

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



Кафедра  
Інформаційних  
Систем

**Конференцію проведено  
за підтримки:**



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

Матеріали III Міжнародної  
науково-технічної конференції  
1-3 листопада 2017

м. Дніпро

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

**МАТЕРІАЛИ**

**III Міжнародної науково-технічної конференції  
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА  
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

**МАТЕРИАЛЫ**

**III Международной научно-технической конференции  
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
ОПТИМИЗАЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

**MATERIALS**

**III-rd International scientific-technical conference  
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF  
COMPLEX SYSTEMS**

**1-3 листопада 2017 року  
м. Дніпро**

УДК 004.94+004.89-048.34 (082)  
К63

*Збірник друкується за рішенням  
Вченої ради ДВНЗ УДХТУ протокол №9 від 28 вересня 2017 р.*

Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2017): матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції (м. Дніпро, 1-3 листопада 2017 року) / Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет». – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 338 с.

ISBN 978-966-494-054-9

У збірнику наведено тези доповідей III Міжнародної 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-2017)  
тел. 0562 – 47-38-77

Web-сайт кафедри: <http://orgconf.com>  
<http://xt.dp.ua>

E-mail: [kmocc\\_kis@ukr.net](mailto:kmocc_kis@ukr.net)

УДК 004.94+004.89-048.34 (082)  
К63

ISBN 978-966-494-054-9

© Кафедра Інформаційних систем  
ДВНЗ УДХТУ, 2017

## **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:**

Mamedov A.T. Professor, Dr. Tech. Sc.

Milenin Andrij Professor, Dr. Hab. inž.

Musayev V.H. Professor, Dr. Tech. Sc.

Shary Sergey P. Professor, Dr. Ph.-m. Sc.

Starovoitov E.I. Professor, Dr. Ph.-m. Sc.

Zilinskas Julius Professor, Dr. (HP)

Алексєєв М.О. д.т.н., професор

Гнатушенко В.В. 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

Петренко М.Г. д.т.н., професор

Федоров Є.Є. д.т.н., професор

Федорович О.Є. д.т.н., професор



## ЗМІСТ

<b><u>СЕКЦІЯ 1 ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</u></b> .....	<b>17</b>
<b>KINETIC MODELING OF THE CATALYTIC AMMONIA OXIDATION TO N<sub>2</sub>O BLIZNJUK O. N., OGURTSOV A. N., SAVENKOV A. S., MASALITINA N. YU.</b> .....	<b>18</b>
<b>MATHEMATICAL MODELING OF SLAG DYNAMICS DURING TREATMENT OF MOLTEN STEEL KRASNIKOV K. S.</b> .....	<b>20</b>
<b>ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ БАБЕНКО Ю. В., АНДРЕЄВ А. А.</b> .....	<b>21</b>
<b>О ВОЛНАХ ЛЭМБА В УПРУГОМ СЛОЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕМ С ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ БАГНО А. М.</b> .....	<b>23</b>
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ПРОМИСЛОВИХ ЗОНАХ МІСТА БЛЯЄВ М. М., РУСАКОВА Т. І.</b> .....	<b>27</b>
<b>ЧИСЛОВИЙ МЕТОД КВАЗИКОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КВАЗІДЕАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ЗА ДАНИМИ ТОМОГРАФІЇ ПРИКЛАДЕНИХ КВАЗІПОТЕНЦІАЛІВ БОМБА А. Я., БОЙЧУРА М. В.</b> .....	<b>30</b>
<b>К ВОПРОСУ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ МАСС СЛОВИЙ ЛИНИИ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ ВЫШИНСКИЙ В. Т., РАХМАНОВ С. Р.</b> .....	<b>32</b>
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И ИСКРИВЛЕННОЙ ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГОМАН О. Г., КАТАН В. А., КЛИМ В. Ю.</b> .....	<b>35</b>
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПІВІСНУВАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РЕГІОНАЛЬНИХ ІХТІОФАУН РІЗНИХ ВОДОЙМ ТЕРНОПІЛЛЯ ГРОД І. М.ШЕВЧИК Л. О.</b> .....	<b>37</b>
<b>МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ В НАНОПЛЕНКАХ ДЕРЕВЯНКО А. И.</b> .....	<b>41</b>

