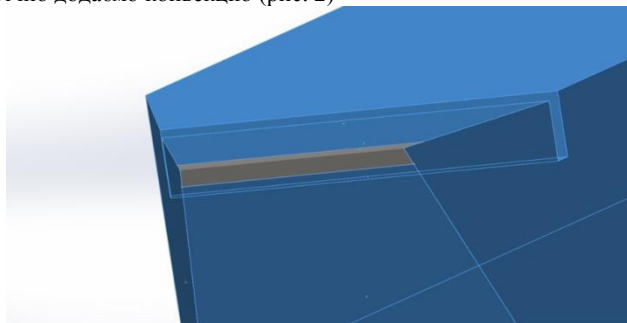


Рисунок 2 – Конвекція

Наступний етап – розбиваємо тіло на сітку кінцевих елементів (рис. 3)

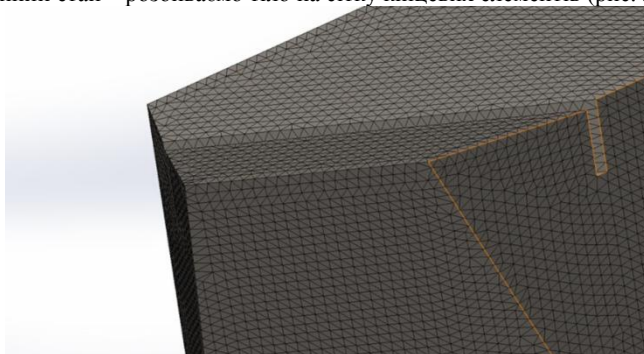


Рисунок 3 – Сітка кінцевих елементів

В результаті отриманих розрахунків будемо епору розподілу температури в тілі інструменту (рис. 4).

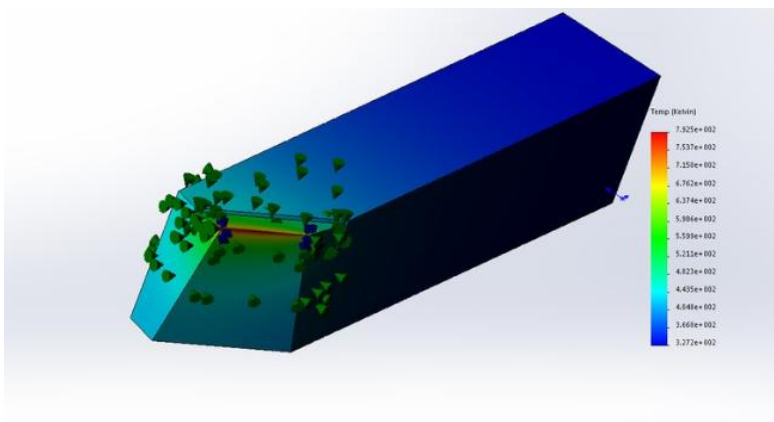


Рисунок 4 - Епюра розподілу температур

Порівняння результатів розрахунків за традиційною та комплексною методиками показало, що за традиційною методикою максимальна температура в тілі різця (в області ріжучої кромки) становить 840°C а за результатами розрахунків в Simulation 793°C, що майже на 6% менше. Комплексна методика дозволяє отримати уточнені значення температури в зоні різання. Отримане в результаті уточнення розподілу температур дає можливість економії значних коштів за рахунок коригування режимів різання та конструкції ріжучого інструменту.

Список літературних джерел

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М.: Машиностроение, 1975. – 343 с.
2. Неумоина Н.Г., Белов А.В. Тепловые процессы в технологической системе резания: Учеб. Пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. – 84 с.
3. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

АЛГОРИТМИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ САУ

Василенко О.В.¹, Петренко Я.І.²

¹ Запорізький національний технічний університет,
Запоріжжя, Україна

² ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Перетворювач-комплекс»,
Запоріжжя, Україна

На даний момент існує безліч методів або алгоритмів оптимізації (переважно пошуку екстремуму цільової функції (objective function)) [1-3], а також допоміжних технік, для підвищення ефективності оптимізації, що реалізовані на різних мовах програмування [4, 5]. Техніки оптимізації можна класифікувати за різними категоріями, наприклад, як це представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Техніки оптимізації

| Класифікація | Клас методів | Примітка (підкласи та приклади) |
|--|------------------------------|--|
| За наявністю обмежень на вектор варійованих параметрів | Безумовні | Без обмежень на вектор параметрів |
| | Умовні | З обмеженнями типу нерівностей |
| | | З обмеженнями типу рівностей |
| За розмірністю вектору параметрів | Одновимірні | Варіюється один параметр (методи Фібоначчі, дихотомії, золотого перетину та інші) |
| | Багатопараметричні | Варіюється більше одного параметра (метод Нелдера-Міда та інші) |
| За характером шуканого рішення | Локальні | Метод Хука-Дживса, Пауелла та ін. |
| | Глобальні | Методи відсікаючої площини, імітації відпалу, гілок і меж |
| За характером цільової функції (ЦФ) | Стохастичні | ЦФ має випадкові параметри |
| | Детерміновані | ЦФ апріорно детермінована |
| За способом досягнення результату | Алгоритмічні | Симплекс-метод та інші |
| | Ітеративні | Метод Ньютона, внутрішніх точок |
| | Евристичні | Еволюційні алгоритми |
| За кількістю попередніх врахованих кроків | Однокрокові | Враховується один попередній крок |
| | Багатокрокові | Враховується декілька попередніх кроків |
| За порядком похідних у апроксимуючому виразі | Нульового порядку (прямі) | Пауелла, золотого перетину, Хука-Дживса, Нелдера-Міда |
| | Першого порядку (градієнтні) | Градінтного спуску, BFGS-метод, Левенберга-Марквардта-1, методи DFP та SR1, спряжених градієнтів |
| | Другого порядку | З використанням гессіана ЦФ: метод Ньютона, Ньютона-Рафсона |

Параметрична оптимізація САУ може використовуватися для автоматичного підбору коефіцієнтів регуляторів, якщо немає можливості або необхідності використовувати методики синтезу регуляторів: метод масштабування [1], релейної настройки [2]; методи Зіглера-Нікольса [2], Коена-Куна [2, 3], Чіна-Хронеса-Ресвіка (CHR-метод) [2, 3]; графо-аналітичний метод Ротача, метод резонансної частоти Широкого, метод домінуючих коренів Соколова, Рейніша, Опельта, метод «ВТИ» («Всесоюзный технологический

институт»), Кеслера (Betrag optimum), Латцеля (Betrag adaptation), Пройса (Betrag optimum за відсутності моделі об'єкта) [2, 3] тощо.

В практичних задачах оптимізації моделей САУ, якщо передбачається, що цільова функція (ЦФ) є гладкою і кількість варійованих параметрів (n) достатньо мала (тобто є можливість зберегти симетричну матрицю $n \times n$), можуть використовуватися наступні класи методів (рекомендується обирати метод оптимізації з початку списку):

- методи Ньютона з використанням других похідних;
- методи Ньютона без використання гессіана;
- квазі-Ньютонівські методи з використанням перших похідних;
- квазі-Ньютонівські методи без використання градієнта (якобіана);
- методи спряжених градієнтів з використанням перших похідних;
- методи спряжених градієнтів без використання перших похідних;
- симплекс-методи (Нелдера-Міда) з використанням тільки значень функції.

Ця ієрархія алгоритмів корисна не тільки при виборі початкового методу рішення, але і вказує на можливі альтернативи, якщо виникають труднощі з першим вибором. В задачах оптимізації параметрів моделі САУ (в тому числі для автоматичної настройки коефіцієнтів регуляторів) рекомендується використовувати прямі методи для одновимірної оптимізації (з одним варіюємим параметром) і DFP- та BFGS-методи для багатопараметричної оптимізації.

Переваги та недоліки основних методів оптимізації САУ зведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика методів оптимізації

| Метод | Переваги | Недоліки |
|-----------------------|--|--|
| Хука-Дживса | Не потребують вираження ЦФ в аналітичному виді. Прості обчислювальні процедури та реалізація | Не завжди можуть просуватися до мінімуму. Більші витрати часу ніж у градієнтних |
| Нелдера-Міда | | |
| Резенброка | | |
| Градієнтний | Краща збіжність ніж у попередніх | Втрата точності при обчисленні похідних |
| Полака-Райбера | Ефективні при застосуванні до ярових ЦФ | Чутливий до помилок, що виникають у процесі обчислень |
| DFP, BFGS | Найбільша швидкість збіжності при мінімізації ярових ЦФ | Збіжність залежить від початкового наближення. Накопичення похибки при прямому обчисленні похідних |
| Левендерга-Марквардта | | |
| Ньютона | | |
| ЛП-пошук | Добра збіжність і вища точність, ніж у інших евристичних методів | У деяких випадках потребують уточнення результату |
| Холтона | | |

Список літературних джерел

1. Бажанов В. Л. Метод масштабирования – эффективный инструмент для практической настройки регуляторов в замкнутых САУ // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. – № 6.

2. Astrom K.J. PID Controllers: Theory, Design, and Tuning / K.J. Astrom, T. Hagglund. — NC: ISA, 1995. — 408 p.

3. Нестеров А.В., Нестеров С.В. Теория автоматического управления: Учеб. пособие/ Кубан. гос.технол.ун-т. — Краснодар: Изд. ГОУВПО "КубГТУ", 2006. — 191 с.

4. Floudas, C. A., Pardalos, P. M., (Eds.) Encyclopedia of Optimization, (2nd ed. 2009); Springer-Verlag New York, LLC, 2009. — 4626 p.: 613 illus.

5. Optimization algorithms and methods [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Optimization_algorithms_and_methods

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ ЯК БЕЗУМОВНОЇ ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ

Ємець О.О.¹, Барболіна Т.М.²

¹ Полтавський університет економіки і торгівлі, Полтава, Україна

² Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка,
Полтава, Україна

Актуальним напрямком досліджень у галузі оптимізації є вивчення задач з обмеженнями комбінаторного характеру, вивчення яких здійснюється, зокрема, в рамках евклідової комбінаторної оптимізації. Важливий клас задач останньої становлять оптимізаційні задачі за загальною множиною перестановок. У доповіді розглядається розв'язування задачі розподілу ресурсів, математичною моделлю якої є евклідова задача комбінаторної оптимізації дробово-лінійної функції на множині переставлень.

На складі фірми знаходяться партії однорідного товару обсягом g_1, \dots, g_k одиниць. Фірма має k філій, які реалізують зазначений товар. Відомі очікуваний прибуток c_j від реалізації одиниці товару j -ою філією та витрати d_j на доставку одиниці товару до j -ої філії. Необхідно розподілити товар між філіями з метою максимізації рентабельності таким чином, щоб кожна філія одержала одну партію товару.

Побудуємо математичну модель задачі (термінологію стосовно евклідових задач комбінаторної оптимізації вживатимемо переважно з [1]). Нехай $G = \{g_1, \dots, g_k\}$ — мультимножина обсягів партій товарів. Оскільки кожна філія повинна одержати одну партію товару, то довільний допустимий розв'язок задачі є перестановкою елементів мультимножини G . Нехай x_j — обсяг партії товару, що доставляється j -ій філії. Тоді математична модель набуває вигляду: знайти пару $\langle \Phi(x^*), x^* \rangle$ таку, що

$$\Phi(x^*) = \max_{x \in E_k(G)} \frac{\sum_{j=1}^k c_j x_j}{\sum_{j=1}^k d_j x_j}, \quad x^* = \arg \max_{x \in E_k(G)} \frac{\sum_{j=1}^k c_j x_j}{\sum_{j=1}^k d_j x_j}, \quad (1)$$

де $x = (x_1, \dots, x_k)$, $E_k(G)$ — загальна множина перестановок з елементів мультимножини G . Не порушуючи загальності, вважатимемо також, що $d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_k$.

Нехай функція $\varphi(x, h) = \sum_{j=1}^k \bar{c}_j x_j$, де $\bar{c}_j(h) = c_j - h d_j$. Разом із задачею (1) розглянемо задачу максимізації на множині $E_k(G)$ функції $\varphi(x, h)$ при певному значенні h : знайти $\langle \varphi(x^*, h), x^* \rangle$ таку, що

$$\varphi(x^*, h) = \max_{x \in E_k(G)} \sum_{j=1}^k x_j \bar{c}_j(h), \quad x^* = \arg \max_{x \in E_k(G)} \sum_{j=1}^k x_j \bar{c}_j(h). \quad (2)$$

Авторами показано, що пара $\langle \Phi^*, x^* \rangle$ є розв'язком задачі (1) тоді і лише тоді, коли точка x^* є максималлю в задачі (2) при $h = \Phi^*$.

Якщо елементи мультимножини G упорядковані за неспаданням $g_1 \leq \dots \leq g_k$, а коефіцієнти функції $\varphi(x, h)$ при певному h задовольняють умову

$$\bar{c}_{q_1}(h) \geq \bar{c}_{q_2}(h) \geq \dots \geq \bar{c}_{q_k}(h), \quad (3)$$

то, як випливає з [1], одна з максималей функції $\varphi(x, h)$ на множині $E_k(G)$ задовольняє умови

$$x_{q_j}^* = g_{k-j+1} \quad \forall j \in J_k^1 \quad (4)$$

(тут і далі $J_s^r = \{r, r+1, \dots, s\}$). Проте при іншому значенні h упорядкування коефіцієнтів може змінитися, точка (4) не буде максималлю в задачі (2). Для всіх $i \in J_{k-1}$, $j \in J_k^{i+1}$ визначимо величини

$$\alpha(i, j) = \begin{cases} \frac{c_i - c_j}{d_i - d_j}, & \text{якщо } d_i \neq d_j; \\ M, & \text{якщо } d_i = d_j, c_i \geq c_j; \\ -M, & \text{якщо } d_i = d_j, c_i < c_j, \end{cases} \quad (5)$$

де M — достатньо велике додатне число. З рівносильності нерівностей $\bar{c}_i(h) \geq \bar{c}_j(h)$ і $c_i - c_j \geq h(d_i - d_j)$ випливає, що при $|h| < M$ нерівність $\bar{c}_i(h) \geq \bar{c}_j(h)$ виконується тоді і лише тоді, коли $h \leq \alpha(i, j)$. Упорядкуємо величини (5) за неспаданням:

$\alpha(i_1, j_1) = \dots = \alpha(i_{r-1}, j_{r-1}) = -M < \alpha(i_r, j_r) \leq \dots \leq \alpha(i_s, j_s) < M = \alpha(i_{s+1}, j_{s+1}) = \dots = \alpha(i_m, j_m)$,
де $m = \frac{k(k-1)}{2}$. Позначимо $I(t) = \{h \mid \alpha(i_t, j_t) < h \leq \alpha(i_{t+1}, j_{t+1})\}$ для

всіх $t \in J_{s-1}^r$. Нехай також $I(r-1) = \{h \mid h \leq \alpha(i_r, j_r)\}$,
 $I(s) = \{h \mid h > \alpha(i_s, j_s)\}$. Тоді $\forall h \in I(t)$, де $t \in J_s^{r-1}$, коефіцієнти функції $\varphi(x, h)$ задовольняють умови

$$\bar{c}_{i_t}(h) < \bar{c}_{j_t}(h) \quad \forall \tau \in J_t^1, \quad \bar{c}_{i_t}(h) \geq \bar{c}_{j_t}(h) \quad \forall \tau \in J_m^{t+1}. \quad (6)$$

З умови (6) випливає, що існує такий набір індексів, що для всіх $h \in I(t)$ виконується умова (3). У цьому випадку максималь у задачі (2) може бути визначена згідно з (4). Нехай точка x^* задовольняє умову (2), де $h \in I(t)$. Якщо також $h^* = \Phi(x)^* \in I(t)$, то x^* — також максималь функції $\varphi(x, h^*)$ на множині $E_k(G)$. А тоді $\langle h^*, x^* \rangle$ є розв'язком задачі (1).

Якщо $h^* \notin I(t)$, перейдемо до розгляду наступного значення t . При цьому якщо $\alpha(i_{t+f-1}, j_{t+f-1}) = \alpha(i_{t+1}, j_{t+1})$, то $I(t+f) = \emptyset$. Тому покладемо t рівним $t+f$, де f — найбільше число, для якого $\alpha(i_{t+f}, j_{t+f}) = \alpha(i_{t+1}, j_{t+1})$. Оскільки $\bigcup_{t \in J_s^{r-1}} I(t) = R^1$, то для деякого

значення t буде знайдено точку x , що задовольняє (2) і для якої $\Phi(x) \in I(t)$. Ця точка є максималлю в задачі (1).

Ефективність алгоритму може бути покращена на основі того факту, що деяких пар індексів відповідні коефіцієнти функцій $\varphi(x, h)$ і $\varphi(x, h')$, де $h \in I(t)$, $h' \in I(t + f)$ упорядковані однаково.

Авторами доведено, що алгоритм, який ґрунтується на викладених вище міркуваннях, є поліноміальним. Отримані результати можуть бути використані у розв'язуванні інших класів евклідових задач комбінаторної оптимізації.

Список літературних джерел

1. Стоян Ю.Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю.Г.Стоян, О.О.Ємець. – К. : Інститут системних досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/487>.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОРРОДИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Денисюк О.Р., Борзов С.А.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

При решении задач оптимального проектирования конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред, важнейшим критерием выбора численного алгоритма является его эффективность (возможность получения решения с минимальными вычислительными затратами). Значимость этого критерия связана с затратами при вычислении функций ограничений (ФО). Второй актуальной проблемой является погрешность получаемого решения.

Постановка задачи оптимального проектирования корродирующих шарнирно-стержневых конструкций может быть сформулирована следующим образом. Требуется определить параметры сечений элементов таким образом, чтобы объем конструкции был минимальным, и в течение заданного срока эксплуатации она сохраняла несущую способность, то есть удовлетворяла ограничениям по прочности и устойчивости.

$$F(\bar{x}) = \sum_{i=1}^N L_i A_i(\bar{x}) \rightarrow \min; \quad \bar{x} \in X_D \quad (1)$$

$$X_D : \{ \bar{x} \in E^n \mid g(\bar{x}) = \sigma_i^* (\bar{x}, t^*) - \sigma_i(\bar{x}, t^*) \geq 0; i \in \overline{1, N} \} \quad (2)$$

Здесь L_i, A_i – длина и площадь сечения i -го элемента; N – количество элементов конструкции; \bar{x} – вектор варьируемых параметров; σ_i и σ_i^* текущее предельное напряжения в i -м элементе; t^* – заданное время эксплуатации конструкции.

Ранее в качестве варьируемых параметров рассматривались размеры сечений стержней, при этом форма сечения полагалась известной. В настоящей работе предлагается рассматривать ШСК, элементы которых изготовлены из стандартных прокатных профилей: двутавра, швеллера, уголка. В этом случае размеры сечения, во-первых, могут изменяться только дискретно, во-вторых, не

могут изменяться независимо. Поэтому вектор варьируемых параметров будет представлять собой совокупность индексов, определяющих тип и типоразмер сечения. Пространство поиска решения оптимизационной задачи, таким образом, является дискретным и неметрическим.

Поведение конструкции в агрессивной среде моделируется путём численного решения задачи Коши для системы дифференциальных уравнений вида

$$\frac{d\delta_i}{dt} = v_0 [1 + \sigma_i(\bar{\delta})]; \delta_i|_{t=0} = 0; i = \overline{1, N}, \quad (3)$$

где δ_i и σ_i – глубина коррозионного поражения и напряжение в i -м элементе.

Параметры численного решения СДУ как правило остаются постоянными в процессе решения задачи. В то же время геометрические характеристики сечений стержней изменяются в пределах, заданных границами изменения варьируемых параметров. Погрешность получаемого результата в этом случае не поддаётся прогнозу. Необходимо определять параметры численного решения СДУ на основании информации о параметрах конструкции (варьируемых и постоянных), параметрах АС и величины допустимой погрешности. Для этого следует выбрать алгоритм решения СДУ и параметр управления погрешностью её решения, определить значимые параметры и способ аппроксимации.

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

Для растянутого стержня значимыми параметрами являются площадь и периметр сечения, начальное напряжение и скорость коррозии. Для сжатого стержня важными параметрами также являются форма сечения и длина стержня.

Для сведения исходной задачи (1) – (2) к задаче на безусловный экстремум используется метод внешних штрафных функций. Для решения задачи безусловной оптимизации предлагается использовать целочисленный генетический алгоритм. Авторами предлагается новый способ кодирования пространства решений оптимизационной задачи в виде трёхмерного массива, строки которого содержат размеры сечений и определяются варьируемыми параметрами (индексами). Хромосома (аналог вектора варьируемых параметров) представляет собой множество индексов, определяющих положение размеров сечений в трёхмерном массиве, где номер слоя (тип сечения) определяется нечётными индексами, номер строки (типоразмер сечения) – чётными. Таким образом, количество генов (аналог варьируемого параметра) в хромосоме равно $2N$, где N – количество стержневых элементов, оптимальные параметры которых требуется определить.

Возможность управления погрешностью вычисления функций ограничений позволит существенно повысить эффективность оптимизационного алгоритма. Для этого в работе предлагается использовать совместно с генетическим алгоритмом метод скользящего допуска.

При использовании метода скользящего допуска система ограничений (2) может быть представлена в виде:

$$X_D : \{ \bar{x} \in E^n \mid g_1(\bar{x}) = Y(k) - T(\bar{x}, t^*) \geq 0 \} , \quad (4)$$

где Y – критерий скользящего допуска – убывающая функция номера итерации k при решении задачи оптимизации, T – функционал над всем множеством функций ограничений.

В качестве Y предлагается принять допустимую погрешность вычисления ФО, в качестве T – относительную погрешность вычисления ФО. Решение задачи ищется как на границе допустимой области пространства решений, так и за её пределами на расстоянии, определяемом критерием скользящего допуска.

В этом случае на начальных итерациях поиска решения погрешность вычисления ФО может быть достаточно высокой, что позволяет минимизировать вычислительные затраты, в окрестности же экстремума погрешность не превышает некоторой допустимой величины, определяемой заказчиком.

В процессе решения задачи, согласно идее МСД, значение критерия скользящего допуска (допустимой погрешности вычисления функции ограничений) должно уменьшаться по мере приближения к экстремуму. Предлагается уменьшать КСД в зависимости от номера эпохи при работе ГА:

$$Y(k) = \varepsilon_k = \varepsilon_{\max} - \frac{\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}}{n} \cdot \text{int}\left(\frac{k \cdot n}{k_{\max}}\right). \quad (5)$$

Здесь k_{\max} – максимальное количество эпох; n – количество шагов изменения КСД; ε_{\max} , ε_{\min} – допустимые значения погрешностей на начальном этапе решения задачи и в окрестности экстремума.

Таким образом, в данной работе предложено и обосновано использование генетических алгоритмов при решении задач дискретной оптимизации корродирующих шарнирно-стержневых конструкций. Разработанный авторами нейросетевой алгоритм управления погрешностью вычисления функций ограничений позволил использовать концепцию метода скользящего допуска и существенно снизить вычислительные затраты на поиск оптимальных решений. С помощью оптимизационного алгоритма получены решения новых задач оптимизации, представляющие научный и практический интерес.

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Косолап А. И.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Задачи оптимизации возникают во всех сферах деятельности человека, в промышленности, проектировании, экономике, управлении, информационных системах и других областях. Для решения этих задач разработано большое число различных методов, что свидетельствует о сложности данного класса задач. Важное место в разработке методов оптимизации занимает теория двойственности. Эта теория позволила разработать эффективные методы решения

линейных и выпуклых задач [1–2]. Часто решение двойственной задачи проще решения прямой задачи. Однако ее использование для решения невыпуклых многоэкстремальных задач приводит к сложным проблемам. В этом случае, двойственная задача также будет выпуклой, но появляется новое явление «разрыв двойственности». Это означает, что оптимальные значения целевых функций прямой и двойственной задачи могут не совпадать. Решение двойственной задачи является оценкой снизу или сверху для оптимального значения целевой функции прямой задачи. Точность этой оценки варьируется в зависимости от рассматриваемой задачи. При восстановлении по решению двойственной задачи решения прямой задачи не всегда возможно получить даже допустимое решение. Было доказано много теорем, устанавливающих условия, при которых разрыв двойственности будет равен нулю. Однако эти условия представляют только теоретический интерес, так как не было найдено классов многоэкстремальных задач, для которых эти условия выполняются.

В работах автора [3–4] разработан новый метод точной квадратичной регуляризации. Этот метод преобразует многоэкстремальные задачи к максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Так как выпуклое множество аппроксимируется с любой заданной точностью выпуклым многогранником, то актуальной становится задача

$$\max\{\|x\|^2 \mid Ax \leq b, x \geq 0\}.$$

Эта задача точной квадратичной регуляризацией преобразуется к виду

$$\max\{\|x\|^2 \mid a_i^T x + \|x\|^2 - b_i \leq d, i = 1, \dots, m, \|x\|^2 - x_i \leq d, i = 1, \dots, n\},$$

допустимое множество которой является пересечением шаров, a_i – строки матрицы A . Эту задачу запишем в виде

$$\max\{\|x\|^2 \mid \|x - a^i\|^2 \leq r_i^2, i = 1, \dots, m\}, \quad (1)$$

где a^i – центры шаров. Задача (1) является многоэкстремальной. Для ее решения используем двойственный метод. Построим функцию Лагранжа

$$L(x, \lambda) = \|x\|^2 - \sum_{i=1}^m \lambda_i (\|x - a^i\|^2 - r_i^2)$$

и решим задачу (1) методом множителей Лагранжа, получим решение

$$x(\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i a^i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i - 1}. \quad (2)$$

В этом решении множители Лагранжа соответствующие неактивным ограничениям должны быть нулевыми. Найти положительные множители, используя ограничения задачи (1) сложно. Поэтому будем их искать из решения двойственной задачи. Двойственная функция равна максимуму функции Лагранжа и может быть найдена в явном виде

$$g(\lambda) = \frac{\left\| \sum_{i=1}^m \lambda_i a^i \right\|^2}{\sum_{i=1}^m \lambda_i - 1} - \sum_{i=1}^m \lambda_i (\|a^i\|^2 - r_i^2).$$

Это позволяет построить двойственную задачу

$$\min \{ g(\lambda) \mid \lambda \geq 0 \}. \quad (3)$$

Однако целевая функция этой двойственной задачи определена только при условии

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i \geq 1. \quad (4)$$

В остальной области решение двойственной задачи (3) достигается на $-\infty$. Добавление условия (4) к ограничениям задачи (3) позволяет получить конечное решение. При этом, если для оптимальных множителей Лагранжа выполняется условие (4), то разрыв двойственности будет равен нулю и после подстановки множителей в формулу (2) получим решение задачи (1). В противном случае, будет разрыв двойственности, а решением двойственной задачи (3) будут неоптимальные множители Лагранжа. На этом классическая теория двойственности останавливается. Мы же рассмотрим модифицированную двойственную задачу

$$\min \{ g(\lambda) \mid \sum_{i=1}^m \lambda_i \geq 1, \|x(\lambda) - a^i\|^2 \leq r_i^2, i = 1, \dots, m, \lambda \geq 0 \}, \quad (5)$$

которая отличается от классической двойственной задачи добавленными ограничениями прямой задачи, выраженными через двойственные переменные. Несложно показать, что добавленные ограничения являются выпуклыми. Заметим, что добавленные ограничения увеличивают разрыв двойственности. Теперь мы можем сформулировать утверждение.

Теорема 1. *Если задача (1) имеет решение, то решение выпуклой двойственной задачи (5) λ^* , после подстановки в формулу (2), определит точку глобального максимума $x^* = x(\lambda^*)$ задачи (1).*

После нахождения решения задачи (1), мы можем определить активные в точке максимума ограничения. Это позволяет найти оптимальные множители Лагранжа из решения линейной системы уравнений

$$x^* - \sum_{i \in I} \lambda_i (x^* - a^i) = 0,$$

где I – множество активных ограничений. После этого, подставляем найденные оптимальные множители Лагранжа в двойственную функцию и убеждаемся, что для них разрыв двойственности равен нулю.

Теорема 1 справедлива и для общего случая, учитывая то, что любое выпуклое множество с любой заданной точностью аппроксимируется пересечением шаров.

Полученные теоретические результаты нашли подтверждения в многочисленных вычислительных экспериментах по решению задач (1) с использованием модифицируемой теории двойственности.

Список літературних джерел

1. Luenberger D.G. Linear and nonlinear programming /D.G. Luenberger, Y. Ye. – Springer, 2008. – 546 p.
2. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S. J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.
3. Kosolap A. Solution of general problem quadratic optimization /A. Kosolap. – Proceedings of the Toulouse Global Optimization Workshop. – Toulouse: 2010. – P. 71–74.
4. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ В ЗАДАЧАХ ЛІНІЙНОГО РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ Косолап А. І., Кодола Г. М.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Задачі лінійного розкрою матеріалів виникають в багатьох галузях промисловості. Оптимальний розкрій матеріалів дозволяє мінімізувати відходи виробництва, тому цій темі присвячені численні дослідження [1–3]. Близькою задачею до розкрою є задача лінійного пакування, яка виникає в різних галузях, зокрема в інформаційних системах.

Математичною моделлю задач розкрою є оптимізаційні задачі з цілочисельними змінними. Такі задачі складні для чисельного розв'язку. Найчастіше використовується метод гілок і меж, складність якого зростає експоненціально при збільшенні розмірності задачі.

В роботі для задач лінійного розкрою використовується новий метод точної квадратичної регуляризації (EQR) [4], який є ефективним для розв'язку задач розкрою великої розмірності.

Постановка задачі лінійного розкрою матеріалів передбачає: маються вихідні заготівлі заданого розміру, які необхідно розкרוїти на m заготівель заданої довжини q_1, q_2, \dots, q_m . Відома потреба b_1, b_2, \dots, b_m в заготівлях відповідної довжини. Для математичної постановки задачі необхідно визначити технологічну матрицю варіантів розкрою («карта розкрою») вихідної заготівлі на заготівлі заданої довжини. Дана матриця породжує матрицю A , де елемент a_{ij} означає кількість заготівель j -го виду, при i -тій технології розкрою. Пов'язуємо з кожною технологією позитивну цілу змінну x_i , яка показує скільки раз i -та технологія розкрою використовувалась. Для кожної технології розкрою визначим вектор залишків C . Тоді задача оптимального розкрою полягає в наступному:

Знайти

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n c_i x_i \mid \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq b_j, \forall j = 1, \dots, m, x_i \geq 0, \text{цілі} \right\}, \quad (1)$$

що дозволяє мінімізувати залишки розкрою.

Перетворимо дискретну (1) задачу до неперервної

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n c_i x_i \mid \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq b_j, \forall j = 1, \dots, m, x_i \geq 0, \sum_{i=1}^n (1 - \cos(2\pi x_i)) \leq 0 \right\} \quad (2)$$

де доданому обмеженню задовольняють тільки цілі значення x_i .

Використаємо точну квадратичну регуляризацію для перетворення задачі (2) до вигляду [4]:

$$\begin{aligned} \max \{ & \|z\|^2 \mid \sum_{i=1}^n c_i x_i + s + (r-1)\|z\|^2 \leq d, \\ & \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq b_j, \forall j = 1, \dots, m, \\ & x_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^n (1 - \cos(2\pi x_i)) + r\|z\|^2 \leq d \}, \end{aligned} \quad (3)$$

де $z = (x, x_{n+1})$.

Задача (3) містить нову змінну d , та два нових параметра s, r . Для того, щоб допустима множина задачі (3) була опуклою достатньо визначити $r \geq 40$.

Параметр s визначаємо з нерівності

$$s \geq \|x^*\| - \sum_{i=1}^n c_i x_i^*$$

де x^* – розв'язок задачі (1).

Розв'язок задачі (3) виконується в 3 етапи.

На першому етапі знаходимо початкове значення d з розв'язку опуклої задачі:

$$\begin{aligned} \max \{d \mid & \sum_{i=1}^n c_i x_i + s + (r-1) \|z\|^2 \leq d, \\ & \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq b_j, \forall j = 1, \dots, m, \\ & x_i \geq 0, \\ & \sum_{i=1}^n (1 - \cos(2\pi x_i)) + r \|z\|^2 \leq d \} \end{aligned}$$

яка ефективно розв'язується методом локальної оптимізації, наприклад, прямо-двоїстим методом внутрішньої точки [5].

На другому етапі в задачі (3) необхідно знайти мінімальне значення d , для якого виконується умова

$$r \sum_{i=1}^{n+1} z_i^2 = d \quad (4)$$

Для цього використовуємо метод дихотомії, змінюючи значення d , з певним кроком, та вирішуючи для кожного фіксованого d задачу (3). При збільшенні d ліва частина виразу (4) буде монотонно збільшуватись до виконання рівності. Крок зміни значення d може бути різним для кожної ітерації. Його слід вибирати в залежності від швидкості спадання цільової функції задачі (2) та ступеня наближеності до рівності (4).

На третьому етапі розв'язуємо задачу (2), в якості вихідних даних використовуючи знайдені x_i на попередньому етапі.

Таким чином, для розв'язку задачі (1) достатньо локального прямо-двоїстого методу внутрішньої точки та методу дихотомії. Проведені обчислювальні експерименти свідчать, що метод EQR ефективний для розв'язку даного класу задач великої розмірності. Порівняльні експерименти засвідчили також його перевагу над методом гілок та меж як по часу так і по точності розв'язку задач.

Список літературних джерел

1. Канторович Л.В., Залгаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов / Л.В. Канторович, В.А. Залгаллер // Изд. 3-е, испр. и доп. СПб.: [Невский Диалект], 2012. – 303 с.

2. Мухачёва Э. А. Рациональный раскрой промышленных материалов. Применение АСУ / Э. А. Мухачёва // Монография. – М.: Машиностроение, 1984. – 176 с.

3. Валиахметова Ю. И. Теория оптимального использования ресурсов Л. В. Канторовича в задачах раскроя-упаковки: обзор и история развития методов решения [Электронный ресурс] / Ю. И. Валиахметова, А. С. Филиппова // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета № 1 (62) / том 18 / 2014 С.186-197. – Режим доступа до журн.:

<http://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-optimalnogo-ispolzovaniya-resursov-l-v-kantorovicha-v-zadachah-raskroya-upakovki-obzor-i-istoriya-razvitiya-metodov-resheniya>. – 28.09.2016. – Назва з екрану.

4. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск : ПГАСА, 2015. – 164 с.

5. Nocedal J. Numerical optimization / J. Nocedal, S. J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ПРОЦЕССОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Косолап А. И., Новиков А.Н.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Значительный рост числа компьютеров во всем мире, которые подключаются к сети Интернет ставят вопросы ее быстродействия. Это быстродействие зависит от числа и расположения серверов, которые собирают информацию и передают ее по запросу пользователей сети. Будем предполагать, что варианты расположения серверов известны и необходимо определить при каком количестве и расположении серверов будет обеспечено заданное быстродействие сети. Под быстродействием сети будем понимать время обработки заданного числа процессов (запросов).

Пусть имеется n запросов к сети с временем выполнения t_{ij} , j -го запроса $j=1, \dots, n$ на i -м сервере $i = 1, \dots, m$. Требуется так распределить запросы между серверами, чтобы выполнить все запросы за минимальное время. Число серверов будем уменьшать до тех пор, пока не будет достигнуто требуемое быстродействие.

Обозначим через

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й запрос выполняется } i\text{-м сервером} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Теперь легко посчитать время работы каждого сервера. Оно равно

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}, i = 1, \dots, m.$$

Естественно, что каждый запрос выполняется только один раз. Это означает, что

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n.$$

Сформулируем задачу выполнения всех запросов на серверах сети за минимальное время

$$\begin{aligned} \min T, \\ \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq T, i = 1, \dots, m, \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, \\ x_{ij} = 0 \vee 1, \forall ij. \end{aligned} \tag{1}$$

Получена задача линейного программирования с булевыми переменными. Для ее решения в настоящее время наиболее эффективными являются методы ветвей и границ. Однако эти методы используются преимущественно для решения задач малой размерности с числом переменных 10-20. Причем время вычисления и объем оперативной памяти растут экспоненциально при увеличении размерности задачи.

В данной работе для решения задачи (1) использовался метод точной квадратичной регуляризации [1]. Точная квадратичная регуляризация позволяет преобразовать задачу (1) к максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Преобразованная задача решалась локальным прямо-двойственным методом внутренней точки [2] и методом дихотомии.

Список літературних джерел

1. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
2. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S. J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ Косолап А. И., Пономарев В.Н.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Быстродействие современных ЭВМ приближается к своему пределу. Это вынуждает проектировщиков создавать многопроцессорные вычислительные системы. Операционные системы таких ЭВМ должны оптимальным образом перераспределять ресурсы между процессорами вычислительных комплексов.

Пусть имеется n заданий с временем выполнения t_j , $j=1, \dots, n$. Вычислительный комплекс состоит из m процессоров. Требуется так распределить задания между процессорами, чтобы выполнить все задания за минимальное время.

Обозначим через

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-е задание выполняется } i\text{-м процессором} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Теперь легко посчитать время работы каждого процессора. Оно равно

$$\sum_{j=1}^n t_j x_{ij}, i = 1, \dots, m.$$

Естественно, что каждое задание выполняется только один раз. Это означает, что

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n.$$

Теперь мы можем сформулировать задачу выполнения всех заданий на многопроцессорном вычислительном комплексе за минимальное время

$$\min T,$$

$$\sum_{j=1}^n t_j x_{ij} \leq T, i = 1, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n,$$

$$x_{ij} = 0 \vee 1, \forall ij.$$

(1)

Получена задача линейного программирования с булевыми переменными. Обычно для решения таких задач используются методы ветвей и границ. Однако эти методы требуют большого вычислительного времени и объема оперативной памяти.

В данной работе для решения задачи (1) использовался метод точной квадратичной регуляризации [1]. Для его использования дискретная задача (1) была заменена эквивалентной непрерывной задачей посредством замены булевых ограничений условиями

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} (1 - x_{ij}) \leq 1, 0 \leq x_{ij} \leq 1, \forall ij.$$

(2)

Затем задача (1) при условии (2) была преобразована к задаче максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Такая задача решалась локальным прямо-двойственным методом внутренней точки [2] и методом дихотомии.

Список літературних джерел

1. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
2. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S. J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА ПУТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР НА ВХОДАХ РЕАКТОРОВ

Левчук И.Л., Жерносек А.М.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Каталитический риформинг – важнейшая стадия получения высокооктанового компонента моторных топлив, а также индивидуальных ароматических углеводородов, используемых в нефтехимии и водорода.

Производительность и технико-экономические показатели установки каталитического риформинга в значительной мере зависят от эффективности управления процессом. В настоящее время не существует методов, позволяющих определить точное значение температуры реакционной смеси на входе каждого реактора каталитического риформинга, обеспечивающее оптимальный баланс интенсивности реакций ароматизации и гидрокрекинга [1]. Это связано с тем, что для разработки такой методики необходимо контролировать углеводородный состав риформата на выходе каждого реактора. Подобный анализ в лабораторных условиях занимает длительное время, что делает его не пригодным для применения в современных АСУП каталитического риформинга. наличие уточненной математической модели процесса в [2,3] позволяет с достаточной точностью определять углеводородный состав реакционной смеси на выходе каждого реактора расчетным путем.

Цель работы – разработка способа и алгоритма управления процессом каталитического риформинга, использующего метод расчета оптимального распределения температур реакционной смеси на входах реакторного блока каталитического риформинга, в зависимости от ароматизации сырья, чувствительности процесса по каналу управления температурой и требуемой жесткости ведения процесса.

По математической модели было исследовано влияние температуры реакционной смеси на входе в каждый реактор на приращение ароматических углеводородов в риформате на выходе реакторов. Для каждого реактора каталитического риформинга существует некоторое оптимальное значение температуры исходной смеси, превышение которого не дает заметного увеличения ароматизации сырья, однако увеличивает скорость дезактивации катализатора из-за ускорения реакций гидрокрекинга, способствующих образованию кокса на его поверхности. При определении оптимальной температуры смеси на входе каждого реактора необходимо учитывать жесткость ведения процесса. Для решения поставленной задачи используется условный параметр – «коэффициент жесткости процесса», который позволяет определить момент достижения оптимального значения температуры смеси на входе каждого реактора.

Дальнейший анализ определил, что для достижения максимальной производительности установки, температуры на входах 1-го и 2-го реакторов нужно рассчитывать в соответствии с выбранным критерием оптимальности, а температуру смеси на входе последнего реактора поддерживать постоянной и максимально допустимой для выбранного типа установки риформинга. Задача

оптимального управления процессом – это задача максимизации выхода катализата ($\lambda(T_n^i, G_{vh}) \rightarrow \max$) при пяти ограничениях:

- по температуре $T_{min} < T_n^i < T_{max}, T_{min} = 480^\circ\text{C}, T_{max} = 530^\circ\text{C}, i = 1..3$;
- кратности циркуляции $\eta_{h min} < \eta_h < \eta_{h max}$;
- октановому числу $Ok = Ok_0$;
- жесткости ведения процесса $Kg \leq Kg_0$;
- нагрузке реакторного блока $G_{omin} < G_0 < G_{omax}$ (по объемному расходу гидrogenизата).

Где $\lambda(T_n^i, G_{vh})$ – целевая функция выхода катализата; T_{min}, T_n^i, T_{max} – вектор варьируемых входных температур; $\eta_{h min}, \eta_{h max}$ – текущее и предельные значения кратности циркуляции (соотношение ВСГ/сырье); Ok, Ok_0 – текущее и заданное значение октанового числа; Kg, Kg_0 – текущее и заданное значение коэффициента жесткости процесса.

Разработан обобщенный алгоритм расчета оптимальных режимов процесса по математической модели каталитического риформинга (рис. 1).

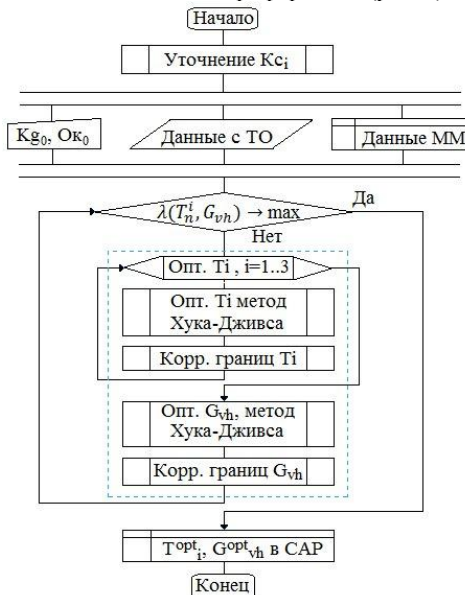


Рисунок 1 - Алгоритм расчета оптимальных режимов процесса каталитического риформинга

На вход алгоритма оптимизации поступают данные: 1. С технологического объекта: T_1, T_2, T_3 – температуры реакционной смеси на входах реакторного блока; G_{vh} – объемный расход ВСГ на входе реакторного блока; 2. Из математической модели: Y_{a1}, Y_{a2}, Y_{a3} – приращение ароматических углеводородов в реакционной смеси на выходах реакторов, λ – прогнозируемый по модели выход катализата, Ok – рассчитанное октановое число риформата. С АРМ оператора задается: Kg_0 – коэффициент жесткости ведения процесса, Ok_0 – ограничение по октановому числу. В качестве настроек на вход алгоритма оптимизации передаются вектора описывающие верхние и нижние границы оптимизируемых переменных. Для каждого реактора циклически (используя метод Хука-Дживса, дополненный подпрограммой контроля границ варьируемых параметров) рассчитывается температура реакционной смеси на входе, обеспечивающая максимальное приращение ароматических углеводородов на выходе реактора. Затем вычисляется значение расхода ВСГ с учетом заданных ограничений. Рассчитанные выше значения передаются в подсистему автоматического регулирования САР.

Выводы. В работе разработан алгоритм управления процессом каталитического риформинга на основе метода нелинейной оптимизации Хука-Дживса, дополненной процедурой проверки ограничений, обеспечивающий увеличение выхода целевого продукта – катализата в среднем на 3-5%, что подтверждено результатами экспериментальной апробации.

Список использованных источников

1. Каталитический риформинг углеводородов [Текст] : справочник / под ред. проф. Р.И Кузьминой – Саратов: Изд-во СУИ МВД России, 2010. – 252 с
2. Левчук И.Л Разработка математической модели процесса каталитического риформинга в каскаде реакторов / И.Л. Левчук // Збірник наукових праць НГУ. –2012. №39. –С. 122-127.
3. Левчук И.Л Разработка и идентификация уточненной математической модели процесса каталитического риформинга / И.Л. Левчук // Наукових вісник НГУ, 2013. №2. – С. 79-85.

АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В АСУТП ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Листовец С.Н., Швачка А.И.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Доменная печь, на современной этапе развития, является управляемой интерактивной нелинейной системой, характеризующейся сложным характером взаимосвязи между отдельными элементами при наличии значительного запаздывания и инерционности.

При управлении доменной печью имеется несколько показателей оценки эффективности. Помимо основного экономического критерия, важными являются энергетические, экологические и др. факторы. Они учитываются обычно путем введения ограничений при выборе наиболее рациональных решений. Главные

трудности представляют при этом задание минимально необходимых уровней других критериев и определение требующихся для их удовлетворения экономических затрат.

Решение задачи математического описания доменного процесса с целью отыскания алгоритма автоматизированного управления ходом доменной печи с помощью средств микропроцессорной техники для обеспечения заданного или оптимального уровня показателей производительности и экономичности плавки не вызывает сомнения.

На основании синтеза результатов компьютерного моделирования и методологии вычислительного эксперимента была предложена модель топливоиспользования доменной плавки. Для формирования критерия управления доменной печи по дутьевому режиму было предложено использование в модели аппарата многокритериальной оптимизации с рассмотрением области Парето и введением бинарного отношения предпочтения. В зависимости от конъюнктуры рынка металлопродукции актуальны варианты постановки задачи:

$$(K, (-P)) \rightarrow \min, (K, T) \rightarrow \min, (-P, T) \rightarrow \min,$$

где K- удельный расход кокса, кг/т чугу; T- удельный расход условного топлива, кг/т чугу; P- производительность доменной печи, т чугу/час.

Полученные точки субоптимальных решений требуют уточнения технологического режима с точки зрения формирования критерия управления доменной печью. Для этого целесообразно перехода к задаче поиска глобального экстремума в рассматриваемой области (табл. 1) и анализ его энергоэффективности (рис. 1).

Таблица 1 - Анализ решения задачи векторной оптимизации в области «K,(-P)» на ДП №9 ПАО «АМКР»

| Режим дувания ПУТ, м ³ /т чугу | Показатели ДП | | Приращения, % | | |
|--|---------------|---------------|----------------------|------------|------------|
| | K, кг/т чугу | P, т чугу/час | $\Delta_{ПУТ}$ | Δ_K | Δ_P |
| 136 (1200, 29)* | 426 | 403 | <i>Базовый режим</i> | | |
| 135 (1200, 27) | 426 | 378 | -0,7 | 0 | -6,2 |
| 137 (1200, 31) | 427 | 428 | +0,7 | +0,2 | +6,2 |
| 109 (1200, 31) | 455 | 430 | +19,9 | +6,8 | +6,7 |

* температура дутья, °С; содержание кислорода в дутье, %; ПУТ- пылеугольное топливо.

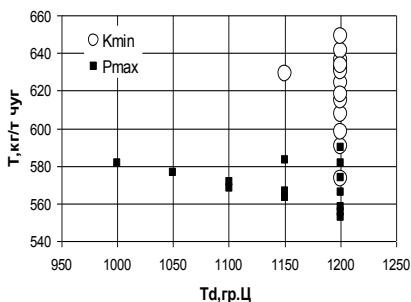


Рисунок 1 - Зависимость производительности температуры дутья в задаче $(K, T) \rightarrow \min$ на ДП №9 ПАО «АМКР»

Установлена динамика взаимного влияния вариантов конкурирующих решений в задаче векторной оптимизации по двум параметрам. Особенностью исследуемых режимов в задаче векторной оптимизации, при рассмотрении компромиссных решений, является смещение области компромиссов при варьировании параметров дутьевого режима

Предложенный подход к анализу решений задачи многокритериального поиска повышает маневренность и оперативность производства при формировании критерия управления.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЙНЫХ МАСС МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

**Лобосова Л.А.¹, Журавлев А.А.², Магомедов М.Г.¹,
Макогонова В.А.¹, Журахова С.Н.¹**

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Россия

²ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А.
Гагарина», Воронеж, Россия

При реализации технологического процесса (периодического или непрерывного) производства зефира наиболее сложным, трудноуправляемым, а также определяющим процессом, является студнеобразование.

Исследовали структурообразование желейных масс с массовой долей сухих веществ 78 %, приготовленных на основе рецептурных компонентов (агара, яблочного пюре, топинамбурового пюре, патоки, сахара-песка, лимонной кислоты) в соответствии с рецептурой зефира без яичного белка.

Для проведения анализа выбрали топинамбуровое, персиковое пюре с массовой долей сухих веществ 17 %, яблочное – с массовой долей сухих веществ 14 %.

Изучение влияния различного соотношения топинамбурового, яблочного и персикового пюре на студнеобразующую способность желейных масс проводили с использованием экспериментально-статистического подхода.

Поскольку в данном случае нарушается условие независимости факторов – дозировок рецептурных компонентов (т.е. содержание каждого компонента зависит от суммы остальных), то традиционные методы планирования (полный факторный эксперимент, его дробные реплики, ортогональное и ротатабельное планирование) оказываются непригодными. Поэтому принято решение использовать симплекс-центроидное планирование, позволяющее учесть в математической модели условие

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1, \quad (1)$$

где x_1 , x_2 и x_3 – соответственно, массовая доля яблочного, топинамбурового и персикового пюре, %.

При количестве факторов $q = 3$ планирование проводится на правильном симплексе – равностороннем треугольнике. Каждая точка треугольника отвечает определенному составу тройной системы, и, наоборот, каждый состав представляется одной определенной точкой.

В качестве выходного параметра, характеризующего свойства железной массы, использовали пластическую прочность y , кПа, которую определяли на коническом пластометре КП-3. Эксперимент проводили по симплекс-центроидному плану Шеффе (табл. 1). Порядок опытов рандомизирован посредством таблицы случайных чисел.

Обработка экспериментальных данных (табл. 1), позволила получить регрессионное уравнение в виде полинома неполного третьего порядка:

$$y = 41,6x_1 + 30,9x_2 + 35,6x_3 - 8,6x_1x_2 - 24,4x_1x_3 - 14,2x_2x_3 - 39,0x_1x_2x_3 \quad (2)$$

Поскольку симплекс-центроидный план является насыщенным, то отсутствует необходимое число степеней свободы для проверки адекватности полученного регрессионного уравнения. В связи с этим были реализованы дополнительные опыты в контрольных точках, результаты которых подтвердили (по критерию Стьюдента) адекватность уравнения (2) экспериментальным данным.

Графическая интерпретация регрессионного уравнения (2) представлена на рис. 1 в виде концентрационного треугольника Розебума [1; 2].

Таблица 1 - Матрица симплекс-центроидного планирования

| № опыта | Массовая доля пюре | | | Пластическая прочность мармеладной массы y , кПа |
|---------|--------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| | яблочного x_1 | топинам-бурового x_2 , % | персикового x_3 , % | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 41,6 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 30,9 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 35,6 |
| 4 | 0,5 | 0,5 | 0 | 34,1 |
| 5 | 0,5 | 0 | 0,5 | 33,0 |
| 6 | 0 | 0,5 | 0,5 | 30,0 |
| 7 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 29,7 |

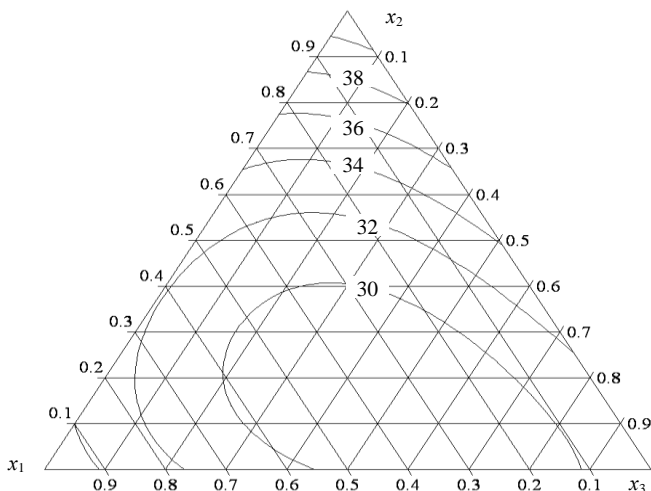


Рисунок 1 – Контурные кривые пластической прочности желейной массы, состоящей из яблочного пюре (x_1); топинамбурового пюре (x_2); персикового пюре (x_3)

Диаграмма (рис. 1) представляет собой факторное пространство в виде равностороннего треугольника для 3-компонентной смеси пюре. Содержание каждого отдельного компонента x_i в соответствующей вершине треугольника составляет 100 % (или 1).

В результате исследования определено оптимальное соотношение яблочного, топинамбурового и персикового пюре – 0,5:0,5:0, так как при заданном соотношении компонентов изделие не теряет своих функциональных свойств и содержит достаточное количество полезных веществ. Кроме того, выбор данного образца с 50 % - й заменой яблочного пюре на топинамбуровое, является экономически целесообразным, так как топинамбуровое пюре более дешевое сырье.

Список литературных источников

1. Быков, В. И. Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов [Текст] : Учеб.пособие / В. И. Быков, В. М. Журавлев. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2002. – 298 с.
2. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] : Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М. : Высшая школа, 1985. – 327 с.

ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мамлай Б.И., Короткая Л.И.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

В современном мире, нет такой отрасли промышленности, которая могла бы обойтись без информационных технологий. Транспортная логистика не является исключением. Как следствие, развитие информационных технологий позволяет экономить время на доставку груза и предоставлять качественную перевозку.

Для того, чтобы повысить производительность интегрированных транспортных систем, получать качественную информацию на всех иерархических уровнях и существенно снизить совокупность затрат используют логистические информационные системы (ЛИС).

На сегодняшний день, достаточно актуальной является проблема создания электронного интерфейса между поставщиком, потребителем и остальными участниками цепочки. Эксплуатация SCM (Supply Chain Management – управление цепочками поставок) эффективно только в том случае, если эти системы интегрированы в общекорпоративные бизнес-процессы, встроены в систему планирования и управления ресурсами. При использовании на небольших предприятиях имеет свои специфические особенности. В этом случае разработка отдельной информационной логистической подсистемы представляется целесообразной.

Компоненты информационных технологий предполагают: сбор, обработку данных и получение конечной информации, которая в свою очередь передаётся потребителям.

При разработке любой информационной системы ключевым моментом является проектирование разрабатываемой ИС. Основные варианты использования системы можно представить на диаграммах UML (рис. 1) [1] в виде диаграммы прецедентов, отображающей функциональную структуру ЛИС. Структурная диаграмма системы в виде диаграммы классов представлена на рис. 2 [2].

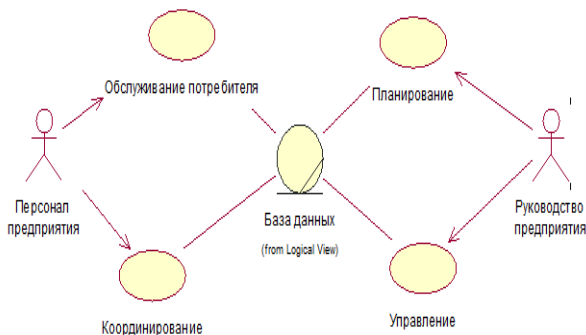


Рисунок 1 – Концептуальная модель, описывающая назначение ЛИС

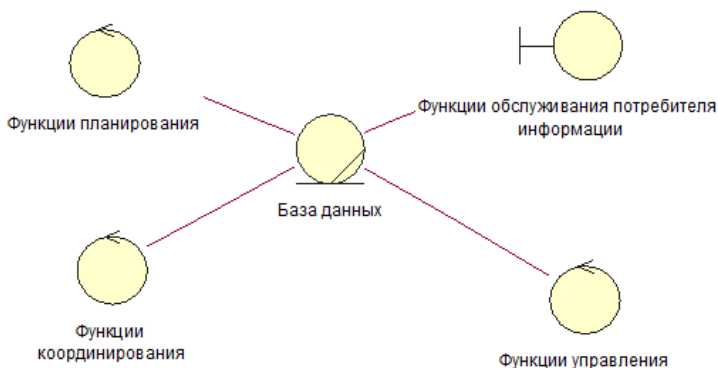


Рисунок 2 – Структура ЛИС

Главными факторами информационных технологий, которые влияют на эффективность работы транспортной логистики, являются: электронный обмен данными, средства связи и коммуникации, интегрированная логистическая поддержка.

Список литературных источников.

1. Гради Буч Язык UML. Руководство пользователя, 2-е издание / Гради Буч, Джеймс Рамбо, Ивар Якобсон // ДМК Пресс, 2007. – 496 с.
2. Брауде Эрик Дж. Технология разработки программного обеспечения / Эрик Дж. Брауде // М.: Computer Science, 2004. – 655 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Митина Н.Б.¹, Зубарева И.М.², Гармаш С.М.¹, Мачоган А.С.¹

¹ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

²ДНУ «Днепропетровский национальный университет» им. Олеся Гончара,
Днепр, Украина

Важной задачей в создании биотехнологического процесса является разработка и оптимизация методов управления биологическими объектами (клетки различного происхождения, биомолекулы). При отсутствии четкого контроля физико-химических параметров биотехнологического процесса происходит преждевременное прекращение ферментации, гибель значительной части биомассы продуцента, потери больших объемов питательной среды, и в конечном итоге срыв эксперимента, полупромышленных испытаний, производственного процесса. Все вышеперечисленные потери относятся к основному процессу, не считая потерь на выполнение вспомогательных операций,

а именно расход электроэнергии на стерилизацию оборудования, воды, пара, атмосферного воздуха и т.п.

В силу исключительного разнообразия биотехнологических процессов и применяемых для их реализации средств, методов, аппаратуры качественный контроль всего комплекса оборудования одним оператором в ручном режиме невозможен и мало эффективен, т.к. биотехнологическое оборудование расположено в различных помещениях, имеет множественные измерительно-индикаторные шкалы и табло, органы функционирования и настройки параметров. Применение современных средств автоматического контроля и регулирования на базе вычислительной техники позволяет решить весь комплекс вопросов с высокой эффективностью и экономичностью.

В данной работе к рассмотрению предлагается одна из возможных автоматических систем диспетчеризации и управления (АСДУ) биотехнологическими процессами и экспериментами. В основе АСДУ лежит вычислительная система на базе персонального компьютера (ПК) со средними характеристиками. На ПК устанавливается пакет прикладных программ Owen Process Meneger (OPM) версия V2.04a и OPV V2.04, с помощью которых осуществляют сбор, отображение, управление и архивирование параметров биотехнологических процессов. Эти параметры поступают из сети, в которую включены специализированные приборы OPM. Приборы могут выдавать сообщения о выходе измеряемых величин за заданные границы, постоянно регистрировать и контролировать: давление и температуру в ферментере, кислотность культивируемой питательной среды, расход компонентов используемых сред для накопления продуцентов, концентрацию промежуточных и целевых продуктов и т.д. Используя подсистему Owen Report Viewer (ORV) возможно отображать, отслеживать скорость накопления культур, время прохождения процесса и время съема параметров процесса, просматривая архив измерений за любой промежуток времени в табличном или графическом виде. Приборная сеть ОВЕН связана с центральным ПК (удаление от прибора 1200 м) подключенными через преобразователи интерфейсов стандартов RS-232 и RS-485 (скорость обмена 10 Мб/сек).

Возможность внедрения подобных автоматических систем диспетчеризации позволит оптимизировать масштабирование биотехнологических производств; управлять одновременно несколькими стадиями биотехнологического процесса и экспериментами с возможностью архивирования и отображения текущей информации; контролировать и регулировать работу многих приборов (до 32 единиц) с одного рабочего места, быстрая обработка данных упростит сбор анализа, делать обоснованные выводы о качестве требуемых и получаемых результатов как производственных так и экспериментальных данных.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТРАВЕРСИ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ

Немчинов С.І.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Одними з основних елементів гідравлічних пресів є траверси, які при великих габаритах і масі зазнають значних питомих навантажень. В роботі [1] надано аналіз руйнації базових деталей пресів. Тому для забезпечення надійної й тривалої експлуатації гідравлічних пресів необхідно забезпечити їх міцність та жорсткість.

Аналіз літературних даних показує, що для визначення напружено-деформованого стану (НДС) базових елементів пресів застосовують або методи опору матеріалів [2, 3], або метод скінчених елементів (МСЕ) тільки для напруженого стану [4]. Наприклад, за існуючими методиками розрахунку на міцність просторова конструкція траверси замінюється двома балками з широкій та вузькій сторін, а зусилля циліндра прикладається в центрах тяжіння опорних півкільць. Зовсім відсутні роботи по системному дослідженню деформованого стану траверс.

Мета роботи – визначення напружено-деформованого стану нижньої траверси преса зусиллям 20 МН і обґрунтування вибору її можливої геометрії.

Траверса преса має складну конфігурацію (рис. 1), тому аналітичні методи розрахунку практично непридатні. Для розв'язування задачі застосовувався варіаційний принцип мінімуму потенціальної енергії, який дозволяє сформулювати задачу про напружено-деформований стан пружного тіла як задачу мінімізації квадратичного функціоналу [5]. Розв'язування задачі мінімізації відбувалося на скінченномірному просторі шляхом переходу від континуального середовища до дискретного. При побудові дискретної моделі застосовувалась лінійна апроксимація переміщень на трикутниках.

В якості інструменту чисельних досліджень використовували базову конфігурацію SolidWorks Premium, яка дозволила виконати детальний аналіз НДС траверси з урахуванням особливостей і режимів експлуатації. Для розрахунку була створена геометрична модель траверси, задавалися фізико-механічні властивості матеріалу, граничні умови. Оскільки траверса та прикладене навантаження симетричні, то дослідження проводилося для половини деталі. Величини навантажень визначалися відповідно до умов роботи траверси. Габаритні розміри траверси складали 1440 x 800 x 650 мм. В якості матеріалу

була вибрана сталь 35Л з модулем пружності $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$, коефіцієнтом Пуассона $\nu = 0,32$, границею текучості $\sigma_m = 248 \text{ МПа}$, границею міцності $\sigma_{мц} = 482,5 \text{ МПа}$.

Граничні умови задавали таким чином, щоб виключити переміщення траверси як абсолютно жорсткого тіла. В результаті дискретизації отримали 9869 елементів та 16736 вузлів.

За допомогою кінцево-елементного пакету визначали: нормальні, дотичні і головні напруження; переміщення; деформації; сумарну енергію деформації; коефіцієнти запасу міцності. Еквівалентні напруження обчислювалися за формулою Мізеса.

Отримані в результаті розрахунку поля напружень, переміщень і деформацій існуючої траверси показали, що значення досліджених характеристик в різних частинах траверси суттєво відрізняються. При цьому максимальні напруження, які обчислені за формулою Мізеса, спостерігаються в місцях прикладення навантажень.

Аналіз полів деформацій і переміщень існуючої траверси показав, що максимальні деформації і переміщення спостерігаються в верхній частині траверси (в кільцевій частині центрального циліндра), а мінімальні – в двох циліндричних частинах траверси та її нижній частині (в основі траверси). Так деформація у верхній частині центрального циліндра складала приблизно 0,7-0,9 мм, то у нижній частині того самого циліндра – на порядок менше. Це свідчить про те, що конструкція траверси не є оптимальною.

В роботі пропонується нова, більш раціональна, геометрія траверси.

Аналіз полів напружень рекомендованої траверси показав, що максимальні напруження спостерігаються в основі малих циліндрів (місцях сполучення великого і малих циліндрів) і не перевищують 130 МПа. В зоні контакту кільця напруження не перевищують 90–100 МПа. Решта напружень значно нижче. При цьому максимальні переміщення суттєво не змінюються.

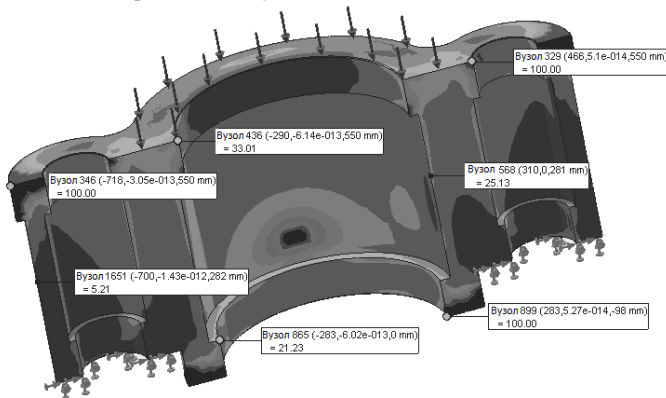


Рисунок 1 – Просторова епіюра розподілу коефіцієнтів запасу міцності модернізованої траверси

Характер розподілу коефіцієнтів запасу міцності (рис. 1) показав, що мінімальні коефіцієнти запасу міцності в модернізованій траверсі

спостерігаються в нижніх частинах малих циліндрів (1,7-5,21). Взагалі у верхній частині траверси коефіцієнти запасу міцності значно більші ніж у нижній частині. «Нелогічно» високі коефіцієнти запасу міцності спостерігаються у невеличкій області, що знаходиться посередині деталі. Отримані результати дослідження показали, що міцність і жорсткість нової траверси забезпечені.

Зміна геометрії дозволила зменшити масу траверси майже на 14%.

Список літературних джерел

1. Пылайкин П.А. Анализ разрушений базовых деталей мощных гидравлических прессов / П.А. Пылайкин // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 1966. – №3. – С. 21 – 27.

2. Живов Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование: учебн. / Л.И. Живов, А.Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 560 с.

3. Коркин Н.П. Влияние эксцентриситета нагружения гидравлического пресса на напряженное состояние подвижной поперечины / Н.П. Коркин, И.А. Сурков, И.В. Тимохин // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – №4. – С. 28 –32.

4. Дашенко О.Ф. Напружено-деформований стан базових деталей гідравлічних пресів / О.Ф. Дашенко, О.М. Лимаренко // машинознавство, – 2013. – №1-2. – С. 33-38.

5. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

МАКСИМИЗАЦИЯ НОРМЫ ВЕКТОРА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ШАРОВ В ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ \mathbf{R}^n

Романчук А. А.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Рассмотрим задачу максимизации квадрата нормы вектора на пересечении кругов

$$\max \left\{ \|x\|^2 \mid x \in B = \bigcap_{i=1}^m B_{r_i}(a_i), x, a_i \in \mathbf{R}^2 \right\}, \quad (1)$$

где a_i - центры кругов, r_i - их радиусы. Если внутренность какого-нибудь круга содержит начало координат, то точку, в которой достигается минимум квадрата нормы вектора на его границе, назовем внутренним минимумом, если же начало координат не принадлежит внутренности круга, - внешней. Справедлива следующая

Теорема 1. Если граница допустимого множества \bar{B} не содержит ни одной точки внутреннего минимума, то задача (1) одноэкстремальна.

Доказательство

Поскольку допустимое множество задачи (1) не содержит внутренних минимумов, то среди ограничений найдется хотя бы один круг, который не содержит начало координат. В противном случае допустимое множество содержало бы наименьший из внутренних минимумов. Таким образом, B содержится в некотором круге, который не содержит начало координат, поэтому $m.O \notin B$.

Множеству B не могут принадлежать две различные точки внешних минимумов окружностей. Действительно, если точка минимума внешняя, то она, очевидно, является точкой минимума не только окружности, но и круга ограниченного этой окружностью, а значит и всего множества B . Предположив, что есть две такие точки, мы получим, что задача

$$\min \left\{ \|x\|^2 \mid x \in B = \bigcap_{i=1}^m B_{r_i}(a_i), x, a_i \in \mathbb{R}^2 \right\} \quad (2)$$

имеет два экстремума, что невозможно, поскольку B выпуклое множество и начало координат ему не принадлежит. Легко также понять, что если решение задачи

$$\min \left\{ \|x\|^2 \mid x \in \bar{B} \right\} \quad (3)$$

является точкой пересечения двух окружностей, то оно является и решением задачи (2).

Обозначим решение задачи (2) через x^* . Таким образом, мы показали, что если решение задачи (3) является внешним минимумом или пересечением двух окружностей, то оно необходимо совпадает с x^* , внутренние минимумы \bar{B} не принадлежат, поэтому задача (3) одноэкстремальна и x^* - ее решение.

Если мы каждую из окружностей задачи (1) представим в параметрической форме

$$\begin{cases} x = r_i \sin t + a_i^1, \\ y = r_i \cos t + a_i^2 \end{cases} t \in [0, 2\pi], i = 1, \dots, m,$$

то норма вектора на \bar{B} выразится некоторой однозначной функцией $f(t)$, изменяющейся на некотором семействе промежутков содержащихся в $[0, 2\pi]$. Пусть точке x^* соответствует значение параметра t^* . Начиная с этого значения будем совершать обход против часовой стрелки по \bar{B} . $f(t)$ сначала будет возрастать, приняв некоторое максимальное значение, она станет убывать и, если бы был еще один максимум, то между первым и вторым необходимо должен быть минимум, но это противоречит доказанному ранее. Теорема доказана.

Рассмотрим шар B в пространстве R^n содержащий начало координат O и с центром в точке P . Через $m.O$ проведем гиперплоскость α размерности $n-1$, перпендикулярную прямой OP . Эта гиперплоскость разобьет пространство R^n на два полупространства. Ясно, что точки, в которых достигаются максимум и минимум квадрата нормы вектора на гиперсфере \bar{B} лежат в разных полупространствах. Ту часть гиперсферы, которая лежит в полупространстве содержащем минимум нормы вектора обозначим \bar{B}^{\min} . Далее проведем через $m.O$ произвольную гиперплоскость размерности 2. Она пересечет гиперсферу по некоторой окружности S .

Лемма. Если x^* - точка минимума нормы вектора на S , то $x \in \bar{B}^{\min}$.

Доказательство

Как точка минимума, так и точка максимума являются точками пересечения прямой OP с гиперсферой \bar{B} . P принадлежит пространству, в котором находится точка максимума. Легко видеть, что центры всевозможных окружностей, получающихся при пересечении всевозможных гиперплоскостей размерности 2 с гиперсферой \bar{B} , лежат в этом же полупространстве. При пересечении α некоторой гиперплоскостью размерности 2 получается прямая перпендикулярная прямой соединяющей начало координат и центр окружности S . Эта прямая разбивает плоскость окружности S на две полуплоскости: одна полуплоскость лежит в полупространстве, где находится минимум нормы вектора на \bar{B} , вторая – максимум. Так как центр S и точка минимума должны лежать в разных полуплоскостях, а ранее мы показали, что центр лежит в том полупространстве, которое содержит максимум нормы вектора на \bar{B}

то минимум нормы вектора на S принадлежит \bar{B}^{\min} . Лемма доказана.

Рассмотрим теперь задачу максимизации нормы вектора на пересечении шаров в произвольном пространстве R^n .

$$\max \left\{ \|x\|^2 \mid x \in B = \bigcap_{i=1}^m B_{r_i}(a_i), x, a_i \in R^n \right\} \quad (4)$$

Теорема 2. Если $B \subseteq \bigcup_{i=1}^m B_{r_i}(a_i) \setminus \bigcup_{i=1}^m \bar{B}_{r_i}^{\min}(a_i)$, то задача (4)

одноэкстремальна.

Доказательство

Предположим противное. Проведем через какие-нибудь две точки максимума и начало координат гиперплоскость размерности 2. Получим некоторое пересечение кругов, которое в силу леммы не содержит внутренних минимумов. Ясно, что максимумы будут максимумами и для пересечения этих кругов, и мы приходим в противоречие с теоремой 1.

Как видим в довольно широком классе случаев задача (4) одноэкстремальна.

Замечание. Не исключена возможность, что задача (4) будет одноэкстремальной и при выполнении менее жесткого требования отсутствия у допустимого множества внутренних минимумов.

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДІВ ТА КОМПЛЕКСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ МОДИФІКОВАНОГО ФЕНІЛОНУ

Ситар В.І., Кузяєв І.М., Сухий К.М., Попович П.А.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Ароматичні поліаміди, представником яких є фенілон, відрізняються комплексом фізико-механічних та теплофізичних властивостей. Однак, висока в'язкість розплаву, яка обумовлена сильною міжмолекулярною взаємодією, створює значні складнощі при переробці їх у вироби. При дослідженні реологічних властивостей фенілону [1] встановлено ряд специфічних особливостей його течії, до яких відноситься значна залежність в'язкості розплаву від температури. Унаслідок цього однією з основних задач є поліпшення реологічних властивостей фенілону шляхом модифікації його кремнійорганічними сполуками. Вибір цього класу сполук обумовлюється їх високою термічною стабільністю, що унеможливує термічну деструкцію при температурах переробки фенілону, значення яких складає близько 673К [2]. В якості останніх вибрано: олігодиметилсілоксани (ПМС), діфенілсіландіол (ДФСДО) та гексаметилдісілазан (ГМДС).

Ароматичний поліамід фенілон є перспективною основою для створення композиційних матеріалів триботехнічного призначення, що працюють у жорстких умовах експлуатації. У роботах [3,4] наведено дані про виявлення впливу складів полімерних композитів на фізико-механічні та триботехнічні властивості фенілону та здійснено математичну обробку результатів досліджень із застосуванням пакету прикладних програм MathCAD. Має місце значний інтерес проведення оптимізації реологічних властивостей розроблених полімерних композитів, що дозволить здійснити вибір оптимальних параметрів переробки у вироби.

Розробка полімерних композитів на основі фенілону є пов'язаною з визначенням впливу концентрації модифікуючих агентів, а також їх хімічної будови на реологічні властивості. З цією метою шляхом математичної обробки результатів досліджень визначаються оптимальні складі, а також здійснюється моделювання процесів течії розплавів полімерів. Це дозволить вибрати найбільш прогресивні методи переробки у вироби й раціональні технологічні параметри.

На першому етапі здійснено оптимізацію складів полімерних композитів за фізико-механічними та реологічними властивостями. Встановлено, що сумісність композитів у суміші фенілон-модифікатор має обмежений характер. Унаслідок цього необхідно здійснювати пошук зв'язку між співвідношенням компонентів і показниками фізико-механічних та реологічних властивостей однофазної та

двофазної систем. Якщо властивості однофазної системи визначаються характером взаємодії компонентів, то властивості двофазних систем будуть визначатись взаємодією полімеру й модифікатору на границі розділу фаз. Таким чином, про перехід від однофазної системи до двофазної судили за закономірністю зміни властивостей залежності від складу. З цією метою досліджено двокомпонентні системи, що містять в якості модифікатору кремнійорганічні сполуки різної хімічної будови. При вивченні властивостей системи фенілон-кремнійорганічний модифікатор найбільш важливим є встановлення функціональної залежності між складами та реологічними й механічними властивостями композитів, а саме, вивчали залежність ефективної в'язкості й ударної в'язкості від концентрації модифікатору. Математична обробка результатів виконується з використанням пакету прикладних програм MathCAD.

Аналіз отриманих залежностей свідчить про те, що введення модифікаторів в склад фенілону сприяє значному зменшенню в'язкості розплаву. Однак ця залежність носить криволінійний характер. У межах малих концентрацій модифікатору в'язкість різко зменшується, а подальше її збільшення суттєво не впливає на цей показник. Це свідчить про те, що при концентраціях модифікатору 2÷3 ваг.% здійснюється межове суміщення компонентів. Подальше зростання концентрації модифікатору приводить до проявлення ефекту несуміщення композитів й утворення двофазних систем. Подібне явище спостерігається при вивченні впливу концентрації модифікатора на значення ударної в'язкості. Максимальні її значення досягаються при введенні в склад фенілону 2÷3% кремнійорганічного модифікатору.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що природа й концентрація модифікатора здійснюють суттєвий вплив на властивості фенілону. Застосування математичної обробки результатів дозволило оптимізувати склади полімерних композитів за реологічними та фізико-механічними властивостями.

Оцінку реологічних властивостей полімерів здійснюють, встановлюючи залежність в'язкості розплаву від швидкості зсуву або залежності напруження зсуву від швидкості зсуву та одержуючи при цьому криві течії. Зв'язок між швидкістю зсуву й напруженнями, що виникають при цьому в реологічних середовищах, описується реологічними рівняннями стану

$$\tau = \eta(\dot{\gamma}) \cdot \dot{\gamma} \quad (1)$$

де τ – напруження зсуву;

$\eta(\dot{\gamma})$ - коефіцієнт ефективної в'язкості;

$\dot{\gamma}$ - швидкість зсуву, с^{-1} .

Для ньютонівських рідин у випадку простої зсувної течії можна застосувати залежність

$$\eta(\dot{\gamma}) = \mu_0 \cdot (\dot{\gamma})^{n-1} \quad (2)$$

де n – індекс течії, що визначається тангенсом кута нахилу кривих течії, побудованих у координатах $\lg(\tau) - \lg(\dot{\gamma})$;

μ_0 – коефіцієнт консистенції.

У результаті проведених досліджень вивчено характер течії фенілону, що містить кремнійорганічні модифікатори різної хімічної будови. З цією метою проведено дослідження залежності швидкості зсуву від напружень зсуву та

ефективної в'язкості від швидкості зсуву. Результати досліджень піддали апроксимаційній обробці. У результаті цього одержано залежності, які мають лінійний характер, що дозволяє обчислити індекс течії полімерних систем за тангенсом кута нахилу кривих течії.

Модифікація фенілоу кремнійорганічними домішками знижує енергію активації в'язкої течії. Значення її знаходиться на рівні таких традиційних термопластів як полістирол і полівінілхлорид, які успішно переробляються у виробі із в'язкотекучого стану.

Таким чином, у результаті проведених досліджень із застосуванням їх математичної обробки встановлено оптимальні концентрації модифікаторів з точки зору реологічних й механічних властивостей, значення яких складають 2÷3 ваг.%. Вивчено характер течії полімерних композитів на основі фенілоу із застосуванням апроксимаційної обробки результатів. Модифікація фенілоу кремнійорганічними сполуками суттєво зменшує в'язкість розплаву при збереженні високих значень механічних властивостей. Це відкриває можливості для розробки технології переробки модифікованого фенілоу із в'язкотекучого стану методами литва під тиском й екструзії.

Список літературних джерел

1. Термостойкие ароматические полиамиды / [Л.Б. Соколов, В.Д. Герасимов, В.М. Савинов и др.]. – М.: Химия, – 1975. – 256 с.
2. Соболевский М.В. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов / М.В. Соболевский, О.А. Музовская, Г.С. Попелева – М.: Химия, – 1975. – 296 с.
3. Сытар В.И. Конструкционные материалы на основе графитонаполненного фенилона / В.И.Сытар, А.И.Бура // Приднепровский научный вестник. – 1998. – № 78 (145). – С. 1-31.
4. Оптимизация состава композиции по комплексу триботехнических характеристик / В.И. Сытар, И.М. Кузьяев, А.И. Бура [и др.] // Трение и износ. – 2004. – Т. 25, №2. – С. 219-222.

О ПРИМЕНЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ АНТИПЕРСИСТЕНТНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРОЦЕССОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Скалозуб В.В., Клименко И.В.

Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта
имени ак. В. Лазаряна, Днепр, Украина

В связи со сложностью и нерегулярностью многочисленных процессов железнодорожного транспорта, одним из способов их описания является представление данных в виде временных рядов (ВР). Примерами подобных ВР являются процессы вагонопотоков различных категорий (полигонах, станциях), оценки затрат различных видов ресурсов по периодам, параметры процессов эксплуатации и др. В представленной статье основное внимание уделяется технологическим процессам железнодорожного транспорта, представленным антиперсистентными ВР вагонопотоков.

Многочисленные процессы различной природы и происхождения находят свое отображение в форме случайных, недетерминированных ВР [1-2]. Модели и методы анализа и прогнозирования состояний и параметров сложных систем на основе ВР получили признание и широкое распространение [2-3].

В работе исследуется возможность применения специализированной процедуры анализа антиперсистентных ВР, основанная на классификации относительно обобщения последовательных уровней. Ее применение, в результате, позволяет установить класс ВР, а также объемный показатель, который характеризует возможность построения тренда соответствующего процесса. В качестве примеров использованы ВР вагонопотоков, сформированные на основе процессов перевозки зерна в порты Украины, а также некоторые модельные ВР, раскрывающие возможности предлагаемой процедуры.

С помощью методов фрактального анализа, установлено, что некоторые ВР являются антиперсистентными, а по объему данных относятся к «коротким» ВР (рис. 1) [1, 3]. Представленные ВР имеют сложную хаотическую структуру, отражающую особенности технолого-экономических процессов железнодорожных перевозок. Выявление общих свойств и оценка параметров таких ВР дает возможность обоснованного прогнозирования оценок количественных характеристик показателей затрат на переработку вагонопотоков и т.п.



Рисунок 1 – Динамика вагонопотока по станции

Для исследования общих свойств ВР использованы методы фрактального анализа, вычисления показателя Херста [3]. Его значения позволяют установить категорию, классифицировать процессы ВР на персистентные (имеющие устойчивую тенденцию), антиперсистентные (излом тенденции, возвратность), выявить случайный характер процесса:

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(a * N)} \quad (1)$$

где : H – показатель Херста; S – среднее квадратическое отклонение ряда наблюдений; R – размах накопленного отклонения; N – число периодов наблюдений; a – заданная константа.

В [1,3] было показано, что для «коротких» ВР (соответствуют реальным процессам грузовых перевозок на железнодорожном транспорте) лучше использовать величину константы $a=\pi/2$.

Вместе с тем исследование ВР характеризующих перевозки зерна (ВР-3) железнодорожным транспортом, показали, что в большинстве эти процессы являются персистентными. Для их анализа и прогнозирования достаточно применения известных экономико-математических методов и процедур анализа и моделирования (рис. 2).



Рисунок 2 – Перевозки зерна в течении года

С учетом сказанного в работе предложена специализированная процедура анализа ВР, позволяющая, во-первых, дифференцировать антиперсистентные ВР, отнести их к некоторым различным классам (различающимся числом объединенных рядом стоящих уровней, длинами интервалов достоверного планирования), во-вторых, выполнять процедуры прогнозирования значений суммарных объемных показателей модифицированного ряда за установленный интервал (период обобщения данных). Таким образом, в рамках предлагаемой процедуры открывается возможность количественного анализа указанных антиперсистентных ВР, но лишь на выявленном при классификации интервале. Расчеты показывают, что для большинства таких уже персистентных ВР можно построить достоверную регрессионную модель оперативного прогноза.

Список литературных источников

1. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике [Текст] / Э. Петерс. – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.

2. Кузнецов С.Б., Гладковский О.П. Фрактальный анализ котировок ВТБ/ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://cprsob.ru/load/14-1-0-53>

3. Найман Э. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков [Электронный ресурс]: (Статья). // Э. Найман. 2010. – Режим доступа: http://www.capital-times.com.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=11623&Itemid=88888963

**ПРОЦЕДУРЫ ЧИСЛЕННОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСКРЕТНЫХ
БЕСКОАЛИЦИОННЫХ ИГР N ЛИЦ НА ОСНОВЕ УСЛОВИЙ
РАВНОВЕСИЯ ПО НЭШУ И ЗАДАЧИ АНАЛИЗА
КОНКУРИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ**
Скалозуб В.В., Скалозуб М.В.

Национальный университет железнодорожного транспорта имени академика
В. Лазаряна, Днепр, Украина

Задачи моделирования и комплексного анализа различных форм взаимодействия и конкуренции производственных, обслуживающих, а также других систем и процессов, имеют большой научно-практический интерес. Для их исследования с учетом всесторонних требований и условий реализации используются модели и методы системного анализа, исследования операций, теории игр и другие, где представлены всевозможные формы отражения и реализации принципов компромиссов. На практике в конфликтных и конкурентных ситуациях могут участвовать несколько сторон, как правило, более двух. Участники могут действовать независимо от других, образовывать коалиции, иметь большое число стратегий поведения (более двух), представляющих всевозможные способы реализации задач функционирования участников.

Одной из возможных форм представления таких моделей конфликтов служат дискретные бескоалиционные игры N лиц. В них основным является понятие оптимального решения, которое формально отражает различные варианты содержательных представлений об устойчивости, выгоды и справедливости. При этом считают, что устойчивость некоторой игровой ситуации (множества ситуаций) проявляется в ее равновесности (по Нэшу и др.), отклоняться от которых ни одному из участников не выгодно. Точнее, ни один игрок, действуя в одиночку, не может увеличить свой собственный выигрыш. Эффективные методы расчета состояний равновесия для моделей дискретных бескоалиционных игр N лиц с числом участников и стратегий более двух не разработаны.

В докладе рассмотрены вопросы численного моделирования и программной реализации, направленные на расчет состояний равновесия произвольных дискретных бескоалиционных игр N лиц. Для поиска состояний, удовлетворяющих условиям равновесия по Нэшу, разработаны специальные модели оптимизационных задач, реализованные методами случайного поиска. В качестве критерия оптимальности решения использованы отношения, характеризующие свойства равновесия, где в качестве целевой функции выбраны показатели, которые дают наихудшую оценку отклонения от равновесия, рассчитанную для каждого отдельно игрока. Также сформулированы показатели, оценивающие некоторую игровую ситуацию (набор стратегий) на основе значений суммарных нормированных отклонений от ситуации равновесия всех игроков (участников конфликта). Программная реализация указанных дискретных игровых моделей равновесия предусматривает два способа задания функций выигрыша – в виде многомерных табличных форм, соответствующих наборам стратегий игроков, а также на основе функциональных представлений. В работе выполнено

сравнение эффективности и чувствительности указанных моделей целевой функции.

В качестве примеров приведены реализации задачи конкуренции трех компаний-перевозчиков железнодорожного транспорта, имеющих от 3 до 7 стратегий (выбор тарифов на услуги по перевозке грузов по сети). В них в процессе организации перевозок грузов участвуют субъекты двух типов: грузоотправители («Г») и перевозчики («П»). «Г» выбирают маршруты на транспортной сети из пункта погрузки в пункты выгрузки исходя из расчетной величины прибыли. Между пунктами погрузки и выгрузки может быть несколько маршрутов перевозок «М», различных по собственнику («игроки»), стоимости (набор стратегий) и пропускной способности. «Г» и «П» получают прибыль, зависящую от объемов перевозки по «М». Величины стоимости перевозки устанавливается «П» заранее и независимо. Выбор «П» удельных стоимостей для собственных участков сети, исходя из условий равновесия по Нэшу, представляет содержание рассматриваемых моделей дискретных бескоалиционных игр N лиц.

ВОДОГРІЙНИЙ КОТЕЛ КОНТАКТНОГО ТИПУ – КРОК ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Стоянов О.В., Бутенко І.Г., Коломієць О.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В даний час основним напрямком еволюції і розвитку конструкцій водогрійних котлів середньої й великої потужності стало вдосконалення конструкцій водотрубних котлів, спрямоване в першу чергу на підвищення ефективності використання палива, що спалюється, зниження обсягу викидів шкідливих речовин. В світлі постійно зростаючих вимог щодо захисту навколишнього середовища, забезпечення високого ступеня маневреності в поєднанні зі збільшенням діапазону регулювання, підвищенням рівня автоматизації, можливістю спалювання широкою гама палив. Це досягається шляхом застосування високоєфективних поверхонь нагріву і пальникових пристроїв, сучасних топкових пристроїв і способів спалювання палива, останніх досягнень в області мікропроцесорної техніки [1]. Одним із шляхів підвищення ефективності є інтенсифікація теплообміну між нагріваемою рідиною і гріючими продуктами згоряння (газами) яка реалізується в водогрійних котлах контактного типу. Ці котли характеризуються безпосереднім контактом між рідиною і газом, тобто відсутністю розділової стінки (рис. 1). Такі котли останнім часом все ширше стали застосовуватися в об'єктах комунальної енергетики.

Камера згоряння - відкритого типу і не має розділюючої поверхні з водяним простором. Це дає можливість регулювати обсяг камери згоряння і водяного простору залежно від заданої теплопродуктивності. Оригінальне виконання конструкції камери згоряння дозволяє провести утилізацію тепла димових газів від продукту спалювання з найбільшою ефективністю, тому такі котли мають велику популярність в наш час. Ці котли відповідають всім сучасним вимогам, що до викидів та економії.

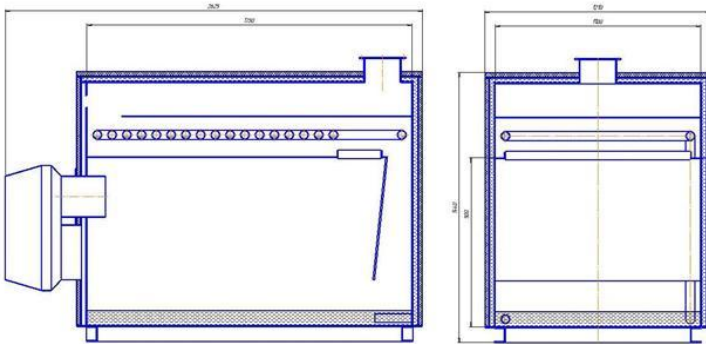


Рисунок 1 – Схема конденсаційного котла типу «Тга 0,9гс» з крапельним зрошенням

В конденсаційних водогрійних котлах(КВХ) теплообмін здійснюється в верхній частині першого ходу газів між розігрітими продуктами згоряння газів і розпиленими краплями води. Завдяки чому він має велике ККД, а після утилізації тепла з димових газів вони викидаються в атмосферу вже на багато меншої температури. Теплоносій «Вода» в данному котлі також фільтрується особистим фільтром для забезпечення його якомога найменшої шкідливості для навколишнього середовища. Висновок застосування такого котла каже сам за себе, він ефективний, економічний і майже не шкідливий. В Дніпропетровську компанія «Атлас енерго» займається переведенням класичних котлів на конденсаційні тим самим покращує енергозбереження та екологічну безпеку населення в Дніпропетровську.

З метою оптимізації конструкції водогрійних котлів ми провели розрахунок котла без крапельного зрошення та з крапельним зрошенням за методикою описанною в [3] але з урахуванням теплосприйняття однієї краплі, яке згідно з [4] знаходиться за формулою:

$$Q = 2.5 \frac{\lambda_l \nu d_k^{0.5}}{W_K} \frac{Re_k^{0.5} Pr_i^{0.25} k_i^{0.25} K_0^{1.5}}{\rho^{0.25}}$$

де λ_l – коефіцієнт теплопровідності пару, Вт/(м•К); ν – температурний напор; KW_k – швидкість краплі, м/с; d_k –діаметр краплі, м; Re_k – критерій Рейнольдса; Pr_i – критерій Прандтля; k_i – коефіцієнт випаровування; K_0 – коефіцієнт деформації; ρ – густина, кг/м³.

У традиційних котлів утворюються при згорянні палива водяні пари разом з димовими газами, що мають температуру 100 - 170°C, віддаються в атмосферу. Теплота згоряння палива, що використовується в традиційних котлах, називається нижчою теплотворністю палива. В існуючих на сьогоднішній день методиках розрахунку ККД котлів вона приймається за 100%. Енергія ж, що виділяється при конденсації пари води, що містяться в димових газах, становить додаткові 11%. Конденсаційні котли, завдяки впровадженню нових технологій, використовують цю додаткову енергію конденсації пари для нагріву води, тому вони й називаються конденсаційними. Слідуючи такому розрахунку

максимальний, теоретично можливий ККД конденсаційних котлів становить 111%. А повна енергія згоряння палива, що включає енергію конденсації водяної пари, називається вищою теплотворністю палива. Очевидно, що ККД конденсаційних котлів перевищує 100% є умовним, а правильне і зрозуміле для всіх значення ККД матиме, якщо при його розрахунках за 100% прийняти вищу теплотворність палива. Приклад складу втрат в котлах та їх типові значення ККД наведені в таблиці.

Таблиця 1 – І Склад втрат в котлах та їх типові значення ККД

| Тип котла | Звичайний | Конденсаційний |
|-------------------------------------|-----------|----------------|
| Максимально можливий ККД | 111% | 111% |
| Втрати що відходять димовими газами | 6% | 2% |
| Втрати теплового випромінювання | 2% | 1% |
| Втрати теплоти конденсації | 11% | 1% |
| Разом ККД | 92% | 107% |

Як видно з таблиці в конденсаційних котлах не тільки реалізована можливість отримувати додаткову теплоту конденсації, а й знижені інші втрати. Сумарний виграш для ККД становить в середньому 15-17%. Температура конденсації водяної пари в димових газах - близько 57°C. Саме нижче цієї температури в конденсаційних котлах починає виділятися додаткова теплота конденсації.[2] Для забезпечення конденсації пари в конденсаційних котлах використовується вода зворотної лінії опалювальної системи. Чим нижче температура зворотної води в котлі, тим більше виділяється теплоти конденсації, тим вище ККД котла. Максимальний ККД конденсаційних котлів вказується зазвичай для температурного режиму 50/30°C. Такі результати отримані, завдяки впровадженню новітніх технологій. Теплообмінник конденсаційних котлів, виконаний з високоякісної нержавіючої сталі, має замкнуту конструкцію з безліччю отворів для проходження газу. Димові гази після нагрівання води, потрапляють в область низькотемпературної зворотної води. Завдяки цьому досягається низька температура охолоджених газів, що дозволяє отримати найбільшу теплоту конденсації водяної пари і найменші втрати з димовими газами.

Список літературних джерел

1. Wachters L.H.J, Westerling N.A.J. The heat transfe from a hot wall to impinging woter drops in the spheriodal state // Chem. Engineering Science, 1966. Vol.21. No 11. P. 1047—1056.
2. Тепловой расчет промышленных парогенераторов (нормативный метод)/ Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора, М: Энергия, 1973
3. Тепловой расчет промышленных парогенераторов/Под ред. В. И. Частихина,-К.: Вища школа, 1980.
4. Форсуночное охлаждение высокотемпературныхповерхностей / Л.И. Урбанович, В.А. Горяинов, В.В. Севостьянов и др. // Изв. вузов. Черная металлургия. 1981. №3. С. 156—160.

К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ДОМЕННОЙ ШИХТЫ

Тогобицкая Д.Н., Белькова А.И., Лихачев Ю.М.