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ В МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЯХ ФЕРОСПЛАВНОЇ ЕЛЕКТРОПЕЧІ ШЛЯХОМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</b> <i>ДЕРЕВ'ЯНКО Д. В., КУВАЄВ В. Ю., НЕЖУРІН В. І.</i> .....	43
<b>НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ КОНСТРУКЦІЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ</b> <i>ДЕНИСЮК О. Р.</i> .....	45
<b>ГОМОГЕННІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> <i>ДИСКОВСЬКИЙ О. А.</i> .....	49
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ У РІДИНІ</b> <i>ДОРОШ Н. Л., КОМАНДИРЧИК Д. В.</i> .....	51
<b>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАБРУДНЕННЯ ВІД СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ІЗ НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ</b> <i>ІВАНКІВ К. С.</i> .....	52
<b>РЕГРЕСИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТІННИХ ЕФЕКТІВ У ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛАХ</b> <i>ІВЦЬКИЙ І. І., СОКОЛЬСЬКИЙ О. Л., МІКУЛЬОНОК І. О.</i> .....	54
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК С ПРИСОЕДИНЕННЫМИ ТЕЛАМИ</b> <i>КАИРОВ А. С., ЛАТАНСКАЯ Л. А., КАИРОВ В. А.</i> .....	56
<b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ</b> <i>КОРЧУГАНОВА О. М., ЗАЙКА Р. Г., КАНАРОВА К. І.</i> .....	58
<b>ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОКОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМ</b> <i>КОВАЛЕНКО І.Л., КОРОТКА Л.І.</i> .....	60
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ЗНОШЕНИХ ШИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</b> <i>КОЛОМІЄЦЬ О. В., БУЛИЧОВ В. В.</i> .....	63
<b>МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС РОБОТИ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ХОТТЕЛЯ-УІЛЛЕРА-БЛІССА</b> <i>КОЛОМІЄЦЬ О. В., СУХИЙ К. М., КОЗЛОВ Я. М.</i> .....	65

<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО УЗЛАМ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ</b> <i>КОСЕНКО В. В., ДАВЫДОВСКИЙ Ю. К.</i> .....	68
<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НАНЕСЕНИЕМ ШЛАКОВОГО ГАРНИСАЖА</b> <i>ЛИСНЯК Р. В., ДОЛГОПОЛОВ И. С., СИГАРЕВ Е. Н., КОСУХИНА Е. С.</i> .....	71
<b>ЗНАХОДЖЕННЯ НАЙКОРОТШИХ ШЛЯХІВ З УРАХУВАННЯМ ТРАНСПОРТНОЇ СИТУАЦІЇ НА ДОРОЗІ</b> <i>ЛИША А. О., КОСУХІНА О. С.</i> .....	76
<b>ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА</b> <i>МАНУКЯН А. А.</i> .....	79
<b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА РИНКУ ЦІННИХ ПАПЕРІВ</b> <i>МАРЧЕНКО О. О., КОСУХІНА О. С.</i> .....	82
<b>ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ</b> <i>МИХАЙЛОВА Т. Ф.</i> .....	84
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА З ВОЛЬТОВОЮ ДУГОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ</b> <i>МИХАЛЬОВ О. І., СТАНЧИЦЬ Г. Ю., ПИСЬМЕННИЙ Д. Р.</i> .....	86
<b>ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ</b> <i>ОЛЕВСКИЙ В. И., ОЛЕВСКАЯ Ю. Б.</i> .....	87
<b>КОНЦЕПТУАЛЬНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ</b> <i>ПАНЬКОВ Д. В., КИШЕНЬКО В. Д.</i> .....	91
<b>КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ МОДЕЛЬ RSA ШИФРОВАНИЯ С КЛЮЧАМИ ДЛИНОЙ ДО ПЯТИ КИЛОБИТ</b> <i>РОГОЗА Б. Е., СЕРБУЛОВА И. В.</i> .....	94
<b>МОДЕЛЬ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИПТОГРАФИИ, АДАПТИРОВАННАЯ ПОД УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ</b> <i>РОГОЗА Б. Е., СЕРБУЛОВА И. В.</i> .....	96