Институт черной металлургии Национальной академии наук Украины,
Днепр, Украина

Изменившиеся в последние годы условия выплавки чугуна, связанные с дефицитом железорудных материалов и вовлечением отходов в аглодоменный процесс, вызывают неустойчивость доменной плавки, что приводит к существенным колебаниям химического состава чугуна и шлака, а также технико-экономических показателей. Это обуславливает актуальность решения задач оптимизации состава доменной шихты, обеспечивающего выплавку кондиционного чугуна с минимальными энергетическими и сырьевыми затратами.

В Институте черной металлургии для решения таких задач используется системный подход к описанию процессов формирования структуры и свойств расплавов с использованием интегральных физико-химических параметров состава шихтовых материалов, чугуна и шлака, что позволяет прогнозировать состав и свойства конечных продуктов плавки по показателям шихты и технологии и осуществить решение обратной задачи: оптимизации состава шихты по заданным показателям чугуна и шлака [1].

В случае обеспечения оптимальности процесса по одному из критериев – постоянства рудной нагрузки, минимума расхода кокса или стоимости продукции, максимума производительности, нами наработан опыт использования нескольких подходов. Один из них базируется на применении алгоритмически заданных зависимостей, описывающих систему ограничений для выходных параметров путем решения прямой и обратной задачи с использованием алгоритмов решения в некорректной постановке [2].

Как показал наш опыт использования методов нулевого порядка [3], алгоритм которых не требует знание градиента, в случае немонотонной функции не может быть обеспечено оптимальное решение в области с наличием нескольких локальных оптимумов.

Учитывая многопараметричность задачи оптимизации показателей доменной плавки при однокритериальном варианте используются градиентные методы или поиск решения по деформированному многограннику [4]. В этом случае применение симплекс-метода, который использует только значения функции в точках и не требует расчета градиента, оптимальное решение находится за счет последовательного перемещения и деформирования симплекса (N- мерного многоугольника) в области точки экстремума.

В общем смысле совершенствование технологических процессов и систем управления с целью обеспечения наилучших технико-экономических показателей связано с решением задач векторной оптимизации.

Удовлетворительные результаты при решении многокритериальных задач нами получены с применением методов «свертки» информации о составе, прочностных свойствах шихтовых материалов и показателей, учитывающих их агрегатные превращения в объеме печи [5]. В частности, для выбора

рационального состава шихты в качестве критерия может быть использован интегральный показатель доменной шихты КШ. Рациональный режим доменной плавки регламентируется изменением интегрального показателя КШ в пределах: 0,5-0,7 (рис. 1).

Одним из вариантов поиска оптимального решения в задачах векторной оптимизации доменной шихты подтвердил свою эффективность метод, базирующийся на декомпозиции исходного пространства параметров по принципу их доминантного влияния на критерии оптимизации. Например, при оптимизации производства и качества чугуна по содержанию в нем серы с использованием таких компонент шихты как агломерат и известняк следует учитывать их разнонаправленное влияние. Так, на производство чугуна влияние расхода агломерата существенно и незначительно влияние расхода известняка, а на содержание серы наоборот - существенное влияние оказывает расход известняка (рис. 2). В таких случаях при многокритериальной оптимизации в соответствии с принципом Парето следует учитывать только значимые факторы с исключением несущественных.

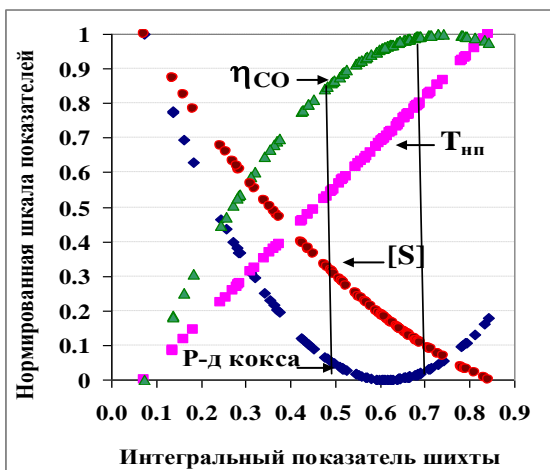


Рисунок 1 - Связь интегрального показателя доменной шихты с содержанием серы в чугуне, степенью использования газа, расходом кокса и температурой начала плавления шихты

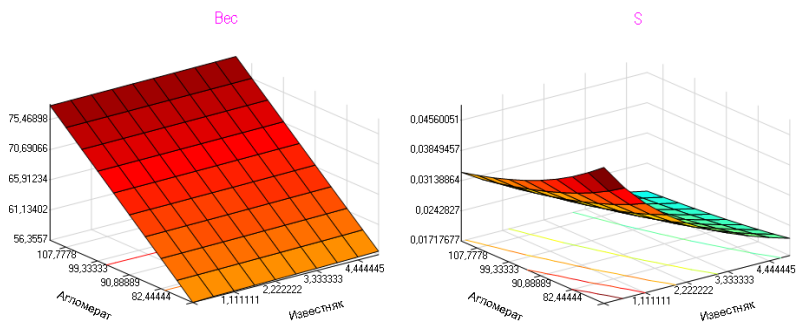


Рисунок 2 - Влияние расходов агломерата и известняка на производство чугуна и содержание серы в чугуне.

Список литературных источников

1. Тогобицкая Д.Н. Системный подход к решению задачи выбора оптимального состава доменной шихты / Д.Н. Тогобицкая, А.И. Белькова, А.Ф. Хамхотко [и др.] // Науківі вісті. Сучасні проблеми металургії. – Дніпропетровськ: НметАУ. – 2011. – №13. – С. 14–20.
2. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач./ А.Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М: Наука, 1979. – 288 с.
3. Белькова А.И. Компьютерная система поддержки принятия решений в задачах выбора оптимального состава доменной шихты в современных сырьевых условиях / А.И. Белькова, Л.Т. Бойко, Л.А. Сафина-Валуева, Ю.М. Лихачев // Математичне моделювання. – Дніпродзержинськ. – 2014. – №1(30). – С. 48-51.
4. Тогобицкая Д.Н. Применение симплекс метода для оптимизации состава доменной шихты / Д. Н. Тогобицкая, А. И. Белькова, Ю.М. Лихачев // Міждержавна науково-методична конференція «Проблеми математичного моделювання». Тези доповідей. – Дніпродзержинськ. – 2016. – С. 102-105.
5. Тогобицкая Д.Н. Выбор состава доменной шихты, обеспечивающего направленное формирование жидких продуктов доменной плавки / Д. Н. Тогобицкая, А. И. Белькова, Д. А. Степаненко [и др.] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – Днепрпетровск. – 2016. – № 3. – С. 11-18.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РОБОТІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

Удовенко М.Ю., Реннер І.Ю., Митрохін О.А.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

При роботі токарного верстата в його опорах виділяється теплота тертя, яка частково розсіюється в навколишнє середовище, а частково нагріває верстат. Розглянемо температурні деформації цього верстата. В основному вісь шпинделя в процесі розігріву верстата переміщується в просторі на кілька десятків

мікрометрів, що може перевищувати задану точність обробки деталі. Для з'ясування даної проблеми були проведені експериментальні дослідження.

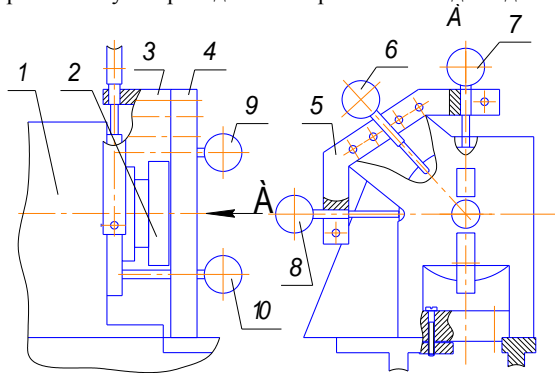


Рисунок 1 - Схема експериментальної установки

На станині токарного верстата (рис. 1) була встановлена стійка 4, яка через кронштейн 3 з'єднувалася з державкою 5. У державці встановлювали три індикатори годинникового типу з точністю вимірювань 1 мкм. Наконечники індикаторів взаємодіють з кришкою, яка закриває передню опору шпинделя 2 шпиндельної бабки 1 токарного верстата. Індикатори 6-8 були встановлені таким чином, щоб індикатор 7 вимірював зміщення кришки у вертикальній площині (вісь Y), індикатор 8 - в горизонтальній площині (вісь X) і індикатор 6 - в поздовжньому напрямку верстата (вісь Z).

В процесі випробувань з'явилася необхідність встановлення ще двох індикаторів 9 і 10, які розташовані по вертикальній осі Y, для фіксування перекосу кришки шпиндельної бабки 1. Для цього в попередньо просвердлені отвори в корпусі шпиндельної бабки встановлювали терморезистори (рис. 2).

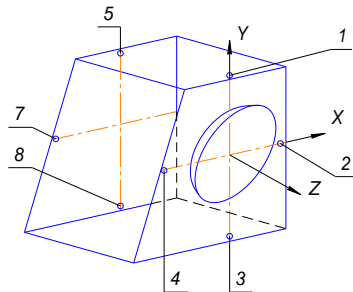


Рисунок 2 - Схема установки терморезисторів

Обробка експериментальних даних показала, що максимальне переміщення осі шпинделя, виміряне індикатором 8 (рис. 1), не перевищує $1 \div 2$ мкм. Це підтверджується тим, що різниця температур між точками 2 і 4 (рис. 2) не

перевищує 40°C . Максимальне переміщення $49\ \mu\text{m}$ зафіксовано індикатором 7 при частоті обертання шпинделя $n = 1000\text{об/хв}$.

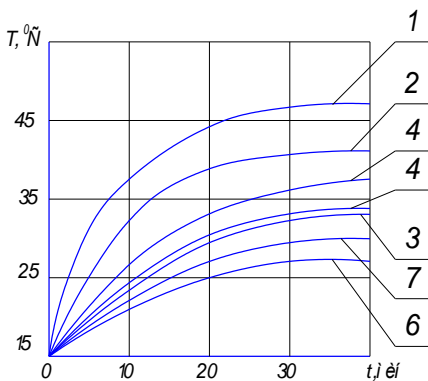


Рисунок 3- Схема кривих змін температури

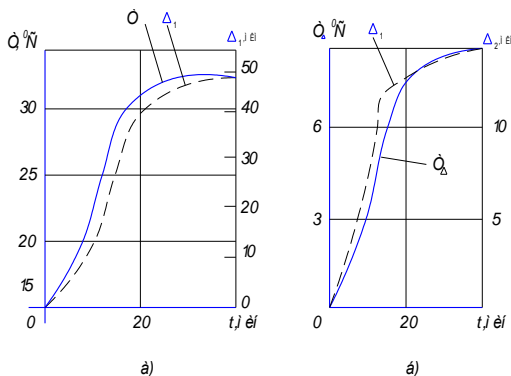


Рисунок 4 - Схема зміни температури при розігріві верстата

На рисунку 4а показана зміна температури T в точці 3 при розігріві верстата і переміщення осі шпинделя по осі Y . З рисунку 4а видно, що обидві криві проходять на близькій відстані одна від одної, при цьому помітно деяке відставання в часі переміщення від температури T .

На рисунку 4б показано зміна різниці середніх температур передньої і задньої стінок корпусу шпиндельної бабки в часі та поворот торцевої поверхні фланця шпинделя. Обидві криві розташовані досить близько одна від одної. Таким чином, в результаті нерівномірного нагрівання передньої і задньої стінок корпусу шпиндельної бабки фланець шпинделя повертається в площині YOX . Однак це зміщення не впливає на показники точності в торцевому перетині, так як воно відбувається тільки по осі X , яка проходить через вершину різця.

Якби спостерігався поворот фланця шпинделя щодо осі Y , то биття торцевої поверхні оброблюваної деталі визначалося б за формулою (1):

$$\Delta_a = R \times \frac{l}{b + a + k}, \quad (1)$$

де R – радіус обробки деталі, на якому визначається биття;

l – зміщення осі шпинделя по осі X ;

b – відстань між опорами шпинделя;

a – довжина консольної частини шпинделя;

k – відстань від торця оброблюваної деталі до торця шпинделя.

З формули (1) видно, що значення залежать від зовнішнього діаметра деталі.

При обробці довгих деталей теплове зміщення осі шпинделя по осі Y практично не впливає на появу конусності, а зсув по осі X буде викликати утворення конусності відповідної величини.

Таким чином дослідження показали, що зміщення осі шпинделя при виході верстата на сталий тепловий режим по осі Y не впливає на регламентовані показники точності, і тільки зміщення по осі X призводить до виникнення похибок розмірів, форми і взаємного розташування оброблених поверхонь. Тому при конструюванні необхідно приймати конструктивні рішення, спрямовані на обмеження переміщення шпинделя по осі X .

СЕКЦІЯ 3

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

- **нейрокомп'ютери та нейронні мережі**
- **знання-орієнтовані комп'ютерні системи та онтологічний інжиніринг**
- **м'які обчислення в інформатиці, моделюванні та управлінні**
- **розподілені інформаційні системи**
- **експертні системи обробки даних**
- **системи підтримки прийняття рішень**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА ЗОН ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА LANDSAT-8

Гаркуша И.Н.

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепр, Украина

В начале 2013 года на орбиту Земли был успешно выведен восьмой спутник дистанционного зондирования (ДЗ) серии Landsat. На борту спутника функционируют два сканера ДЗ – OLI и TIRS. Двухканальный сканер TIRS выполняет регистрацию электромагнитного излучения в дальнем инфракрасном диапазоне спектра (тепловом) – TIR (Thermal InfraRed). Длина волны фиксируемого излучения на полусреднем максимуме – 10,8 мкм и 12 мкм. Таким образом, TIRS позволяет фиксировать тепловое восходящее излучение поверхности Земли и объектов территории съемки.

Построение тепловых карт различных территорий Земли является актуальным, поскольку преследует широкий круг различных важных целей. Например, поиск нетрадиционных источников энергии или взаимосвязей с эпицентрами землетрясений, разломными геологическими структурами. Важным является выявление температурных аномалий территорий, построение карт LST (Land Surface Temperature), а также использование температурных измерений для прогноза урожайности и состояния сельскохозяйственных культур.

При обработке разновременных массивов данных Landsat-8, одной из проблем является обработка большого объема данных. Поскольку качественный расчет данных температуры не возможен без предварительной оценки состояния атмосферы, в частности наличия облачности, то необходима также обработка не только данных сканера TIRS, но и сканера OLI, выполняющего регистрацию электромагнитного излучения в оптическом видимом, ближнем и среднем инфракрасных диапазонах. Это все приводит к большим объемам обрабатываемых данных. Например, средний объем данных одного мультиспектрального космоснимка Landsat-8 составляет 700-850 Мбайт в архивированном виде и 1,8 Гбайт в распакованном виде. По завершению процесса предобработки, радиометрической и атмосферной коррекций полный объем данных одного космоснимка может составлять в среднем 5 Гбайт. В исследовании использовалось 48 разновременных мультиспектральных сцен Landsat-8. Таким образом, общий объем исходных данных составлял около 240 Гбайт.

В ходе работы был разработан инструментарий для автоматизации обработки данных Landsat-8. Инструментарий позволил автоматизировать расчет Snow/Ice-индекса, а также выполнил построение карт температуры. По данным полученного Show/Ice-индекса автоматизировано были созданы карты для учета облачности, которые, в свою очередь, дали возможность отфильтровать значения температур, не имеющих отношения к подстилающей поверхности съемки. При помощи инструментария QGIS в псевдоцветовом кодировании выполнена визуализация зон с повышенной температурой участка исследования.

При построении карт LST исследуемой территории использовался метод, предложенный Artis и Carnahan [1, 2]. По набору результирующих данных созданы усредненные температурные карты, позволившие выделить несколько зон природных ландшафтов с повышенной температурой.

Список литературных источников

1. Artis D.A., Carnahan W.H. Survey of emissivity variability in thermography of urban areas // Remote Sensing of the Environment, 1982, № 12. – P. 313-329.

2. Busygin B., Garkusha I. Technology mapping of thermal anomalies in the city of Dnipropetrovsk, Ukraine, with application of multispectral sensors // Energy Efficiency Improvement of Geotechnical Systems. – CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, London, UK, 2013. – P. 151-159. ISBN 978-1-138-00126-8.

ТРИВИМІРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОСТОРОВИХ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ СЦЕН

Гнатушенко В.В.^{1,2}, Гордіюк Д.М.²

¹ Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,
Дніпро, Україна

² Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

При візуалізації земних поверхонь особливо важливим завданням є адекватне відображення топології, геометрії та динаміки для одержання найбільш реалістичної візуальної картини навколишнього оточення. Тривимірне відображення місцевості з точною координатною прив'язкою характерних об'єктів стає необхідною основою планування. Принциповий вииграш від використання такого «віртуального» 3D-подання полягає в максимальній наочності просторових даних і зовсім нових інтерактивних інформаційних можливостях, які забезпечують комп'ютерні технології машинної графіки в порівнянні зі звичайними паперовими картами та схемами [1-5].

Візуалізація просторових сцен - трудомістке завдання. Це пов'язано з безперервним підвищенням вимог з реалістичності і швидкодії, тому для візуалізації складних просторових сцен застосовуються дорогі спеціалізовані графічні робочі станції. У зв'язку із зростанням обчислювальної потужності персональних комп'ютерів, стала можлива розробка на їх базі порівняно дешевих інтерактивних систем візуалізації, що працюють в реальному часі. Але досі не існує програмного засобу, який би дозволяв користувачеві створювати тривимірну візуалізацію моделей фотограмметричних сцен на основі первинних аерокосмічних даних високого просторового розрізнення. У зв'язку з цим виникає потреба в формалізації та алгоритмізації процесу створення тривимірної моделі, починаючи з етапів геометричної корекції «сирого» знімку та подальшого розпізнавання об'єктів сцени. Наведений короткий аналіз надає підстави для визначення сутності науково-прикладної задачі, що вирішується в даній роботі: розробка методу комп'ютерної візуалізації фотограмметричних сцен з метою побудови реалістичної тривимірної моделі місцевості. В рамках поставленої задачі

нами розроблено технологію тривимірної реконструкції об'єктів з аерофотознімків високого просторового розрізнення (рис.1).



Рисунок 1 - Фрагмент вхідного зображення аерозйомки

Застосовуючи дану технологію в результаті ми отримуємо PointCloud – хмару точок в тривимірному просторі, які описують місцевість, що зображена на знімках. Проте в цьому форматі даних є один суттєвий недолік – маємо точки, які ніяк не пов'язані між собою. Для того, щоб позбутися цього, нами застосовано процедуру триангуляції. У даному випадку триангуляція – це процес розділення топологічного простору на симплекси. Після застосування даної процедури отримано сітку, яка складалася з пов'язаних між собою трикутників, та детально описувала рельєф місцевості. За допомогою використання сітки та вхідних зображень аерофотозйомки нами побудовано текстуровану модель місцевості (рис.2), яка дозволяє отримати реалістичну тривимірну модель та зручні у використанні 3D – карти.



Рисунок 2 - Текстурована модель місцевості

Отже, використання запропонованої технології тривимірної реконструкції цифрових даних дозволяє отримати високоточні 3D – карти, які детально описують місцевість і вирішити проблему візуалізації просторових фотограмметричних сцен.

Список літературних джерел

1. Zhong Y. Intrinsic shape signatures: A shape descriptor for 3d object recognition / Y. Zhong // In ICCV Workshops, 2009.
2. Tombari F. A combined texture shape descriptor for enhanced 3d feature matching / F. Tombari, S. Salti, and L. Di Stefano // In ICIP, 2011.
3. Krainin M. Manipulator and object tracking for in-hand 3d object modeling / M. Krainin, P. Henry, X. Ren, and D. Fox. // IJRR, 30(11):1311–1327, 2011.
4. Mihalyi R.-G. Uncertainty estimation of ar-marker poses for graph-slam optimization in 3d object model generation with rgbd data / R.-G. Mihalyi, K. Pathak, N. Vaskevicius, and A. Birk. // In IROS, 2013.
5. Newcombe R. A. Kinect fusion: Real-time dense surface mapping and tracking / R. A. Newcombe, S. Izadi, O. Hilliges, D. Molyneaux, D. Kim, A. J. Davison, P. Kohli, J. Shotton, S. Hodges, and A. Fitzgibbon // In ISMAR, 2011.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ НЕЧЁТКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ НЕЧЁТКО- МНОЖЕСТВЕННЫХ РАСЧЁТОВ

Горбонос П.А.

ДВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

В 1965 году азербайджанский математик Лотфи Заде опубликовал основополагающую работу по теории нечётких множеств, основав отдельное направление математики. В 1973 году он предложил теорию нечёткой логики, чем положил начало применению новой математической теории на практике. С тех пор сфера применения нечёткой логики продолжает расширяться. В связи с этим встаёт проблема инструментов проектирования и разработки нечётких систем управления. Существующие программные продукты и комплексы для разработки нечётких систем являются недостаточно гибкими для включения нечёткого расчёта в отдельный проект, в подавляющем большинстве являются коммерческими продуктами, большей частью заточенными под определённые специфические задачи. Зачастую для построения проекта на принципах нечёткой логики необходимо с нуля разрабатывать расчётную часть под текущую задачу, что вызывает проблемы с повторяемостью использования полученного модуля. Потому проблема существования гибкого открытого универсального механизма разработки нечётких систем остаётся открытым.

Целью исследования является разработка программного средства, которое должно предоставлять все возможности и для проектирования нечётких систем управления, и для нечётких расчётов внутри разрабатываемых проектов, быть легко интегрируемым в качестве компонента проектируемой системы,

обеспечивать достаточно высокую скорость работы и не зависеть от деталей реализации определённой платформы.

В качестве языка разработки был взят C++, разработка велась в среде программирования Visual Studio 2013 под Windows 7.

Основой библиотеки является реализованный класс красно-чёрного дерева, поверх которого реализована структура данных «множество». Красно-чёрного дерева было выбрано благодаря своей сбалансированности, которая обеспечивает не более $O(\log n)$ операций на вставку, удаление или поиск элемента.[4]

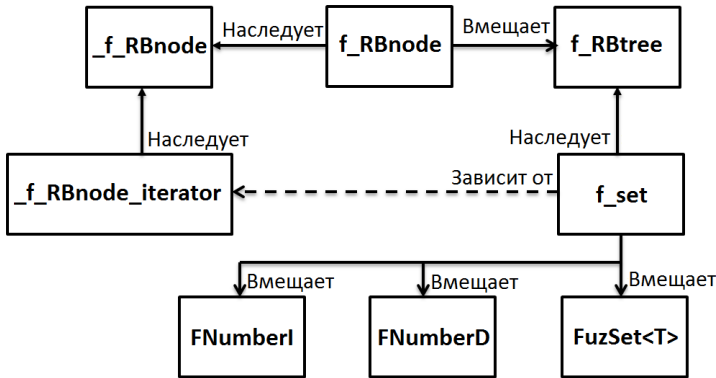


Рисунок 1 – Диаграмма классов библиотеки

На рис. 1 приводится упрощенная диаграмма классов, которая демонстрирует взаимосвязи в библиотеке. Описание классов приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Описание классов библиотеки

| Класс | Описание |
|---------------------------------|---|
| <code>_f_RBnode</code> | Класс-реализация узла красно-чёрного дерева |
| <code>f_RBnode</code> | Класс-интерфейс к узлу красно-чёрного дерева |
| <code>f_RBtree</code> | Красно-чёрное дерево |
| <code>_f_RBnode_iterator</code> | Итератор для перемещения по красно-чёрному дереву |
| <code>f_set</code> | Множество |
| <code>FNumberI</code> | Нечёткое число на множестве натуральных чисел |
| <code>FNumberD</code> | Нечёткое число на множестве действительных чисел |
| <code>FuzSet<T></code> | Класс-шаблон нечёткого множества |

В то же время библиотека помимо приведённых классов содержит ещё и отдельные модули стандартных функций и операций над нечёткими множествами.

В библиотеке были реализованы:

- 1) Классы нечётких чисел и собственно нечёткого множества.
- 2) Получение основных характеристик нечётких множеств (высота, мода, носитель, альфа-уровень, ядро, норма).

3) Выбор из нескольких т-норм для нечётких операций (min/max, алгебраическая, граничная, драстическая).

4) Логические операции (объединение, пересечение, дополнение, равенство, разность, симметрическая разность, дизъюнктивная сумма).

5) Алгебраические операции над нечёткими числами.

6) Алгебраические действия над нечёткими множествами (концентрация, растяжение, возведение в степень, умножение на число, комбинация).

7) Оператор увеличения нечёткости.

8) Дефаззификация нечёткого числа.

Вся теоретическая информация для реализации функционала нечётких множеств была взята из источников [1][2][3].

Выводы. Была спроектирована и реализована библиотека для работы с нечёткими множествами. Полученное программное средство может быть интегрировано практически в любую разрабатываемую нечёткую систему управления и при этом даёт возможность совершать как небольшие нечёткие расчёты, так и принимать участие в проектировании системы.

Список литературных источников

1. Круглов В. В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 201 с.

2. Леоненков А. А. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. А. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.: ил.

3. Заде Л. Нечёткая логика: Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 167 с.

4. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е изд. : Пер. с англ. / Томас Кормен, Чарльз Лейзерон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2013. – 1328 с. : ил.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРНИХ ОЦІНОК ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТОВАРІВ

Губа М.О., Науменко Н.Ю.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Динамічний розвиток національного ринку під впливом факторів внутрішньої та зовнішньої конкуренції, а також підвищенням вимог до продукції вимагає від підприємств пошуку нових способів утримання своїх конкурентних позицій, підвищення рівня конкурентоспроможності.

Обов'язкового значення у таких умовах набуває вибір відповідних методів оцінки конкурентоспроможності, оскільки саме вони виступають тією основою, що здатна не лише забезпечити розуміння підприємством свого стану на ринку, а і визначення тих факторів, які впливають на рівень попиту їхньої продукції, обґрунтування відповідних управлінських заходів та стратегічних напрямів ринкової поведінки.

Орієнтуватись у параметрах конкурентоспроможності своєї продукції, мати достовірну та повну інформацію про їхню динаміку – значить чітко реалізувати усі стратегічні цілі, перебувати у динамічному розвитку, та забезпечувати відповідні показники діяльності [1].

В умовах жорсткої конкуренції завжди виживає найсильніший. Останнім часом ринок почали захоплювати рітейли, тобто. великі торгові мережі, які працюють під єдиним брендом і управлінням. За різними оцінками, частка мережевих продуктивних магазинів складає близько 30% роздрібного продуктового рітейлу, а в містах-мільйонниках вона перевищує 40-50%. Динамічний розвиток продуктивних торгових мереж викликало зростання конкуренції між ними. Відповідно виникла потреба в створенні методики, яка дозволила б оцінити їх конкурентне становище на ринку.

На сьогоднішній день методики оцінки конкурентоспроможності товарів, розробляються за двома основними напрямками: визначення конкурентоспроможності на основі економічних показників діяльності і на основі думки споживачів.

до інформаційних систем пред'являються певні вимоги, які диктуються змінами в організаційній структурі підприємства, зумовлені змінами ринкових відносин і ситуації на ринку, внаслідок чого пред'являються вимоги постійно змінюються. У результаті ці вимоги повинні уточнюватися, і доповняться протягом усього життєвого циклу проекту, що розробляється інформаційної системи, яка потребує розвитку і вдосконаленні паралельно з розвитком і вдосконаленням організаційної структури підприємства [1].

До удосконалення інформаційної системи можна досягти шляхом створення спеціалізованого під даний профіль підприємства програмного засобу, яке задовольнятиме зазначеним вимогам і вирішувати повною мірою все коло поставлених завдань з урахуванням впровадження та супроводу.

Таким програмним засобом може бути розроблена підсистема оцінки конкурентоспроможності товарів, яка дозволить знизити тривалість введення, корегування та пошуку інформації про товар, зменшить витрати на зберігання даних. Метою роботи є проектування та розробка інформаційної підсистеми, що буде виконувати ці завдання.

У роботі пропонується використовувати метод експертних оцінок, так як саме цей метод є найпоширенішим з методів оцінки, тобто аналітична оцінка конкурентоспроможності товарів висококваліфікованими фахівцями дозволяє більш точно оцінити товар. На етапі попередньої обробки даних пропонується здійснювати наступні дії: перевірку однорідності даних, фільтрацію і нормування даних.

Особливістю створеної інформаційної системи є те, що база даних товарів і експертів є динамічною, тобто є постійно обновлюваною, що в свою чергу призводить до того, що крім віднесення образу до якої-небудь групи, потрібно визначати / перевизначати самі ці групи і, як наслідок, формувати категорії.

Для встановлення відносної значимості досліджуваних об'єктів на основі їх переваги один перед одним здійснюється за допомогою процедури ранжування. При ранжируванні кожному з об'єктів ставиться у відповідність ранг [2]:

$$R_{ij} = \frac{t + (t + 1) + (t + 2) + \dots + (t + k - 1)}{k}$$

При обробці матеріалів колективної експертної оцінки, для кількісної оцінки ступеня узгодженості думок експертів застосовується коефіцієнт конкордації W , який дозволяє оцінити, наскільки узгоджені між собою ряди переваги, побудовані кожним експертом [2]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j^2}$$

Використання методу експертні оцінки допомагає формалізувати процедури збору, узагальнення і ґрунтового аналізу думок спеціалістів з метою перетворення на форму, найзручнішу до ухвалення обґрунтованого рішення. Експертних оцінках разом із іншими математико-статистическими методами є важливим інструментом удосконалення управління всіх рівнях.

Список літературних джерел

1. Учебно-методичний посібник: Методи експертних оцінок. ІІ «Стратегія» м. Жовті Води, 1997.
2. Добров Г.М., Єршов Ю.В., Левін Є.І., Смірнов Л.П. Експертні оцінки у науково технічному прогнозуванні. Київ: Наукова думка, 1994. – 263 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОБСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Деревягін Д.І.

Agilie

Бурное развитие сети Интернет, появление мощных и доступных персональных вычислителей малых размеров (известных как смартфоны и планшеты), позволили широкому кругу потребителей получить доступ к уникальному набору возможностей.

Каждый день появляются различные продукты, приложения и целые программно-аппаратные комплексы, которые решают множество сложнейших задач. От простейших игр до сложных систем, которые управляют движением транспорта в крупных городах, контролируют здоровье людей и даже нашими домами.

Несмотря на довольно большие различия, все эти системы объединяет важнейшая общая черта - в данных системах много пользователей, миллионы и десятки миллионов, которые требуют оперативного обслуживания своих потребностей. Соответственно это ставит перед архитекторами информационных систем и архитекторами задачу разработки и внедрения таких решений, которые при самой высокой нагрузке успешно решат поставленные бизнесом задачи.

Центральным и ключевым компонентом любой информационной системы является серверная подсистема, которая выполняет роль своеобразного ядра. Хранение данных, реализация большей части бизнес логики, решение

дополнительных задач (например - построение аналитических отчетов на основе накопленных данных), это те немногие аспекты, которые должна решать данная подсистема.

На сегодняшний день инженерами накоплен большой опыт решения такого рода задач, причем в автоматическом режиме. Подразделения крупных международных компаний специализируются на продаже такого рода решений, самые яркие примеры - Amazon AWS, Google Cloud, Microsoft Azure. Данные сервисы, созданные на основе облачных технологий, прекрасно автоматизированы для решения задач любой сложности. Однако весомым недостатком такого рода решений является специальная система монетизации, которая требует высоких затрат, в зависимости от характера нагрузки - 10-ки тысяч долларов в месяц.

Для многих заказчиков, кто обеспечивает работу информационных систем в странах с невысокой платежной способностью потребителей - это становится серьезным барьером. Для решения этой проблемы многие компании создают свои решения, которые хоть и не столь прекрасны, как решения упомянутых компаний, однако более ориентированы на потребности клиента, в том числе в финансовом плане.

Такая задача была поставлена и перед компанией Agilie, в рамках разработки проекта службы-такси SharkTaxi. При разработке SharkTaxi компании Agilie были выдвинуты следующие исходные требования к системе:

- количество пользователей - более 500т.
- количество пользователей online - 3т.
- количество заказов в сутки - не менее 30т.
- время отклика подсистемы API - не более 100мс.
- время отклика подсистемы WebSocket - не более 30мс.
- время отклика web страницы административного интерфейса - не более

5с.

- обеспечение уменьшения зависимости от работы внешних сервисов, к примеру - кеширование ответов географических сервисов.
- линейная масштабируемость
- быстрая расширяемость
- разумные расходы на инфраструктуру

Для решения этой задачи мы создали собственное решение, по автоматизации настройки, управления и развертывание новых компонент системы, которая полностью удовлетворяет не только текущим, но и будущим требованиям и не требует высоких финансовых вложений даже при высоких показателях нагрузки.

Решение построено на следующих компонентах:

- 1) Аппаратная платформа - арендованные сервера компании Hetzner
- 2) Программная платформа - собственная система настройки, управления и развертывание новых компонент системы, которая производит динамически и в автоматическом режиме смену поведения системы в зависимости от нагрузки системы. Основываясь на комбинации готовых базовых решений (Docker, OpenStack) и собственного ПО, решение было разработано и внедрено в повседневное использование/

3) Для достижения цели в п.2 был применен широкий спектр как готовых инструментов оперативного анализа и оптимизации производительности

(например - решение компании NewRelic) так и инструменты собственной разработки.

Само решение основано на принципе предварительного прогнозирования нагрузки, с учетом различного рода внешних факторов - день недели, погода, общественные мероприятия.

Принцип работы системы:

1) Обеспечение параметров работы системы в заданных граничных условиях.

2) Непрерывный сбор и анализ данных о текущей производительности системы.

3) Сбор и анализ данных о производительности системы в течении временного периода (день, неделя, месяц).

4) На основании полученных данных - автоматическая регулировка количества запущенных серверов, развернутых контейнеров, запущенных в них сервисов, алгоритмов балансировки.

Для реализации п.2 и 3 активно используются современные инструменты мониторинга и анализа работы приложений и серверных систем - NewRelic, CA Technologies, Icinga. Они позволяют получить множество самых различных метрик работы системы и сделать выводы о том, какие меры необходимо принять для корректной работы. Это основа работы SharkTaxi, это позволяет в автоматическом режиме манипулировать системой (например - включить сервер в работу) и обеспечивать корректную работу максимальный процент времени.

РОЗРОБКА НАДБУДОВИ MS EXCEL ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Дорош Н.Л., Петречук Л.М.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Процеси і суспільні явища, з яких складається наше життя можна вивчати в двох напрямках: статичному і динамічному. При вирішенні або аналізі будь-якого питання, важливо знати, як виникло дане явище, як розвивалося і розвивається. Тільки при обліку цих чинників можна вирішити питання про перспективи його розвитку. Часові ряди мають величезне значення для виявлення і вивчення закономірностей, які присутні в розвитку явищ економічної, політичної та інших сферах життя суспільства [1].

Для вирішення практичних питань у розвитку того чи іншого процесу існує велика кількість програмного забезпечення, яке застосовує різні алгоритми прогнозування, результат яких безпосередньо залежить від вихідних даних (вибірок), сформованих з часових рядів. MS Excel - одна з найпопулярніших програм для роботи з електронними таблицями, проте обмежений набір функцій для аналізу даних не завжди дозволяє досягти потрібного результату. Для обробки часових рядів в електронних таблицях MS Excel була розроблена надбудова Excel (xla) [2], що передбачає графічне представлення даних і спектральної щільності

сигналу, реалізацію функції згладжування даних методами експоненціального згладжування, нелінійного перетворення Бокса-Кокса та цифрової фільтрації.

Експоненціальне згладжування. Нехай $X = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_T\}$ - часовий ряд. Згладжування ряду здійснюється за рекурентною формулою (1):

$$S(t) = \alpha \cdot x(t) + (1 - \alpha) \cdot S(t-1) \quad (1)$$

де $0 \leq \alpha \leq 1$, $S(t)$ - згладжене значення.

Нелінійне перетворення Бокса-Кокса. Нехай $X = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_T\}$ - часовий ряд. Згладжування здійснюється за формулою (2):

$$S(t) = \begin{cases} \frac{X(t)^\lambda - 1}{\lambda} & \text{якщо } \lambda \neq 0 \\ \ln(X(t)) & \text{якщо } \lambda = 0 \end{cases} \quad (2)$$

де $S(t)$ - згладжене значення.

Згладжування шляхом лінійної фільтрації вихідних даних цифровим фільтром з кінцевою імпульсною характеристикою в модулі надбудови реалізовано кількома варіантами: згладжування по п'яти точках, згладжування по дванадцяти точках. Застосовані формули згладжування за методом найменших квадратів, отримані при проведенні методом параболи через кілька рівновіддалених значень $X(i)$, з подальшим використанням в якості згладженої величини значення параболи в середній точці, 15-ти точкова (3) і 21- точкова формули згладжування по Спенсеру [3].

$$x_i = \frac{1}{320} (-3x_{i-7} - 6x_{i-6} - 5x_{i-5} + 3x_{i-4} + 21x_{i-3} + 46x_{i-2} + 67x_{i-1} + 74x_i + 67x_{i+1} + 46x_{i+2} + 21x_{i+3} + 3x_{i+4} - 5x_{i+5} - 6x_{i+6} - 3x_{i+7}) \quad (3)$$

З використанням надбудови був оброблений часовий ряд, вихідними даними для якого була кількість хворих в Україні на захворювання органів травлення серед дорослого населення, що стали на облік протягом 2006-2015 років (рис. 1).

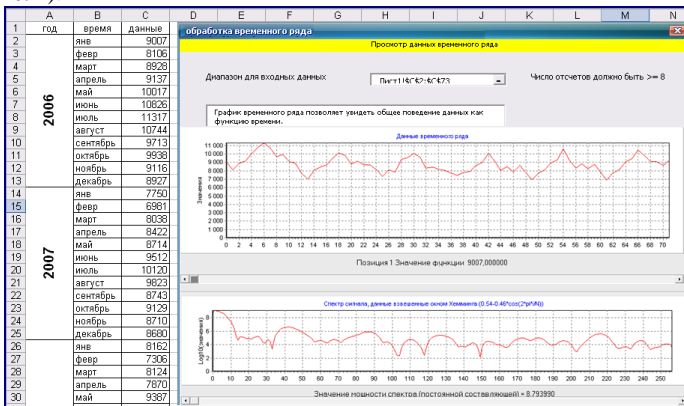


Рисунок 1 – Дані часового ряду та спектру сигналу у вікні Excel

Дані відокремлені від програми. Дані знаходяться в стовпчиках електронних таблиць MS Excel. Надбудова розроблена у C++ Builder та підключена до MS Excel. Таким чином спрощено доступ до функцій робочого аркуша [4].

Список літературних джерел

1. Brockwell Peter J., Davis Richard A. Time Series: Theory and Methods / Peter J. Brockwell, Richard A. Davis // Springer-Verlag, 2-е издание, 1991. – 577 с.
2. Дорош Н. Л., Храпач Ю. А. Результати розробки надбудови MS Excel для обробки часових рядів // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 2 (97). – Дніпропетровськ, 2015. – С. 8-12.
3. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры. Пер. с англ. /Под ред. А. М. Трахтмана. М.: Сов. радио, 1980. – 224 с.
4. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++ / И.П. Гайдышев // – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 512с.

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ПІДСИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Кравцов К.С., Безуб В.Н.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

На даній час важко уявити роботу людини без застосування комп'ютерних технологій. Будь це торгівля, чи управління виробництвом, люди використовують новітні технології для покращення та вдосконалення праці. Комп'ютерні технології дають змогу підвищити прибуток, виконувати небезпечну роботу дистанційно, робити великі обчислення самостійно.

Використання додатків дає можливість автоматизувати багато операцій в організації та спростити систему демонстрації за рахунок заміни фізичного демонстрування об'єктів їх електронними копіями та зменшити часові та фінансові затрати на їх опрацювання.

З урахуванням розвитку сучасних технологій, вирішити зазначену проблему можливо на основі використання додатків, які виконують автоматизовану передачу й обробку даних у режимі реального часу, що не тільки забезпечить ефективність, але і своєчасність прийнятих рішень. Одним з напрямків розробки додатків є додатки з використанням методів доповненої реальності. Предметом дипломної роботи є розробка елементів підсистеми візуалізації з використанням методів доповненої реальності.

Доповнена реальність - це технології, що дозволяють доповнювати зображення реальних об'єктів різними об'єктами комп'ютерної графіки, а також поєднувати зображення, отримані від різних джерел комп'ютерного середовища: відеокамер, акселерометрів, компасів і т.д. Схема середовища доповненої реальності представлена на рис. 1.

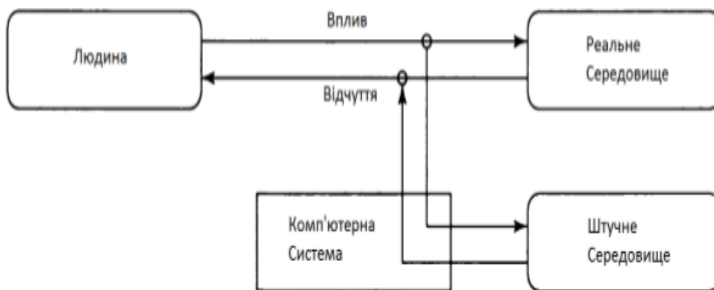


Рисунок 1– Схема середовища доповненої реальності.

У змісті «доповнена реальність» є розширення реального, фізичного простору, та отримання додаткової інформації від уявних об'єктів, які «домальовуються» до реального зображення, що спостерігається у режимі реального часу спостерігачем. Технології доповненої реальності задають новий інтерфейс між машиною та людиною, що дозволяє у майбутньому якісно змінити сферу освіти, медицини, геофізики та інші.

Технологія доповненої реальності не лише дозволяє розширювати інформаційний простір, а і створювати інтерактивні взаємодіючі тривимірні об'єкти, розташовані в реальному просторі.

У недалекому майбутньому у розробників стане значно більше можливостей при проектуванні додатків доповненої реальності, коли з'являться нові пристрої які дозволять збільшити рівень інтерактивності. Це будуть пристрої з купою датчиків, які реагують на зміни в організмі людини та навколишнього середовища, а також з великою точністю визначати те, який саме реальний об'єкт перед ними. Це значить, що технології, які були показані у фантастичному фільмі «Залізна людина» скоро стануть реальністю. Навіть більше, при достатньому розвитку технічного забезпечення можна буде відмовитися від маркерів, та доповнювати майже всю реальність з якою взаємодіє людина, що відкриває для людей шлях по удосконаленню людського мислення. Найголовніше у доповненій реальності це те, що вона забезпечує взаємодію людини з 3D об'єктом на інтуїтивному рівні. Проте зараз існує технічна потреба у значному збільшенні апаратних потужностей мобільних пристроїв, тому на найближчі 20-30 років перед розробниками мобільних пристроїв стоїть дуже важлива проблема по їх удосконаленню та розробки унікальних елементів інтерфейсу доповненої реальності.

З приходом доповненої реальності, зникає необхідність у поширенні інформації на матеріалах, які швидко псуються та дуже дорого коштують. Так у майбутньому буде достатньо мати надточні дані про місцезнаходження користувача, потужні окуляри доповненої реальності та ефективні алгоритми обробки даних, які дозволять обробляти тисячі мільярдів пікселів графічної інформації в секунду.

Хоча існує безліч інноваційних способів використання доповненої реальності, можна виділити чотири типи додатків, в яких найчастіше

використовуються AR технології: рекламні та комерційні, розважальні та освітні, спеціалізовані та мобільне програми.

Список літературних джерел:

1. Azuma, Ronald T. "A Survey of Augmented Reality." Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355 – 385
2. Lamanaukas V., Vilkonis R. (2007). Pedagogical Evaluation of the new teaching/learning Platform based on Augmented reality technology: prototipe 1. Science and technology Education in the central and eastern Europe: Past, Present and Perspectives. 6th IOSTE Symposium for Central and eastern Europe, 17-21 June 2007, Siauliai, Lithuania. Ed. Vincentas Lamanaukas and Gintaras Vaidotas. P.88-87.
3. Vilkoniene M., Lamanaukas L., Vilkonis R. (2007). Pedagogical Evaluation of the Teaching/learning Platform based on Augmented Reality Technology: the Opinion of Science teachers. Informatikon & Communication Technology in Natural Science education – 2007. Proceedings on International Scientific Practical Conference, 2-5 December 2007, Siauliai, Lithuania. P. 181-210.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ НАПРЯМУ ПІДГОТОВЧИХ КУРСІВ Красицька А.В., Хом'як Т.В.

ДВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпро, Україна

Ринок освітніх послуг України характеризується високим попитом і пропонує велику кількість тренінгових програм і курсів. Сьогодні кожний освітній заклад вимушений самостійно самовизначатися, формулювати свою специфіку і шукати свою «соціальну нішу». Виникає проблема вибору напрямку підготовчого курсу.

Для вирішення задачі вибору напрямку підготовчих курсів розроблена інтелектуальна система прийняття рішення. Для її створення розроблена база даних, в якій зібрані усі альтернативи для подальшого використання в роботі інтелектуальної системи. База даних має такі поля: № курсу – поле для відображення порядкового номеру курсу в базі даних; назва курсу; категорія спрямування курсу; тривалість курсу – кількість занять, що містить курс; потік клієнтів – кількість потенційних клієнтів, які будуть навчатися на курсах; вікова категорія клієнтів; прибуток з одного клієнта; передбачувані інвестиції для відкриття напрямку підготовчого курсу, у грн.; рівень конкуренції – кількість конкурентів у місті Дніпро.

У базі знань використовуються усі поля з бази даних для повноти опису об'єкту. Правила складені для 7 полів з бази даних.

Для побудови правил у вигляді продукційної моделі представлення знань, потрібно спочатку провести аналіз даних з бази знань [1]. Для цього, побудуємо гістограми для 3 критеріїв (рис. 1-3), які потрібні зробити нечіткими та проведемо ідентифікацію законів розподілення величин для них.



Рисунок 1–Гістограма частоти величини тривалості курсу

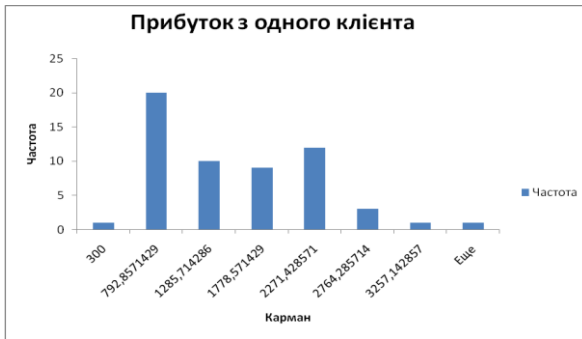


Рисунок 2–Гістограма частоти величини прибутку з одного клієнта



Рисунок 3–Гістограма частоти величин кількості конкурентів

З вигляду гістограм – закони розподілення ідентифікувати складно, тому правила задаємо для трьох рівнів за величиною відрізків (рис. 4-6).