<b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ПТАХОФАБРИКИ СЕМЕНОВ М.І., ГАРМАШ С.М. ....</b>	<b>100</b>
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В ВИХРЕВОМ АППАРАТЕ СОКОЛОВСКАЯ И. Е. ....</b>	<b>101</b>
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМУВАННЯ ГНУЧКОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ З КРИВОЛІНІЙНИМ ОТВОРОМ СТОРОЖУК Є. А., КОМАРЧУК С. М. ....</b>	<b>105</b>
<b>ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНІ МОДЕЛІ СКЛАДНИХ КРИВОЛІНІЙНИХ ФОРМ ХОЛКОВСЬКИЙ Ю. Р. ....</b>	<b>108</b>
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПРОЦЕСІ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОТУНІВ ШАТРОВИЙ Б. В., ЛОБОВ В. И. ....</b>	<b>111</b>
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУЮВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ІНТЕРФЕЙСУ ШВАЧИЧ Г. Г., ФЕНЕНКО Т. М., ІВАЩЕНКО О. В., СТРИЖОУС М. В. ....</b>	<b>112</b>
<b><u>СЕКЦІЯ 2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ</u> .....</b>	<b>115</b>
<b>MATHEMATICAL METHODS FOR PROCESSING MULTIDIMENSIONAL DATA КОРОТКА Л. І., НИКОНЕНКО А. N. ....</b>	<b>116</b>
<b>МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВАСИЛЕНКО О. В. ....</b>	<b>117</b>
<b>ЗАДАЧІ СТОХАСТИЧНОЇ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА РОЗМІЩЕННЯХ: ПОСТАНОВКИ, ВЛАСТИВОСТІ, РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЄМЕЦЬ О. О., БАРБОЛІНА Т. М. ....</b>	<b>119</b>
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ПАЛИВ КЛИМОВ Р. О. ....</b>	<b>122</b>

<b>МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ТОВАРНИМИ ЗАПАСАМИ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ</b> <i>КОРОБКА О. О.</i> .....	125
<b>ЧИСЛЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ТОЧНОЙ КВАДРАТИЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ</b> <i>КОСОЛАП А. И.</i> .....	127
<b>МИНИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ</b> <i>КОСОЛАП А. И., БАТЫР И. С.</i> .....	130
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ПРОЦЕССОРОВ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ</b> <i>КОСОЛАП А. И., УВАРОВ И. И.</i> .....	132
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ВТУЛКА»</b> <i>КУДРЯВЦЕВ А. В., МІТІНА Н. Б.</i> .....	134
<b>ФУНКЦІОНАЛЬНА ПІДСИСТЕМА ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА</b> <i>МАМЛАЙ Б. І., КОРОТКА Л. І.</i> .....	136
<b>ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КРОНШТЕЙНУ В САД-СИСТЕМІ AUTODESK INVENTOR</b> <i>МІХЄЄНКО Д. Ю.</i> .....	138
<b>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУРАМИ ПОВЕРХОВОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ</b> <i>НЕМЧИНОВ С. І., НАЧОВНИЙ І. І.</i> .....	141
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ ТУРБІННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ РІДИН З ГІДРОДИНАМІЧНИМ ВРІВНОВАЖУВАННЯМ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ</b> <i>ПИСАРЕЦЬ А. В., КОРОБКО І. В.</i> .....	144
<b>ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ЗАДАЧИ МАКСИМИЗАЦИИ НОРМЫ ВЕКТОРА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ЭЛЛИпсоИДОВ</b> <i>РОМАНЧУК А. А.</i> .....	146
<b>ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ЧИСЕЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРИ</b> <i>РОТТ О. С., КОРОТКА Л. І.</i> .....	149