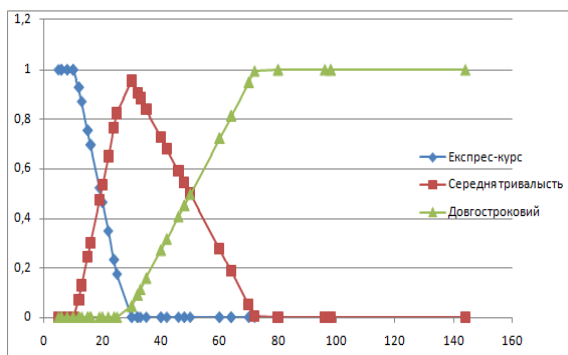


Рисунок 4 –Графік функцій приналежності значень тривалості курсу до заданої величини

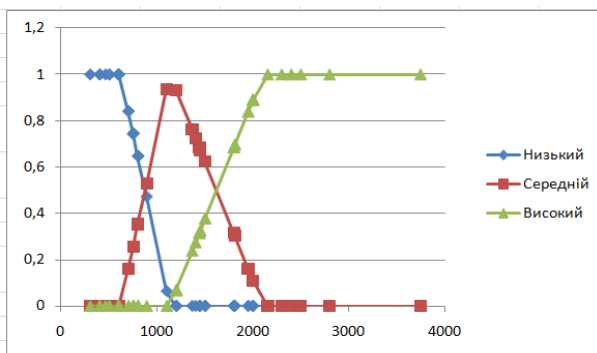


Рисунок 5 –Графік функцій приналежності значень кількості клієнтів до заданої величини

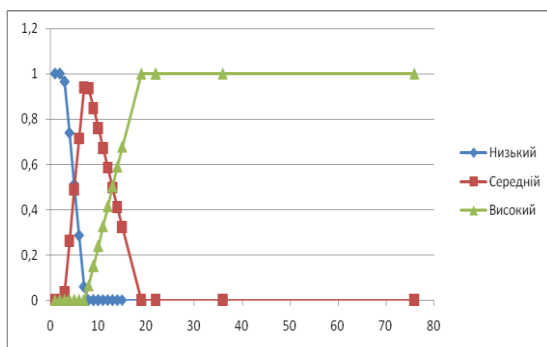


Рисунок 6 – Графік функцій приналежності значень кількості конкурентів до заданої величини

По заданим критеріям особа, яка приймає рішення, відповідає на запропоновані питання і самостійно обирає значення пріоритетів, вирішуючи наскільки для нього важливий кожен критерій від 0 до 10 (Рис.7). Відповівши на запитання, натискаємо на кнопку розрахувати і отримуємо результат (Рис.8). Для зручності результати роботи програми виводяться додатково на лист excel.

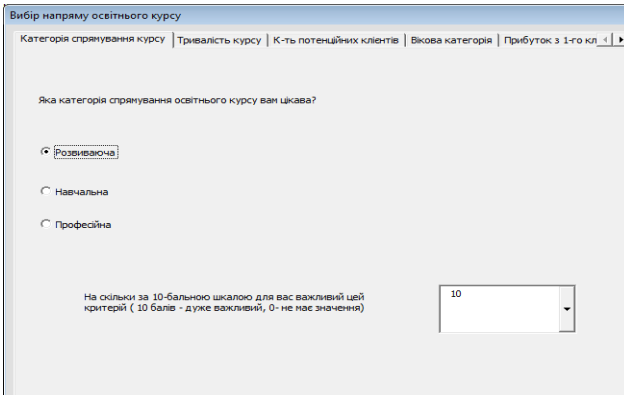


Рисунок 7 – Приклад роботи програми

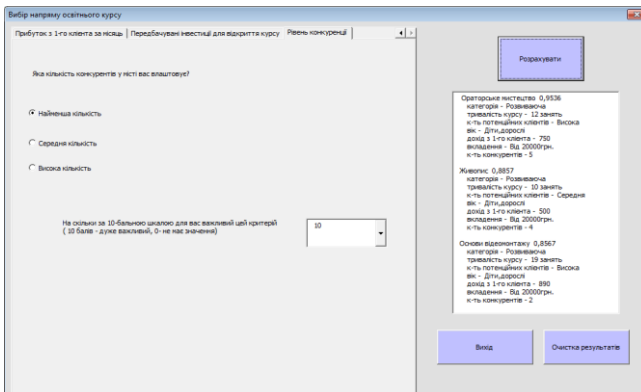


Рисунок 8 – Результат роботи програми

Висновок: Розроблена інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для вибору напрямку підготовчих курсів, яка на практиці для особи, яка приймає рішення полегшує процес прийняття рішень.

Список літературних джерел

1. Таунсенд К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ [Текст]: пер. с англ. / К. Таунсенд, Д. Фохт – В. А. Кондратенко, С. В. Трубицына. — М.: Финансы и статистика, 1990. — 320 с.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДО ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ

Кузнецова К.О., Коротка Л.І.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Мабуть, найбільш вражаючою властивістю людського інтелекту є здатність приймати правильні рішення в умовах неповної і нечіткої інформації. Побудова моделей наближених роздумів людини і використання їх у комп'ютерних системах представляє сьогодні одну з найважливіших проблем науки.

Соціальне замовлення на дослідження подібного роду було викликано зростаючим незадоволенням експертними системами. "Якщо машиною перед тобою керує недосвідчений водій - тримайся від неї подалі". Для створення дійсно інтелектуальних систем, здатних адекватно взаємодіяти з людиною, необхідний був новий математичний апарат, що переводить невизначені і неоднозначні життєві твердження в мову чітких і формальних математичних формул [1].

З розвитком нечіткої логіки розроблюються нові типи нечітких моделей. Метою їх створення є забезпечення більшої точності, розмірності та спрощення їх структури. Необхідність розробки нових моделей викликана великим різновидом існуючих реальних систем, різними видами інформації про ці системи та різним ступенем її доступності.

Як відомо, головна перевага нечітких моделей у порівнянні з традиційними математичними моделями пов'язана з можливістю використання для них розробки значно менших об'ємів інформації про систему. При цьому інформація може носити неповний, нечіткий, розмитий або наближений характер.

Концепція лінгвістичної нечіткої моделі, що відтворює спосіб мислення людини, була вперше запропонована Л. Заде [1]. Ідея використання даної концепції до нечіткого керування динамічними об'єктами належить Мамдані (Mamdani) [2].



Рисунок 1 – Схема нечіткого пристрою керування

Метою розробки є розробка моделі, що виконує відображення входів (деякий вектор X) у вихід Y . Як відомо, структура нечіткого пристрою керування включає головні структурні елементи: блок розмивання (fuzzification); блок логічного висновку з використанням нечітких множин; блок скаляризації (defuzzification) (рис. 1) [3]. Машина нечіткого логічного висновку базується на нечіткій базі знань, яка в свою чергу містить множину правил.

В роботі створено інформаційну підсистему керування для деяких технічних систем (наприклад, система керування кондиціонером [3]), яка дозволяє

враховувати нечіткий характер вхідних величин. В роботі було досліджено особливості реалізації алгоритмів нечіткого логічного висновку, зокрема Мамдані та Цукамото (Tsukamoto) [2]. Отримані вихідні нечіткі множини було скаляризовано за допомогою центру ваги [2, 3].

Список літературних джерел

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. /Л. Заде – Москва: Мир, 1976. – 163 с.
2. Круглов В. В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети [Текст] / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 221 с.
3. Нікольський Ю.В. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербіна // Львів: «Магнолія-2006», 2013. – 279 с.

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ СКОРИНГОВОЇ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПЕРСЕПТРОННОГО ТИПУ Матвійчук А.В., Корчинський В.В., Чернишова В.В.

«Київський національний економічний університет» ім. Вадима Гетьмана,
Київ, Україна

На сьогоднішній день в сфері кредитування фізичних та юридичних осіб спостерігається вкрай нестабільна і несприятлива ситуація. Вона характеризується зменшенням платоспроможності населення, що спричинена кризовими явищами попередніх років. Такі негативні тенденції підтверджуються наступними статистичними фактами: зростання частки простроченої заборгованості у загальній сумі кредитів з 7.7% у 2014 році до 26.1% станом на 01.08.2016 року[1]. При цьому загальна сума кредитів зростає: з 815 327 млн. грн. у 2013 році до 910 804 млн. грн. у 2016 році [1]. Тобто, загальна сума заборгованості постійно зростає, що негативно характеризує позичальників банків.

Отже, дуже важливим для зниження ризику неповернення коштів є створення та впровадження адекватної та ефективної системи оцінювання надійності позичальника. А згідно з досвідом країн Західної Європи найбільш ефективною і справедливою системою є модель скорингового оцінювання, що в Україні, на жаль, мало розвинена. Зважаючи на все вищезазначене, актуальним та доцільним є проведення дослідження з метою розробки універсальної скорингової моделі з використанням штучного інтелекту (нейронної мережі).

Для вирішення поставленої мети, необхідно побудувати алгоритм побудови такої моделі. В загальному вигляді він включатиме наступні кроки: проаналізувати статистичні дані та провести їх нормалізацію; визначити найкращу конфігурацію нейронної мережі (типу персеptron): обсяг навчальної вибірки та кількість нейронів; визначити найвпливовіші критерії оцінювання надійності угод для того, щоб підвищити прогностичну здатність мережі.

На першому кроці проводиться нормалізація статистичних даних для переведення усіх показників у кількісний вигляд. Для цього нами використовується показник *WOE (Weight of Evidence)*.

Розрахунок WOE проводиться наступним чином: за кожною категорією (підгрупою), на які розбиваються якісні та кількісні показники, обчислюється частка надійних та ненадійних угод та розраховується значення WOE за формулою:

$$WOE_i = \ln\left(\frac{d_i^1}{d_i^2}\right), i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (1)$$

де d_i^1 та d_i^2 – відносні частоти відповідно ненадійних та надійних угод за i -ою підгрупою категоризованої змінної;

k – кількість підгруп змінної.

В результаті, на основі якісних та кількісних анкетних даних клієнтів та за допомогою описаних вище перетворень, ми отримуємо нормалізовані показники, які можна використовувати для подальшого дослідження.

На другому кроці, нами було використано бінарну логістичну регресію та отримано коефіцієнти значущості факторів впливу на надійність угод з позичальниками. Для того, щоб визначити найменш значущі з них, було взято усі значення коефіцієнтів по модулю і проранжовано за спаданням. Усі фактори, значення коефіцієнтів яких було меншим за 0.35 було відкинута як найменш впливові на результуючу змінну. Внаслідок такого відбору відсіюється приблизно 50% факторів.

Наступним кроком дослідження є побудова нейромережі, за допомогою якої буде визначено найбільш значущі критерії оцінювання платоспроможності клієнтів банку з тих, що були відібрані на попередньому етапі. На цьому етапі визначається оптимальна конфігурація нейронної мережі (кількість нейронів на прихованому шарі, обсяг навчальної вибірки та кількість вхідних змінних).

Описуючи нейронні мережі, необхідно перш за все розглянути саме це поняття. Відповідно до монографії [2], - це математичний інструментарій, що є універсальним відтворювачем складних нелінійних функціональних залежностей та ґрунтується на принципах роботи біологічних нейронних структур. Для вирішення поставленої задачі нами пропонується використання тришарового перцептрону.

Оптимальна конфігурація нейромережі визначається експериментально, для чого встановлюється певний стартовий набір налаштування та проводиться тестування.

Адекватність мережі перевіряється за допомогою коефіцієнта Джині, тесту Колмогорова-Смирнова та побудови ROC-кривої. Як зазначено у статті [3], аналіз ROC-кривих часто застосовується для оцінки якості класифікації. Вона демонструє залежність долі вірно класифікованих позитивних результатів від долі невірно класифікованих негативних результатів. Статистика Колмогорова-Смирнова, в свою чергу, розраховується як максимальна різниця між кумулятивними функціями розподілу «поганих» та «хороших» позичальників.

Після серії проведених тестувань (тестування проводилися багаторазово для кожного набору налаштувань, для пошуку найбільш оптимальної структури нейромережі; порівняння конфігурацій здійснювалося за описаними вище коефіцієнтом Джині та тестом КС) нами була визначена найефективніша конфігурація нейронної мережі: обсяг навчальної вибірки – 2000 значень (з

можливих 1200, 1500 або 2000); кількість нейронів на прихованому шарі – 5 (з можливих 5, 7 або 9); кількість вхідних змінних – 22 (з можливих 22, 15, 10 або 6).

Список літературних джерел

1. Основні показники діяльності банків України [Електронний ресурс] // НБУ. – 01.08.16 – Режим доступу до ресурсу: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442
2. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія / А. В.Матвійчук. – К. : КНЕУ, 2011. – 439 с.
3. Сорокин А. С. К вопросу валидации модели логистической регрессии в кредитном скоринге / Александр Сергеевич Сорокин. // Интернет-журнал "НАУКОВЕДЕНИЕ". – 2014. – С. 14.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФОРМЫ МЕЖЛОПАТОЧНЫХ КАНАЛОВ КОМПРЕССОРНЫХ ВЕНЦОВ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Мелашич С.В.

Agilie

Введение. Газотурбинные двигатели (ГТД) широко используются в различных отраслях современной промышленности, таких как морская, энергетическая, авиационная и другие. На сегодняшний день в условиях жесткой рыночной конкуренции для стран – разработчиков авиационных двигателей необычайно остро стоит проблема повышения их качества и энергоэффективности. Решение этой проблемы неразрывно связано с разработкой компрессоров ГТД с высокими энергетическими показателями, что в свою очередь ставит задачу проектирования проточной части компрессорных венцов с высокими аэродинамическими характеристиками.

Достигнутый в настоящее время уровень развития информационных технологий и специализированных интеллектуальных систем позволяет интенсивно использовать их в инженерной практике для автоматизации и ускорения процесса проектирования, а также повышения энергетических характеристик выпускаемой продукции. Так, например, на сегодняшний день для существенного упрощения процесса проектирования различных образцов техники, когда количество переменных проектирования и связей между ними, устанавливаемых с помощью экспериментальных исследований, достаточно велико, перспективным является использование искусственных нейронных сетей (ИНС) для обобщения экспериментальных данных и оценки характеристик объекта проектирования [1].

Постановка задачи оптимального проектирования. Пусть задан расход потока в компрессорном венце. Требуется определить его геометрические параметры, которые обеспечивают заданную степень сжатия при минимальном уровне потерь полного давления.

В самом общем случае, каждый режим течения в межлопаточном канале компрессорного венца характеризуется вектором $\vec{g} = [g_1, g_2, \dots, g_n]$ его

геометрических параметров и векторами $\vec{r} = [r_1, r_2, \dots, r_m]$ и $\vec{h} = [h_1, h_2, \dots, h_k]$ режимных параметров потока. Вектор \vec{r} содержит набор граничных условий для потока, а вектор \vec{h} – набор параметров течения, определяющих энергетические характеристики венца.

В работе [2] построена методика проектирования нейронных сетей, и разработана нейронная сеть для решения прямой задачи газодинамики компрессорных решеток, т.е. задачи определения их аэродинамических характеристик. В этом случае вектор входных переменных представляет собой вектор $\vec{g} \cup \vec{r}$, вектор выходных переменных – \vec{h} . Полученные результаты показывают, что нейронная сеть достаточно эффективно и с высокой точностью справляется с решением подобной задачи.

Однако, практика проведенных расчетов показывает, что решить аналогичным образом задачу оптимального проектирования не представляется возможным. Это связано с тем, что при решении данной задачи количество выходных переменных будет значительно превышать количество входных. Решение данной проблемы может быть получено за счет сведения данной задачи к задаче оптимизации геометрических параметров компрессорного венца с целью обеспечения минимума некоторой заданной целевой функции, которая рассчитывается с помощью ИНС

$$F(\vec{g}^* \cup \vec{r}) = \min_{\vec{g}} [F(\vec{g} \cup \vec{r})], \quad (1)$$

где \vec{g}^* – искомый вектор геометрических параметров межлопаточного канала; F – целевая функция задачи оптимизации.

Решение задачи оптимального проектирования. Для решения поставленной задачи (1) применяется генетический алгоритм [3]. Использование генетического алгоритма позволяет избежать трудностей, связанных со сходимостью градиентных методов и методов прямого поиска при решении задач с ограничениями, при решении задач большой размерности и также обеспечить хорошую сходимость метода в случае сложной многоэкстремальной формы поверхности целевой функции.

Для получения аэродинамических характеристик, определяющих целевую функцию (1) использована ИНС типа многослойный персептрон, обученная по методу обратного распространения ошибки [3].

Изложенный выше метод решения задачи оптимального проектирования формы межлопаточных каналов компрессорных венцов, позволяет сформулировать концепцию интеллектуальной экспертной системы, которая позволит автоматизировать процесс проектирования компрессорных венцов газотурбинных двигателей за счет применения методов искусственного интеллекта. Схема работы такой системы приведена на рисунке 1.

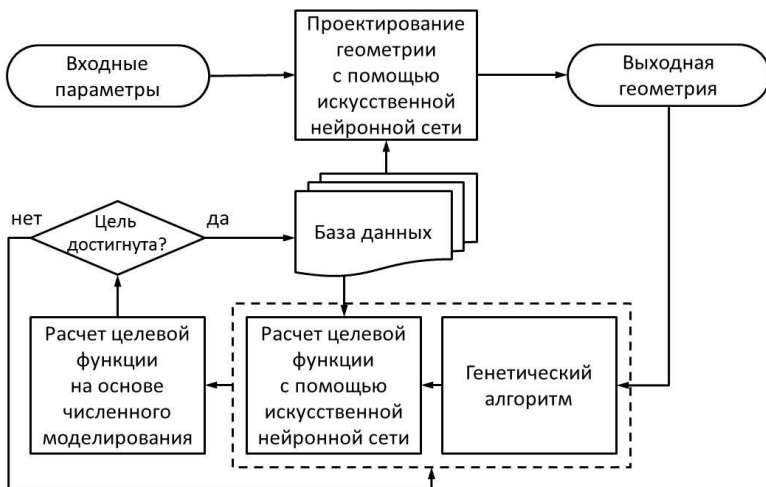


Рисунок 1 – Интеллектуальная экспертная система оптимального проектирования формы межлопаточных каналов компрессорных венцов

Как видно из рисунка 1, ключевыми элементами системы являются:

- единая **база данных**, включающая в себя результаты натурных экспериментов, а также результаты численного моделирования газовых течений в компрессорных венцах. База данных формирует обучающее и контрольное множества для тренировки нейронных сетей, включенных в экспертную систему;

- **искусственная нейронная сеть**, которая используется для получения геометрических параметров компрессорного венца на основе закладываемых проектировщиком энергетических характеристик;

- **генетический алгоритм**, который позволяет оптимизировать геометрические параметры компрессорного венца с целью повышения его аэродинамических характеристик. Для быстрого расчета функции цели также применяется обученная искусственная нейронная сеть, которая позволяет получить аэродинамические характеристики компрессорного венца на основе известных его геометрических параметров.

- **модуль численного моделирования** газового течения в компрессорном венце на основе высокоуровневых математических моделей турбулентных течений газа в областях сложной геометрии.

Разработка базы данных. Хотелось бы отдельно остановиться на разработке базы данных, которая используется для хранения результатов натурных и численных экспериментов в компрессорных венцах. Основной сложность в данном случае является разработка способа параметрического описания профиля лопатки компрессорного венца, т.е. введение единого пространства параметров, которое позволяет описать произвольную форму межлопаточного канала с достаточной степенью точности. На сегодняшний день существует ряд подходов к параметрическому описанию аэродинамических форм, обзор которых можно найти, например, в [4 – 6].

В рамках настоящей работы рассмотрены следующие способы параметрического описания и варьирования плоских профилей-сечений лопаток компрессорных венцов: покоординатное варьирование формы профиля; применение аппроксимации на основе базовых сплайнов; применение линейной комбинации выпуклых функций Хикса-Хенне. В результате предложен способ параметрического описания профилей-сечений лопаток компрессорных венцов [7]. Данный способ основан на описании формы профиля с помощью его средней линии и функции, характеризующей толщину профиля посредством вписанных в профиль окружностей (рисунок. 2).

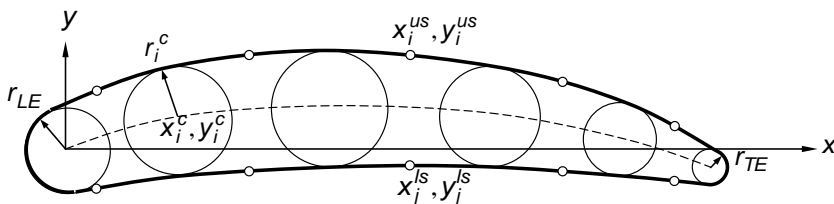


Рисунок. 2 – Параметрическое описание профиля-сечения лопатки компрессорного венца

При этом, параметризация средней линии профиля выполняется с применением кривых Безье [8], а толщина профиля – с помощью системы гладких выпуклых функций Хикса – Хенне [9], что в совокупности представляет собой основную отличительную особенность предлагаемого способа. Его преимущество заключается в том, что варьирование средней линии и толщины профиля может осуществляться независимо друг от друга и при этом обеспечивается построение физического реализуемого контура профиля.

Выводы. В настоящей работе приведена концепция интеллектуальной экспертной системы оптимального проектирования формы межлопаточных каналов компрессорных венцов газотурбинных двигателей. Рассмотрены отдельные элементы данной интеллектуальной системы, а именно – единая база данных, включающая в себя результаты натурных и численных экспериментов; искусственная нейронная сеть, которая позволяет получить геометрические параметры компрессорного венца на основе закладываемых проектировщиком аэродинамических характеристик; генетический алгоритм, который позволяет оптимизировать геометрические параметры компрессорного венца с целью повышения его аэродинамических характеристик; модуль численного моделирования газового течения в компрессорном венце на основе высокоуровневых математических моделей турбулентных течений газа в областях сложной геометрии. Подобная система может применяться как инструмент оптимального проектирования формы межлопаточных каналов компрессорных венцов газотурбинных двигателей с целью повышения эффективности процесса их конструирования.

Список литературных источников

1. Дорофеев Е. А. Применение искусственных нейронных сетей в задачах аэродинамического проектирования и определения характеристик

летательных аппаратов / Е. А. Дорофеев, Ю. Н. Свириденко // Труды ЦАГИ. – 2002. – Вып. № 2655. – С. 73 – 86.

2. Мелашич С. В. Определение аэродинамических характеристик компрессорных решеток путем обобщения экспериментальных данных с применением искусственной нейронной сети / С. В. Мелашич // Техническая механика. – 2012. – № 3. – С. 14 – 22.

3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

4. Jameson A. Optimum Aerodynamic Design Using CFD and Control Theory / A. Jameson // AIAA Paper 95-1729. – 1995. – 24 p.

5. Samareh J. A. Survey of Shape Parameterization Techniques for High-Fidelity Multidisciplinary Shape Optimization / J. A. Samareh // AIAA Journal. – 2001. – Vol. 39, N. 5. – P. 877 – 884.

6. Song W. A Study of Shape Parameterisation Methods for Airfoil Optimization / W. Song, A. J. Keane // AIAA Paper 2004-4482. – 2004. – 8 p.

7. Мелашич С. В. Способ параметрического описания профилей компрессорных решеток / С. В. Мелашич // Техническая механика. – 2012. – № 2. – С. 77 – 82.

8. Piegl L. The NURBS Book / L. Piegl, W. Tiller. – Berlin : Springer, 1996. – 327 p.

9. Hicks R. Wing Design by Numerical Optimization / R. Hicks, P. Henne // Journal of Aircraft. – 1978. – Vol. 15, N. 7. – P. 407 – 413.

ОЦІНКА ЧАСУ ЗАТРИМКИ ПЕРЕДАЧІ ПАКЕТІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖІ

Мухін В.Є.¹, Корнага Я.І.¹, Герасименко О.Ю.²

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Розвиток бездротових технологій передачі даних привів до створення хмарних середовищ обробки даних на основі змішаної топології мереж. Це дозволяє виконувати роботу з переносних пристроїв (ноутбуків, планшетів, смартфонів), які підключені не тільки до комп'ютерної мережі через WIFI, а і до мобільної мережі [1,2].

Мережі можуть мати різну топологію розміщення вузлів і каналів передачі даних та різний час затримки передачі пакета (рис. 1).

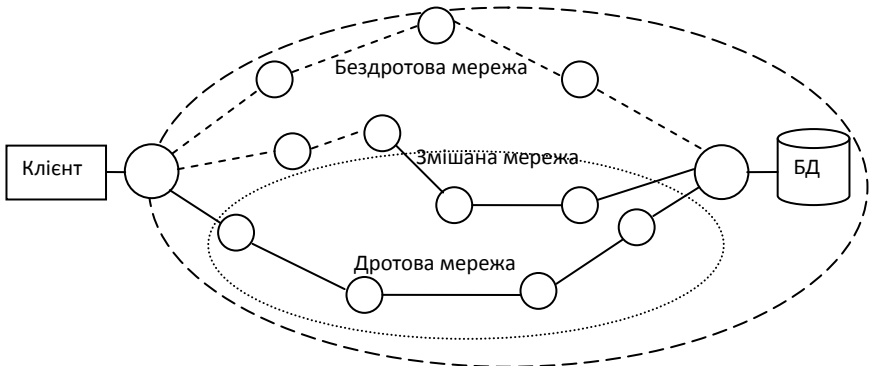


Рисунок 1 - Підключення до хмари з різною топологією мереж (суцільна лінія – дротова мережа, пунктирна – бездротова)

Час затримки передачі пакета N в дротовій мережі визначається як:

$$T_{\text{пров}}(N) = \frac{mN}{V_{\text{пров}}} + \sum_{i=1}^s \frac{N}{V_{\text{вузпров}}^i}.$$

Час затримки передачі пакета в бездротовій мережі визначається як:

$$T_{\text{без}}(N) = \sum_{i=1}^n \frac{(N + N_{\text{провір}}^i)}{K^i V_{\text{макбез}}^i} + \sum_{i=1}^k \frac{(N + N_{\text{провір}}^i)}{V_{\text{вузбез}}^i}.$$

Час затримки передачі пакета в змішаній мережі визначається як:

$$T_{\text{зміш}}(N) = \frac{mN}{V_{\text{пров}}} + \sum_{i=1}^s \frac{N}{V_{\text{вузпров}}^i} + \sum_{i=1}^n \frac{(N + N_{\text{провір}}^i)}{K^i V_{\text{макбез}}^i} + \sum_{i=1}^k \frac{(N + N_{\text{провір}}^i)}{V_{\text{вузбез}}^i}.$$

З появою нового покоління мобільного зв'язку 5G мережі поступово замінюються бездротовими. Це призводить до виникнення нових протоколів обробки пакетів в мережах з змішаною топологією та модифікацію протоколів та механізмів, орієнтованих на дротові мережі (наприклад MPLS).

Список літературних джерел

1. Обод І.І. Аналіз продуктивності бездротових мереж при оптимізації розміру інформаційних пакетів / І.І. Обод, О.А. Серков, І.Л. Яценко // Проблеми телекомунікацій, № 1, 2010. – С. 96-101.
2. Романчук В.І. Дослідження технологій IP/MPLS за різних мережевих топологій / В.І. Романчук, Ю.В. Антонюк, А.В. Поліщук // Львівська політехніка, 2009. – С. 95-102.

МЕТАПЛАНУВАЛЬНИК ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ПІДТРИМКОЮ ЗАХИЩЕНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Мухін В.Є.¹, Корнага Я.І.¹, Герасименко О.Ю.²

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Широке використання інформаційних технологій у побуті, науці, професійній діяльності та інших сферах життя людини стало звичним явищем. Виникнення та розповсюдження новітніх інформаційних технологій покликане підвищити якість життя людини, але в той же час призводить до появи негативних наслідків, одним з яких є поширення кіберзлочинності. Кількість кіберзлочинів «збільшується прямо пропорційно до кількості користувачів комп'ютерних мереж» [1, с.5] і, як свідчать дані, подані в [2], постійно зростає. Даний факт яскраво демонструє необхідність розробки та впровадження нових методів та підходів до організації безпечної обробки та збереження даних у комп'ютерних системах та мережах.

Розподілені комп'ютерні системи (РКС), покликані надати обчислювальні ресурси чи ресурси для збереження даних користувачам, також потребують впровадження механізмів для захищеної обробки даних. У даній роботі представлено модифікацію планувальника завдань РКС із підтримкою захищеної обробки даних. За основу взято централізований тип управління ресурсами у зв'язку з простотою його реалізації [3, с.124], тому планувальник у подальшому будемо називати метапланувальником.

Запропонований метапланувальник враховує захищеність обчислювальних вузлів (ОВ) системи на основі врахування рівня довіри до ОВ. Захищеність каналів РК також може бути врахована аналогічним чином, але, оскільки вона значно залежить від технічних та технологічних засобів захисту каналів зв'язку, то у даному випадку вона враховуватись не буде. Будемо вважати, що у разі необхідності захисту даних при передачі їх по мережі користувачі мають можливість використати криптографічні засоби захисту інформації, наприклад, шифрування даних. Рівень довіри до ОВ може бути постійним, що відповідає класичному механізму управління захищеністю, або може змінюватися у часі в залежності від його дій у РКС, що відповідає адаптивному механізму управління захищеністю.

Реалізація адаптивного механізму вимагає розробки додаткових програмних засобів моніторингу дій вузла в системі, завдяки чому відбувається зміна рівня довіри до ОВ у часі. Спеціалізоване програмне забезпечення здійснення моніторингу дій обчислювального вузла та коригування рівня довіри назвемо локальним агентом даних (ЛАД). Крім моніторингу дій ОВ та обчислення рівня довіри до нього, ЛАД здійснює передачу даних про функціонування ресурсу метапланувальнику періодично або на запит останнього.

Основна функція метапланувальника – підбір ресурсів для виконання завдання та планування завдань згідно політик роботи системи. Важливо відмітити, що для запуску завдання на виконання у такій системі користувачу необхідно, поряд із традиційними параметрами запуску, такими як час виконання

та бюджет, вказувати додатковий параметр – рівень довіри до ОВ, які будуть виконувати обробку. Завдання не може виконуватись на обчислювальних вузлах, які мають рівень довіри нижчий, ніж вкаже користувач у вимогах.

У даній роботі вважаємо, що РКС призначена для масштабованих задач, тобто таких, які можуть бути розпаралелені на будь-яку кількість ОВ. Тоді виникає необхідність визначити оптимальну кількість обчислювальних вузлів, при якій досягається максимальна продуктивність РКС для даної задачі із заданими вхідними даними. Це пов'язано з тим, що, у разі розділення задачі на дуже дрібні фрагменти, передача даних по каналах зв'язку займе занадто багато часу у порівнянні із часом обчислень, а це призведе до низької продуктивності системи. Обчисливши продуктивність РКС для задачі при різній кількості ОВ та нормалізувавши її до максимально можливої продуктивності при даній задачі, отримаємо оптимальну кількість необхідних обчислювальних вузлів (рисунок 1).

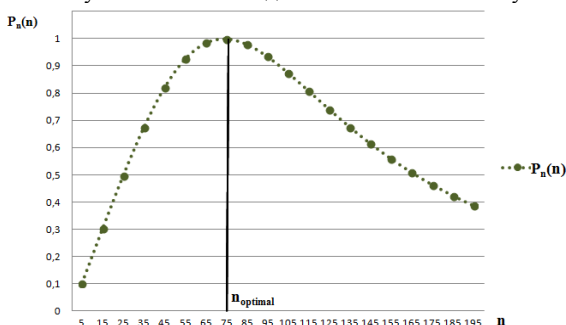


Рисунок 1 – Залежність нормованої продуктивності РКС від кількості ОВ

На рисунку 2 представлена структурна схема запропонованого метапланувальника. Основними структурними елементами, які відрізняють запропонований метапланувальник від класичного, є *Блок аналізу параметрів ОВ РКС* та *Блок вибору ресурсів*.

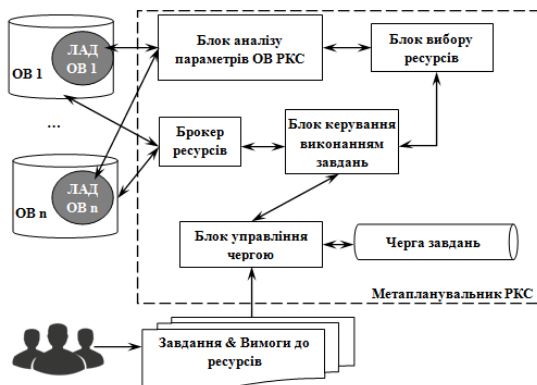


Рисунок 2 – Структурна схема метапланувальника для РКС із підтримкою захищеної обробки даних

Блок аналізу параметрів ОВ РКС відповідає за збір інформації від ЛАДів розподіленої системи та визначення на її основі оптимальної кількості ОВ, необхідних для виконання завдання. *Блок вибору ресурсів* здійснює безпосередньо підбір конкретних обчислювальних вузлів для виконання завдання.

Таким чином, у даній роботі запропоновано структурну схему метапланувальника завдань РКС із підтримкою захищеної обробки даних та оптимальним підбором кількості ОВ для виконання завдання. Метапланувальник реалізує централізований тип управління ресурсами, що є значним недоліком. У подальшому планується розробка планувальника завдань із децентралізованим типом управління ресурсами для РКС, яка підтримує захищену обробку даних.

Список літературних джерел

1. Черней В.В. Роль відомчої освіти та науки в забезпеченні протидії кіберзлочинності в Україні / В.В. Черней // Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ, 2014. – №3 – с.3-15.

2. Інформаційні матеріали до круглого столу «Кіберзлочинність: українські банки на лінії удару» [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://ema.com.ua/wp-content/uploads/2013/11/cybercrime_information_materials.pdf (дата доступу 08.10.2016). – Назва з екрану.

3. Дема К.В. Анализ архитектур и характеристик современных планировщиков заданий в Grid-системах / К.В. Дема, М.А. Волк, М.А. Филимончук // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2011. – Вип. 2(28). – с.123-128.

МНОГОФАКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ Мухин В.Е.¹, Корнага Я.И.¹, Герасименко О.Ю.²

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев, Украина

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

В общем, выделяются следующие основные особенности современных распределенных систем (РКС): гетерогенность узлов и каналов связи, пространственная распределенность, глобальность, высокая структурно-динамическая сложность, потенциально высокий спрос ввиду массовости привлечения пользователей [1, 2, 3]. Задача управления ресурсами в таких распределенных системах является сложной задачей, которая требует разработки и реализации новых подходов.

Целью данного исследования является анализ возможности выбора ресурсов РКС для выполнения определенной задачи с учетом нескольких критериев функциональности РКС. В данной работе для оценки функциональности РКС взяты показатели производительности, надежности, защищенности и скорости передачи данных, поскольку мы считаем, что они являются наиболее критичными с точки зрения управления ресурсами РКС.

Многофакторная оптимизационная модель оценки параметров РКС.

Формально РКС представляется в виде набора вычислительных узлов и связей (каналов) между ними [1]. Узлы могут быть однопроцессорными (персональный компьютер) или многопроцессорными (кластер). Каналы связи также могут иметь различную природу [2]. Каждый узел системы характеризуется определенными параметрами, например, производительность, объем оперативной памяти, объем жесткого диска и др. В свою очередь каждый канал характеризуется своими параметрами, например, пропускной способностью, защищенностью и др.

Рассмотрим систему передачи данных в РКС с точки зрения многоканальной среды передачи данных. Выделим физическую и топологическую многоканальность, при этом возможно их комбинирование для формирования высокоскоростной надежной и защищенной среды передачи данных.

Пусть существует распределенная компьютерная система DS :

$$DS = (N, C), \quad (1)$$

где N – множество узлов системы DS и C – множество каналов DS , $N = \{node_1, node_2, \dots, node_n\}$, где n – число узлов системы DS ; $C = \{ch_1, ch_2, \dots, ch_c\}$, где c – число каналов связи DS .

Разработаем математическую модель системы DS , которая бы учитывала производительность, надежность и защищенность системы, а также скорость передачи данных по каналам связи. Так как необходимо оценить РКС по четырем параметрам, то целесообразно свести их значение до определенных пределов. Поскольку защищенность системы и надежность системы являются безразмерными величинами и принимают значения от 0 до 1, то остальные параметры также целесообразно сводить к этим значениям. Реализуется данная задача путем использования приема нормализации. Итак, математическую модель системы DS представим как:

$$Param(DS) = (P_n(n), V_n(n), S(n), R(n)), \quad (2)$$

где $P_n(n)$ - нормализованная производительность системы DS , $V_n(n)$ - нормализованная скорость передачи данных по каналам связи системы DS , $S(n)$ - защищенность системы DS , $R(n)$ - надежность системы DS . Как отмечалось выше, при построении распределенных систем важно учитывать характеристики компьютерных сетей, на базе которых строится РКС.

Оценка параметров РКС с применением предложенной комплексной модели. Получено четыре функциональные зависимости РКС в одном масштабе, что позволяет комплексно оценить параметры системы по четырем критериям в зависимости от количества узлов РКС. Графические зависимости параметров РКС от количества узлов представлены на рис. 1.

Разработанная модель позволяет провести оценку влияния количества узлов системы на параметры ее функциональности. Например, если задать определенный уровень, которому должны соответствовать все четыре характеристики системы, то можно получить количество тех узлов, которые должны будут включены в РКС.

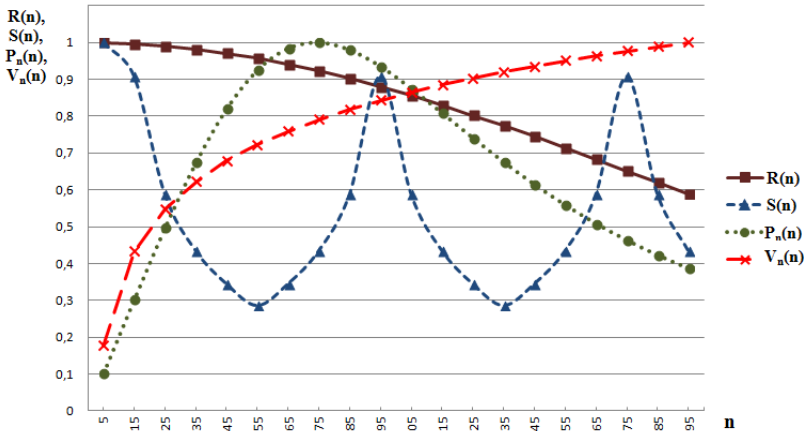


Рисунок 1 – Графические зависимости функциональных параметров РКС от числа узлов

Заключение. Предложена модель РКС, позволяющая оценить параметры функциональности РКС в зависимости от количества узлов. Показано, что функционирование РКС зависит также от характеристик ее компонентов, параметров исполняемых задач, действий пользователей. Предложенная модель является базисом методики анализа параметров функционирования РКС, с возможностью адаптации ее к конкретным условиям эксплуатации РКС. Дальнейшее развитие модели возможно в направлении совершенствования математических выражений для вычисления параметров функциональности РКС, а именно функций $P_n(n)$, $R(n)$, $S(n)$, $V_n(n)$.

Список литературных источников

1. Hwang K. Cloud Performance Modeling with Benchmark Evaluation of Elastic Scaling Strategies / K. Hwang, X. Bai, Y. Shi, M. Li, W.-G. Chen, Y. Wu // IEEE Trans. on Parallel and Distribut. Syst. 2016. – Vol. 27., Iss. 1. – pp.130-143.
2. Hung P.P. A New Technique for Optimizing Resource Allocation and Data Distribution in Mobile Cloud Computing / P. P. Hung, T.-A. Bui, K. Soonil, E.-N. Huh // Elektronika ir elektrotechnika, 2016. – Vol. 22, No. 1. – pp.73-80.
3. Wang C. Toward Secure and Dependable Storage Services in Cloud Computing / C. Wang, Q. Wang, K. Ren, N. Cao, W. Lou // IEEE Trans. Services Computing, 2012. – Vol. 5, No. 2. – pp.220-232.

**К ВОПРОСУ ОНТОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**
Палагин А.В., Петренко Н.Г.

Институт кибернетики имени В. М. Глушкова НАН Украины,
Киев, Украина

Введение. Одним из актуальных направлений современного развития человечества является построение знание-ориентированного общества, в котором большинство работающих субъектов занято производством, сохранением, переработкой и реализацией информации, особенно ее высшей формы – знаний. На данной стадии развития общества необходимо решить ряд важных проблем. Ниже в общем виде рассмотрены две из них.

Основная часть. Первая проблема относится к обеспечению научно обоснованными, эффективно представленными и максимально полными информационными ресурсами, в том числе маркированными лингвистическими корпусами текстов, энциклопедическими и толковыми словарями, как по отдельным предметным областям, так и по доменам предметных областей (например, информатика, математика, медицина, лингвистика и др.). Необходимо отметить, что традиционные “алфавитные” словари уже не обеспечивают повышенных требований к функциональным возможностям и семантической интерпретации указанных информационных ресурсов, а потому и возникла необходимость некоторой переработки принципов представления терминов в словарях и формализации языка описания этих терминов [1]. Предлагаемый толковый онтологический словарь существенно отличается от классического толкового словаря и декларируется как словарь нового типа.

Особенность составления такого толкового словаря была обусловлена тем, что инженерия знаний и ее раздел онтологический инжиниринг является по своей сути областью трансдисциплинарных исследований, теоретико-прикладная база которой неотъемлемо связана с такими научными дисциплинами как: дискретная математика, математическая логика, теория множеств, теория графов, теория вероятностей, теория информации, теория алгоритмов и ряд других теорий; искусственный интеллект и кибернетика; компьютерная лингвистика; вычислительная техника и программирование [2].

Далее рассматриваются отличия, преимущества и актуальность разработки толковых онтографических словарей.

Главной целью толкового онтологического словаря является:

1) более содержательная интерпретация основных терминов предметной области, толкование по семантическим связям между понятиями в виде онтологических графов или онтологически структурированных кластеров понятий, а не только по алфавиту (или синтаксису), как это представляется в классических словарях;

2) служить базовой компонентой для:

– построения онтологической базы знаний, а в перспективе – построения единой сети трансдисциплинарных знаний – как некоторое отображение научной картины мира;

– проведения междисциплинарных и трансдисциплинарных научных исследований. Причем такую единую сеть трансдисциплинарных знаний можно трактовать как высшую ступень развития Semantic WEB;

3) служить эффективной основой для разработки стандарта электронного представления результатов научных исследований;

4) эффективное применение толкового онтологического словаря в образовательной среде, как приближение к общезначимому представлению знаний предметной дисциплины.

Толковый онтологический словарь основан на применении базовых онтологических принципов, соблюдение которых в интегрированной форме и дает пользователям те свойства, которые обуславливают приведенные выше функциональные утверждения. Указанные онтологические принципы следующие.

1. Применение онтологического подхода к построению категориальной (терминологической) надстройки системы знаний предметной области.

2. Автоматизация процессов извлечения знаний в форме понятий из лингвистического корпуса текстов заданной предметной области, их онтологическое структурирование и построение онтологии предметной области. При этом используется методология автоматизированного проектирования онтологии предметной области [2].

3. Переход от “синтаксического” представления классических толковых словарей к их “семантическому” и онтологическому представлению.

4. Применение компьютерной и четырехкомпонентной модели онтологии, которая предоставляет возможность построения общезначимого представления знаний предметной области.

5. Системная интеграция онтологий разных предметных областей с целью поддержки сложных научных исследований.

Другой важной проблемой является разработка стандарта электронного представления результатов научно-исследовательских работ.

Одним из главных этапов выполнения научно-исследовательской работы является этап эффективного обобщения и представления результатов научно-исследовательской работы [3, 4]. Его главной задачей является построение формализованной системы знаний, что, с одной стороны формирует структуру проблемной научной теории, а с другой – обеспечивает эффективное внедрение результатов научно-исследовательской работы, то есть реализацию ранее выбранной инновационной стратегии. Такое объемное интегральное представление результатов научно-исследовательской работы должно приблизить их к потенциальным пользователям. Для этого имеет смысл разработать единый стандарт электронного представления знаний, полученных в результате выполнения научно-исследовательской работы. Вариант такого стандарта можно представить в виде, показанном на рисунке 1, где: О – онтологическое описание предметной области (онтограф, тезаурус терминов, система логического вывода); V – образная компонента онтологического описания (3D графика, мультимедийное представление объектов действительности); T – представление предметной области на уровне формальной теории; L – полный лингвистический корпус, который описывает знания предметной области; S – подсистема сервис-ориентированной архитектуры, множество сервисов, которые предоставляются пользователю (с учетом типов пользователей); W – корпоративный Web-портал с

некоторым количеством сервисов; U – пользователь; 1 и 2 – подсистемы электронного представления знаний.

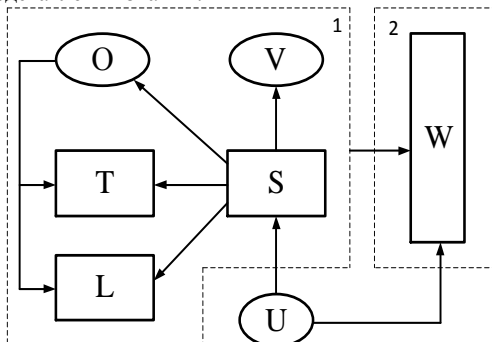


Рисунок 1 – Стандарт электронного представления результатов научно-исследовательской работы

Электронное представление результатов научно-исследовательской работы, исходя из рисунка 1, является открытой информационной системой в смысле IEE POSIX 1003.0 с открытыми спецификациями на интерфейсы и функциями расширяемости, масштабируемости, интероперабельности и переносимости приложений (с одной компьютерной платформы на другую). Разработка указанного стандарта на представление результатов научно-исследовательской работы является существенным шагом в направлении реализации парадигмы e-Science, где знания представлены в явной конструктивной унифицированной форме, готовой для решения конкретных прикладных задач, а процесс научных исследований предполагает объединение усилий ряда научных коллективов с распределением ресурсов между ними и интенсификацией процессов обмена результатами исследований, когда традиционные подходы не в состоянии эффективно поддерживать эти процессы и соответствующие объемы информации. Такое объединение всех ресурсов и эффективная поддержка на уровне общей информационной инфраструктуры в масштабах домена “Наука” допускает создание рабочих мест исследователей, объединенных локальными и глобальными сетями, обеспеченных на уровне коммуникационной среды и персонального рабочего места.

Список литературных источников

1. Палагин А.В. Толковый словарь по инженерии знаний / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко, И.А. Габулин // Киев: Сталь, 2014. – 291 с.
2. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А.В. Палагин, С.Л. Крытый, Н.Г. Петренко // [Монография] – Луганск: изд. - во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 323 с.
3. Палагин А.В. Проблемы трансдисциплинарности и роль информатики / А.В. Палагин // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – №5. – С. 3–13.
4. Кургаев О.П. До питання інформаційної підтримки наукових досліджень / О.П. Кургаєв, О.В. Палагін // Вісник НАН України. – 2015. – №8. – С. 33–48.

**ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ
КОМПОНЕНТУ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ
ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВОГО ДОСЛІДНИКА - ПІДСИСТЕМИ СТВОРЕННЯ
ТА УПРАВЛІННЯ ОНТОЛОГІЧНОЮ БАЗОЮ ЗНАТЬ ПУБЛІКАЦІЙ
НАУКОВОГО ДОСЛІДНИКА**

Палагін О.В., Величко В.Ю., Малахов К.С., Щуров О.С.

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова Національної академії наук України,
Київ, Україна

На поточний час існує велика кількість наукових інформаційних систем (НІС). Серед інших, важливою функцією НІС є підтримка аналітичної діяльності наукового дослідника, а саме забезпечення швидкого та спрощеного доступу до наукової та академічної інформації, автоматизація її збору та первинного аналізу для подальшої роботи. Але більшість існуючих НІС не виконують цієї функції у повному обсязі, бо зазвичай мають корпоративний або комерційний характер, та не в змозі забезпечити вільне та комплексне автоматизоване накопичення інформації з багатого різноманіття сучасних джерел наукової інформації.

Основні категорії користувачів сучасних НІС та їх інформаційні потреби визначають основні види інформаційних ресурсів [1], з якими працюють НІС: звіти про виконану роботу, результати проєктів, персональна інформація, публікації, організації, проєкти, наукові результати, технології, патенти, програми фондів, експертні оцінки, електронні бібліотеки, енциклопедії та тлумачні словники, веб-сайти, списки розсилки, соціальні мережі, бази даних, обчислювальні ресурси, нормативні документи, освітні й музейні ресурси.

Також категорії користувачів і їх потреби визначають основні види сервісів, які надають НІС: повторне використання наукових розробок, методів, технологій, пошук та цільове поширення інформації, служби повідомлення, встановлення горизонтальних зв'язків між організаціями, архівне зберігання інформації, підтримка навчального процесу, формування запитів як дослідників, так і користувачів наукових знань, забезпечення роботи аналітичних служб.

В рамках програми інформатизації НАН України за проєктом “Розробка методологічних та технологічних засад побудови архітектури знання-орієнтованої інформаційної системи підтримки діяльності наукового дослідника” [2] в Інституті кібернетики були розроблені технічні вимоги та архітектура комплексної інформаційної системи підтримки наукових досліджень та запроєктовані її компоненти для практичної реалізації. Ця НІС отримала назву “Інструментальний комплекс робочого місця наукового дослідника” (ІКРМ НД). На основі отриманих результатів розпочато практичну розробку та апробацію функціональних компонентів знання-орієнтованої НІС ІКРМ НД, зокрема, розпочата програмна реалізація підсистеми створення, управління та використання онтологічної бази знань публікацій наукового дослідника (ОБЗП НД).

Для практичної програмної реалізації ОБЗП НД було обрано формат веб-сторінки з набором інтегрованих у неї спеціалізованих веб-сервісів у вигляді RESTful API, що реалізують її функціонал. Ці інтегровані веб-сервіси дозволяють

ефективно будувати кластери онтологій, здійснювати пошук, зберігання, розповсюдження, синтактико-семантичний аналіз текстових документів, їх переклад та інше. Такий підхід дозволив створити гнучке крос-платформне та багатофункціональне програмне забезпечення з сервіс-орієнтованою розподіленою архітектурою та задіянням “хмарних” технологій.

Основою розробки програмної реалізації став стек технологій серверного програмного забезпечення MEAN (абр. від MongoDB, Express.js, Angular.js, Node.js). Стек технологій MEAN відображає сучасний підхід до веб-розробки, коли на кожному рівні архітектури сервісу, від клієнта до сервера застосовується одна й та сама мова програмування, в даному випадку це JavaScript [3, 4]. В виконаній програмній реалізації для спрощення архітектури замість JavaScript-фреймворка Angular.js були використані JavaScript-бібліотека jQuery та AJAX (Asynchronous JavaScript And XML) для побудови інтерактивних користувацьких інтерфейсів веб-застосунків. На рис. 1 наведено узагальнену структурну схему програмної реалізації ОБЗП НД з використанням стека MEAN та заміною Angular.js на jQuery та AJAX.

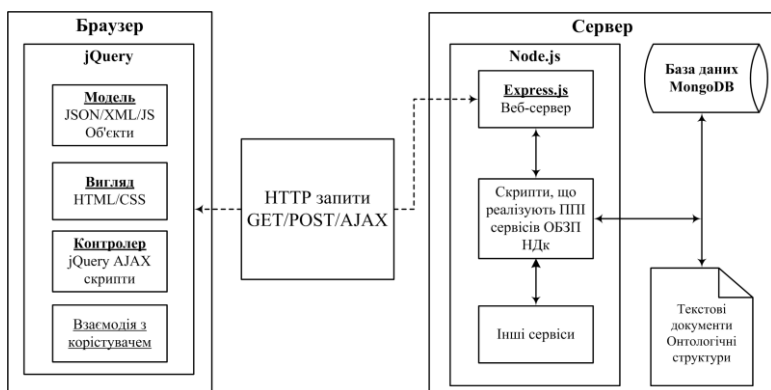


Рисунок 1. – Узагальнена структурна схема програмної реалізації ОБЗП НД з використанням стека MEAN

ОБЗП НД поділяється на клієнтську та серверну частини:

1. Клієнтська частина веб-сторінки ОБЗП НД, що забезпечує взаємодію наукового дослідника з підсистемою, реалізована у вигляді веб-форми, яка складається з вікна виводу результатів та набору функціональних вкладок для взаємодії з веб-сервісами. Одна з вкладок відповідає за налаштування та дозволяє користувачеві, виходячи з власних потреб, індивідуально налаштувати інтерфейс та функціонал підсистеми ОБЗП НД. Такий формат відображення при потребі дозволяє легко додавати нові веб-сервіси, змінювати та розширяти функціональність ОБЗП НД, не привносячи значних змін у код HTML/CSS та зовнішній вигляд веб-сторінки, що спрощує розвиток та обслуговування підсистеми у майбутньому та виключає адаптаційні складнощі постійних користувачів при переході на оновлену версію підсистеми.

2. Серверна частина ОБЗП НД реалізована з використанням СКБД MongoDB, що здійснює управління наборами документів у форматі JSON. Для

реалізації управління ОБЗП НД в СКБД MongoDB була розроблена JSON специфікація опису метаданих публікацій автора. Логіка роботи сервісу, обробка запитів користувача, пошук та аналіз даних на веб-сервері побудовано на програмній платформі з відкритим початковим кодом Node.js, яка працює на рушії JavaScript від Google – V8 та призначена для відокремленого виконання високопродуктивних мережних застосунків на мові JavaScript. Node.js характеризується асинхронною однопотоковою моделлю виконання запитів, засновану на обробці подій в неблокуючому режимі.

Програмно реалізована підсистема створення, управління та використання ОБЗП НД є основою для подальшого розвитку та розбудови ІКРМ НД, а українському науковому співтовариству у вигляді цієї підсистеми надано доступний та сучасний автоматизований інструмент для пошуку, зберігання, первинного аналізу, управління, конструктивізації та формалізації наукової інформації.

Список літературних джерел

1. Лопатенко А.С. Научные Информационные Системы. Перспективы использования. [Електронний ресурс]. – Режим доступа http://derpi.tuwien.ac.at/~andrei/CRIS_DOC.htm (дата звернення 08.07.2016).
2. Звіт за проектом ВК 205.34.15 “Розробка методологічних та технологічних засад побудови архітектури знання-орієнтованої інформаційної системи підтримки діяльності наукового дослідника” – № держреєстрації 0115U003529, К., 2015, – 134 с.
3. Хролович Д.В. Введение в MEAN stack // Science Time. 2014. №8 (8) С.321-324.
4. Brad Dayley. Node.js, MongoDB and AngularJS Web Development. Addison-Wesley Professional, Jun 5, 2014 – Computers - 800 p

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДУКТОРНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ПОЗИЦИЙ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА Прокопчук Ю.А.^{1,2}, Рыжков И.В.²

¹ Институт технической механики НАНУ и ГКАУ, Днепр, Украина

² ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепр, Украина

Если задана реальная система, элементы которой обмениваются сигналами, веществом или энергией (далее - сигналы), то каждый элемент системы характеризуется набором подмножеств элементов, которые своими сигналами в совокупности определяют эволюцию состояния данного элемента. Один элемент может иметь несколько таких подмножеств (областей влияния, индукторов) [1]. В этом случае реакция элемента должна быть согласована по сигналам из разных индукторов, и это накладывает ограничение на совокупность возможных состояний всей системы.

Главным свойством индукторов является транзитивность влияния. Оно состоит в том, что элементы системы могут передавать по цепочке воздействие на некоторый объект, входящий в систему (элемент или совокупность элементов). Единственное, что для этого требуется, это чтобы каждый элемент цепочки

входил в область влияния следующего за ним элемента цепочки. Таким образом, правильно описанная система областей влияния должна быть замкнута относительно операции расширения областей влияния по таким цепочкам. Это свойство положено в основу определения класса индукторных пространств (ИП) [1]. *Операциональная замкнутость и когерентность* (включающая транзитивное замыкание) являются также одними из ключевых свойств когнитивных систем [2, 3].

На ИП можно определить процессы, как функции, зависящие в каждой точке от входных воздействий, распределенных в точках ее индукторов, что значительно обобщает понятие процесса в теориях автоматов, дифференциальных уравнений и разностных схем [1].

В [2] отмечается, что для адекватного описания действительности нужны расширенные когнитивные архитектуры, которые могут кодировать знания в различных формализмах, связывать их друг с другом и использовать их для поддержки интеллектуального поведения более гибко и эффективно. В рамках парадигмы предельных обобщений [2 - 4] любую ситуацию действительности или процесс предлагается описывать с помощью банка элементарных тестов $\{\tau\}$, каждый из которых задается орграфом доменов или конфигуратором теста $G(\tau)$.

Конфигуратором теста называется процедурная реализация орграфа доменов [3]. Общую схему конфигураторов с использованием синтаксиса лексических деревьев можно представить следующим образом:

```
Tecm [ ^ Тест... ] [# ТестX... ] {
  Dom_1 [ ^Dom_1... ] [#DomX... ] { ; ; } [ {{On}}_1 ] [ {{S, R}}_1 ]
  Dom_2 [ ^Dom_2... ] [#DomY... ] { ; ; } [ {{On}}_2 ] [ {{S, R}}_2 ]-
  Dom_N [ ^Dom_N... ] { ; ; } [ {{On}}_N ] [ {{S, R}}_N ]},
```

где 'Тест' – название теста; '^ Тест...' – список условных обозначений теста; '# ТестX...' – список ссылок на более общие тесты; 'Dom_K' – название K-го домена; '^Dom_K...' – список условных обозначений K-го домена; '#DomX...' – ссылка на домены предки; { ; ; } – список альтернативных элементов домена; {{On}} – онтологические соглашения; {{S, R}} – автоассоциативные модели знаний (S – синдромы, R – предвестники). Каждый элемент домена может иметь собственный список обозначений, которые также играют роль символов групп обобщения. Элементы доменов могут содержать параметры, которые обеспечивают однозначность вычислительных схем в зависимости от тех или иных факторов, например, пола. Порядок размещения доменов в конфигураторе – сверху вниз и слева направо – означает рост точности значений теста за счет большей детализации (увеличения числа элементов). В упорядоченной последовательности доменов метки элементов любого домена явно задают однозначные правила перерасчета значений из текущего домена в другой, размещенный выше или слева (транзитивные вычисления). Пример конфигуратора:

```
Температура ^Темп {T4 {Норма ^2; Отклонение ^1 3} [{{S, R}}_T4]
  T3 {Низкая ^1; Норма ^2; Повышенная ^3 4} [{{S, R}}_T3]
  T2 {Низкая ^1 [35,0; 36,5]; Норма ^2 (36,5; 36,9]; Повышенная ^3 (36,9;
38,0]; Высокая ^4 (38,0; 42,0]} [{{S, R}}_T2]
  T1 {[35,0; 42,0]}. G(Темп) = {T1 → T2 [{{S, R}}_T2] → T3 [{{S, R}}_T3] → T4
[{{S, R}}_T4]}.
```

Онтологические соглашения задаются экспертами и отражают профессиональные (бытовые) знания. Они могут быть как детерминированными

(дедуктивными), так и вероятностными или нечеткими. Модели знаний формируются автоассоциативно. Они являются основой *интуиции* (адаптивного бессознательного [3]) и модели «континуум задач». Последняя обеспечивает «быстрые решения» (прототип urgentных вычислений - Urgent Computing или Extreme Computing). Таким образом, в одной когнитивной структуре объединяются основные виды знаний – онтологические (внешние, социальные), имплицитные (эволюционные) и процедурные, отражающие распространение энергии, включая «созревание» Z-задач.

Орграф доменов $G(\tau)$ олицетворяет симбиоз двух подсистем: знаковой, вербальной (онтология) и образной (бессознательной, интуитивной). Следовательно, установлен трансцендентальный уровень, на котором стало возможным выявить единство знания. Формы интуиции действуют в познании всегда в диалектической взаимосвязи с известными формами познания, осуществляя при этом взаимодействие данных чувственного и логического познания. В гносеологическом смысле это взаимодействие заключается в особом комбинировании – «сцеплении» разных индукторов.

Для каждого значения домена заданы как минимум три класса индукторов: транзитивные вычисления по иерархии доменов (обобщают данные первичных измерений); вычисления на основе онтологических соглашений; вычисления на основе автоассоциативных моделей знаний. Расчетное значение теста *должно быть согласовано по сигналам от разных индукторов*, и это накладывает ограничение на совокупность возможных состояний всей системы, обеспечивая системную целостность. Если имеет место расхождение вывода по любому значению любого домена, то ИС должна информировать об этом пользователя, что существенно повышает *функциональную устойчивость критических технологий* (Service-Oriented Conflict Resolution Control Architecture). В работах [2 - 4] раскрывается механизм формирования и работы когнитивного индукторного пространства.

Список литературных источников

1. Коганов А. В. Индукторные пространства, как средство моделирования. "Вопросы кибернетики" (Алгебра, Гипергеометрия, Вероятность, Моделирование) / А. В. Коганов; под ред. В. Б. Бетелина. – М. : РАН, 1999. – С. 119-181.
2. Прокопчук Ю. А. Когнитивные информационные технологии в задачах управления и принятия решений: проблемы и решения / Ю. А. Прокопчук // Соціально-економічний та технічний розвиток підприємств: проблеми, рішення, оцінка ефективності: колективна монографія. /за заг. ред. Савчук Л. М. – Дніпропетровськ : Пороги, 2016. – С. 513 - 525.
3. Прокопчук Ю.А. Парадигма предельных обобщений: модели когнитивных архитектур и процессов / Ю. А. Прокопчук. - Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 204 с.
4. Прокопчук Ю.А. Когнитивные или «осмысленные» измерения на базе систем смыслопорождения // Праці VIII міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень» (Ужгород, 26 вересня – 1 жовтня 2016 р.). – Ужгород: УжНУ, 2016. - С. 227 – 228.

НОВЫЙ МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА

Сидорова М.Г., Полонская А.Е., Омельницкий Д.А.

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара,
Днепр, Украина

Зачастую объекты, подверженные мониторингу характеризуются набором исследуемых признаков, переменных во времени, в этом случае информация для анализа подаются в виде многомерных временных рядов. Выделение однородных групп временных рядов для дальнейшего их анализа и прогнозирования в последние годы становится все более актуальной проблемой.

Задача кластерного анализа заключается в определении разбиения

множества объектов $X = \{x_i\}, i = \overline{1, N}$ на кластеры $G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$,

где N – количество объектов анализа, K – количество кластеров,

$g_i = \{x_l\}, i = \overline{1, K}, l = \overline{1, N_i}, N_i$ – количество объектов в i -м кластере,

$\sum_{i=1}^K N_i = N, \bigcup_{i=1}^K g_i = X, g_i \cap g_j = \emptyset, i \neq j$. Данные для анализа

подаются в виде многомерных временных рядов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$,

$x_i = \{u_1, u_2, \dots, u_p\}, i = \overline{1, N}$, где $u_l^{(i)} = \{u_{lt}^{(i)}\} l = \overline{1, p}, p$ – количество

исследуемых признаков, $t = \overline{1, T}, u_{lt}^{(i)}$ – значение l -го признака i -го объекта в t -й момент времени.

Для выделения групп объектов, сходных между собой по набору признаков, которые изменяются во времени, предлагается новый метод и масштабируемый алгоритм временной кластеризации, который позволяет определять кластерную структуру, учитывая полученную ранее информацию о сходстве объектов и состоит из трех основных этапов: определение индивидуальных группировок, формирование агрегированной матрицы сходства, получение итогового решения задачи.

Список литературных источников

1. Байбуз О. Г. Кластеризация неэквидистантных временных рядов гидрохимического мониторинга / О. Г. Байбуз, М. Г. Сидорова // Вестник Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева. – Астана, 2013. – № 4. – С. 84–90

ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВЕРИФІКАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСТРАКЦІЇ БУДІВЕЛЬ Соколова Н.О.

Дніпропетровський національний університетім.О.Гончара,
Дніпро, Україна

Дослідження і технічні досягнення в області фотограмметрії, дистанційного зондування і інформаційних технологій надають винятковий потенціал для зменшення участі людини у створенні міського кадастру і інших аспектах, пов'язаних з ручною обробкою величезного обсягу даних ДЗЗ [1]. Досконалою і однозначної за результатами методики автоматичного розпізнавання будівель поки що ще немає. Розроблена методика є симбіозом різних методів обробки фотограмметричних зображень високого розрізнення на різних стадіях. Одним з етапів верифікації результатів сегментації після розбиття зображення на ділянки і аналізу гістограми є геометричний аналіз.

Геометричний аналіз заснований на загальних мірах для представлення геометричних характеристик сегмента. Значення мір, що належать до сегментів з будівлями і без, використовуються для елімінування сегментів на основі показника ймовірності.

Мірами для геометричного аналізу були обрані: прямокутність, округлість, монолітність, опуклість. Для того, щоб використовувати ці міри для розрахунку ймовірності для сегмента бути сегментом з будівлею, ці міри повинні бути різними для класів з будівлями і без будівель відповідно.

Прямокутність контуру може бути оцінена по-різному [2,3]. Одним з методів розрахунку прямокутності є використання MBR. Ступінь прямокутності відображає співвідношення між площею сегмента і площею MBR. Прямокутність також можна оцінити, використовуючи інваріанти моментів. Метод моментів, як було встановлено в результаті дослідження, суттєво не чутливий до шуму і зберігає високе значення прямокутності для прямокутників.

Округлість контурів обчислюється, використовуючи інваріанти моментів [2], і забезпечує гарні результати класифікації

Монолітність визначали як відношення площі прямокутника, що обмежує, до площі сегмента. Ця міра дозволяє обчислити кількість лакун у межах сегмента:

Опуклість відображає співвідношення між периметром опуклої оболонки багатокутника контуру і периметром первинного контуру. Це повинно дати індекс 1 для повноцінної опуклої форми, як прямокутник або квадрат. Використовуючи опуклу оболонку контуру, були проаналізовані три різні міри. Перша міра опуклості (Опуклість_P) була обчислена на основі периметра узагальненого багатокутника. Ця міра не була знайдена достатньою для розрізнення сегментів з будівлями і без. В результаті, були досліджені інші міри опуклості: Опуклість_O, на основі периметра вихідного екстрагованого сегмента, і Опуклість_S, на основі співвідношення площі опуклої оболонки і площі узагальненого багатокутника.

Компактність відображає співвідношення між площею контуру будівлі і площею компактної форми з тим же периметром. Ми використовуємо квадрат як найбільш компактну форму, а потім коло.

Для того, щоб розрахувати індекс ймовірності для кожного сегмента, значення для кожного вимірювання були розраховані для вручну вибраних сегментів з будівлями і без. Були обрані випадковим чином більше двохсот ділянок з будівлями і без. Всі вибрані сегменти є результатом автоматичної сегментації, а не оцифрованих будівель. Для того, щоб розрахувати ймовірність контуру в сегменті бути будівлею чи ні, кожен сегмент (в межах обраних ділянок) був візуально класифікований.

Показники прямокутності, обчислені методом MBR, між 0,7-0,85 показують велику ймовірність бути особливостями будівлею. Значення нижче 0,6 показують велику ймовірність бути особливостями не-будівлі. Значення мірпрямокутності, засновані на обчисленні моментів, показують негативну кореляцію, протилежні тенденції між сегментами будівель і не-будівель. Значення прямокутності більше ніж 0,8, мають високу ймовірність бути будівлею. Значення прямокутності між 0,1-0,6, мають більш високу ймовірність бути не будівлею, ніж будівлею. Значення прямокутності між 0,6-0,8 не може вказати, чи є сегмент будівлею чи ні - сегмент зі значенням в цьому діапазоні має однакову ймовірність бути будівлею або не-будівлею.

Значення еліптичності більше ніж 0,85 вказують на особливості бути будівлею з більш високою ймовірністю. Значення округлості нижче, ніж 0,6 вказують з високою ймовірністю на не-будівлю.

Для міропуклості_P значення нижче, ніж 0,8 вказують на особливість-не-будівлю з великою ймовірністю. Значення опуклості більше ніж 0,95 може вказувати на особливість-будівлю. Значення опуклості в діапазоні від 0,8-0,95 показує трохи більшу ймовірність сегментів бути не будівлею, але зі зростаючою тенденцією бути сегментом будівель. Із-за подібної тенденції, другий показник опуклості був розрахований на основі вихідного обмежуючого багатокутника, а потім узагальненого багатокутника.

Індекс опуклості_O показує аналогічну тенденцію між класами будівель і не-будівель. Дуже низькі значення, менше ніж 0,3, можуть вказувати на особливості не-будівлі. Із-за перекриття значень цей показник не використовувався для достовірних обчислень.

Третя міра опуклості була обчислена, виходячи з площі опуклої оболонки і площі узагальненого багатокутника. Опуклість на основі площі надає докладну інформацію про сегменти будівель і не-будівель. Значення більш ніж 1,5 вказують на високу ймовірність того, що сегмент без будівлі. Значення між 1,35-1,5, вказують на високу ймовірність бути особливістю не-будівлею та значення нижче 1,35 може вказувати на сегмент будівлі з більшою ймовірністю.

Міра монолітності показує дуже схожі тенденції (з незначними відмінностями) між особливостями будівлі і не-будівлі. Отже, міру монолітності нерационально використовувати в геометричному аналізі сегментів.

Значення мір компактності вказують на те, що дуже високі значення (0,85-1) представляють особливості-будівлі з більшою ймовірністю. Значення компактності нижче, ніж 0,75 вказують на особливості не-будівель.

На підставі значень різних показників кожен діапазон значень отримав значення ймовірності. Ймовірнісні значення для всіх показників були об'єднані в одне довірче значення, яке відображає є сегмент будівлею чи ні. Дослідження показали, що для верифікації сегментів будівель і не-будівель та елімінування

сегментів не-будівель найбільш придатні такі міри як Прямокутність, Округлість, Опуклість на основі узагальненого багатокутника, Опуклість на основі співвідношення площ і Компактність. Використання такої міри як Монолітність не є інформативною.

Список літературних джерел

1. DongyueChen, ShiboShang, andChengdongWu. Shadow-based Building Detectionand Segmentationin High-resolutionRemoteSensingImage. Journalofmultimedia, vol. 9, no. 1, january 2014. P.181-187

2. Rosin, P. L. (2003). "Measuringshape: ellipticity, rectangularity, andtriangularity." Mach. VisionAppl, 14(3), 172-184.

3. Сушевський Д. В. Геометричні моделі ідентифікації та візуалізації змін штучних об'єктів земної поверхні за різночасовими зображеннями. Дис. ... канд. техн. наук / Дніпропетровський національний університет ім.Олеса Гончара. — Дніпропетровськ, 2011. — 147 с.

4. Соколова Н.О. Автоматизированная экстракция зданий изфотограмметрическихизображений.//I Міжнародний науково-практичний форум «Наука і бізнес». – Дніпропетровськ, Чернівці, 29 червня – 3 липня 2015р. – С.259-262.

ЗАСТОСУВАННЯ CASE-ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОГО ДОДАТКА

Солодка Н.О., Книжник Г.Г.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Термін CASE (Computer Aided System/Software Engineering) використовується при автоматизації процесу розробки складних інформаційних систем в цілому. Появі CASE- засобів передували дослідження в області методології проектування. Методологія визначає етапи і кроки реалізації проекту, а також правила використання методів, якими розробляється проект. Метод – це процедура або техніка генерації описів компонентів інформаційної системи (проектування потоків і структур даних). Нотація – відображення структури системи, елементів даних за допомогою спеціальних графічних символів. CASE-засоби – це спеціальні програми, які підтримують одну або декілька методологій аналізу і проектування інформаційних систем. CASE-технологія, у рамках методології, включає методи, за допомогою яких на основі нотацій будуються діаграми, підтримувані конкретним CASE-засобом. CASE-технології не можуть вважатися самостійними, вони тільки забезпечують високу ефективність їх застосування [1].

Клієнт-серверний додаток використовує технологію пірінгових мереж (Peer-to-peer, P2P). Цей додаток має топологію комп'ютерної мережі. Тобто є n-на кількість користувачів і сервер, котрий може робити на комп'ютері у одного з користувачей.

Для побудови моделі клієнт-серверного додатка використовується CASE-засіб верхнього рівня VPwin, що підтримує методології IDEF0 (функціональна модель), IDEF3 (WorkflowDiagram) та DFD (DataFlowDiagram) [2].

Методологія IDEF0 встановлює ієрархічну систему діаграм – одиничних описів фрагментів системи. Процес моделювання системи в IDEF0 починається зі створення контекстної діаграми – діаграми найбільш абстрактного рівня опису системи в цілому, що містить визначення суб'єкта моделювання. Для того, щоб створити модель треба спроектувати контекстну діаграму.

Суб'єктом моделювання є сервер. Він виступає як сполучна ланка між клієнтами. Його завдання полягає в тому, щоб користувачі мали список доступних файлів один одного і могли обмінюватися ними. При завантаженні або роздачі файлу, сервер з'єднує двох користувачів безпосередньо за технологією P2P. Контекстна діаграма складається з однієї роботи, яка називається «Робота сервера» і має номер А-0 (рис. 1).

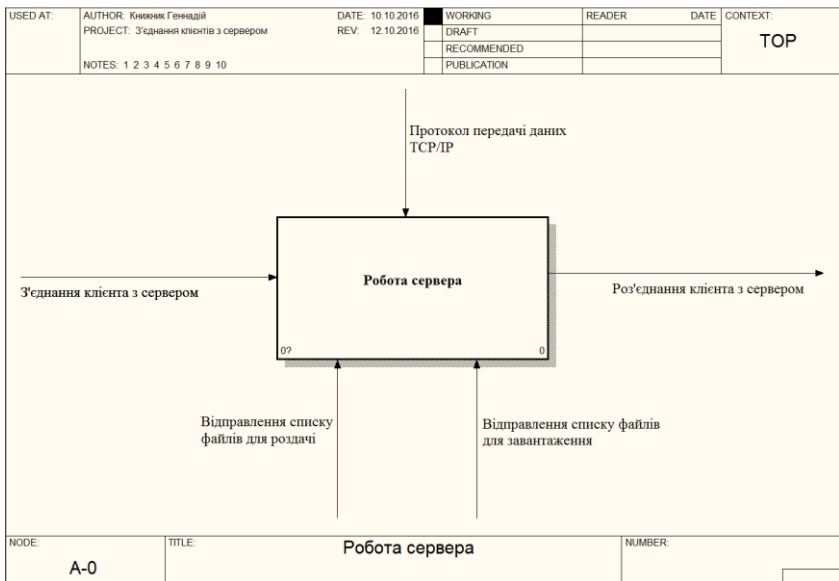


Рисунок 1 – Контекстна діаграма «Робота сервера»

На рис. 1, дугами позначені основні функції та елементи взаємодії.

Зліва – вхід в блок, а саме – з'єднання клієнта з сервером. Праворуч – вихід з блоку, який означає роз'єднання з сервером. Знизу – механізми. В даному випадку – це відправлення списку файлів на сервер для роздачі іншим клієнтам, а також отримання списку файлів, котрі роздають клієнти для завантаження. Зверху знаходиться керуюча інформація, і вона полягає в тому, що сервер обмінюється даними з клієнтами по протоколу передачі TCP/IP.

Для більш детального огляду діаграми необхідно зробити декомпозицію, яка має номер А-0 (рис. 2) та складається з наступних основних робіт: «З'єднання

клієнта А і клієнта Б з сервером», «Передача списку файлів клієнта А і клієнта Б на сервер», «Передача списку файлів інших клієнтів з сервера», «Обмін даними між сервером і клієнтами по протоколу TCP/IP», «Роз'єднання з сервером».

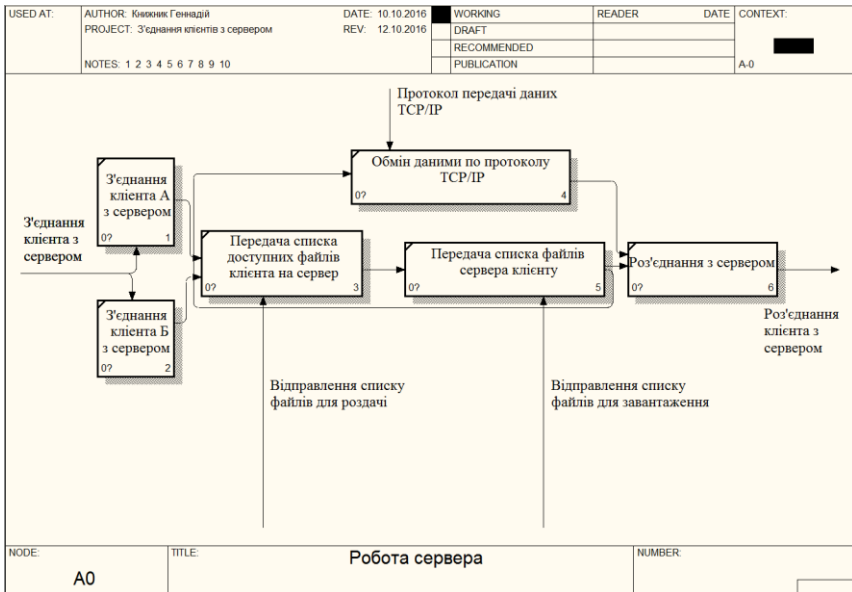


Рисунок 2 – Діаграма декомпозиції «Робота сервера»

Сутність структурного підходу до розробки виконавчої системи полягає в її декомпозиції на автоматизовані функції: Система розбивається на функціональні підсистеми, які в свою чергу діляться на підфункції, що підрозділяються на завдання і так далі. Процес розбиття триває аж до конкретних процедур. При цьому автоматизована система зберігає цілісне уявлення, в якому всі складові компоненти взаємопов'язані

Список літературних джерел

1. Сысоев А.В. Инструментальные средства поддержки жизненного цикла программного обеспечения [Текст]: конспект лекций / А.В. Сысоев. – Н.: НГУ им. Н.И. Лобачевского, 2009. – 39 с.

2. Аксенов К.А., Клебанов Б.И. Работа с CASE-средствами BPwin, ERwin [Текст]: учебник / К.А. Аксенов, Б.И. Клебанов. – Е.: ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет УГТУ-УПИ, 2004. – 50 с.

**РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Сорокін Д.К.**

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В даний час бурхливого розвитку комп'ютерних технологій все більш актуальною задачею є розробка і використання в навчальному процесі електронних навчальних систем.

Широке впровадження інформаційних технологій дозволять найбільш ефективно реалізувати можливості, що закладені в нових педагогічних ехнологіях. Тому з метою удосконалення навчального процесу для різних форм навчання, більш ефективного використання бібліотечного фонду і Інтернету в навчальних закладах, зокрема у ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», запропоновано створення сучасної інформаційної підсистеми електронних кейсів навчальних дисциплін. Однією з перспективних освітніх областей використання яких є дистанційна форма навчання.

Перевагами навчальних систем є: їх мобільність, доступність зв'язку з розвитком комп'ютерних мереж, адекватність рівню розвитку сучасних наукових знань, наявність можливості постійного оновлення інформаційного матеріалу та здійснення контролю знань за допомогою комп'ютерного тестування.

Програма на даному етапі розробки включає в себе упорядкований теоретичний та методичний контент, має можливість розширення за рахунок додавання нового матеріалу, зокрема до задачників, роздаткового матеріалу, тестів самоконтролю. Крім текстової інформації розроблене середовище надає можливість перегляду презентацій, відеофільмів за темами навчальної дисципліни. Зручний інтерфейс є зрозумілим як для викладача так і для студента[1].

З метою проектування системи розроблена діаграма прецедентів. Проектована система представляється у вигляді безлічі сутностей або акторів, що взаємодіють з системою за допомогою, так званих прецедентів[2].

В перспективі планується розробка інтелектуальної системи електронних кейсів навчальних дисциплін кафедри з метою розміщення в бібліотеці та сайті кафедри.

Список літературних джерел

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерны хучебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003.– 616 с.
2. С/С#. Программирование на языке высокого уровня / Т. А. Павловская. –СПб.: Питер, 2003. –461 с: ил.

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ МІСЦЯ РОЗМІЩЕННЯ КАФЕ

Суїма І.О., Хом'як Т.В.

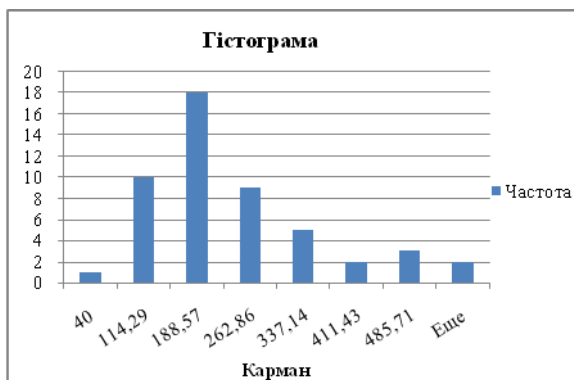
ДВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпро, Україна

Експертні системи підтримки прийняття рішень застосовуються для задач, які неструктуровані і неточно визначені на основі логічних міркувань. Інформація про задачу приймається у вигляді фактів або правил. Факти і правила не завжди правдиві або неправильні, інколи існує деяка міра неправильності в достовірності факту або точності правила. Якщо сумнів виражається явно, то він називається коефіцієнтом впевненості. При відкритті закладу ресторанного господарства виникає питання про його оптимальне місце розташування у м. Дніпро.

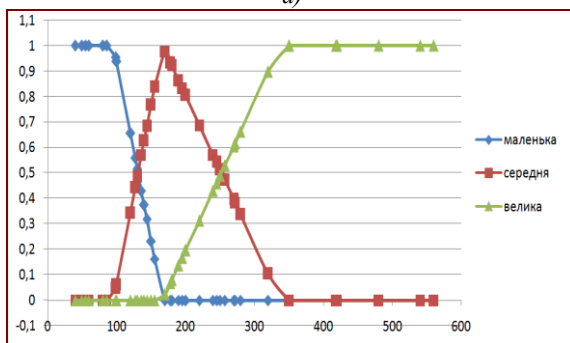
Проаналізувавши вільні від орендарів приміщення було складено базу даних приміщень на основі сайтів[1,2] та обрано продукційну модель представлення знань з алгоритмом пошуку вшир. Поля бази даних включають в себе[3]: № об'єкту – поле для відображення порядкового номеру об'єкту в базі даних; адреса об'єкту – адреса розташування приміщення; район розташування – район розташування приміщення; площа, м² – площа приміщення, виражена у метрах квадратних; ціна за 1 кв.м. оренди, грн. – ціна одного квадратного метра в гривнях; стан приміщення – стан приміщення, який оцінюється за 10-бальною шкалою, де 1 – найнижча оцінка, а 10 – найбільша; потік потенційних клієнтів – оцінка потоку потенційних клієнтів у числовому вигляді за 10-бальною шкалою; наявність місця для паркінгу – описує, чи наявне спеціально відведене місце для паркінгу перед приміщенням; зручний під'їзд до об'єкту – описує, чи наявна зручна дорога для підвозу харчів, обладнання та іншого з «чорного» ходу; транспортна розв'язка(найближчі зупинки), м – описує, в скількох метрів знаходиться найближча зупинка; число конкурентів у радіусі 300м – описує кількість конкурентів в радіусі 300 м.

Для повноти опису об'єкту використовуються усі поля з бази даних для розробки бази знань.

Для побудови правил в вигляді продукційної моделі представлення знань, потрібно спочатку провести аналіз даних з бази знань. Для цього, побудуємо гістограми для 4 критеріїв, які є нечіткими та проведемо ідентифікацію законів розподілення величин для них.



а)



б)

Рисунок 1- а) Гістограма частоти величин площі; б) графік функції приналежності значень площі.

Як видно з рис. 1. – закон розподілення ідентифікувати складно, тому правила задаємо для трьох, рівних за величиною відрізків. Так само аналізуємо поля знань «ціна за 1 кв.м», «транспортна розв'язка», «число конкурентів».

Для всіх інших критеріїв, правила вибору виглядають як чіткі множини та задані у вигляді таблиць :

1. Стан приміщення:

Таблиця 1 - Правила вибору стану приміщення

| Бали | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9 | 10 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1-2 | 1 | 0,8 | 0,4 | 0 | 0 | 0 |
| 3-4 | 0,8 | 1 | 0,6 | 0,4 | 0 | 0 |
| 5-6 | 0,2 | 0,5 | 1 | 0,6 | 0,1 | 0,1 |
| 7-8 | 0 | 0,1 | 0,4 | 1 | 0,7 | 0,2 |
| 9 | 0 | 0 | 0,3 | 0,7 | 1 | 0,3 |
| 10 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,7 | 1 |

2. Потік потенційних клієнтів:

Таблиця 2 - Правила вибору потоку клієнтів

| | | | |
|----------|---------|----------|---------|
| Оцінка | Низький | Помірний | Високий |
| Низький | 1 | 0,4 | 0 |
| Помірний | 0,3 | 1 | 0,5 |
| Високий | 0 | 0,2 | 1 |

3. Наявність місця для паркінгу:

Таблиця 3 - Правила вибору місце для паркінгу

| | | |
|-----|------|------|
| | так | ні |
| так | 1 | 0,01 |
| ні | 0,01 | 1 |

4. Зручний під'їзд до об'єкту:

Таблиця 4 -Правила вибору для поля Зручний під'їзд

| | | |
|-----|------|------|
| | так | ні |
| так | 1 | 0,01 |
| ні | 0,01 | 1 |

Робота експертної системи представлена на рис. 2.

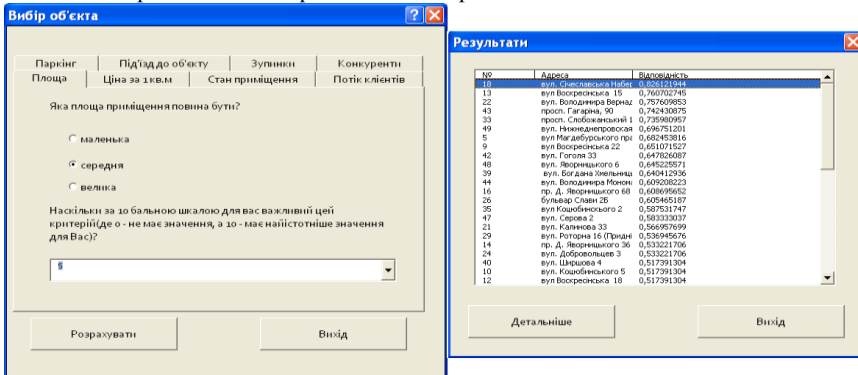


Рисунок 2 – Приклад роботи експертної системи

Отже, розроблена експертна система дає рекомендації щодо відкриття декількох місць з найвищою відповідністю заданим критеріям.

Список літературних джерел

1. Оренда приміщень у м.Дніпропетровськ[Електроний ресурс]. - Режим доступу : www/Url: http://olx.ua/uk/medvizhinnost/arenda-pomescheniy/dnepropetrovsk/

2. Оренда торгових приміщень в м. Дніпропетровськ [Електроний ресурс]. - Режим доступу: [www/Url: http://dnepropetrovsk.krysha.ua/arenda-torgovyh-dnepropetrovsk.html](http://dnepropetrovsk.krysha.ua/arenda-torgovyh-dnepropetrovsk.html).

3. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т.А. Гаврилова — СПб.: Питер, 2000.

МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ МЕЖДУ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Федоров Е.Е

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»,
Красноармейск, Украина

В настоящее время важную роль играют транспортные перевозки различных товаров. В связи с этим решаются такие задачи транспортной логистики как задачи коммивояжера (поиска оптимального маршрута), задача о расписании, задача управления запасами и др. Однако в последнее время вместо методов, которые либо являются точными, но имеют высокую вычислительную сложность, либо являются быстрыми, но дают неточный результат, начинают использоваться методы искусственного интеллекта. Так, задачи коммивояжера и управления запасами решаются с помощью метаэвристик (чаще всего используется генетический алгоритм). Особый интерес приобретает задача разделения задач (множества маршрутов) между транспортными средствами, которые находятся в разных населенных пунктах. В этом случае вместо метаэвристики необходимо использовать мультиагентные технологии [1-4], которые позволяют моделировать поведение группы агентов.

Особенностью задачи разделения задач (множества маршрутов) между транспортными средствами является то, что каждый владелец транспортного средства может иметь свои личные интересы, которые возможно вступят в конфликт с интересами другого владельца. Поэтому агенты, посредством которых моделируется поведение владельцев, относятся к эгоистическим. Несмотря на потенциальный конфликт интересов, эгоистичные агенты в мультиагентной системе в конечном счете должны будут сотрудничать, чтобы достигнуть своих целей. Поэтому при проектировании таких агентов необходимо решить следующие проблемы:

1. Почему и как агенты сотрудничают.
2. Как агенты могут распознать и решить конфликты.

3. Как агенты могут провести переговоры и достичь соглашения по совместно решаемым задачам, удовлетворяющего общим интересам.

Для решения этих проблем в работе предлагается метод, который включает в себя:

1. Протокол, определяющий правила взаимодействия между агентами.
2. Стратегия на основе разработанного протокола, которую используют агенты во время переговоров.

В качестве протокола в работе был выбран протокол монотонных уступок (MCP), а в качестве стратегии - стратегия Цойтен (Zeuthen). Для наглядности был приведен пример для двух эгоистичных агентов и четырех разделяемых маршрутов, который описывает все раунды переговоров.

Для исследования предложенного метода в работе было выполнено моделирование. Использовались два агента и 100 маршрутов. В качестве программного обеспечения был выбран пакет JADE, который использует язык Java.

Список литературных источников

1. Городецкий В.И. Многоагентные системы (обзор) / В.И. Городецкий, М.С. Грушинский, А.В. Хабалов // Новости искусственного интеллекта. – 1997. –

№ 1. – С. 12-47.

2. Bellifemine F. Developing multi-agent systems with JADE / F. Bellifemine, G. Caire, D. Greenwood. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2007. – 286 p.

3. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. – Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2002. – 348 p.

4. Федоров Е.Е. Методология создания мультиагентной системы речевого управления: монография / Е.Е. Федоров. – Донецк: изд-во «Ноулидж», 2011. – 356 с.

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РІШЕНЬ Швецова К.О., Науменко Н.Ю.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Актуальність даної теми дипломної роботи сьогодні особливо висока, архівуючи нині вже ринковий статус економіки України. Оздоровлення економіки неможливе наразі без активізації інвестування, пошуку надійних і стабільних джерел інвестицій, а також сприятливого інвестиційного клімату. Розвиток підприємства в ринкових умовах неможливий без впровадження ефективних інвестиційних проєктів.

Ключовим питанням для інвестора є оцінка ефективності інвестиційного проєкту.

Основним джерелом інвестування є національний дохід, за рахунок якого утворюється фонд нагромадження, що умовно поділяється на фонд відновлення та фонд відшкодування. За рахунок цих фондів формуються валові і чисті інвестиційні ресурси.

Результатом будь-якого інвестиційного проєкту є одержання прибутку чи зростання вкладеного капіталу. Інакше кажучи, усі учасники проєкту повинні бути зацікавлені в його організації та ефективному завершенні.

Кожний з учасників спільного фінансування може мати власні критерії оцінки інвестиційного проєкту. Проте фінансова здійсненність проєкту для всіх є головним критерієм, хоча мінімально прийнятий прибуток у розрахунку на частку капіталу кожного учасника може істотно коливатись.

Інформаційні процеси управління відбуваються за допомогою інформаційних систем. Призначення інформаційних систем (ІС) в економіці – це автоматизація розрахунків, для яких розробляються і впроваджуються такі види забезпечення: правове, технічне, інформаційне, математичне, програмне, методичне, організаційне, лінгвістичне та ергономічне.

Сучасний етап розробки ІС в економіці країни характеризується створенням ІС нового покоління, до яких належать експертні системи, системи підтримки прийняття рішень, інформаційно-пошукові системи, системи із штучним інтелектом.

Система управління інвестиційними проєктами підприємства є складною організаційно-економічною системою, яка має вхідні та вихідні параметри у вигляді інформації про внутрішній стан та зовнішні впливи на об'єкт управління.

Вхідна інформація надходить із системи управління підприємством та зовнішнього середовища. Таким чином, розробка та реалізація інвестиційного проекту здійснюється в оточенні і під впливом динамічного середовища.

Умови, в яких підприємства приймають інвестиційні рішення характеризуються значним ступенем невизначеності. Тому, прийняттю ефективних інвестиційних рішень сприятимуть комплексні дослідження, які використовують потоки внутрішньої, зовнішньої інформації та результати спеціальних досліджень.

Отже, створення ефективної системи інформаційного забезпечення процесу управління інвестиційними проектами є одним з головних завдань, вирішення якого створить необхідні умови підвищення ефективності інвестиційної діяльності суб'єктів господарювання.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Школьна О.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Для економного використання теплових ресурсів шляхом оптимального керування [1] випарною станцією цукрового заводу необхідним є оперативний контроль станів випарної установки, який визначається на основі поточних оцінок технологічних параметрів, таких як рівні і температури в корпусах установки, витрати дифузійного соку і сиропу, теплофізичні характеристики пари, а також рівень її споживання технологічними установками цукрового заводу. Сучасний рівень розвитку апаратних та програмних засобів дозволяє збирати та зберігати часові ряди перерахованих технологічних параметрів за декілька сезонів роботи заводу. Такий великий об'єм даних містить приховану корисну інформацію, яку можна виявити за допомогою сучасних методів інтелектуального аналізу даних [2], зокрема нейронних мереж. Таким чином, на основі нейромережевих методів кластеризації та класифікації запропоновано алгоритм визначення стану випарної установки як об'єкта керування. Використаний метод кластеризації на основі карт Кохонена, що само організуються [3], дозволив визначити множину можливих станів об'єкта на основі інформації прихованої у часових рядах технологічних параметрів випарної установки. Запропоновано проводити кластеризацію декілька разів, з різними варіантами навчання нейронної мережі та визначити найкращий варіант кластеризації за допомогою методу оцінки якості чіткої кластеризації (індекс силуета) [4]. В результаті отримаємо декілька кластерів, що визначають множину можливих станів об'єкта. Для визначення поточного стану об'єкта використано метод нечіткої класифікації, що дав можливість на основі значень поточних параметрів випарної установки та отриманої множини можливих станів об'єкта визначати стан випарної установки в поточний момент часу. Розроблений алгоритм визначення стану випарної установки як об'єкта керування доцільно використовувати в автоматизованих системах керування з метою оперативного визначення стану об'єкта для прийняття своєчасних рішень щодо оптимального керування випарною установкою. Для автоматичного виконання розробленого

алгоритму та представлення результатів його роботи в зручній формі для особи, що приймає рішення необхідно розробити відповідний програмний продукт. З метою спрощення задачі реалізації алгоритмів нейромережевого аналізу даних доцільно використовувати мову програмування R. R – це мова програмування для статистичної обробки даних і роботи з графікою, а також вільна програмне середовище з відкритим вихідним кодом. R підтримують такі програмні пакети статистичної обробки даних: Mathematica, MATLAB, STATISTICA, Oracle R Enterprise, SQL Server. Використовуючи мову програмування Python можна організувати доступ до функцій R за допомогою пакету RPy.