<b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ У ПРОФІЛІ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВІКОН</b> <i>СОЛОВЕЙ М. О., СЕЛІВЬОРСТОВА Т. В.</i> .....	151
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕРВЕРОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ</b> <i>СОВА К. И., КОСОЛАП А. И.</i> .....	153
<b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ АНАЛІТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ФІРМИ</b> <i>СИДОРУК А. А.</i> .....	155
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ СЕД ТА РОЗРОБКА АІУС ДОКУМЕНТООБІГУ ДЛЯ МІСЬВИКОНКОМУ МИКОЛАЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ</b> <i>СТАСЮК І. В.</i> .....	157
<b>МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДОМЕННОЙ ШИХТЫ</b> <i>ТОГОБИЦКАЯ Д. Н., БЕЛЬКОВА А. И., ЛИХАЧЕВ Ю. М., ХОДОТОВА Н. Е.</i> .....	161
<b>АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ</b> <i>УС С. А., СТАНИНА О. Д.</i> .....	165
<b>ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОНЕЧІТКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ РУДИ В КУЛЬОВОМУ МЛИНІ</b> <i>ФОРТУНА Є. О., ТИХАНСЬКИЙ М. П.</i> .....	167
<b>МЕТОД ФРАНКА-ВУЛФА ДЛЯ РЕШЕНИЯ КВАДРАТИЧНОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ</b> <i>ЧЕРНЕЦКИЙ Н. А., КОСОЛАП А. И.</i> .....	170
<b>ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГРАФОВ. МЕТОДЫ СВЯЗЫВАНИЯ РЕБЕР</b> <i>ЧЕХОВИЧ Т. Е., СТОВПЧЕНКО И. В.</i> .....	172
<b><u>СЕКЦІЯ 3 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ....</u></b>	<b>174</b>
<b>DESIGN AND SAFETY OF WIRELESS LOCAL COMPUTER NETWORKS</b> <i>HUSEYNOV N.E., HASHIMOV R.H.</i> .....	175
<b>INTERACTIVE ELEVATION MAP VISUALIZATION WITH SELECTIVE 3D RENDERING ON THE WEB</b> <i>SIERIKOV I. Y., SIERIKOVA K. Y., HNATUSHENKO V. V.</i> .....	176
<b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ МЕРЕЖІ АПТЕК «ПІГУЛКА»</b>	

<i>ГАЙДАЄНКО О. В., МОРОЗОВА Г. С., МУРЗЕНКО К. І., ОСАРЧУК В. С.</i> .....	179
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПИСЬМОВИХ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПІДХОДУ З МАЛОЮ НАВЧАЛЬНОЮ ВИБІРКОЮ</b> <i>ГНАТУШЕНКО ВІК. В., ЄГОРОВ В. О.</i> .....	181
<b>АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ ВЫБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ</b> <i>ГРИГУРКО К. В.</i> .....	183
<b>ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ БУДІВЕЛЬ НА БАГАТОКАНАЛЬНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ</b> <i>ГНАТУШЕНКО В. В., ОБИДЕННИЙ Є. О., СОКОЛОВА Н. О., ШЕДЛОВСЬКА Я. І.</i> .....	185
<b>СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНОГО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МІСТА</b> <i>ДЕРКАЧ М. В., ХИШЕВ В. О.</i> .....	187
<b>АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ</b> <i>ЗАХАРОВА И. А., МИХАЛЁВ А. И.</i> .....	189
<b>ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ</b> <i>ЗАПАСЧИКОВ А. С., КОРОТКА Л. І.</i> .....	192
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФРАГМЕНТІВ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ</b> <i>ЗУБЕНКО В. М.</i> .....	194
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ В ЗАДАЧАХ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДАНИХ</b> <i>КАШТАН В. Ю., ГНАТУШЕНКО В. В.</i> .....	196
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВОЇ АКТИВНОСТІ НЕБАЖАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b> <i>КЛІЩ С. М., ГУДА А. І.</i> .....	199