Список літературних джерел:

1. Матвейкин, В.Г. Теоретические основы энергосберегающего управления динамическими режимами установок производственно-технического назначения: монография / В.Г. Матвейкин, Д.Ю. Муромцев. – М.: "Издательство Машиностроение-1", 2007. – 128 с.
2. Mohammed, J.Z. Data Mining And Analysis [Text] / J. Z. Mohammed, M. J.R. Wagner. – New York: USA, 2014. – 607 p.
3. Манжула, В.Г. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных [Текст] / В.Г. Манжула, Д.С. Федяшов // Фундаментальные исследования. - №4, 2011. – С.108-114.
4. Сивоголовко, Е. В. Методы оценки качества четкой кластеризации [Текст] / Е. В. Сивоголовко // Компьютерные инструменты в образовании. - № 4, 2011. – С. 14-31.

ЗАСТОСЦВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ ДО ЗАДАЧІ ВИБОРУ НАЙКРАЩОГО ВАРІАНТУ Шумська Н.В., Науменко Н.Ю.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Процеси прийняття рішень лежать в основі будь-якої цілеспрямованої діяльності людини. Наприклад, при створенні нової техніки - складають важливий етап в проектуванні машин, приладів, пристроїв, будівель, в розробленні технології їх побудови та експлуатації; в соціальній сфері - використовується для організації функціонування та розвитку соціальних процесів, їх координації з господарськими та економічними. В області інженерної практики і не тільки виникає потреба в прийнятті складних рішень, наслідки яких бувають дуже великі. У зв'язку з цим з'являється потреба в керівництві по прийняттю рішень, які спрощували б цей процес і надавали рішенням велику надійність.

Нині існує безліч класифікацій методів прийняття рішень, заснованих на застосуванні різних ознак: метод домінування, метод на основі глобальних критеріїв, методи згортки на ієрархії критеріїв, метод аналізу ієрархії та інші.

В даній роботі був використаний метод аналізу ієрархій (MAI), запропонований американським математиком Т. Сааті [1]. Метод полягає в декомпозиції проблеми на більш прості складові частини і поетапне встановлення пріоритетів оцінюваних компонент з використанням парних порівнянь. MAI

включає в себе процедури синтезу множинних суджень, отримання пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативних рішень.

Згідно Т.Саати, ієрархія є певний тип системи, заснований на припущенні про те, що елементи системи можуть групуватися в незв'язані множини. Елементи кожної групи перебувають під впливом елементів деякої цілком певної групи i , в свою чергу, впливають на елементи іншої групи [1]. Іншими словами ієрархія виникає при визначенні підпорядкування одного рівня функціонування системи іншому, а, отже, проблема може розглядатися як сукупність багатофакторних рішень в залежності від різних аспектів дослідження.

Декомпозиція проблеми в загальному вигляді здійснюється на трьох рівнях (рис. 1).

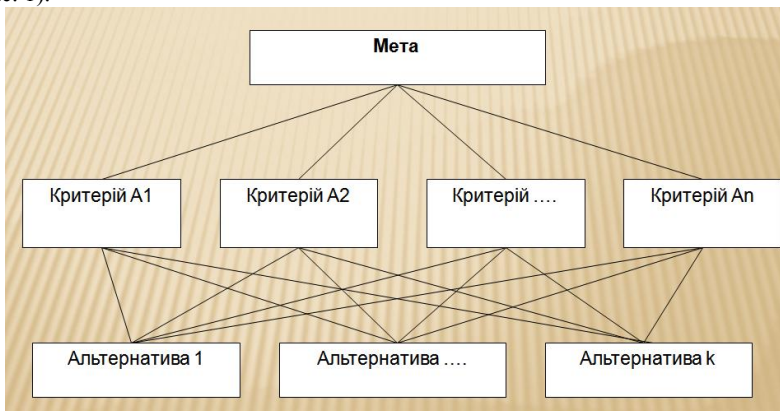


Рисунок 1 – Структура ієрархії

Перший рівень – це мета, ті властивості досліджуваного явища, які необхідно отримати в результаті проведення експертизи. Другий рівень декомпозиції – це критерії, які дозволяють оцінити відповідність одержуваних рішень заданої мети. Третій рівень – це альтернативні рішення, наявні у експертів, у виборі яких і полягає основне завдання експертів. На даному рівні ведеться рішення завдань відповідно до обраних методами рішення. Отримані результати в подальшому порівнюються у вигляді суджень і ранжуються в відповідність з обраним пріоритетом критеріїв оцінки їх впливу на головну мету.

Після закінчення побудови ієрархії для кожної вершини проводиться оцінка вагових коефіцієнтів, що визначають ступінь її залежності від вершин нижнього рівня, що впливають на неї. При цьому використовується метод парних порівнянь.

Список літературних джерел:

1. Саати Т. Принятие решения. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М.: «Радио и связь». – 1993. – 278 с.
2. Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебное пособие. – М.: Проспект, 2012. – 176 с.

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ ТА ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

- **теорія та методи автоматичного управління**
- **автоматизовані системи управління технологічними процесами**
- **інформаційно-метрологічне забезпечення**

VISUALIZATION OF IRON ORE PELLETS DRYING IN CONVEYOR KILNS **Shatrovyi B., student, Bondar I., language adviser**

KryvyiRih National University, KryvyiRih, Ukraine

To improve the information support of technical personnel at a pelletizing plant there is developed a control and visualization system of the drying process, which displays its current status and parameters. VijeoCitect is chosen as a software environment for creating the visualization system as it covers an extremely wide range of equipment. It includes all required functional blocks, such as trends, alarms, reports, drivers and protocols. This allows to create a project in a single vehicle. Powerful visualization and functionality of VijeoCitect allow to create easy to use scheduling systems enabling operators to fully control the progress of the process and respond quickly to its deviation, which ultimately increases their effectiveness.

The visualization system for controlling iron ore pellets drying in OK-306 kilns consists of two parts:

- Development of programs for the controller;
- Development of the process control and visualization system (the operator's automated workspace)

When visualizing heat treatment of pellets, the real-time clients' applications access to PLC (programmable logic controller) data is provided by the OPC technology (OLE for Process Control) which is the most commonly used as a universal interface to the driver controllers and peripherals.

PLC (programmable logic controller) provides the processing of incoming information from the object (input variables of the process) and formation of the output (output variables of the process) by the user program created by the developer of the control system.

The program of TSX Premium controller functions on the second level of the automatic control system and implements the following:

- Inputting and processing signals of the primary means of collecting information about the status of the process;
- Regulating pressure in drying areas 1 and 2;
- Regulating pressure in the collector of drying area 1;
- Regulating temperature in GACs (gas air cells) 6-7 in the technological area 3.

The main page of the system of visualizing the technological process (Fig. 1) of drying pellets in conveyor kilns is designed to reflect its progress and basic technological parameters.

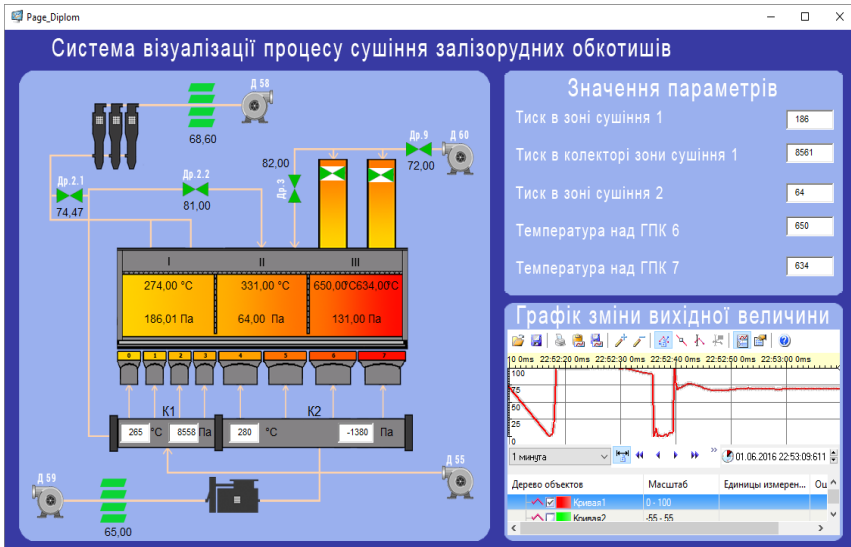


Figure 1 – The main page of the technological process visualization system

Also, in the technological process visualization system there are special fields for entering the desired value of the process parameter. On the operator inputting all the necessary values of the technological process parameters, the OPC Factory Server (OFS) sendsthem to the control program in the PLC for regulation. Thenthe OPC Factory Server (OFS) sends the output value to the visualizingsystem.

For main process parameters that characterize the process, it is possible to call charts of changes over time (trends) (default charts appear on the screen for 10 minutes, the sampling period of 1 sec). Operators of the switches can choose which process parameters are displayed in the form of trends and choose the length and time of sampling.

References

1. CitectSCADA Web Client Users Guide [Electronic resource]. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: https://www.citect.schneider-electric.com/documents/downloads/CitectSCADA_Web_Client_Users_Guide.pdf

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОД APPLE WATCH (опыт разработки) Згоник В.А.

ДВНЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

***Аннотация.** Работа посвящена описанию особенностей проектирования приложений для платформы watchOS под Apple Watch, приведены рекомендации разработчиков и указаны причины соответствующих решений*

***Ключевые слова:** проектирование, Dribbble, watchOS, Apple Watch, watchKit, AppGroups, Notification,*

Dribbble.com - веб-портал, основной целевой аудиторией которого являются дизайнеры и другие представители креативных профессий. Он был создан основателем американской дизайн-студии Simple Bits Дэном Седерхольмом (Dan Cederholm).

Основной достоинством этого сервиса является тот факт, что делиться можно только небольшими скриншотами образцов дизайнера и приложений — так называемыми шотами (shots). Их размер не должен превышать 120 тысяч квадратных пикселей. Если загружаемая картинка больше — сайт сам ее обрежет. Кроме того, подобно тому, как это реализовано в Twitter, вы можете подписываться на обновления конкретного дизайнера. В продолжение этой функции существует всеобщий рейтинг пользователей — All Stars, за первое место идет нешуточная борьба. Другой интересный момент — зарегистрироваться в Dribbble можно только в качестве новичка (prospect), т. е. без возможности публикации своих работ. Полноценный же доступ на сайт можно получить только по приглашению (draft) другого пользователя.

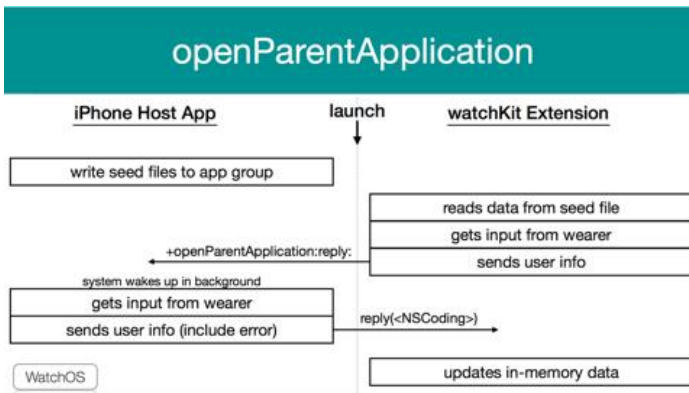
Первые экземпляры устройств Apple Watch появились на украинском рынке весной 2015 года. Apple Watch была новой платформой, новым взглядом на концепцию устройств, которые носят. Это замечательный дизайнерский продукт. Реализовав возможность работать с сервисом Dribbble на Apple Watch мы позволим дизайнеру 24 часа в сутки быть в тренде новых направлений дизайна, отмечать новые работы и следить за лидерами дизайнерского искусства. Новые работы появляются на сервисе довольно часто и уследить за всеми обновлениями сложно, поэтому используя сервис Dribbble на Apple Watch от молодого креативного дизайнера не ускользнут свежие работы, которые могут натолкнуть на свежую идею для дизайнерской работы.

Для работы с сервисом Dribbble на Apple Watch была реализована галерея изображений следующим образом: в постраничной навигации есть 10 экранов для галереи. Изображение загружается в методе `awakeWithContext`: (API из `WathKit`), последний 10-й экран - заглушка с кнопкой «Загрузить еще» для ручного обновления контента. Не обращая внимание на явный недостаток такого метода (все давно привыкли к `Pull-to-Refresh` или `Lazy loading`), этот метод является основным решением интерфейса для динамической догрузки контента на часах и широко используется в приложениях.

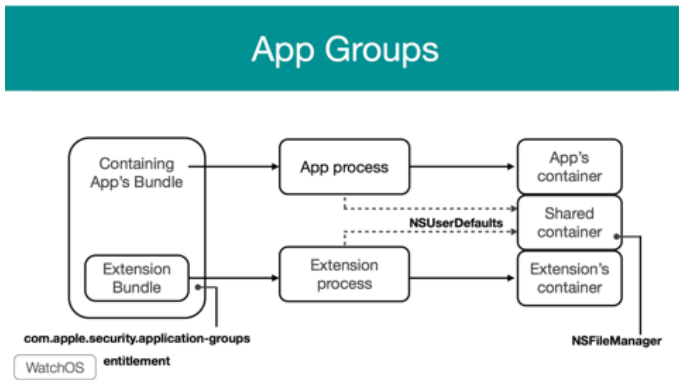


Для взаимодействия с Dribbble мы использовали стандартный API для работы с сервисом: <http://developer.dribbble.com/v1/>. Для нормальной работы с API нам необходимо было получить `clientID` и `clientSecret` для OAuth авторизации пользователей приложения на сервисе. Самым важным аспектом реализации приложений для Apple Watch является скорость передачи данных и взаимодействие с главным приложением, установленным на телефоне. Поэтому в ходе разработке нам пришлось исследовать несколько типов коммуникаций между WatchKit Extension и главным приложением: нативный API `watchKit` — `openParentApplication`, `App Groups`, `Darwin - notification`.

В первую очередь можно обратиться к нативному API, который предлагает документация `watchKit`. API позволяет запустить главное приложение в фоновом режиме, выполнить запрошенные действия и получить результат коммуникации или ошибку. Сложные объекты необходимо сериализовать при передаче. Класс `NSError` и некоторые другие классы не сериализуются. В процессе использования было замечено, что каждый последующий вызов метода `reply()` занимает больше времени чем предыдущий (определено как критическая недоработка версии `watchKit`).



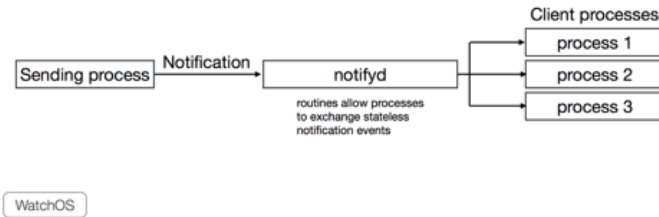
Далее далее был использован общий контейнер App Group. Два процесса используют общие ресурсы, которые разделяются App Groups (отдельные песочницы). Запись в контейнер осуществляется путем NSUserDefaults, а доступ через NSFileManager. Ограничением в данном типе коммуникации является то, что процессы не могут уведомлять друг друга об изменении данных.



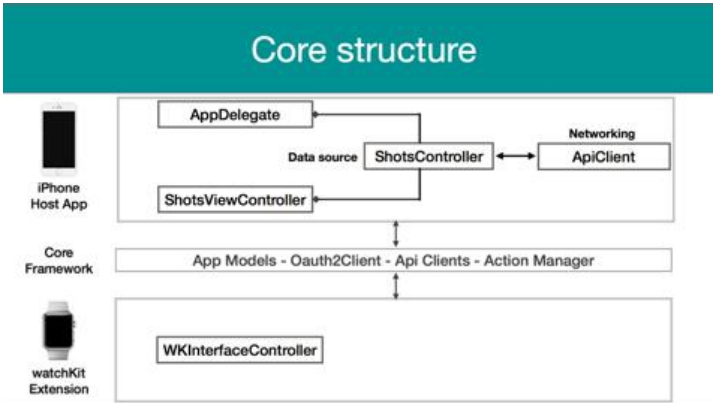
Наиболее эффективным типом коммуникации для watchOS первой версии являются Darwin-уведомления - более низкоуровневый и урезанный вариант NSNotificationCenter+NSNotification. На уровне CoreFoundation доступно API для получения центра уведомлений самого ядра iOS - Darwin, которое доступно всем процессам системы. Недостатком этого метода является то, что в уведомлении нельзя передать объект, то есть их можно использовать только для уведомления о событиях (обновление данных). На базе таких сигналов была реализована сторонняя библиотека MMWormHole (которая интегрируется через средство управления зависимостями CocoaPods). Специалисты компании Apple рекомендуют для коммуникации с WatchApp Extension именно этот метод - вероятно, как временное решение, до выхода полного API последующей версии watchOS.

Darwin-notifications

Interprocess communication in iOS by means of Darwin-notifications.



Следует обратить внимание на структуру доступа к данным: учитывая что пользователь может сначала запустить приложение либо через часы, либо через телефон, было принято решение не пересоздавать источник данных для галереи во время запуска второго процесса. С какого бы устройства не начал работу пользователь, последующий процесс подхватит действующий источник данных из делегата приложения.



Выводы. В процессе создания приложения для Apple Watch каждому разработчику необходимо дать ответ на два главных вопроса:

- что происходит с графическими элементами экрана часов, если действие загрузки данных требует значительного времени;
- как реагировать приложению Apple Watch, если ответ из главного приложения не был получен;
- как обеспечить приложение Apple Watch надежным инструментом для обновления контента в случае потери связи с главным приложением или временным отсутствием интернет соединения.

Ответы на эти вопросы представляются определяющими элементами в планировании разработки соответствующих приложений.

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ БЕЗДРОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ ВІДЕО СПОСТЕРЕЖЕННЯ Беляєв О.М.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В наш час в Україні, як і в інших країнах, різноманітні системи відеоспостереження стають все більш розповсюдженими. Зараз можна спостерігати безліч відеокамер, які встановлені в торговельних закладах, закладах

громадського харчування, підприємствах та організаціях, активно впроваджуються засоби спостереження за технологічними процесами на виробництвах, відеореєстратори на автомобілях, також просто на вулицях, в місцях великого скупчення людей.

Ті рішення, які пропонуються сьогодні на ринку мають істотні недоліки. Основні недоліки: програмне забезпечення, що постачається з системою, підтримує лише певні моделі відеокамер і обмежену їх кількість. Неможливість розширення функціоналу системи, через обмеження, обумовлені авторськими правами, або навпаки нав'язування непотрібного функціоналу. Часто дуже висока ціна. В разі уходу з ринку виробника вашої системи відеоспостереження, ви будете позбавлені повноцінної технічної підтримки. Тому виникла потреба у розробці спеціалізованої комп'ютерної системи бездротової передачі та обробки інформації відео спостереження.

Визначено вимоги, яким повинна відповідати система відеоспостереження, вивчено існуючі готові рішення, вказано їх недоліки, наведено переваги цифрового відеоспостереження, запропоновано самостійне створення системи.

Розглянуті технічні особливості систем відеоспостереження, різні типи відеокамер, переваги цифрового відеоспостереження, стандарти і стандартизація цифрового відеоспостереження, також алгоритми стиснення, стандарти і стандартизація стиснення відеозображення, описаний формат JPEG. Досліджено особливості бездротової передачі даних.

Описані інструменти та технології, такі як PHP, jQuery що застосовувалися для розробки системи.

Розглянуто алгоритми і типи стиснення, розвиток стандартів стиснення відеозображення. Обрано технології та інструменти для розробки системи. Розроблена система дозволяє зберігати архів на віддаленому сервері. За допомогою технологій PHP та jQuery розроблено систему пошуку, та зручну систему перегляду відеоподій, яка, на відміну від деяких аналогів, не потребує жодного додаткового програмного забезпечення на клієнтській машині, лише браузер.

Отримана, таким чином можливість перегляду відеоархіву з будь-якого комп'ютера, підключеного до мережі інтернет. Доведено доцільність створення системи.

Список літературних джерел

1. Кругль, Г. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV [Текст] / Г. Кругль. — Секьюрити Фокус, 2010. — 640 с.
2. Дамьяновски, В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. [Тест] / В. Дамьяновски. — М.: ООО Ай-Эс-Эс Пресс, 2006. — 480 с.
3. Арсентьев, М. Ю. Змей Горыныч видеонаблюдения. Распределенные сетевые хранилища – двойная надежность и кошмар злоумышленника [Текст] / М. Ю. Арсентьев. // Системы безопасности. – 2011. – № 1 (97). – С. 28-29.
4. Ашихмин, И. Особенности построения распределенных цифровых систем видеонаблюдения для высотных зданий [Текст] / И. Ашихмин.; // Алгоритм безопасности. – 2007. – № 3. – С. 58-62.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ МІКРОБЛОКІВ НА ПЕЧАТНИХ СХЕМАХ

Кондратьєв А.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Завдання розміщення елементів є одним з основних завдань конструкторського етапу проектування електронних пристроїв і полягає у визначенні оптимального просторового розташування елементів на комутаційному полі. Як критерії оптимальності розміщення можуть бути прийняті різні характеристики схеми з'єднань елементів або конструкції вузла в цілому. У більшості випадків вибирається один головний критерій, в найкращій мірі враховує численні конструктивні та технологічні вимоги.

Предметом розгляду є алгоритми, які є основним поняттям теорії програмування, алгоритми машинної математики і графіки, алгоритми побудови схем, основ теорії графів.

Автоматизація конструювання - це не тільки спосіб підвищення продуктивності праці конструктора, а й надійний спосіб зниження вартості проектування і підвищення якості конструкторської документації. Проблемами автоматизації конструювання займаються більш 30 років, проте вони і сьогодні актуальні. В даний час сучасні досягнення точного приладобудування, промислових засобів зв'язку, медичнської техніки та інших галузей неможливі без широкого використання електронно-обчислювальної апаратури (ЕВА) і радіоелектронної апаратури (РЕА). [1]

Для таких конструкцій зазвичай вдається виділити головний критерій при оптимізації розміщення, враховуючи інші параметри у вигляді набору додаткових обмежень.

Критерієм в більшості випадків є критерій мінімуму зваженої довжини (МСВД) з'єднань, який інтегральним чином враховує численні вимоги, що пред'являються до розташування елементів і трас їх з'єднань [2]

Розглянуто алгоритми дозволяють знизити вартість виробництва плат, нагрів і підвищити продуктивність таких плат.

Список літературних джерел

1. Овчинников, В.А. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат : учебное пособие / В.А. Овчинников, А.Н. Ва- сильев, В.В. Лебедев. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2009. С. 17-18

2. Бушин С.А., Курейчик В.В. Размещение узлов и блоков радиоэлектронной и электронно-вычислительной техники на основе бионических методов // Программные продукты и системы. – 2010. – № 1. – С. 12-14.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Курова О.О., Манко Г.І.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Підвищення ефективності виробничих процесів реально досягне тільки за рахунок точності дотримування вживаних технологічних процесів. Виникає проблема забезпечення якості управління технологією виробництва продукції.

Метою нашого дослідження є підвищення ефективності виробничого циклу промислових підприємств за рахунок комплексної автоматизації процесів контролю якості керування технологічними процесами.

Як базову методологію оцінки якості пропонується використати концепцію "Шість Сигма" [2], яка ґрунтована на емпіричному підході, керованому даними про те, як протікає технологічний процес. Процес реалізації проекту поліпшення якості у рамках цієї концепції розділяють на фази «Визначити», «Виміряти», «Аналізувати», «Поліпшити» і «Управляти».

Статистичні методи управління якістю технологічного процесу, попри їх явну ефективність, дуже часто ігноруються через складність математичного апарату і трудозатратні обчислення. Значне спрощення досліджень може забезпечити використання інформаційного підходу у поєднанні з концепцією невизначеності.

Концепція невизначеності упевнено увійшла до теорії і практики метрології. Під невизначеністю вимірів розуміють параметр, пов'язаний з результатом виміру і такий, що характеризує розкид значень, які з достатньою основою можуть бути приписані вимірюваній величині. Проте поняття невизначеності притаманне не тільки процесам вимірювання, воно використовується в різних галузях науки і техніки, починаючи з принципу невизначеності Гейзенберга в квантовій механіці. Узагальнений підхід до оцінки невизначеності був використаний у роботі [2]. Тут введені фундаментальні поняття неупорядкованості і неорганізованості функціонування систем. На базі цих понять у роботі [3] запропонований критерій інформаційної невизначеності для оцінки якості засобів вимірювання.

Доцільним є використання критеріїв інформаційної невизначеності і для розв'язання задач оцінювання якості автоматизованого керування технологічними процесами. Нами була розроблена і апробована методика аналізу якості керування на основі інформаційного підходу. Методика передбачає комп'ютерне моделювання автоматизованої системи управління за допомогою пакету Matlab/Simulink. Спеціально розроблені m-файли організують циклічний запуск Simulink-моделювання. Результати моделювання зберігаються в робочому просторі Matlab і обробляються m-файлами, які розраховують значення інформаційної невизначеності функціонування системи управління. Таким чином виконується пошук мінімуму критерію інформаційної невизначеності у просторі параметрів налаштування автоматизованої системи.

Список літературних джерел

1. Панде, П. Что такое «шесть сигм»? Революционный метод управления качеством / П. Панде, Л. Холп. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 160 с.

2. Горский, Ю. М. Информационные аспекты управления и моделирования [Текст] / Ю. М. Горский. – М. : Наука, 1978. – 223 с.

3. Манко, Г.И. Использование информационных характеристик для оценки неопределенности измерений / Г.И. Манко, Н.С. Шевчук // Системы обработки информации. - Харьков. - 2008. - № 8. - С. 82-84.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ХТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Левчук И.Л., Левченко А.А.

ДВНЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Математические модели, используемые в системах управления химико-технологическими процессами, можно разделить на две группы. Первая - кинетические модели, вторая – эмпирические модели. Модели первой группы из-за своей сложности требуют значительных временных затрат на этапе идентификации. Модели второй группы отличаются более высоким быстродействием, однако им свойственна низкая объяснимость полученных результатов, а потому быстро теряют адекватность и требуют постоянной текущей идентификации.

Применение искусственных нейронных сетей на этапе идентификации частично решает данную проблему и позволяет определить настроечные коэффициенты практически мгновенно за счёт аппроксимации информации о ранее найденных коэффициентах модели, однако также имеет ряд существенных недостатков.

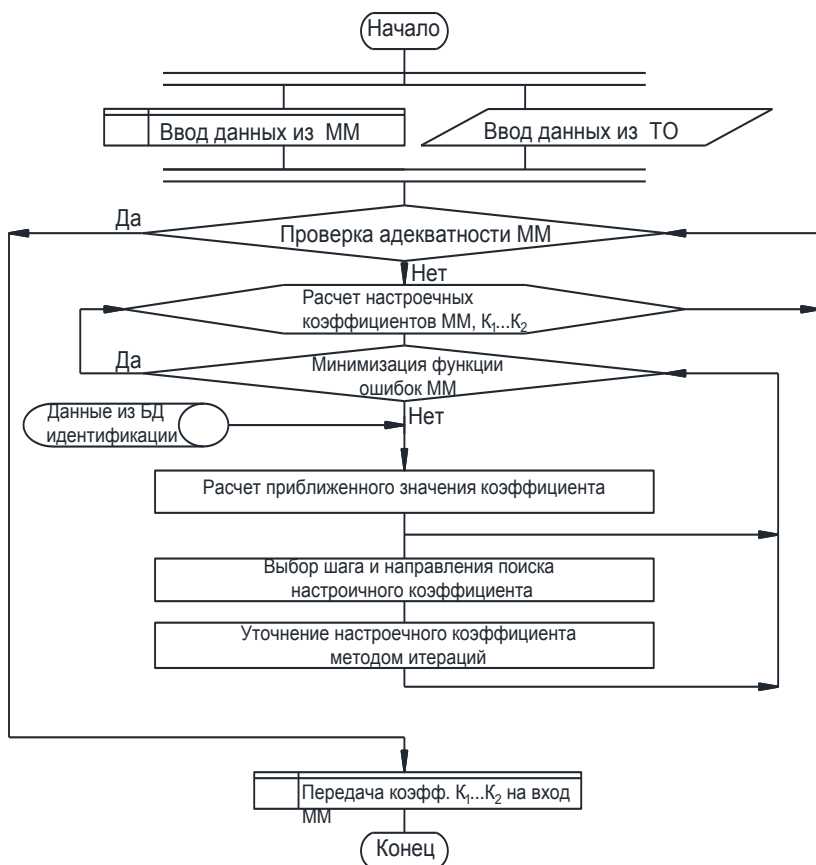
Нейронная сеть учитывающая все параметры влияющие на адекватность математической модели оказывается избыточно сложна и требует значительных временных затрат на формирование и корректировку адекватной обучающей выборки. При значительном изменении параметров моделируемого процесса, таких как изменение характеристик исходного сырья, регенерация либо замена катализатора, чистка аппаратов, фильтров и т.д., выборка значений, по которой проводилось обучение нейронной сети, перестает быть актуальной и расчет настроечных коэффициентов по нейронной сети становится невозможным, либо осуществляется со значительной погрешностью. Подготовка новой обучающей выборки и переобучение нейронной сети опять же занимает длительное время. Упрощение структуры сети, используемой для идентификации, так же ведет к снижению точности определения настроечных коэффициентов и, как следствие, к снижению адекватности идентифицируемой модели.

Исходя из этого, целью работы является разработка комбинированного интеллектуального алгоритма идентификации математических моделей химико-технологических процессов, совмещающего классический итерационный алгоритм и нейронную сеть для минимизации времени поиска настроечных коэффициентов. При этом нейронная сеть, имеющая упрощенную структуру и достаточно простая в обучении, используется для определения приближенного значения настроечного коэффициента математической модели, а итерационный

алгоритм – для дальнейшего поиска настроечного коэффициента с заданной точностью и значительно меньшим количеством шагов.

В процессе работы алгоритма идентификации, база данных, содержащая информацию о найденных в прошлом настроечных коэффициентах, непрерывно растёт. Соответственно непрерывно увеличивается количество примеров для обучения нейронной сети, а значит и точность определения настроечных коэффициентов. Если погрешность определения настроечных коэффициентов нейронной сетью соизмерима с погрешностью используемых итерационных алгоритмов, расчёт настроечных коэффициентов математической модели может осуществляться только посредством нейронной сети и практически мгновенно.

Обобщённый алгоритм итерационно-нейросетевой идентификации математических моделей ХТП представлен на рис. 1.



Риснок 1 - Обобщенный алгоритм итерационно-нейросетевой идентификации кинетических моделей ХТП

На вход алгоритма идентификации поступают экспериментальные данные с технологического объекта и эти же данные рассчитанные по математической модели. Проверка адекватности модели осуществляется путем анализа функции ошибок модели. Если идентификация необходима, начинается циклическое уточнение настроечных коэффициентов, начиная с последнего, до тех пор, пока не выполнится условие минимума функции ошибок. Для минимизации количества шагов поискового алгоритма, стартовое приближенное значение настроечных коэффициентов рассчитывается по нейронной сети. Дальнейшее уточнение значения настроечных коэффициентов осуществляется итерационным методом, с изменением шага и направления поиска. Уточненные настроечные коэффициенты передаются на вход математической модели.

Проверка эффективности предложенного метода была произведена с помощью модели трёхреакторного блока установки каталитического риформинга Л35-11/300.

Нейросетевая часть алгоритма идентификации была реализована на базе нейронной сети обучаемой по принципу обратного распространения ошибки в виде трёхслойного персептрона с семью нейронами в одном скрытом слое.

В качестве активационной функции нейрона использовался сигмоид. Основное достоинство этой функции в том, что она дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет очень простую производную.

Значение параметра a сигмоида также определялось экспериментально и равно 0,92. Итерационная составляющая алгоритма реализована на базе метода поразрядного приближения со сменой шага и направления поиска.

Проведённая экспериментальная проверка предложенного комбинированного алгоритма итерационно-нейросетевой идентификации сложных кинетических моделей химико-технологических процессов показала, что применение нейронной сети для компенсации шагов поискового итерационного алгоритма позволяет снизить время идентификации в среднем на 30-70%.

Список литературных источников

1. Левчук И.Л. Идентификация математической модели процесса каталитического риформинга на базе нейросетевых технологий / И.Л. Левчук // Математичне моделювання. - Дніпродзержинськ. – 2012. - №2. – С. 77-80.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АСКТП ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Нелюбов А.С., Манко Г.І.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро,
Україна

При разработке АСУ речь об эффективности может идти в двух направлениях — определение эффективности автоматизации (при автоматизации существующих систем) и определение эффективности функционирования АСУ. Обе эти задачи весьма непростые, и сложность их увеличивается с увеличением масштабов системы управления: очевидно, далеко не одно и то же — определить эффективность системы управления предприятием или целой отраслью. Причем

тут необходимо учитывать, к какой сфере — производственной или непроизводственной — относится рассматриваемая система.

Выбор рационального варианта автоматизации требует проведения оценки предполагаемой эффективности автоматизированной системы.

Основываясь на принципах системно-информационного анализа эффективности химико-технологических систем [1], нами было разработано методическое обеспечение решения задач оценивания эффективности на основе концепции неопределенности.

Понятие неопределенности измерений прочно вошло в международную метрологическую практику и закреплено документами Международной организации стандартизации ISO. Для количественной оценки неопределенности естественным является использование информационных критериев, поскольку информацию обычно рассматривают как меру уменьшения неопределенности знаний о каком-либо объекте в процессе его познания.

В работе [2] предложен информационный критерий неопределенности измерений, Нами было принято решение использовать его в качестве критерия эффективности автоматизированных систем.

Разработанная нами общая методика анализа эффективности АСУ ТП предусматривает выделение глобальной цели функционирования системы, а также определение подцелей, без выполнения которой невозможно выполнение глобальной цели. Цели функционирования образуют иерархию целей, на основе которой строится топологическая модель АСУ ТП в виде графа анализа эффективности (ГАЭ). Вершины графа отображают цели функционирования, каждой вершине соответствует некоторое значение информационной неопределенности. Связи между целями изображаются дугами графа, которым поставлен в соответствие вес, определяемый вероятностью отказа структурного элемента системы, ответственного за достижение конкретной цели.

Далее решается задача оптимизации АСУ ТП, критерием оптимальности выступает критерий эффективности в виде информационной неопределенности глобальной цели функционирования, для чего используется ГАЭ.

Предложенная методика была апробирована при решении задачи оптимизации АСУ ТП получения сырого бензола в коксохимическом производстве.

Список літературних джерел

1 Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Манко Г.И. Принципы системно-информационного анализа эффективности химико-технологических систем // Доклады АН СССР, 1981.-Т. 259.- № 5.-с.1160-1165

2 Манко, Г.И. Использование информационных характеристик для оценки неопределенности измерений [Текст] / Г.И. Манко, Н.С. Шевчук // Системы обработки информации. – Х. : ХУПС, 2008. – Вип. 8 (73). – С. 82–84.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПІДХОДУ В ЗАДАЧАХ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Хорищенко Д.С., Манко Г.І.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Сучасні рівень розвитку науки і техніки дозволяє створювати дуже складні системи, що складаються з великої кількості компонентів. Це дозволяє виконувати більш складні функції але разом з цим зменшує надійність системи в цілому та ускладнює сам процес оцінки надійності. Нажаль існуючі методики не дозволяють комплексно оцінити надійність технічних засобів, програмного забезпечення, оперативного персоналу та інших складових.

Досліджені різні методи оцінки надійності автоматизованих систем та можливості комп'ютерного моделювання надійності.

Одним з етапів системного аналізу надійності систем є ідентифікація законів розподілу експериментально отриманих значень характеристик надійності. При цьому проводиться апроксимація емпіричних розподілів типовими розподілами (експоненціальним, нормальним, Релея, Вейбулла і т.п.) і їх комбінаціями. Перевірка гіпотез про закони розподілу проводиться зазвичай відомими методами математичної статистики за критеріями згоди, серед яких найбільш вживаними є критерій χ^2 і критерій Колмогорова. Пропонується використання інформаційного підходу для аналізу і синтезу систем управління. В основі запропонованого підходу лежить використання інформаційних понять і теорій, зокрема понять непорядкованості і неорганізованості, введених в [1] для цілей дослідження керуючих систем.

Показано, що для задач оцінки і підвищення надійності автоматизованих систем найбільш доцільним є використання інформаційного критерію перевірки гіпотез про закони розподілу характеристик надійності хіміко-технологічних систем [2]. Проте широке застосування цього критерію ускладнене відсутністю простого і швидкого способу визначення критичної області. Для розв'язання цієї проблеми нами був використаний метод статистичного комп'ютерного моделювання.

Був розроблений загальний алгоритм проведення статистичного експерименту, який складається з трьох складових. Перша складова – алгоритм побудови гістограми з виключенням нульових ділянок. Наявність логарифму у формулі інформаційного критерію вимагає, щоб у гістограмі не було ділянок з нульовими значеннями частот. Друга частина розраховує значення статистики інформаційного критерію. Третя знаходить критичне значення методом Монте-Карло.

За цим алгоритмом була розроблена програма, написана мовою технічних розрахунків MATLAB з використанням пакету Statistics Toolbox. Генерувалася вибірка випадкових значень частот попадання в кожен інтервал гістограми і визначалося значення інформаційного критерію. Критичне значення визначалось як квантиль рівня 0,01. В результаті були побудовані таблиці "Квантилі розподілу

статистики інформаційного критерію", які дозволяють швидко виконати перевірку гіпотези про закон розподілу характеристик надійності.

Список літературних джерел

1. Горский, Ю. М. Информационные аспекты управления и моделирования [Текст] / Ю. М. Горский. – М. : Наука, 1978. – 223 с.
2. Кафаров, В. В. Информационный критерий проверки гипотез о законах распределения характеристик надежности [Текст] / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин, Г. И. Манко // Доклады АН СССР. – 1979. – Т. 9, № 4. – С. 923–927.

СИСТЕМА РЕГУЛЬОВАННОГО ПРИВОДУ МЕХАНІЗМУ ПІДЙМАННЯ ЗАТВОРУ ЗЛИВНОЇ ГРЕБЛІ З КЕРОВАНИМ ПРОЦЕСОМ РУШАННЯ Хребтова О.А., Базишин М.Ю.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчуг, Україна

Актуальність застосування інтелектуальних систем для приводів зі складним технологічним процесом обумовлена необхідністю побудови систем керованого рушання для широкого класу електроприводів промислових механізмів, що характеризуються стохастичним, багатofакторним процесом формування навантаження на етапі рушання, розгону та руху. Одним з прикладів таких приводів є механізм підйому затвора зливної греблі.

Основним завданням двохдвигуного електроприводу механізму підйому є забезпечення синхронного обертання барабанів лебідок при підйманні і встановленні затвора зливної греблі в карман. Протягом тривалої експлуатації обладнання, змінюються фізико-хімічні властивості ущільнення між затвором і основою карману зливної греблі, що призводить до ефекту «прилипання». Крім того, з часом металокопструкція обростає ракушняком, засмічуються і кородують напрямні затвора, зростають сили тертя між колесами і напрямними, а також сили тертя в підшипниках. Такі умови експлуатації призводять до того, що в початковий момент часу при рушанні затвора з робочого місця момент опору може в 3÷4 рази перевищувати номінальне значення [2].

Підймання затвора супроводжується складними динамічними процесами в електромеханічній системі, що обумовлено значними масогабаритними показниками металокопструкції, наявністю досить протяжної і складної механічної передачі, стохастичним характером сил і моментів опорів при русі затвора по напрямних карману. Це призводить до нерівномірного розподілу навантажень між приводами підйимальних лебідок і, як наслідок, до істотного перекопу металокопструкції.

Складністю розробки системи автоматизованого керування процесом рушання та переміщення є те що швидкість барабанів має квазівстановлений режим. Якщо допустити, що квазівстановлена швидкість двох барабанів рівнозначна то це не визначає синхронність переміщення вантажу тому що характеристики змінних складових швидкості не співпадають (різні параметри електроприводу та трансмісії), прискорення барабанів різні і в деякі моменти часу

кут розголдження перевищують максимальне значення [3]. Тому для координати керування значення прискорення біль інформційне за значення швидкість.

Таким чином реалізація складної САК може бути виконана з застосування нечіткої логіки для виконання рушання та застосування стандартних елементів для переміщення затвору по напрямним, що спростить наладку САК та зменшить собівартість системи [4].

Для аналізу системи розроблена математична модель частотно-регульованого електроприводу одної лебідки механізму підймання. Момент статичний формується як складна математична функція (1) та має вигляд представлений на рис. 1:

$$\sum F = F_{M.c} + F_{\text{диф}} + F_m + F_{\text{тр.р}} + F_{\text{тр.к}} + F_{\text{тр.с}} + F_{\text{т.м}}, \quad (1)$$

де $F_{M.c}$ – зусилля, що створюється розривом міжмолекулярних зв'язків дифундуючи слоїв ущільнення з основою затвора; $F_{\text{диф}}$ – зусилля розриву дифузних слоїв між основою карману зливної греблі і основою затвора; F_m – сила тяжіння затвора; $F_{\text{тр.р}}$ – сила тертя грушоподібного ущільнення з напрямними кармана при підйманні затвора; $F_{\text{тр.к}}$ – зусилля тертя качень коліс; $F_{\text{тр.с}}$ – сила тертя підшипників ковзання; $F_{\text{т.м}}$ – сила тертя ковзання [5].

Структура (рис. 2) та алгоритм функціонування (рис. 3) системи керованого рушання барабанів лебідок механізму підймання представлені для варіанту реалізації на базі частотно-регульованого електроприводу, що комплектується мікроконтролером, датчиками електричних величин і технологічних параметрів (напруги мережі, струму, та датчика положення сторін затвору відповідно до напрямним карману зливної грублі).

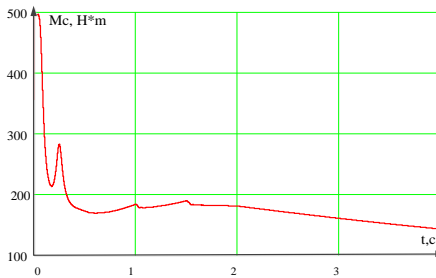


Рисунок 1 – Момент опору для одної лебідки механізму підйому

Робота даної системи виконується за алгоритмом, який враховує специфіку рушання та може реалізувати ефективне керування при синхронізації швидкості дводвигуного приводу. Приведений алгоритм забезпечує виконання евристичних правил для фазі-контролерів, які є основою даної системи [6].



Рисунок 2 – Структурна схема системи керованого рушання

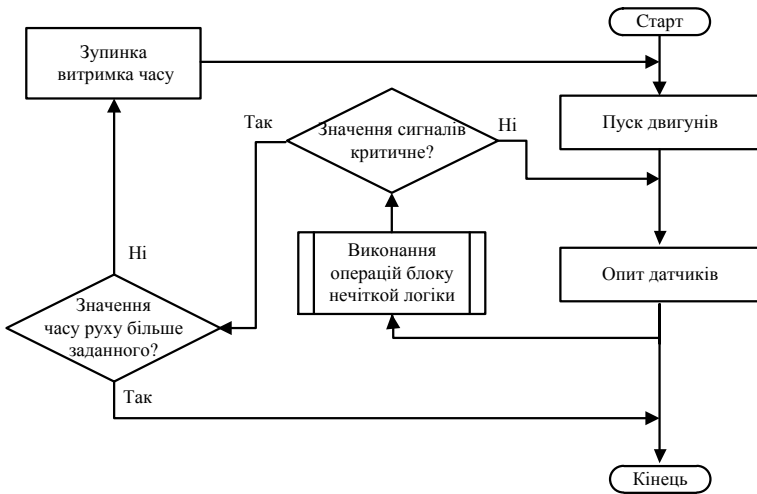


Рисунок 3 – Алгоритм роботи системи керованого рушання

Розроблена математична модель представлена на рис. 4. Система керування реалізована на двох фазі-регуляторах. Перший «Fuzzy Logic beta» формує закон керування відповідно до показників перевантаження двигунів

$$U^b / f = const, \quad (2)$$

де b – показник ступені.

правил з використанням додаткових параметрів, що характеризують стан електромеханічної системи.

Список літературних джерел

1. Гладир А.І. Хребтова О.А. Модернізація електропривода механізму підймання затвора зливної греблі в умовах Кременчуцької ГЕС // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДУ, 2010. – Вип. 4/2010 (63), част. 2. – С. 56 – 58.

2. Гладырь А.И., Хребтова О.А. Особенности трогания кранового электропривода подъема затвора сливной плотины // Вестник национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Тематический выпуск 30 Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. 2009. – 250 с.

3. А. І. Гладир, к.т.н., доц., О. А. Хребтова, ас., О. Ю. Лещук, Дослідження механізму підняття затвору зливної греблі на фізичній моделі // Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

4. Куленко М.С., канд. техн. наук, Буренин С.В., ст. преп. Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами // ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – «Вестник ИГЭУ» Вип. 2 2010 г.

5. Хребтова О.А., Ченчевой В.В., Огарь В.А. Определение момента асинхронного двигателя при трогании // Електромеханічні і енергозберігаючі системи: щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 4/2013 (24). – 106 с.

6. Гриняев С. Нечітка логіка в системах керування// Компьютерра, №38 від 08 жовтня 2001 року.

РОЗРОБКА ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО АЛГОРИТМІЧНОГО МОДУЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ СІРЧИСТОГО ГАЗУ

Цабенко Л.О., Лосіхін Д.А.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Одним з найважливіших напрямків підвищення продуктивності і якості продуктів, що випускаються хімічних виробництв, як складних систем, є оптимізація їх технологічних режимів на основі впровадження АСУТП і розвитку їх інтелектуального рівня.

Створення алгоритмів управління для великого класу складних технологічних систем утруднено через їх специфічних властивостей і пов'язане з великими витратами на етапі проектування.

У зв'язку з цим удосконалюється ідеологія створення функціональної структури (ФС) верхнього рівня АСУТП, що включає підсистему управління по математичним залежностям - математичних моделей об'єктів керування. Створення об'єктно-орієнтованих модулів АСУТП на цьому рівні ФС пов'язане з розробкою таких розвинених складних функцій, як оптимальне управління

технологічними процесами і використанням цих модулів, як прототипів алгоритмів управління.

Об'єктом дослідження є математична модель технологічного процесу спалювання рідкої сірки в циклонній печі [1]. Однією з показників ефективності процесу спалювання рідкої сірки є ступінь її згоряння в реакційному об'ємі печі. Завдання оптимального управління процесом спалювання рідкої сірки полягає в максимізації ступеня згоряння шляхом зміни витрати повітря, що подається в піч при заданій витраті сірки. На змінні стану при цьому накладаються певні обмеження. Аналіз моделі показав, що ступінь перетворення має явно виражений екстремальний характер і є однозначною функцією витрати повітря - параметра, який і прийнятий в якості керуючого впливу.

Предметом дослідження є оптимальне управління технологічним процесом. Пошук оптимуму полягає в перегляді масиву розрахованих значень цільової функції в ряді точок, що належать області зміни незалежних змінних, і знаходженні серед цих точок такої, в якій цільова функція має максимальне або мінімальне значення. По кожній незалежній змінній даються збільшення, що визначають точки з області зміни відповідної змінної. По всіх точках однієї з незалежних змінних при фіксованих значеннях інших незалежних змінних здійснюється розрахунок цільової функції. Крок за кожною наступною змінною після того проводиться, як повністю завершено цикл за попередньою.

У дослідницькій роботі поставлені і вирішені завдання: розробка алгоритмічного та програмного забезпечення об'єктно-орієнтованого модуля оптимального управління процесом отримання сірчистого газу в циклонній печі; застосування розробленого програмного модуля і інструментальних засобів симуляції для дослідження оптимального управління технологічним процесом.

При вирішенні завдань були використані методи математичного та імітаційного моделювання.

Список літературних джерел

1. Разработка теоретического обоснования и создание типовых автоматизированных модулей распределенных АСУТП химических производств. Отчет по НИР УГХТУ; № 20920190. – Днепропетровск, 1992.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ ПРИ УПОРЯДКУВАННІ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА У ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ

Черепанська І.Ю., Калита А.С., Омельчак О.О.

Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Пріоритетним видом організації сучасного виробництва України є його організація за принципами гнучкості у вигляді гнучких комп'ютерно-інтегрованих систем, центральною частиною яких є гнучкі виробничі системи (ГВС). Особливістю ГВС є їх здатність до порівняно швидкого автоматизованого переналадження при переході на випуск інших видів продукції відповідно до динамічних вимог сучасного світового "ринку продавця" – коли пропозиція перевищує попит. До складу ГВС входить різноманітне технологічне обладнання з ЧПУ, промислові роботи та розвинена система

засобів упорядкування середовища (ЗУС), серед яких особливе місце займають засоби автоматичного орієнтування об'єктів виробництва (ОВ). Застосування автоматизованих ЗУС дозволяє скоротити час на виконання допоміжних технологічних операцій пов'язаних із упорядкуванням ОВ – транспортування, накопичування, позиціонування, орієнтування та ін., на виконання яких за даними з різних інформаційних джерел витрачається від 20% до 70%.

При упорядкуванні ОВ ЗУС виконується певний склад орієнтуючих рухів (СОР), зокрема лінійні та кутові переміщення, що відповідно утворюють лінійні орієнтуючі рухи (ЛОР) та кутові орієнтуючі рухи (КОР). Множина КОР, необхідних для переведення системи координат x, y, z , зв'язаної з ОВ, із початкового орієнтованого положення (ПОП) у кінцеве орієнтованого положення (КОП) відносно абсолютної системи координат X, Y, Z з базисом i, j, k представляється відомою функцією кутових орієнтуючих рухів [1, 2], яка полягає у перетворенні $\Omega(v; \omega) : C \rightarrow (v; \omega)$ кінцевої множини переміщень ОВ, що упорядковуються у просторі C , в кінцеве наперед задане положення $(v; \omega)$, де v, ω – відповідно вектор відносних поворотів та кутові координати ОВ, що орієнтуються.

Останні можуть здійснюватися різними технічними засобами, наприклад, ПО або промисловими роботами. Очевидно, що при цьому якість виконання КОР, тобто точність, дискретність, тощо будуть різними. В такому випадку виникає необхідність у вимірюванні кутів або кутових положень ОВ, що упорядковуються. Для вимірювання кутів при упорядкуванні виробничого середовища пропонується так звана автоматизована система вимірювання кутів (АСВК), яка знаходиться на стадії розробки. Структурна схема системи приведена на рис. 1.

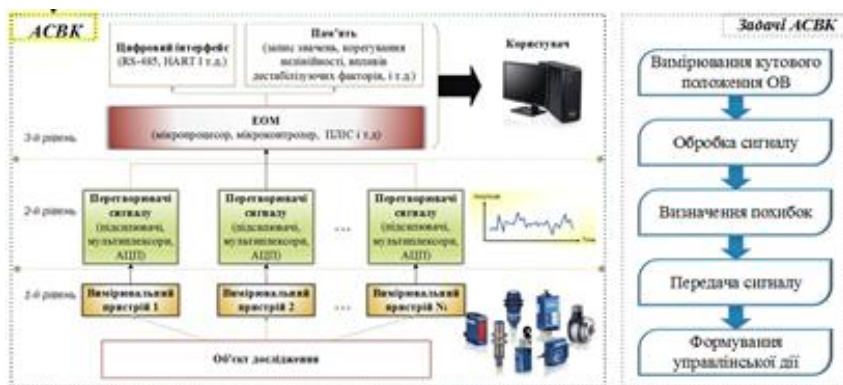


Рисунок 1 – Організаційна структура пропонованої АСВК

Особливістю пропонованої АСВК є застосування у її складі лазерних датчиків відстані, що працюють за принципом оптичної триангуляції, який полягає в тому, що згенерований точковий лазерний промінь за допомогою розміщеної перед виходом дифракційної оптики відображає на ОВ лінію «світлового перетину», яка відбивається від ОВ і проектується через вбираючу лінзу на CMOS матрицю. В залежності від кута відбивання променя визначається відстань до ОВ та формується інформація про координати його положення, яка передається на ЕОМ.

Узагальнено структура АСВК може бути представлена як деяка трирівнева

система, що містить наступні елементи. *Інформаційно-вимірювальний комплекс* (ІВК), що містить лазерні датчики та утворює нижній рівень системи, на якому забезпечується безпосередньо вимірювання фізичних величин і перетворення їх в інформаційні сигнали. *Інформаційно-обчислювальний комплекс* (ІОК), що утворює середній рівень системи на якому відбувається збір даних з рівня ІВК, їх часткове зберігання і передача на наступний рівень у відповідній формі. ІОК може включати в себе підсилювачі для посилення сигналу з первинного перетворювача, мультиплектори для вибору первинного перетворювача, вбудований аналогово-цифровий перетворювач (АЦП). *Програмно-інформаційний комплекс* (ПІК), що утворює верхній рівень АСВК на якому обчислюються координати положення ОВ з використанням математичного апарату кватерніонів. Зокрема параметри, що формують загальну функцію КОР $\Omega(v; \omega)$, представляються відомими кватерніонами [1, 2, 3]:

$$\Omega_1(\varphi) \rightarrow q_1(v; \varphi) = \cos \frac{\varphi}{2} + i \cdot \sin \frac{\varphi}{2}, \Omega_2(\theta) \rightarrow q_2(v; \theta) = \cos \frac{\theta}{2} + j \cdot \sin \frac{\theta}{2}, \Omega_3(\psi) \rightarrow q_3(v; \psi) = \cos \frac{\psi}{2} + k \cdot \sin \frac{\psi}{2}$$

Результатом деякої послідовності кутових переміщень ОВ в абсолютній системі координат X, Y, Z є поворот ОВ на деякий кут $\omega \in (\varphi, \theta, \psi)$ відносно осі, що колінеарна одиничному вектору v . При формуванні математичної моделі множини КОР необхідно задати вектор, що характеризує ПОП та КОП ОВ. Передбачається, що відносно інформацією є 3 координати ПОП ОВ (x_n, y_n, z_n) , та 3 координати КОП (x_k, y_k, z_k) . Причому положення ОВ можна представити наступними кватерніонами ПОП та КОП у векторній $Q_n = s0 + a_n i + b_n j + c_n k, Q_k = s0 + a_n i + b_n j + c_n k$. З метою зменшення похибок та збільшення точності розрахунків в подальшому необхідно є

нормалізація кожного з векторів $N_i = \sqrt{x^2 \cdot y^2 \cdot z^2}$,

$$V_{normalized} = \left(\frac{x}{N}, \frac{y}{N}, \frac{z}{N} \right). \text{ Вісь відносно якої буде здійснено поворот ОВ із ПОП до}$$

КОП можна виразити як деякий вектор, що перпендикулярний до векторів ПОП та КОП: $v_3(x_3, y_3, z_3) = (y_1 \cdot z_2 - z_1 \cdot y_2, z_1 \cdot x_2 - x_1 \cdot z_2, x_1 \cdot y_2 - y_1 \cdot x_2)$, де x_i, y_i, z_i – координати вектору КОП; x_2, y_2, z_2 – координати вектору ПОП. Після визначення положення осі відносно якої здійснюється поворот ОВ, проводиться розрахунок косинуса деякого кута α , на який необхідно здійснити поворот ОВ, для чого визначаються довжини векторів ПОП та КОП, а також їх скалярний добуток

$$l_{v_1} = \sqrt{x_1^2 \cdot y_1^2 \cdot z_1^2}; l_{v_2} = \sqrt{x_2^2 \cdot y_2^2 \cdot z_2^2}; \quad v_1 \cdot v_2 = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2.$$

Кут повороту $\alpha = \arccos \alpha = (v_1 \cdot v_2) / (l_{v_1} \cdot l_{v_2})$. В кінцевому випадку кватерніон

КОР буде містити складові $Q = \alpha^\circ, x_3, y_3, z_3$, які дозволять безпосередньо визначити кут та координати повороту ОВ.

Таким чином, можна зробити висновок, що запропонована АСВК дозволить поводити визначення кутів повороту ОВ при їх автоматичному орієнтуванні з високою точністю в режимі реального часу за рахунок використання у її складі лазерних датчиків відстані, що працюють за принципом оптичної триангуляції та сучасного математичного апарату кватерніонів, які за твердженням [4] дозволяють математично описувати переміщення з високою точністю та мінімальною кількістю математичних операцій порівняно із іншими

математичними методами, наприклад, матричними. Також пропонується АСВК може бути інтегрована у інформаційні комплекси ЗУС ГВС.

Список літературних джерел

1. Кирилович В. А. Формалізований опис орієнтуючих рухів об'єктів роботизованих механоскладальних виробництв / І. Ю. Черепанська, В. А. Кирилович // Оптимизация производственных процессов. – 2006. – №9. – С. 53 – 59.

2. Кирилович В. А. Формалізований опис рухів об'єктів роботизації на основі теорії кватерніонів: междунар. научн.–техн. конф. студ., асп. і молодих учених., 16 – 20 мая 2005 г. Севастополь: Прогресивные направления развития машино-приборостроительных отраслей и транспорта / І. Ю. Черепанська, В. А. Кирилович. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005. – С. 163–164.

3. Кирилович В. А. Формалізований опис орієнтуючих рухів об'єктів роботизації на основі теорії кватерніонів / І. Ю. Черепанська, В. А. Кирилович // Вісник національного університету „Львівська політехніка”. – 2006. – № 551. – С. 114 – 122.

4. Ватульян А. О., Кватернионы. / А.О. Ватульян // Сорковский образовательный журнал. – №5. - 1995. – С. 117 – 120.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ ВИРОБНИЦТВА У МАШИНОБУДУВАННІ Черепанська І.Ю., Герговський О.В.

Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Машинобудування сучасної України являє собою потужний сектор промисловості від рівня розвитку якого залежать темпи економічного зростання нашої держави та оновлення її матеріально-технічної бази. В цих умовах важливим є безперервний розвиток і вдосконалення засобів виробництва у машинобудуванні а також метрологічної бази, що покликана обслуговувати технологічні процеси та створювати умови для забезпечення заданого рівня якості готової продукції [1]. Ціла низка задач пов'язаних із машинобудівним виробництвом обумовлюють необхідність суттєвого удосконалення процесів вимірювання геометричних параметрів об'єктів виробництва (ОВ). Зокрема висуваються все більш жорсткі вимоги щодо точності цих вимірювань відповідно до міжнародних стандартів якості [2].

Для часткового вирішення вказаного, пропонується автоматизована система високоточного вимірювання геометричних параметрів машинобудівних ОВ (АСВВГП ОВ), зокрема відхилення їх реальної поверхні від форми номінальної поверхні, яка задається кресленням. Передбачається, що пропонується АСВВГП ОВ, що знаходиться на стадії розробки, дозволить визначати відхилення від циліндричності (бочкоподібність, сідлоподібність, конусність) та круглості (овальність та огранка) для циліндричних ОВ, а також від прямолінійності та площинності для плоских поверхонь ОВ. Структурна схема пропонуваної АСВВГП ОВ приведена на рис.1.

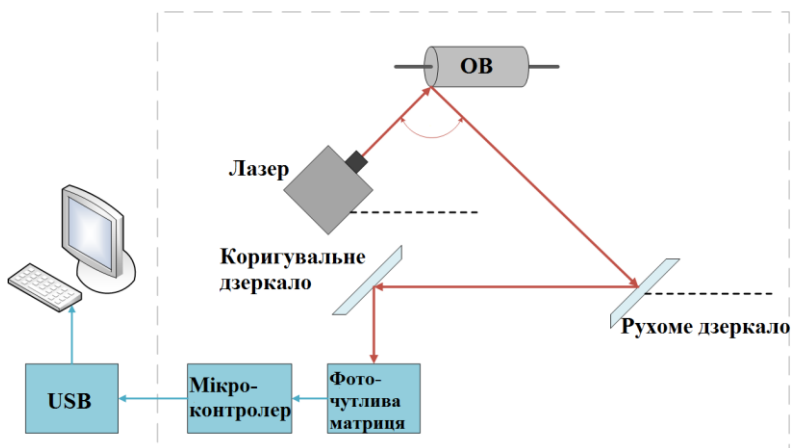


Рисунок 1 - Структурна схема пропонованої АСВВГП ОВ

Оснoву пропонованої АСВВГП ОВ складає лазер та фоточутлива матриця. Принцип роботи АСВВГП ОВ полягає в тому, що ОВ встановлений й жорстко закріплений в спеціальному захоплюваному пристрої опромінюється джерелом монохроматичного світла, що подає світловий пучок, який відбивається від вимірюваної поверхні ОВ під кутом α та потрапляє на рухоме дзеркало де заломлюється і відбиваючись від коригувального дзеркала потрапляє на фоточутливу матрицю, елементи якої розпізнають місце потраплення лазерного потоку та формують сигнал, що передається на мікроконтролер для його попередньої обробки та наступної передачі на комп'ютер з подальшим використанням в якості вихідних даних відповідного програмного забезпечення. При ідеальній поверхні ОВ кут відбиття лазерного випромінювання α буде становити 90° , якщо $\alpha \neq 90^\circ$, то це свідчить про наявність відхилень форми певного значення. Зокрема величина кута α прямопропорційно залежить від величини наступних геометричних параметрів:

$$\alpha = f(\Delta_{кр}, \Delta_{цл}, \Delta_{проф}, \Delta_{ос}, \Delta_{пр}, \Delta_{пл}), \quad (1)$$

де: $\Delta_{кр}$ – відхилення від круглості поперечних перерізів;

$\Delta_{цл}$ – відхилення від циліндричності;

$\Delta_{проф}$ – відхилення профілю повздовжнього перерізу;

$\Delta_{ос}$ – відхилення від прямолінійності осі;

$\Delta_{пр}$ – відхилення від прямолінійності;

$\Delta_{пл}$ – відхилення від площинності.

Передбачається, що дана система дозволить забезпечити контроль за точністю виготовлення ОВ, зокрема виконання технологічних операцій механічної

обробки з перспективою покращення якісних показників готової продукції та ефективного функціонування підприємства в цілому.

Список літературних джерел

1. Черепанська І. Ю. Планування, моделювання та верифікація процесів в гнучких виробничих системах: практикум. / І. Ю. Черепанська, В. А. Кирилович, А. Ю. Сазонов, Б. Б. Самооткін – Житомир, ЖДТУ 2015. – 274 с.

2. Мартынов А. П. Геометрическая взаимозаменяемость соединений на основе процессного подхода по ISO 9001:2009 / А. П. Мартынов // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. пр. – Краматорськ, 2011. – Вип. 28. – С. 235–243.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРОВИДКОСТНОГО ПИТАНИЯ ПРИ ПОДВИЖНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ РЕКТИФИКАЦИИ Шейчук А.Р., Левчук И.Л., Тришкин В.Я.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Важнейшими задачами управления процессом ректификации остаются снижение затрат на его ведение и повышение эффективности разделения. Решение обеспечивается применением нового класса систем – систем распределенного (подвижного) управления, возможности которых исследованы в работе [1]. Однако приведенные результаты получены с использованием модели процесса, имеющей существенные недостатки.

Целью работы является повышение эффективности подвижного управления процессом ректификации за счёт построения и интеграции в используемые математическое и алгоритмическое обеспечения алгоритма расчета характеристик питания.

Для достижения цели разработан алгоритм расчета характеристик потока сырья, подаваемого на разделение в ректификационную колонну. Исходными данными для расчетов энтальпии питания являются интенсивности исследуемых подвижных управляющих воздействий – расход, состав и температура сырья, а также давление в линии подачи питания. Так как рассчитываемый поток может иметь различные фазовые состояния, то в результате работы алгоритма определяются следующие характеристики: концентрации компонентов в жидкой и паровой фазах, доли каждой из этих фаз, энтальпия смеси и количество тепла, вносимое в колонну потоком питания.

Обоснован выбор качественных начальных приближений искомых величин на примере бинарной смеси метанол – вода. Решение осуществляется методом простых итераций с использованием настроенного углового коэффициента.

Разработанный алгоритм позволяет рассчитывать характеристики многокомпонентных зеотропных и азеотропных паровидкостных смесей, так как отклонения жидкой фазы от идеального состояния учитываются коэффициентами активностей компонентов, а энтальпия питания определяется с учетом теплового эффекта смешения.

Алгоритм реализован на программном уровне и проведены имитационные исследования характеристик потоков питания и их изменений вследствие предварительного нагрева или охлаждения сырья перед подачей в колонну. Отмечено, что количество компонентов в рассчитываемых смесях существенно не влияет на число итераций как при определении долей жидкой и паровой фаз, так и при расчётах фазового состава питания.

В качестве объектов исследований рассмотрены ректификационные колонны для разделения бинарной смеси метанол – вода и десятикомпонентного продукта синтеза метилтретбутилового эфира (МТБЭ). Полученные результаты демонстрируют существенные изменения характеристик питания ректификационных колонн при испарении части жидкой фазы. Использование температуры питания в качестве интенсивности подвижного воздействия на процесс ректификации позволяет вносить в колонну необходимое количество тепла, а, значит, обеспечивать оптимальные расходы пара и орошения по высоте колонны и высокое качество продуктов разделения. Исследование статических характеристик ректификационных колонн по каналу «температура питания – состав конечных продуктов» с использованием разработанного обеспечения является направлением дальнейших исследований в области подвижного управления процессами ректификации.

Список литературных источников

1. Левчук И.Л. Способ управления процессом ректификации с помощью распределенных управляющих воздействий [Текст] / И.Л. Левчук, А.Р. Шейкус, В.Я. Тришкин // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2015. – № 14 (1123). – С. 100-105.

СЕКЦІЯ 5

ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ В ЕКОНОМІЦІ

- **управління проектами і програмами**
- **інформаційно-економічні системи в
промисловості та фінансовій сфері**

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ В СИСТЕМЕ ОТДЕЛЬНЫХ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК

Болубаш П.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Ознакомившись с последними статьями в области архитектуры приложений, очевидно, что для разработки WPF приложения лучше всего подходит архитектурный шаблон MVVM.

MVVM (Model-View-ViewModel) - это шаблон, который появился для обхода ограничений паттернов MVC и MVP, и объединяющий некоторые из их сильных сторон. Эта модель впервые появилась в составе фреймворка Small Talk в 80-х, и была позднее улучшена с учетом обновленной модели презентаций (MVP).

На следующем рисунке представлена диаграмма, которая показывает, как реализовать шаблон MVVM. Общая реализация:

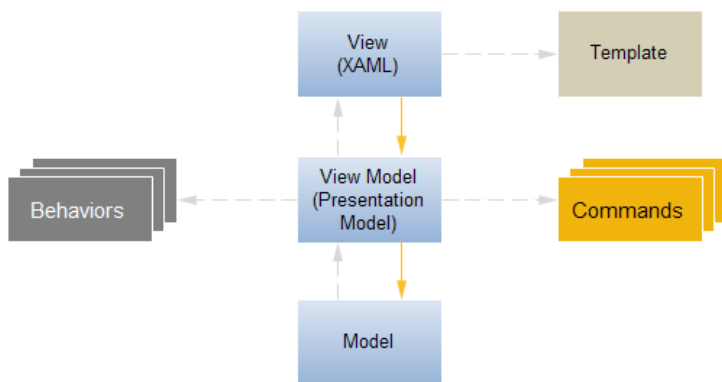


Рисунок 1 – Диаграмма реализации шаблона MVVM.

Лучше всех для разработки небольших приложений подходит самый маленький, но и самый популярный (по количеству скачиваний) Mvvm Light. Во время работы появилась необходимость использовать асинхронные команды для работы с базой данных, и было принято решение реализовать на базе исходников Mvvm Light весь необходимый функционал.

Во время работы были внесены следующие изменения:

Усовершенствован метод OnPropertyChaged класса ViewModelBase который необходимо вызывать в сетере каждого свойства всех ViewModeлей, и передавать ему в параметрах название того своства в котором он вызывается. Это необходимо для оповещения представления о том что конкретное свойство обновилось. Название метода передовалось в качестве параметра типа string, что потенциально могло привести к сложной ошибке, в случае если разработчик допустит ошибку в названии свойства. Приложение при этом не выдаст ошибку и будет работать неправильно.

```

protected virtual void OnPropertyChanged([CallerMemberName] string
propertyName = null)
{
    PropertyChanged?.Invoke(this, new
PropertyChangedEventArgs(propertyName));
}

```

В этот метод можно не передавать название свойства, в нем используется директива препроцессора «CallerMemberName» которая сообщает компилятору что во время выполнения в propertyName необходимо записать имя члена из которого был осуществлен вызов данного метода.

На основе статьи «Async Programming - Patterns for Asynchronous MVVM Applications: Commands» журнала MSDN[1] были доработаны базовые классы асинхронных команд, которые обладают функционалом для оповещения представления о своем состоянии. Таким образом во время выполнения длительных операций пользователь может продолжать работать с приложением.

Интерфейс ICommand, должны в обязательном порядке реализовывать все команды, этого требует архитектура WPF.

```

public interface ICommand
{
    event EventHandler CanExecuteChanged;
    bool CanExecute(object parameter);
    void Execute(object parameter);
}

```

Добавим в иерархию наследования интерфейс IAsyncCommand добавляющий своим потомкам асинхронный метод ExecuteAsync.

```

public interface IAsyncCommand : ICommand
{
    Task ExecuteAsync(object parameter);
}

```

Перед тем как приступить к разработке приложения необходимо хорошо продумать его архитектуру что должно избавить вас от лишней работы, обеспечить легкую расширяемость, модульность приложения, разделения ответственности между компонентами системы. При разработке не больших приложений имеет смысл не использовать большие Фреймворки, которые могут на оборот увеличить количество работы, вес приложения и расход оперативной памяти в разы.

Mvvm Light на сегодняшний день самый популярный MVVM фреймворк и умение с ним работать позволит легко адаптироваться на всех поддерживаемых им платформах.

Список літературних джерел

1. Patterns for Asynchronous MVVM Applications [Электронный ресурс] / MSDN Magazines. // Patterns for Asynchronous MVVM Applications. – Электрон. портал – 2016. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn630647.aspx> – Заголовок з екрана.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Иванова М. В.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Важнейшим требованием рыночной экономики и условием выживания в жесткой конкуренции является совершенствование экономического механизма хозяйствования и развития предприятий. Все хозяйственные нововведения предприятий – научно-технические, инженерные, организационные, маркетинговые – относят к инновационной деятельности. Как правило, с инновационной деятельностью предприятий связана позитивная динамика экономического развития. Однако практика отечественных предприятий это опровергает. Детальный анализ и оценка показателей инновационной деятельности промышленных предприятий Украины за период 2001-2015 гг., проведенные в ряде авторских работ, в частности в [1], выявили следующее:

- существенного влияния инновационной деятельности на показатели эффективности и конкурентоспособности промышленных предприятий не обнаружено;

- при росте в абсолютном выражении расходов на инновационную деятельность их корректирование на индекс инфляции показывает иную ситуацию – среднегодовой объем инвестиционных ресурсов предприятий оказывается практически неизменным;

- на предприятиях происходит сокращение масштабов инновационной деятельности.

Для оценки эффективности затрат инновационной деятельности промышленных предприятий в [1] построена многофакторная экономико-математическая модель, описывающая результат этой деятельности:

$$Y = 2823 + 13,95 X_1 + 29,85 X_2 + 2,11 X_3, \quad (1)$$

где Y – объем реализации инновационной продукции;

X_1 – затраты на проведение научно-исследовательских работ;

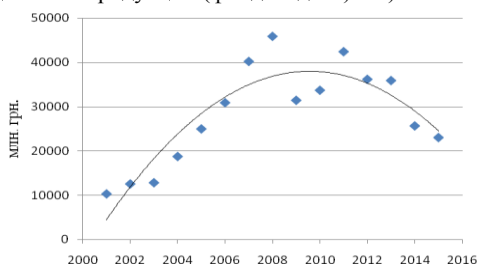
X_2 – затраты на приобретение внешних знаний;

X_3 – затраты на приобретение оборудования.

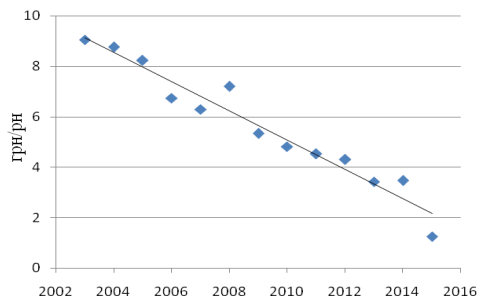
Увеличение отдельных элементов затрат по-разному отображается на результатах инновационной деятельности промышленных предприятий: наибольший рост объема реализации инновационной продукции дает вложение средств в приобретение внешних знаний (X_2), а наименее выгодным оказывается приобретение оборудования (X_3). «Приобретение внешних знаний» (X_2), согласно методологическим пояснениям к статистической отчетности, – это приобретение новых технологий, коммерческих тайн, проектов, товарных знаков, других инжиниринговых, консалтинговых услуг. В этой связи необходимым видится раскрытие экономической роли и эффективности инвестирования в интеллектуально-информационные ресурсы, объекты права интеллектуальной собственности или нематериальные активы предприятий.

Целесообразность инвестиций в нематериальные активы обоснована не только повышением технического уровня производства, но и снижением затрат вследствие меньшей ресурсоемкости продукции, а также снижением налогооблагаемой прибыли на величину амортизационных отчислений при бухгалтерском учете активов. Учитывая особый характер современного производства (наукоемкий характер технологий, сокращение жизненного цикла продукта) и ориентацию потребителя на высококачественный товар, подтвержденный средствами индивидуализации, ведущее место в инвестиционном потоке должны занимать вложения в информационные и интеллектуальные ресурсы, подтвержденные правом интеллектуальной собственности.

Удельный вес инвестиций в нематериальные активы украинских предприятий в относительном выражении стабильно низкий (2,2 – 3,7%) [2], что в принципе противоречит общемировым тенденциям преимущественного инвестирования именно в сферу интеллектуальной собственности. На рис. 1 приведены результаты инновационной деятельности предприятий Украины: объем реализации инновационной продукции [3] – а); и относительный показатель эффективности инвестиций в нематериальные активы предприятий по объему реализации инновационной продукции (фондоотдача) – б).



а)



б)

Рисунок 1 – Результаты инновационной деятельности предприятий:
 а) динамика объемов реализации инновационной продукции;
 б) фондоотдача инвестиций в нематериальные активы предприятий

Из данных рис. 1 видно снижение объемов реализации инновационной продукции с 2010 г. и абсолютно нисходящий тренд фондоотдачи инвестиций в нематериальные активы. Основной поток от суммы инвестиций в нематериальные активы – 85-95 %, согласно [2], направлен в объекты права интеллектуальной собственности. И это вполне закономерно, так как современная экономика, построенная на широком использовании интеллектуальных и информационных ресурсов, отличается высокой эффективностью. Указанные ресурсы не только повышают потребительский спрос, но и обеспечивают высокую рентабельность производства. В этом смысле обозначенная на рис. 1 б) динамика свидетельствует о неэффективном использовании нематериальных активов предприятий. Видимо, недостаточный уровень инновационного восприятия предприятий не позволяет широко внедрять и коммерциализировать объекты права интеллектуальной собственности.

Таким образом, инвестиции в интеллектуально-информационные ресурсы предприятий Украины составляют всего несколько процентов от общего их объема. По реализации инновационной продукции фондоотдача нематериальных активов предприятий – объектов права интеллектуальной собственности за период 2001-2015 гг. снижается более, чем в 5 раз.

Список литературных источников

1. Иванова М. В. Скрытые тенденции экономического развития промышленности Украины/М. В. Иванова, С. Ф. Санникова //Траектория науки – Электронный научный журнал, 2016. - № 4(9). – С. 127-138.

2. Капітальні інвестиції за видами активів [Електронний ресурс] : [статистична інформація] // Державна служба статистики України : офіційний веб-сайт. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Наука, технології та інновації [в Україні за 1990-2014 рр.] [Електронний ресурс] : [публікації] // Державна служба статистики України : офіційний веб-сайт. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ON-LINE ИНСТРУМЕНТАРИЯ В УПРАВЛЕНИИ БИЗНЕСОМ

Кодола Г. Н.¹, Кодола О. В.²

¹ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

²Компания «Брт», Днепр, Украина

В современное время при ведении бизнеса появляется все больше новых условий, оказывающих влияние на его развитие. Например, многие компании имеют свои офисы и представительства за рубежом, нанимают иностранных сотрудников или изначально являются командой сотрудников, живущих в разных странах.

Экономический кризис заставляет многих в целях экономии отказываться от офисов и переводить сотрудников на удаленную работу из дома.

Эти и другие факторы разделяют сотрудников не только территориально, но и во времени, т. к. у них может быть существенная разница часовых поясов.

Все это вызывает необходимость использования инструментов, которые бы помогли эффективно управлять бизнес процессами компании. Эти инструменты должны обладать широким набором возможностей, но простыми в использовании.

Одним из вариантов такого инструментария является набор приложений разработанных компанией 5pm:

1. 5pm – www.5pmweb.com
2. smartQ – www.smartqweb.com
3. 8am – www.8amweb.com
4. spiderscribe – www.spiderscribe.net
5. firefly – www.fireflyapp.com



Приложение 5pm представляет собой приложение класса Project Manager, чьей главной задачей является управление проектом в целом: проектирование и расстановка приоритетов, планирование задач, контроль и отслеживание прогресса и времени выполнения, взаимодействие между членами команды, создание отчетов, а также оперативное решение проблем. Простой и удобный интерфейс позволяет выполнять все эти задачи в несколько кликов.

Существует возможность просмотра проектов и задач в виде интерактивной временной шкалы, чтобы быстро оценить их продолжительность и зависимость. Для облегчения анализа данных можно строить несколько видов отчетов, выгружать полученные данные в CSV/Excel формате. Используя панель «Social Toolbar», можно обмениваться мгновенными сообщениями между членами команды. Интеграция с электронной почтой реализована в двух направлениях, позволяет отправлять уведомления при создании, редактировании проектов, задач, сообщения и т. п., а также с помощью письма отправленного на почту 5pm можно создать задачу, назначить команду, добавить сообщение и. т. д.



Приложение smartQ – это визуальная доска задач, данные на которой представлены в виде так называемых «тикето» (билетов). Данное приложение подходит для любого рабочего процесса, выполнение которого можно разбить на стадии. SmartQ позволяет легко

распределить работу между членами команды, отслеживать прогресс выполнения задач и оперативно взаимодействовать с вашей командой.

Чтобы иметь возможность работать с любым рабочим процессом, в рамках проекта можно создавать необходимые стадии, а также добавлять собственные поля данных в тикеты. Для распределения полномочий команды, возможно настроить роли, присвоить их стадиям и распределить роли между командой. Для

удобства просмотра и анализа данных имеется возможность переключения между режимами просмотра, экспортирование данных, формирование отчетов и т. д.



Приложение 8am представляет собой удобный календарь с поддержкой функций CRM (англ. Customer Relationship Management или Управление отношениями с клиентами). Это приложение предназначено для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности,

для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов. С его помощью просто создавать или импортировать контакты; писать заметки, прикрепляя к ним файлы; создавать календари, добавлять в них события, задачи, напоминания; осуществлять поиск необходимых сведений.



spiderscribe.net

Spiderscribe – это приложение для построения диаграмм-связей

так называемой карты мыслей (англ. Mind map). Эти диаграммы находят применение в самых различных областях, например, обучение, конспектирование лекций, подготовка материала по определенной теме, решение творческих задач, мозговой штурм, планирование и разработка проектов разной сложности, составление списков дел, обобщение и структуризация знаний и т. д. Приложение предоставляет широкий набор возможностей для создания диаграмм и для работы над ними совместно с другими людьми.



firefly

Firefly – приложение предназначенное для командной разработки дизайнов, обсуждения и обмена идеями для быстрого получения наилучшего результата.

Загрузив в приложение любое изображение (макет сайта, дизайн приложения, фотографию, логотип,

баннер и

т. п.) или добавив существующий веб-сайт, введя его URL, можно оставлять комментарии поверх макета, устанавливая маркеры заметками и файлами, дополнять их рисунками от руки. К совместной работе приглашать своих коллег или клиентов. Версионность позволяет переключаться между несколькими вариантами и выбрать лучший из них.

Во всех приложениях реализованы возможности интеграции, которые позволяют использовать их совместно для более удобного и быстрого решения ваших задач. Например, вы можете синхронизировать задачи созданные в 5pm или

в SmartQ с 8am, что позволит видеть их на календаре и эффективно проводить планирование и отслеживать их состояние выполнения; возможность создания в каждом из приложений ссылок на объекты в других приложениях таких как Office 365, Google Drive, Dropbox, OneDrive, Box, SpiderScribe, Firefly и другие для быстрого доступа и обмена.

В приложениях 5pm, SmartQ для разработчиков предоставляется OpenAPI, используя который возможно написание собственных программных модулей для решения своих специфических задач или получения данных для использования в своих информационных системах.

Для использования перечисленных сервисов не нужно покупать сервера, устанавливать и настраивать ПО, заботится о хранении и резервировании данных. Достаточно иметь ПК или планшет с веб-браузером. Обо всем остальном позаботились разработчики.

Перечисленное выше это только часть возможностей данных инструментов. Разработчики постоянно расширяет состав задач, решаемых этими приложениями, вводятся новые возможности, улучшаются алгоритмы и внешнее оформление.

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ

Кошелева В.Ю.

ДВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

Сфера информационных услуг занимает заметное место в структуре экономики промышленно развитых стран. На сегодняшний день компьютеризация охватила мир и практически все сферы человеческой деятельности и помогла расширить информационное пространство. Уже невозможно представить современное общество без влияния информационных систем.

С позиции кибернетики процесс управления системой, как направленное воздействие на элементы системы для достижения цели, можно представить в виде информационного процесса, связывающего внешнюю среду, объект и систему управления. Структура экономической системы (промышленного предприятия, торговой организации, государственного учреждения и т.д.) с позиции кибернетики выглядит как основные информационные потоки между внешней средой, объектом и системой управления и связаны с поддерживающей их экономической системой. В экономической системе объект управления представляет собой подсистему материальных элементов экономической деятельности (на промышленном предприятии: сырье и материалы, оборудование, работники, торговая продукция) и хозяйственных процессов (на промышленном предприятии: основное и вспомогательное производство, снабжение и сбыт)[3].

Информационно-экономические системы (ЭИС) представляет собой систему, функционирование которой во времени заключается в сборе, хранении, обработке и распространении информации о деятельности какого-то экономического объекта реального мира. ЭИС предназначены для решения задач обработки данных, автоматизации конторских работ, выполнения поиска

информации и отдельных задач, основанных на методах искусственного интеллекта.

В зависимости от сферы применения ЭИС классифицируются:

- ИС фондового рынка;
- страховые ИС;
- статистические ИС;
- ИС в налоговой сфере;
- ИС в таможенной деятельности;
- финансовые ИС;
- банковские ИС;
- ИС промышленных предприятий и организаций (в этот контур входят бухгалтерские ИС - БуИС) [2].

Потребность в создании ЭИС может обуславливаться либо необходимостью автоматизации или модернизации существующих информационных процессов, либо необходимостью коренной реорганизации в деятельности предприятия.

Выделяют три основных проблемных сферы, на которые направлено использование информационных технологий:

1. Принятие верного решения (определение самого действия, времени, ресурсов, исполнителей и т.д., т.е. составление плана).

2. Доведения решений до исполнителей.

3. Контроль исполнителей.

Обеспечение управленческих решений при планировании производства позволяет:

1) осуществлять объектное планирование производства для различных прогнозных уровней спроса;

2) анализировать влияние качества продукции на различные аспекты производительной деятельности предприятий;

3) планировать реализацию портфеля потребительских заказов [1].

Таким образом, ЭИС предназначены для решения задач обработки данных, автоматизации управленческих работ, выполнения поиска информации и отдельных задач, основанных на методах искусственного интеллекта. Задачи обработки данных обеспечивают обычно рутинную обработку и хранение экономической информации с целью выдачи (регулярной или по запросам) сводной информации, которая может потребоваться для управления экономическим объектом. Автоматизация управленческих работ предполагает наличие в ЭИС системы ведения картотек, системы обработки текстовой информации, системы машинной графики, системы электронной почты и связи.

Список литературных источников

1. Виноградова, О.Р. Особенности разработки информационной системы для адаптивного планирования производства на промышленных предприятиях [Текст] / О.Р. Виноградова // Экономика и экономические науки. – 2012. – № 3-4. – с. 232-240.

2. http://tsput.ru/res/informat/sist_seti_fmo/lekci/lekciy-1.html

3. Калинина Н. М. Методика проектирования информационной модели промышленной экономической системы в практической методологии интегрированного контроллинга [Текст] // Инновационная экономика: материалы междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). — Казань: Бук, 2014. — С. 28-31.

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКО-ЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ТА РИЗИКУ НАСТАННЯ БАНКРУТСТВА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

М'ячин В.Г., Куцинська М. В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Вступ. Використання на практиці наявного сучасного інструментарію оцінки фінансового стану промислових підприємств та ризику настання їх банкрутства може сприяти виявленню шляхів покращання фінансового стану таких підприємств та загалом здійсненню ефективного управління ними за сучасних умов функціонування галузей економіки України.

Виклад основного матеріалу. Сучасна тенденція у моделюванні фінансового стану промислових підприємств спрямована у бік створення нечітких та нейромережевих моделей.

Побудова нечітко-логічної моделі оцінки фінансового стану підприємства та ризику настання його банкрутства повинна включати побудову функцій належності для вхідних змінних та вихідної змінної (показника ризику банкрутства) та формування нечітких логічних правил, які складуть основу механізму визначення ступеня ризику банкрутства [1].

Загальні підходи при виборі функцій належності через аналіз їх переваг і недоліків викладені у роботах [2-5], серед яких найбільш відомими є роботи А. В. Леоненкова [2] та А. Пегата [3].

На підставі аналізу цих робіт узагальнено основні переваги на недоліки функцій належності, результати чого представлені у табл. 1.

Таблиця 1 - Узагальнені підходи щодо вибору функцій належності при побудові нечітко-логічних моделей

| Вид функції належності | Обґрунтування вибору моделей, їх переваги та недоліки |
|---|--|
| Кусково-лінійчаті (триангулярні та трапецієподібні) | Характеризують невизначеність “приблизно дорівнює”, “середнє значення”, “розташований в інтервалі”, “подібний до об’єкту”, “подібний до предмету”; для їх завдання потрібен невеликий обсяг інформації, характеризуються простотою модифікації параметрів |
| S-подібні та Z-подібні | Характеризують невизначеність “мала (велика) кількість”, “невелике (велике) значення”, “низька (висока) собівартість продукції”, “низький (високий) рівень цін та доходів”, “низька (висока) процентна ставка”, тобто коли спостерігається низький (високий) ступінь прояву тієї чи іншої якісної та кількісної ознаки; спрощує отримання гладких безперервних поверхонь відгуку, що безперервно диференціюються |

| | |
|---|--|
| <p>П-подібні (дзвоноподібні, або ті, що за формою нагадують дзвін, згладжену трапецію або літеру "П")</p> | <p>Характеризують невизначеність величин, які піддаються нормальному розподілу; для їх завдання потрібна відносно велика кількість параметрів (від 4 до 6), їх використання спрощує отримання простих локально лінійних поверхонь відгук</p> |
|---|--|

Що стосується вибору функцій належності при побудові нечітко-логічних моделей для оцінки фінансового стану промислових підприємств та ризику настання їх банкрутства, то коло запропонованих функцій належності обмежено триангулярними, трапецієподібними, S-подібними, Z-подібними, а також дзвонуватими функціями належності. Перелік відомих авторів та запропонованих ними моделей представлений у табл. 2.

Таким чином, за даними табл. 2 найбільше розповсюдження отримали трапецієподібна та дзвонувата функції належності. Перевагою останньої функції є те, що множина її значень є нормальною і відмінною від нуля ($\mu(x_i) \in (0;1]$), тому за великої кількості математичних перетворень відсутність нульових значень не може призвести до викривлення кінцевих результатів і зниження ступеня надійності моделі.

Таблиця 2 - Обґрунтування різними авторами вибору функцій належності при побудові нечітко-логічних моделей оцінки рівня фінансового стану та ризику настання банкрутства

| Вид функції належності | Автор, рік публікації | Обґрунтування вибору моделей |
|-------------------------------|---|--|
| Триангулярна, трапецієподібна | А. О. Недосекін [5] (2003 р.) | Використання трапецієподібних та триангулярних функцій належності вважає доцільним у зв'язку із спрощенням їх побудови |
| S-подібна та Z-подібна | Т. Корол (Tomasz Korol) та А. Короді (Adrian Korodi) (2011 р.) | Автори не обґрунтовують вибір виду функцій належності |
| Триангулярна | А. Гавронська (Anna Gawronska) та Т. Гавронський (Tomasz Gawronski) (2012 р.) | Автори не обґрунтовують вибір виду функцій належності |
| Дзвонувата | А. В. Матвійчук (2013 р.), Г. І. Великоіваненко та К. М. Мамонова (2013 р.) | Найбільш придатна для лінгвістичного опису значної кількості соціально-економічних явищ, множина її значень не містить нуля. |

Наступним етапом побудови нечітко-логічної моделі є побудова нечітко-логічних правил. При кількості входів моделі ω та наявності у кожному з них z нечітких множин (функцій належності) число логічних правил (*rules*) r можливо визначити за формулою:

$$r = z^{\omega}. \quad (1)$$

У табл. 3 представлена залежність кількості логічних правил моделі, що забезпечують її повноту, від кількості входів моделі ω та кількості z нечітких множин в кожному з них.

Таблиця 3 - Залежність кількості правил логічних правил моделі від кількості входів моделі ω та кількості z нечітких множин в кожному вході, при якій забезпечується повнота моделі

| | $\omega = 1$ | $\omega = 2$ | $\omega = 3$ | $\omega = 4$ | $\omega = 5$ |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $z = 1$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| $z = 2$ | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 |
| $z = 3$ | 3 | 9 | 27 | 81 | 243 |
| $z = 4$ | 4 | 16 | 64 | 256 | 1024 |
| $z = 5$ | 5 | 25 | 125 | 625 | 2135 |

Як можна побачити з табл. 3, зі збільшенням кількості входів моделі ω та кількості z нечітких множин кількість логічних правил суттєво зростає, що значно збільшує трудомісткість її побудови.

Висновки. Таким чином, проведений аналіз показав, що найбільш розповсюдженими у практиці моделювання нечітко-логічних моделей оцінки фінансового стану та ризику настання банкрутства промислових підприємств є трапецієподібні та дзвонуваті функції належності. При визначенні кількості логічних правил моделі потрібно одночасно враховувати точність моделі та трудомісткість її побудови.

Список літературних джерел.

1. Паршина О. А. Обґрунтування та побудова функцій належності в нечітко-логічній моделі оцінки фінансового стану підприємства та ризику настання його банкрутства / О. А. Паршина, В. Г. М'ячин, М. В. Куцинська // Вісник Одеського Національного університету. – 2016. – Том 21. – Випуск 6(48). – С. 86-91.
2. Леоненков А. В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
3. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление / А. Пегат: пер. с англ.: 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.
4. Матвійчук А. В. Нечіткі, нейромережеві, та дискримінантні моделі діагностування можливості банкрутства підприємств / А. В. Матвійчук / Нейронечіткі технології моделювання в економіці. – 2013. – № 2. – С. 71-117.
5. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. докт. экон. наук: 08.00.13 / Алексей Олегович Недосекин. – СПб, СПбГУЭФ, 2003. – 280 с.

ЗАСТОСУВАННЯ PERT-АНАЛІЗУ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

Науменко Н.Ю., Науменко Т.С.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Складність проектів, що різко зростає в минулому столітті, стимулювала створення нових методів аналізу й керування. Найбільш значним, відомим і широко розповсюдженим з них є метод PERT (метод сіткового планування й керування). В теперішній час актуальною є задача розробки ефективних методів розв'язку задач оптимального розподілу обмежених ресурсів, застосованих для розв'язку широкого кола задач.

Розроблений програмний продукт створено для комп'ютерної компанії «ZfT» (м. Дніпродзержинську.), основними напрямками діяльності якої є: розробка програмних додатків; створення Web – сайтів; збір та модернізація персональних комп'ютерів та ноутбуків; створення та налаштування мереж; проектування та інсталяція систем безпеки (відеоспостереження і контроль доступу). Поставлено задачу оптимального розподілу робочого часу працівників та запланованих робіт, також необхідно визначити найкоротший термін завершення роботи.

Запропонована математична модель задачі розподілу ресурсів та алгоритм, який розв'язує поставлені задачі з урахуванням введених обмежень; проведені числові експерименти, в ході яких змінювались обмеження і кількість ресурсів. Результатом експерименту є таблиця часу, яка показує залежність середньої тривалості роботи програми від заданих обмежень.

Точні алгоритми розв'язання задач календарного планування в загальній постановці базуються на ідеї направленої перебору варіантів. Крім алгоритмів, що використовують цю схему, належить відмітити і метод динамічного програмування, один із варіантів якого описано для сіткової задачі пошуку розкладу мінімальної довжини. Для розв'язання практичних задач календарного планування зокрема найбільш придатні евристичні алгоритми. Основна складність при їх розробці полягає у виборі простих евристичних правил. Також слід мати на увазі, що евристики, що дають прийнятні розв'язки для одних задач, можуть бути зовсім не прийнятні для інших.

Аналізуючи алгоритми, які знаходять точні розв'язки, виявляється їх великий недолік – час виконання. Через те, що в загальному вигляді пошук зводиться до повного або спрямованого перебору варіантів, число таких варіантів збільшується за експоненціальною залежністю. Реальні задачі ці алгоритми не можуть розв'язати. Евристичні алгоритми дають тільки оцінку виконання. Причому ця оцінка є наближеною і не завжди її можна використовувати як головний критерій аналізу життєздатності проекту.

Після аналізу переваг і недоліків як евристичних методів так і точних, було створено Np-складний алгоритм, який дозволяє використовувати обмеження точних методів та евристику інших. Це дає змогу дати керівнику проекту додаткові інструменти для аналізу та допомагає вирішити майбутню долю

проекту. Оскільки не виключений варіант, що ймовірність успішного виконання проекту може бути менш ніж п'ятдесят відсотків чи навіть взагалі неможливо за даних обставин успішно виконати поставлені задачі.

Для практичної реалізації алгоритму було створене програмне середовище Pert. Для його написання було використано систему візуального об'єктно-орієнтованого програмування Delphi 7.0, яка дозволяє вирішувати такі задач. При практичній реалізації алгоритму був обраний об'єктно-орієнтований підхід, який на сьогоднішній день є одним з найефективніших підходів при розробці складних програм та систем.

У програмному середовищі Pert реалізовані обчислювальні схеми. Крім того для зручності було передбачено:

- завантаження початкових даних та обмежень з бази даних, що полегшує роботу з програмою;
- можливість редагування даних;
- представлення результатів роботи алгоритму у вигляді діаграм Ганта.

Розроблено програмний продукт, що базуючись на введених у базу даних обмеженнях дає оцінку можливості виконання проекту в цілому.

Результати роботи можуть бути корисними при плануванні для керівників проекту, оскільки дають змогу побачити слабкі місця в розкладі, та отримати попередні оцінки.

В програмі реалізована можливість шукати оптимальний розв'язок – допустимий розв'язок, у якого час виконання мінімальний а ймовірність виконання проекту вище заданого числа. Вихідними даними програми є дві діаграми Ганта, які показують часові проміжки виконання робіт та працівників, які виконують ці роботи; наряду з діаграмами дається чисельна характеристика ймовірності виконання проекту.

Соверена інформаційна система має наступні переваги у порівнянні з існуючими:

- кількість часу, необхідна для роботи алгоритму – значно менша;
- крім визначення ймовірності виконання проекту, є можливість знайти один із допустимих розв'язків;
- порівнюючи вже з існуючими аналогами програмних продуктів в компанії Microsoft незаперечною перевагою є те, що цей програмний продукт є безкоштовним і може бути використаним будь-ким для досягнення своїх цілей.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ РАСХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДЧИНЕННЫМ ПРЕДПОСЫЛКАМ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АУДИТА

Нескородева Т.В.

Донецкий национальный университет, Винница, Украина

В настоящее время актуальной научно-технической проблемой финансово-экономической сферы является автоматизация выполнения функций и заданий обработки информации при аудите финансово-экономической деятельности

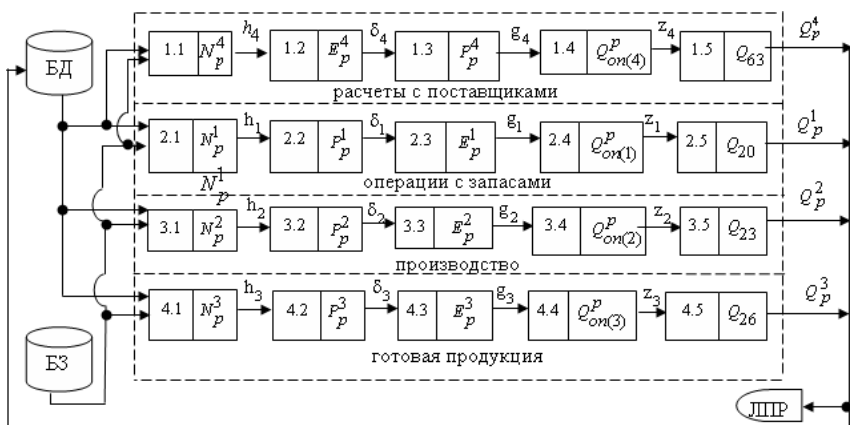
предприятий [1] средствами информационных технологий. Существующие на сегодняшний день ИТ аудита позволяют автоматизировать только отдельные процедуры или провести аналитические процедуры в специальных случаях [2]. Группа методов обнаружения мошенничества основанная на применении моделей нейронных (вероятностных) сетей, логистических регрессий, деревьев решений, представлена в работах [3, 4].

В работе [5] определены подмножества анализа данных синтетического учета деятельности предприятия Q на верхнем уровне и последовательности их преобразований по направлениям подчиненным четырем законодательно утвержденными предпосылками П(с)БУ: осмотрительность ($П_1$), полнота ($П_2$), периодичность ($П_3$), соответствие расходов и доходов ($П_4$). Проблемы аудита формализованы в виде выявления множеств фальсификаций Q^Φ (или с признаками фальсификаций) на основании обобщенного анализа подмножеств данных деятельности предприятия Q при преобразованиях по направлениям подчиненным предпосылкам $П_d$, $d = \overline{1,4}$. Под обобщенным анализом понимается анализ структуры, свойств и др. характеристик множеств и их соответствия при преобразованиях по данным направлениям. Для комплексного анализа по нескольким предпосылкам необходимо сопоставлять подмножества, которые принадлежат последовательностям по комбинациям предпосылок D (D - множество размещений из четырех предпосылок ($П_1, П_2, П_3, П_4$) по одной, две, три и четыре), т. е. реализовать многомерный анализ данных по направлениям преобразований подчиненным предпосылкам П(с)БУ и их комбинациям.

Для разработки методики многомерного анализа необходимо сформировать функциональную структуру данных расходов, отражающей трехмерные преобразования по направлениям подчиненным предпосылкам $П_d$, $d = \overline{1,3}$ и их комбинациям $D_{1,2,3}$. Для решения данной задачи разработаны методики: формирования функциональных структур расходов Q_p , которые характеризует одномерные преобразования по направлениям подчиненным каждой предпосылке $П_d$, $d = \overline{1,3}$; формирования обобщенной функциональной структуры расходов Q_p , которая характеризует многомерные (до третьего порядка включительно) преобразования по направлениям подчиненным комбинациям предпосылок $D_{1,2,3}$.

Множество данных расходов Q_p операций представлено в виде объединения подмножеств данных Q_p^i по операциям с хозяйственными

средствами и источниками: $Q_p = \bigcup_{i=1}^4 Q_p^i$. Подмножества данных по видам расходов Q_p^i предприятия на верхнем уровне: нормативные N_p^i , плановые P_p^i , отчетные E_p^i данных расходов операционной деятельности $Q_{on(i)}^p$, множества данных хозяйственных средств и источников $Q_{s(i)}^p$, $s(i) \in \{63, 20, 23, 26\}$ соответственно. Направления их преобразований, подчиненные предпосылке осмотрительность ($П_1$) формализованы в виде последовательности отображений (рис. 1).



Риснок 1 – Функциональная структура преобразований данных синтетического учета расходов по направлению подчиненному предпосылке осмотрительность ($П_1$)

Также в работе определены функциональные структуры преобразований множеств данных синтетического учета расходов по направлениям подчиненным предпосылкам полнота ($П_2$) и периодичность ($П_3$). На основании формализации преобразований по трем предпосылкам разработана методика формирования функциональной структуры расходов предприятия отражающей многомерные (до третьего порядка включительно) преобразования по направлениям подчиненным комбинациям предпосылок П(с)БУ.

Предложенная методика формирования функциональной структуры расходов предприятия является основанием для разработки методики многомерного анализа и позволяет использовать ее в ИТ аудита для

автоматизации анализа данных финансовой отчетности и при выявлении признаков и фактов нарушения П(с)БУ.

Список литературных источников

1. Xinli, Hu. Effectiveness of information technology in reducing corruption in China / Xinli, Hu // *Electronic Library*, 2015 - Vol. 33. - Issue 1. - p. 52–64.
2. Ивахненко, С. В. Информационные технологии аудита и внутрихозяйственного контроля в контексте мировой интеграции: монография / С. В. Ивахненко — Ж.: ЧП «Рута», 2010. 432 с.
3. Chi-Chen, Lin. Detecting the financial statement fraud: The analysis of the differences between data mining techniques and experts' judgments / Lin Chi-Chen, Chiu An-An, Yan Huang Shaio, C. Yen. David // *Knowledge-Based Systems*, 2015. - № 89. - p. 459–470.
4. Enrique, Mun. Development of a fraud risk decision model for prioritizing fraud risk cases in manufacturing firms / Mun Enrique, James Carroll // *Int. J. Production Economics*, 2016. - № 173. - p. 30–42.
5. Нескорородева, Т. В. Методика моделирования проблем аудита синтетического учета в информационных технологиях обработки информации и управления / Т. В. Нескорородева // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, 2015, № 2 (72) – С. 155 – 158.

ИНДУКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Писарькова В.Р.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Дніпро, Украина

Современная экономика, характеризующаяся высокой динамичностью, глобализацией всех процессов, ориентацией на потребителя, возрастающей конкуренцией, проведением инноваций, требует применения адекватных методов и средств оптимального управления предприятиями. Одним из инструментов, позволяющих решить данные задачи, являются интеллектуальные информационные системы.

Интеллектуальная информационная система (ИИС) - это ИС, основанная на использовании базы знаний для генерации алгоритмов решения экономических задач различных классов в зависимости от конкретных информационных потребностей пользователей. Развитие методов интеллектуального анализа данных на основе применения концепций информационных систем, систем моделирования различных процессов, реализованных в информационной системе, усиливают обоснованность принимаемых решений. К системам, использующим методы интеллектуального анализа, относятся самообучающиеся системы.

Самообучающаяся система представляет собой интеллектуальную информационную систему, которая на основе примеров реальной практики формирует единицы знаний автоматически. В основе таких систем лежат методы автоматической классификации примеров ситуаций реальной практики (обучения на примерах).

Индуктивные системы являются одним из видов самообучающихся систем и позволяют подводить итог на основе принципа индукции «от частного к общему». Процедура обобщения сводится к классификации примеров по значимым признакам. Алгоритм классификации включает следующие основные шаги:

- 1) Выбор классификационного признака из множества возможных;
- 2) Разбивка множества примеров на совокупности по значению определенного признака;
- 3) Проверка принадлежности каждой совокупности примеров одному из классов;
- 4) Проверка окончания процесса классификации по совпадению классификационного признака;
- 5) При несовпадении признаков процесс повторяется заново.

Процесс на основе индуктивной системы может быть представлен в виде дерева решений, в котором в промежуточных узлах находятся значения признаков последовательной классификации, а в конечных узлах – значения признака принадлежности определенному классу.

Пример построения дерева решений на основе таблицы примеров (таблица 1) представлен на рис. 1.

Таблица 1 – Процесс классификации индуктивной системы

| Классообр.признак | Признаки классификации | | | |
|-------------------|------------------------|-------------|-----------|----------|
| | Спрос | Конкуренция | Издержки | Качество |
| Низкая | низкий | маленькая | маленькие | низкое |
| Высокая | низкий | маленькая | большие | высокое |
| Высокая | высокий | маленькая | большие | низкое |
| Высокая | высокий | маленькая | маленькие | высокое |
| Высокая | высокий | маленькая | маленькие | низкое |
| Высокая | высокий | маленькая | большие | высокое |

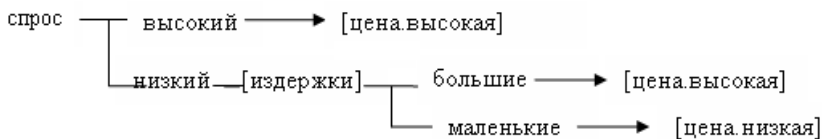


Рисунок 1 – Процесс классификации в виде дерева решений

Анализ новой ситуации сводится к выбору ветви дерева, которая полностью определяет эту ситуацию. Поиск решения осуществляется в результате последовательной проверки признаков. Каждая ветвь дерева соответствует одному правилу решения:

Если спрос = «низкий» и издержки = «маленькие»

То цена = «низкая».

То есть, обобщение примеров от частного к общему сводится к выявлению подмножеств примеров, относящихся к одним и тем же подклассам, и определению для них значимых признаков.

В результате обучения системы автоматически строятся обобщенные правила, которые определяют принадлежность ситуаций классам, которыми данная система пользуется при истолковании новых возникающих ситуаций. Так как база автоматически корректируется по мере накопления опыта реальных ситуаций, сокращаются затраты на ее создание и обновление.

Индуктивные системы могут стать составной частью в технологии производств. Об этом говорит возможность проще преодолевать сложности, когда сложности управления возникают в том случае, как приходится делать выбор из множества возможных решений. Индуктивные системы способны уменьшить информацию до того уровня, который необходим для принятия решения. Данные системы предполагают координирование с другими звеньями процесса или объекта, чем решается проблема координации. Таким образом, интеллектуализация информационных систем управления, поддержка принятия решений является значимым и важным для экономики и бизнеса направлением.

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ РІЗКИХ КОЛИВАНЬ ВАЛЮТНОГО КУРСУ

Стрельченко І.І., Солодовникова О.В., Чорна Т.О.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Постановка проблеми. В умовах формування в Україні умов та правил визначення вартості національної грошової одиниці в режимі плаваючого курсу з таргетуванням інфляції, відповідно до рекомендацій Міжнародного валютного фонду, особливо важливою є задача формування системи показників для оцінки ризиків коливань валютного курсу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Впливу на вартість грошової одиниці механізмів інтеграції економік різних країн, прискорення обертання капіталопотоків, валютного регулювання присвячено праці вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких: О.І. Береславська, В.М. Геєць, Н.І. Гребеник, О.В. Дзюблук, Р. Дуттагупта, Ч. Карачадаг, Р. Карбау, С.О. Кораблін, В.І. Міщенко, О.І. Петрик, І.В. Співак, В.С. Стельмах, Г. Фернандес, Ю.М. Шамшетдінов, А.В. Шаповалов, О.А. Щербакова та ін.

Визначення мети дослідження. Дане дослідження має на меті відбір та обґрунтування системи показників для оцінки ризиків коливань вартості національної грошової одиниці в умовах переходу до режиму плаваючого валютного курсу та інтеграції національної економіки до світової.

Викладення основного матеріалу дослідження. На сьогодні існує два погляди на формування і передбачення ціни валюти: фундаментальний та технічний аналіз, кожний з яких має власних прибічників та критиків. Фундаментальний аналіз передбачає макроекономічний підхід до вирішення проблеми і заснований на вивченні основних макроекономічних показників країни, курсу валюти якої розглядається; останніх новин та чуток на фінансових ринках, зокрема заяв та звітів оприлюднених першими особами найбільших світових банків; а також тенденцій та динаміки на наближених до обраної

грошових систем. Такий підхід ускладнюється неможливістю на практиці врахувати при побудові математичної моделі усіх перерахованих чинників, а отже і не дає бажаних результатів для трейдерів.

На протривагу цьому прихильники технічного аналізу зосереджують свою увагу виключно на відповідному візуальному представленні даних – графіках зміни прямих котировок валют. При цьому, для визначення пануючої на ринку в даний момент тенденції використовуються два типи індикаторів: продовження тенденції та осцилятори. Відповідно до назви, перші вказують на сталість та продовження на ринку існуючої динаміки руху, в той час як другі намагаються відмітити переломний момент на ринку та необхідність, залежно від ситуації, закриття чи відкриття позицій. Недоліком усіх технічних індикаторів є запізнення в часі відповідних сигналів, і в разі різкої зміни ситуації на ринку трейдер ризикує втратити все.

Отже, головною практичною метою прогнозування валютного ринку є випереджуване повідомлення про зміну тренду, яке дасть змогу для вчасного реагування з боку учасників ринку.

Використання з цією метою стандартних економетричних моделей не дає бажаного результату, бо спрощення, які накладаються в процесі їх побудови, стирають існуючі в системі оригінальні зв'язки та не відображають структури даних. Окрім цього варто врахувати, що в даному випадку моделювання можливе лише на основі даних єдиного вихідного часового ряду, і відсутні відомості, чи матеріали про впливаючі фактори, які б мали відповідну частоту.

В сучасних умовах поглиблення інтеграційних процесів та дифузій фінансових ринків для зміцнення системи оцінки та прогнозування вартості національної грошової одиниці на перший план висуваються нові макроекономічні показники, що відображають ці новітні процеси в грошовому обігу. Зокрема доцільно використовувати такі індикатори як

1. індекс гнучкості валютного курсу (*FLT*):

$$FLT_t = \frac{ME_t}{MR_t} = \frac{\sum_{k=0}^{11} |E_{t-k} - E_{t-k-1}| / E_{t-k-1}}{\sum_{k=0}^{11} |R_{t-k} - R_{t-k-1}| / H_{t-k-1}}, \quad (1)$$

де E_{t-k} – номінальний обмінний курс k місяців до поточного моменту t , R_{t-k} – чисті валютні резерви без урахування золотих резервів у $t-k$ -му місяці, H_{t-k} – обсяг грошової маси у $t-k$ -му місяці [1].

2. індекс тиску на валютному ринку (*EMP*). Компонентами індексу тиску на валютний ринок є відношення сукупних кредитів Центрального банку, що надані банківській системі, до сукупних небанківських депозитів в банківському секторі та реальна короткострокова відсоткова ставка:

$$EMP_t = \frac{\Delta \gamma_t}{\sigma_{(\Delta \gamma)}} + \frac{\Delta r_t}{\sigma_{(\Delta r)}} \quad (2)$$

де $\Delta \gamma_t$ та Δr_t – зміна відношення сукупних кредитів Центрального банку до депозитів та зміна реальної короткострокової відсоткової ставки, σ – стандартні відхилення даних показників [2].

Наведені індекси, на думку авторів, можуть бути використані в комплексній оцінці негативних змін в динаміці валютного курсу. Для підтвердження даного припущення у подальшій роботі планується проведення попереднього тестування обраних індикаторів щодо наявності взаємозв'язку між ними та динамікою зміни вартості національної грошової одиниці для різних періодів запізнення. Зокрема доцільно провести тест Гренджера на каузальність для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між рядами показників.

Висновки. На відміну від товаровиробничого сектора економіки, грошово-кредитна сфера є більш мобільною по своїй природі. Витрати і час на створення нового продукту в ній значно менші, ніж, наприклад, у промисловості, де вирішальну роль грають якість і структура основного капіталу, складності в зміні технологій, сформовані корпоративні зв'язки. Проте вплив, що здійснює фінансовий сектор економіки на динаміку розвитку реального сектору економіки, є надзвичайним. В умовах стрімкого розвитку експортно-імпорتنних операцій, інтеграції економіки України до світової дуже важливою стає проблема прогнозування курсу гривні. Однією з особливостей цього процесу стає потреба передбачення різких коливань її динаміки, як спекулятивного так і об'єктивного характеру. В роботі авторами запропоновано використати для оцінки динаміки валютного курсу наступних показників:

1. *FLT* – індекс гнучкості валютного курсу;
2. *EMP* – індекс тиску на валютному ринку

Використання цих показників дозволить покращити прогнозні можливості моделі та врахувати очікування, що панують серед учасників ринку (індекс *EMP*), а також адекватність політики курсоутворення Національного банку (індекс *FLT*).

Подальші дослідження в цьому напрямку передбачають тестування обраних індикаторів на різних історичних даних, відмінних горизонтах прогнозування та для визначення часових лагів, що притаманні таким залежностям. Зокрема потрібно провести відомий тест Гренджера для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між обраними показниками та курсом національної грошової одиниці.

Список літературних джерел.

1. Poirson H. How Do Countries Choose Their Exchange Rate Regime? // H. Poirson // IMF Working Paper. – 2001. – No. WP/01/46. – 33 p.
2. Kaminsky G.L., Reinhart C.M. On Crises, Contagion, and Confusion // J. Of International Econ. – 200). – Vol. 51. – P. 145–168.

ПОБУДОВА СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ФІНАНСОВОГО СЕКТОРУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Стрельченко І.І., Федосенко О.В.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Задачам оцінки економічної безпеки присвячена значна кількість досліджень. Серед засновників даного напрямку: В. Абрамов, З. Варналій, Т. Клебанова, Т. Ковальчук, Д. Ляпін, І. Мазур, О. Маліновська, В. Мунтіян, Г. Пастернак-Таранушенко, Н. Реверчук, В. Сенчагов, А. Сухоруков, Т. Хайлова, В. Шлемко та інші.

Мета даної роботи – розробка комплексної структурної моделі оцінки безпеки фінансового сектору національної економіки. Під час побудови такої моделі потрібно врахувати наступне:

1. поділ фінансового сектору на окремі фінансові ринки, відповідно до класифікації фінансових відносин, що їм притаманні;
2. визначення базових характеристик для кожного сектора моделі та методів їх опису.

Способи оцінки економічної безпеки країни за своєю суттю є схожими. Так вони передбачають обчислення одного агрегованого індексу економічної безпеки та системи підпорядкованих індексів, що відображають збалансованість роботи основних секторів економіки. Сутність методик оцінки економічної безпеки полягає в періодичному обчисленні такої системи індикаторів та наступне порівняння одержаних кількісних оцінок зі шкалою нормативних значень. Основні дискусії ведуться щодо технічної реалізації описаної системи:

1. алгоритму зведення масиву різновимірних показників до єдиної шкали та масштабу;
2. методики обчислення агрегованого індексу та субіндексів;
3. визначення розміру ваг-пріоритетів при обчисленні підсумкової оцінки національної безпеки;
4. структури субіндексів.

Було окреслено ситему вимог та обмежень до майбутньої системи моделей:

1. З метою реалізації одночасного моніторингу динаміки кожного з трьох видів фінансових ринків (валютний ринок, кредитний ринок, сектор міжнародних запозичень та зобов'язань державних органів влади, національних корпорацій) потрібно виділити в структурі моделі відповідну кількість окремих блоків [1-2].

2. Процедура відбору потенційних індикаторів повинна передбачати обчислення простих або складених показників, що є найбільш чутливими до негативних процесів в економіці та відноситись до кожного окремого блоку моделі.

3. Математичний інструментарій для опису системи правил, що визначатимуть міру імовірності настання кризових процесів на фінансових ринках, має бути гнучким та не залежати від проблеми невеликих обсягів масиву вхідної інформації, що є актуальною, в першу чергу, для дослідження економіки країн з перехідною економікою, до яких за класифікацією МВФ належить Україна.

Враховуючи встановлені вимоги, будемо розглядати кожен з трьох секторів фінансового ринку з точки зору теорії систем [3]. Та вважатимемо, що різкі зміни у динаміці індикатора, котрі вказують наближення кризових явищ, є наслідком попередніх комплексних змін у внутрішніх характеристиках системи. На думку авторів, така система моніторингу не повинна мати «запізнення» сигналу, притаманне традиційним моделям.

Майбутня модель матиме тривірневу структуру. На першому рівні вектор вхідних показників буде розподілений між трьома незалежними блоками, відповідно до класифікації фінансових відносин.

На другому рівні моделі відбувається оцінка рівня згальної економічної безпеки.

Третій рівень комплексної структурної моделі повинен містити механізм для оцінки імовірності негативних змін у фінансовому секторі економіки.

Для реалізації описаної системи комплексного моніторингу та оцінки економічної безпеки фінансового сектору економіки автори пропонують використати математичний інструментарій теорії нечіткої логіки. Так створена на її базі система правил є адаптивною по відношенню до можливих змін зовнішнього агресивного середовища, доповнень або уточнень вхідних параметрів. Також це дозволить зменшити вплив на остаточні результати обмежень на обсяг початкових масивів даних. Інтерфейс майбутньої системи може бути створений у матричній лабораторії MatLab R2012. Зокрема вона має вбудовані модулі для розробки моделей нечіткої логіки FuzzyLogic та нейромереж Neuro [4].

В роботі проведено аналіз та запропонована класифікація існуючих підходів до прогнозування кризових процесів на фінансових ринках. Виділено їх основні недоліки. Запропоновано систему вимог до створення комплексної структурної моделі моніторингу, аналізу та оцінки негативних змін у фінансовому секторі економіки. Розроблена її функціональна структура. З метою підвищення ефективності даної моделі до її складу включено окремий блок, що реалізує всебічну оцінку економічної безпеки. Вказано на необхідність паралельної оцінки стану інформаційної та військової безпеки. Запропоновано включити до існуючої методики розрахунок інтегрального показника чутливості економіки до рапових змін зовнішнього середовища [4].

В якості математичного інструментарію обрано засоби теорії нечіткої логіки. Обґрунтовано переваги її використання в умовах об'єктивного обмеження обсягів вхідного масиву даних.

Список літературних джерел.

1. Kaminsky G. Bank Lending and Contagion: Evidence from the East Asian Crisis / G. Kaminsky, C. Reinhart // *Regional and Global Capital Flows: Macroeconomics Causes and Consequences*. – Chicago : University of Chicago Press, 2001. – P. 73–116.

2. Kaminsky G. Leading indicators of currency crises / G. Kaminsky, S. Lizondo, C. Reinhart // *IMF Staff Papers*, 1998. – Vol. 45. – P. 1–48.

3. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М. : Наука, 1978. – 439 с.

4. Стрельченко І.І. Комплексна структурна модель моніторингу, оцінки та прогнозування негативних тенденцій на фінансовому ринку / І.І. Стрельченко // *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. – 2015. – Вип. 13. – С. 104–109.

СВІТОВІ ТА УКРАЇНСЬКІ ТЕНДЕНЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ Фоменцова К.А., Науменко Н.Ю.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Метою роботи є дослідження світових та українських тенденцій використання управління проектами, як одного з важливіших механізмів ринкової економіки, визначення перспектив розвитку управління проектами в Україні.

На сьогоднішній день управління проектами (УП) є визнаною в усьому світі професійною дисципліною. Методологія і засоби УП широко використовуються в усіх сферах ціленаправленої і проектно-орієнтованої діяльності.

Управління проектами (УП) – професійна діяльність, заснована на використанні сучасних наукових знань, навичок, методів, засобів і технологій та орієнтована на отримання ефективних результатів.

Можна виділити основні тенденції на ринку управління проектами:

1) змінюється бізнес-середовище, яке все більш змушує компанії до організації бізнесу за допомогою проектів та проектного управління;

2) швидке зростання ринку сертифікації, освіти та тренінгів в області управління проектами;

3) висока конкуренція між сервісами, пропонованими на базі різних стандартів УП;

4) кризові явища в світовій економіці викликають особливу потребу в професійному управлінні проектами, програмами, портфелями.

В останні роки уряди таких країн як США, Німеччина, Японія, Франція та інші все більш використовують у повсякденній діяльності методи і засоби УП. Майже кожний чиновник уряду США використовує на своєму робочому ПК програмні засоби у складі набору стандартних пакетних програм. Дані засоби застосовуються для управління федеральними програмами і проектами, а також – для здійснення управлінських функцій усередині урядового апарату. Методи і засоби УП в останні роки активно застосовуються і в державному управлінні США, Німеччини, Японії, Франції, Китаю, Росії, України та інших країн.

В Україні в системі виконавчої влади діє Державне агентство з інвестицій та управління національними проектами України. Агентство працює на проектній основі, що означає: реалістичність, певний термін реалізації та чіткі показники впливу на економіку України. УП сьогодні є одним з важливіших механізмів ринкової економіки. У розвинених країнах він використовується практично у всіх проектах, в Україні – не більше 1,5-2% від їх загальної кількості. У той же час використання сучасної методології і інструментарію УП дозволяє зазвичай зекономити біля 20-30% часу і біля 15-20% засобів, що витрачаються на здійснення проектів і програм. І це – в європейських країнах, де виконання проекту відбувається з найменшими збитками, ніж в Україні. В Україні, де організаційна система і методи керування слабше, ніж в європейських країнах, ефект від впровадження УП буде ще більшим [1].

УП можна вважати новим видом «управлінської культури», яка дозволяє виконати перехід від хаосу і спонтанного розвитку «у точках росту» до розвитку цілеспрямованого і планомірного, від окремих проектів і програм через проектно-

орієнтовані організації і компанії до проектно-орієнтованого бізнесу і суспільству в цілому, як до великих систем, що розвиваються.

Діяльність організацій і підприємств зводиться до трьох основних напрямків:

- проектно-орієнтований (коли на вході – контракт, на виході – виконані замовлення, наприклад будівництво);
- серійне виробництво (наприклад діяльність молочного комбінату);
- змішаний.

Місце і роль УП в управлінській діяльності наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Місце і роль управління проектами в управлінській діяльності

| Види управління | Види діяльності | | |
|---|-----------------------|---------------------|----------|
| | Проектно-орієнтований | Серійне виробництво | Змішаний |
| Загальне управління | 10-15% | 10-15% | 10-15% |
| Управління проектом | 85-90% | 40% | 20% |
| Управління виробництвом | 0 | 45% | 65-70% |
| Частка виду діяльності в економіці | 30 | 20 | 50 |
| Частка управління проектами в економіці | 27 | 8 | 10 |

Треба відмітити, що за останні роки створено об'єктивні передумови для широко масштабного розвитку та застосування управління проектами в Україні. Соціально-економічний розвиток України багато в чому залежить від рівня розвитку та застосування професійного управління проектами та програмами у всій вертикалі влади, а значить і від кількості підготовлених керівників і фахівців, що володіють методологією і засобами управління проектами. Тому управління проектами сьогодні потрібно ставити в розряд державної політики, як одне з найважливіших основних її напрямків. Для підтримки УП на рівні держави необхідно:

- розробити та затвердити основи державної політики в галузі розвитку управління проектами та програмами;
- створити систему мотивації і забезпечити підтримку розвитку та застосування в УП з боку законодавчої та виконавчої влади, ділових кіл, громадськості та засобів масової інформації, як одному з пріоритетних напрямів соціально-економічного розвитку України у майбутньому;
- інтенсифікувати перепідготовку та підвищення кваліфікації керівників усіх рівнів для освоєння технологій професійного управління проектами та програмами;
- сприяти створенню мережі регіональних представництв професійних асоціацій, навчальних та сертифікаційних центрів з УП;
- створити і розвивати комплексну навчально-методичну базу з управління проектами, видання навчальної та спеціальної літератури та журналів.

Список літературних джерел

1. Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" – <http://www.eco-nomy.nauka.com.ua/?op=1&z=4154>.
2. Держава.Бізнес.ІТ.TARVISER – <http://www.tadviser.ru/index.php>.

ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Чупило Р. Л., Науменко Н.Ю.

ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

В умовах розвитку ринкової економіки в Україні, посилення конкуренції, не виробництво визначає обсяг продажу продукції, а навпаки, можливий обсяг продажу є основою розробки виробничої програми. Підприємство може виготовляти лише ту продукцію і в такому обсязі, яку воно може реально реалізувати. Тому аналізу обсягів реалізації продукції на промислових підприємствах приділяється першочергова увага. Досягнення високого рівня управління підприємством та планування його розвитку в складних умовах ринку потребує використання економіко-математичних методів, у тому числі і методів моделювання, прогнозування, індексного методу та інших.

Обсяг виробництва та реалізації продукції на підприємствах обчислюється як у натуральних, так і у вартісних одиницях. Основним вихідним методом обліку є натуральний, тобто облік продуктів у властивих їм фізичних одиницях вимірювання. Такий облік є необхідною основою для інших способів обліку продукції. Тому в рамках підприємства організують загальний облік продукції у натуральних вимірниках на основі облікової номенклатури - спеціального переліку усіх різновидів продукції [1].

Обсяг реалізації пов'язує воедино процеси виробництва і обертання, як своєрідний індикатор стану виробництва, суспільної корисності виготовленої продукції. Реалізація продукції – це ланка зв'язку між виробником і споживачем. Від того, як продається продукція, який попит на неї на ринку, залежить обсяг її виробництва, а також конкурентоспроможність підприємства.

На обсяг реалізації продукції впливає безліч чинників (факторів). На промислових підприємствах для аналізу динаміки обсягу реалізації продукції (під реалізованою розуміють сплачену продукцію) та впливу на його формування факторів доцільно використовувати таку функціональну модель:

$$РП = \frac{РП}{ВВП} \cdot \frac{ВВП}{ТП} \cdot \frac{ТП}{ВП} \cdot ВП ,$$

де РП – обсяг реалізованої (сплаченої) продукції, ВВП – обсяг відвантаженої продукції, ТП – обсяг товарної продукції (продукції, призначеної для реалізації), ВП – обсяг валової продукції (загальний обсяг усієї виготовленої продукції). Скорочено функціональну модель можна записати у такому вигляді:

$$РП = K_p \cdot K_{ВВ} \cdot K_T \cdot ВП ,$$

де K_p – коефіцієнт реалізації, який показує, скільки гривень реалізованої продукції припадає у середньому на 1 грн. відвантаженої у даному періоді продукції, $K_{ВВ}$ – коефіцієнт відвантаження, який показує, скільки гривень

відвантаженої продукції припадає у середньому на 1 грн. виготовленої товарної продукції, K_T – коефіцієнт товарності, який показує скільки гривень товарної продукції припадає у середньому на 1 грн. виготовленої валової продукції.[2]

Чим більшим є коефіцієнт реалізації, тим швидше оплачується продукція, і отже, краще працюють фінансові служби підприємства. Чим більшим є коефіцієнт відвантаження, тим швидше здійснюється відвантаження готової продукції, і, отже, краще працюють збутові служби підприємства. Чим більшим є коефіцієнт товарності, тим меншим є нагромадження нетоварних елементів валової продукції, отже, краще працюють служби внутрішньовиробничого оперативного планування підприємства.

Таким чином, широке використання економіко-математичних методів для аналізу показників діяльності підприємств викликає необхідність обґрунтування побудови тих чи інших моделей, урахування особливостей застосування методів моделювання для прогнозування показників на підприємствах із сезонним характером виробництва. Використання розглянутої методики дає можливість здійснювати прогнозування показників роботи таких підприємств, дозволяє спланувати більш ефективно використання усіх наявних ресурсів, а також спробувати зменшити сезонність шляхом проведення інших видів робіт у той час, коли сезонна хвиля йде вниз.

Список літературних джерел

1. Осипов В.І. Економіка підприємства: Підручник. - Одеса: „Маяк”, 2005. - 724 с.
2. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Навч. пос. – Київ: Атіка, 2011.

УДК 539.3

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГОСЛОЙНОЙ ОРТОТРОПНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ОТВЕРСТИЯМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ Власов О.И., Каиров А.С.

Донецкий национальный университет, Винница, Украина

Исследования выполнены в рамках программы фундаментальных исследований Министерства образования и науки Украины (проект № 0116U002522)

Проблема улучшения виброакустических характеристик и снижения весогабаритных показателей является особенно актуальной для оболочечных конструкций, применяемых в машиностроении, ракетно-космической технике и подверженных интенсивным динамическим нагрузкам. Наличие отверстий, многослойности и ортотропии материала создает локальную инерционную неоднородность оболочечной системы и оказывает существенное влияние на ее основные динамические характеристики. Данной проблеме посвящены работы ряда зарубежных и отечественных авторов, в которых используются различные подходы для исследования частотных характеристик оболочек [1-7].

Работа посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния, свободных и вынужденных колебаний тонкостенной цилиндрической оболочки вращения при динамическом нагружении.

Разработан эффективный численный алгоритм и программное обеспечение. Учитываются различные варианты граничных условий и конструктивные особенности. Рассматриваются вопросы численной реализации алгоритма, устойчивости и сходимости полученных решений.

Математическая модель динамического поведения рассматриваемой конструктивно неоднородной оболочки с отверстиями построена на основе линейной теории тонких упругих оболочек, в рамках гипотез Кирхгофа-Лява. Задача решается методом Рунге. Для вывода уравнений колебаний и определения амплитудно-частотных характеристик неоднородной оболочки применяется вариационный принцип Лагранжа, согласно которому:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial q} = F \quad (1)$$

где $\mathcal{E} = \Pi - T$ – функция Лагранжа;

Π, T – потенциальная и кинетическая энергии деформации и колебаний дискретно подкрепленной оболочки;

q – обобщенные перемещения оболочечной конструкции;

F – вектор внешних сил.

При исследовании свободных колебаний принимаем $F = 0$. Для решения задачи модального анализа для определения собственных чисел и векторов системы (1) используется алгоритм Хаусхолдера в сочетании с обратными итерациями.

Гармонический анализ вынужденных колебаний рассматриваемой оболочки выполняется с использованием метода суперпозиции мод. Амплитуды колебаний оболочки, возбуждаемые k -ой гармоникой возмущающей силы, определяются методом прямого решения уравнений ее вынужденных колебаний, получаемых из системы (1), на основе разложения перемещений по ранее вычисленным в модальном анализе главным формам свободных колебаний. С использованием полученных значений амплитуд вынужденных колебаний оболочки, с использованием соотношений Коши и закона Гука определяются их деформации и напряжения.

Численные исследования выполнены для трехслойной ортотропной оболочки, ослабленной прямоугольными отверстиями с свободным контуром. Проведен анализ влияния механических и геометрических параметров, граничных условий на напряженно-деформированное состояние рассматриваемой оболочки.

Результаты расчетов амплитуд вынужденных колебаний и соответствующих им напряжений сопоставляются с данными, полученными с использованием пакета прикладных программ ANSYS и экспериментальными данными [4, 5, 7].

Список литературных источников

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек / С.А. Амбарцумян. – М.: Наука, 1974. – 446 с.

2. Болотин В.В. Механика многослойных конструкций / В.В. Болотин, Ю.Н. Новичков.– М.: Машиностроение, 1980. – 376 с.

3. Каиров А.С. Влияние отверстий на собственные колебания подкрепленных оболочек вращения / А.С. Каиров // Теорет. и прикл. механика: Сб. науч. тр. ДонГУ. – Харьков: Основа. – 2000. – Вып.31. – С.131-137.

4. Каиров А.С. Экспериментальное исследование колебаний цилиндрических оболочек с отверстиями / А.С. Каиров // Теорет. и прикл. механика: Сб. науч. тр. ДонГУ. – Харьков: Основа. – 1997. – Вып.27. – С.121-125.

5. Методы расчета оболочек: В 5 т. / А.Н. Гузь, И.С. Чернышенко, Вал.Н. Чехов, Вик.Н. Чехов и др.; Под ред. А.Н. Гузя. – К.: Наук. думка, 1980. – Т.1: Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями. – 636 с.

6. Механика композитных материалов и элементов конструкций: В 3-х т. / А.Н. Гузь, Я.М. Григоренко, И.Ю. Бабич и др. – К: Наук. думка, 1983. – Т.2: Механика элементов конструкций. – 464 с.

7. Механика композитов: В 12 т. / Под ред. В.Д. Кубенко. – К.: А.С.К., 1999. – Динамика элементов конструкций: Т.9. – 379 с.

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМОЦЕНКИ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Касярум Д.В.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

За последние годы широкое распространение в учебных заведениях получили информационные системы контроля качества знаний учащихся. Независимо от моделей, заложенных в системе, и концепции ее построения все они обладают следующими свойствами: ознакомительный характер, легкость в использовании, надежность и автономность.

Большинство известных систем подобного рода предполагает наличие базы данных заданий и соответствующей базы данных ответов. Такая идеология не позволяет в полной мере обеспечить выполнение последнего условия, а именно надежности и автономности системы. Базы данных заданий ввиду их ограниченного объема должны периодически обновляться, соответственно должны обновляться базы данных ответов. При заполнении этих баз неизбежны ошибки, вызванные человеческим фактором.

В работе предлагается новый подход к проектированию интеллектуальной информационной системы [1], лишенной, на взгляд автора, таких недостатков. Предлагаемая система не содержит баз данных с заданиями и ответами. Вместо этого в системе заложена база правил на основе семантических сетей [2], согласно которым формулируются условия заданий по четырем разделам школьного курса математики: системы линейных алгебраических уравнений, определенный интеграл (интегралы от степенных, дробно-рациональных, иррациональных функций), теория вероятности и основы аналитической геометрии. На главной странице система имеет встроенную инструкцию по каждой из тем, по которой проводится оценка знаний.

Конкретные условия задачи и числовые данные формулируются на основе лингвистических формул заданий, прописанных в базе правил. Отдельные объекты и числовые данные подставляются в лингвистическую формулу на основе значений случайных чисел. Система содержит программные модули, обеспечивающие проверку корректности сформулированной задачи и, при необходимости, изменения ее условия, решение формализованных задач и формирование файла ответов, которые сопоставляются с ответами, введенными учащимися.

Система имеет доступ через интернет, то есть каждый ученик и учитель в любое время имеет возможность ее использования с целью проверки и улучшения своих знаний. Программа полностью бесплатна, требуется только регистрация и указание своего заведения.

Уровень сложности задания определяется пользователем системы. Время решения отдельных заданий и критерии оценивания устанавливаются на основе экспертных оценок преподавателей кафедры высшей математики Украинского Государственного химико-технологического университета. Апробация данной системы в Энергодарском многопрофильном лицее показала удобство использования и эффективность оценки знаний.

Список литературных источников

1. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход. / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: «Вильямс», 2006. – 1408 с.
2. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. / Д.В. Смолин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.



ON-LINE ИНСТРУМЕНТАРИЙ В УПРАВЛЕНИИ БИЗНЕСОМ

Набор приложений разработанных компанией 5pm представляет собой on-line инструментарий в управлении бизнесом, обладающий широким набором возможностей, но простых в использовании:

6. 5pm – www.5pmweb.com
7. smartQ – www.smartqweb.com
8. 8am – www.8amweb.com
9. spiderscribe – www.spiderscribe.net
10. firefly – www.fireflyapp.com



Приложение 5pm представляет собой приложение класса Project Manager, главной задачей которого является управление проектом в целом: проектирование и расстановка приоритетов, планирование задач, контроль и отслеживание прогресса и времени выполнения, взаимодействие между членами команды, создание отчетов, а также оперативное решение проблем.



Приложение smartQ – это визуальная доска задач, данные на которой представлены в виде так называемых «тикето» (билетов). Данное приложение подходит для любого рабочего процесса, выполнение которого можно разбить на стадии.



Приложение 8am предназначено для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности, для оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними. С его помощью просто создавать или импортировать контакты; писать заметки, прикрепляя к ним файлы; создавать календари, добавлять в них события, задачи, напоминания; осуществлять поиск необходимых сведений.



Spiderscribe – это приложение для построения диаграммы-связей так называемой карты мыслей (англ. Mind map). Приложение предоставляет широкий набор возможностей для создания диаграмм и для работы над ними совместно с другими людьми.



Firefly – приложение предназначенное для командной разработки дизайнов, обсуждения и обмена идеями для быстрого получения наилучшего результата.

Для использования перечисленных сервисов не нужно покупать сервера, устанавливать и настраивать ПО, заботится о хранении и резервировании данных. Достаточно иметь ПК или планшет с веб-браузером. Обо всем остальном позаботились разработчики.

Перечисленное выше это только часть возможностей данных инструментов. Разработчики постоянно расширяют состав задач, решаемых этими приложениями, вводятся новые возможности, улучшаются алгоритмы и внешнее оформление.



Agilie - мобильные и веб-решения для бизнеса и повседневной жизни

Компания Agilie занимается разработкой, поддержкой и продвижением мобильных и веб-приложений.

Наша специализация - это:

- **Мобильные приложения** для операционных систем iOS и Android;
- **Адаптивные веб-сайты** (на базе технологии RubyOnRails);
- **Productdesign** - от разработки концепции до создания UI и UX.

Более шести лет работы в сфере информационных технологий и практика тесного взаимодействия с клиентами позволяют нам создавать конкурентоспособные продукты мирового уровня.

Также, мы предлагаем клиентам помощь в развитии их бизнеса, используя собственный опыт и широкий спектр технических инструментов.

Все это позволяет создавать продукты ориентированные как на Business-to-Business, так и на Business-to-Consumer рынки.

Наши проекты

За нашими плечами - более 200 проектов различного уровня сложности, работая над которыми,

мы получили экспертизу в разработке проектов для самых разных сфер бизнеса и развлечений.

Среди них:

- Трансляция потокового видео по запросу и в режиме реального времени
- Мобильные сервисы по вызову такси
- Сервисы с использованием технологии дополненной реальности
- Геолокационные сервисы
- Мобильные приложения для электронной коммерции
- Мобильные приложения для продвижения и расширения услуг ресторанов, кинотеатров, гостиниц и автосалонов
- Приложения для тайм-менеджмента
- Новостные сайты
- Приложения для AppleWatch.

Мы ищем таланты!

Agilie – это еще и дружная команда талантливых, прогрессивных и энергичных людей, объединенных страстью к инновационным технологиям и желающих постоянно развиваться творчески и профессионально.

Мы всегда ищем талантливых людей, которые хотят реализовать себя в следующих ролях:

- Android-разработчик;
- iOS-разработчик;
- Web-разработчик;
- Дизайнер UX/UI;
- QA-специалист;
- Менеджер по продажам.

Присоединяйтесь!

Наш сайт: <https://agilie.com>

Команда Agilie



PFSoft - команда высококвалифицированных специалистов, реализующих передовые технологии в сфере разработки программного обеспечения для широкого спектра финансовых рынков по всему миру.

Благодаря честности, ответственности, желанию, простоте и целеустремленности, мы создали компанию, где идеи превращаются в реальность, люди процветают и достигают успеха. Наша цель состоит в том, чтобы обеспечить технологию, которая впечатлит пользователя практичностью и комплексным подходом. Мы продвигаем и реализуем творческие идеи и передовые решения.

Один из главных продуктов компании - *Protrader* - мультирыночный торговый терминал с обширным функционалом и удобным интерфейсом для розничных брокеров, банков и бирж. Приложение для персонального компьютера имеет наиболее широкий набор функций, которые позволяют проводить технический анализ, торговать в один клик, управлять хедж-фондами, разрабатывать и запускать алгоритмические стратегии и т.п. Кроме того, для удобного и более быстрого доступа к рынку, платформа

представлена в виде мобильных приложений для Android и iOS.

Главной особенностью Protrader является не идеальная платформа, но плодотворная совместная работа с нашими клиентами, что, собственно, и создает идеальную платформу. Наш девиз и единственная идея, соответствующая нашему стилю жизни гласит: *“Чтобы оставаться на вершине, ты не должен останавливаться на достигнутом”*.

Второй, но не менее важный продукт - **PTMC (ProTrader Multi-Connect)** - профессиональное торговое приложение, позволяющее подключиться к любому существующему брокеру через его API.

PTMC - платформа для всех. Каждый трейдер, от новичка до профессионала, может найти свое место в PTMC. Кроме того, большой набор функций обеспечен широким набором настроек, который вы не найдете ни в одной другой торговой платформе. Основываясь на нашем аналитическом многолетнем опыте, мы отобрали самые популярные торговые функции и включили их в функционал PTMC.

Главной особенностью платформы является ее мульти-брокерное подключение, ведь при смене брокера клиенту не придется заново адаптироваться к новому софту.

В настоящее время компания обслуживает различных участников рынка из США, Канады, Австралии, Японии, Индии, Новой Зеландии, Китая, Турции, России, Великобритании, Польши и Южной Африки. А также имеет офисы не только в Украине, но и в Польше, Индии, Китае и Бразилии.

МАТЕРІАЛИ
II Всеукраїнської науково-технічної конференції
з міжнародною участю
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Шеф-редактор: д.т.н., проф. Зеленцов Д.Г.
Комп'ютерна верстка
та коректура: к.т.н., доц. Науменко Н.Ю.
к.т.н., доц. Коротка Л.І.

Оригінал-макет виготовлено
кафедрою Інформаційних систем ДВНЗ УДХТУ

Підписано до друку 20.10.2016. Формат 60x84 1/16.
Папір офсетний. Умов.друк.арк. 17,44
Тираж 100 прим. Замовл. №03/10

Кольороподіл і друк ТОВ «Спринт»
Україна, 49000, м. Дніпро, вул.Комсомольська, 29
Тел.(0562) 360-130, sprint.ok@mail.ru