<b>ПРИМЕНЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ МИКРОСЕРВИСОВ И МОДЕЛИ TF-IDF ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ В РЕКРУТИНГЕ</b> <i>КОШКИН К. В., ВОРОНА М. В., ВАСИЛЕНКО В. В.</i> .....	201
<b>РОЗВ'ЯЗАННЯ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З НЕЧІТКИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ</b> <i>КОРОТКА Є. А.</i> .....	203
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ СТОКІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ЯК ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ</b> <i>КУЛИКОВ Д. С., МАНКО Г. І.</i> .....	205
<b>РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДОПОВНЕННЯ ОРГАНАЙЗЕР ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ</b> <i>МОЙСАК П. Ю., НАУМЕНКО Н.Ю.</i> .....	207
<b>РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОГО МОДУЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ТОРГІВЛІ АВТОМОБІЛЯМИ</b> <i>НІКЛЕС С. В., ХОРОШИЛОВ С. В.</i> .....	209
<b>ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ОЦЕНИВАНИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> <i>ОЛЕЙНИК Л. А., КРАВЕЦ М. Ю.</i> .....	211
<b>РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «РОЗРАХУНОК ІНДЕКСІВ З'ЄДНАННЯ АРОМАТИЧНИХ І ГЕТЕРОАРОМАТИЧНИХ СПОЛУК»</b> <i>ОПОЙЦЕВ О. І., НАУМЕНКО Н. Ю., ГЕРАСИМЕНКО В. О.</i> .....	215
<b>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНЦІВ</b> <i>ОСТРОВСЬКА К. Ю., БІЛОВИЙ В. А.</i> .....	217
<b>МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b> <i>ПАЛАГИН А. В., ПЕТРЕНКО Н. Г.</i> .....	219
<b>НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ У БАНКІВСЬКОЇ СФЕРІ</b> <i>ПАНЧУК В. О., КОРОТКА Л. І.</i> .....	222
<b>НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗЛИЧЕНИЯ, ИНТУИЦИИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</b> <i>ПРОКОПЧУК Ю. А.</i> .....	224
<b>ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ SEO-ТЕКСТІВ ТА КЛЮЧОВИХ СЛІВ ADWORDS</b> <i>СЕРДЮК В. О.</i> .....	226



<b>ОБНАРУЖЕНИЕ ФРОДА И ТЕХНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СЕТЯХ VOIP</b> <i>СМИДОВИЧ Л. С.</i> .....	228
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОШУКУ ДЛЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ</b> <i>СОКОЛ А. О.</i> .....	229
<b>БАЗА ДАННЫХ «ШЛАК» - ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ДЛЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ</b> <i>СТЕПАНЕНКО Д. А., ЛИХАЧЕВ Ю. М., ЦЮПА Н. А., АНДРИЕВСКИЙ Г. А.</i> .....	232
<b>ПРОГРАММА ВИБОРУ ЦИФРОВОГО ПРОЦЕСОРУ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ЗА ПАРАМЕТРАМИ</b> <i>УРАСОВ С.Р.</i> .....	235
<b>КОНТЕНТ-АНАЛІЗ РЕЗЮМЕ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ</b> <i>ФАРІОНОВА Т. А., ПАЧЕСНИЙ І. В.</i> .....	236
<b>МЕТОД ПАКЕТНОГО НАВЧАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ НЕЛІНІЙНОЇ АВТОРЕГРЕСІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ПРИБУТКУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ</b> <i>ФЕДОРОВ Є. Є., ПАТРУШЕВ В. О., ПАТРУШЕВА О. І.</i> .....	238
<b>НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ СИТУАЦІЙ НА ВАЛЮТНОМУ РИНКУ</b> <i>ХОЛОШНЯ Д. М., КОРОТКА Л. І.</i> .....	239
<b>МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ</b> <i>ЦАРИК В. Ю., МИХАЛЁВ А. И.</i> .....	241
<b>ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ У ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ</b> <i>ШЕЛУДЬКО А. О., КОРОТКА Л. І.</i> .....	243
<b>ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ</b> <i>ШПИТКО В. Ю.</i> .....	247

**СЕКЦІЯ 4 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ,  
ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ ТА  
ЕКОНОМІЦІ..... 249**

**DYNAMIC DECREASING METHOD WITH SOCIAL MEDIA  
EFFECTIVENESS METİN AKBULUT,  
PROF.DR.CEMAL OKUYAN ..... 250**

**MATHEMATICAL MODEL FOR ESTIMATING OF THE QUALITY OF  
OPTICAL ELECTRONIC IMAGES OF THE EARTH'S SURFACE OF THE  
VISIBLE WAVE RANGE  
PULEKO I. V. .... 251**

**BENEFITS OF ANGULAR 2.0 SPECIFICATION  
PYLIAIEV V. V. .... 252**

**ОСНОВНІ ЕТАПИ ПОБУДОВИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО  
КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ  
БЕЛІНСЬКИЙ І. В., ЛЕМЕШКО В. А. .... 254**

**РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ ЧИТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КНИГ З  
МОЖЛИВІСТЮ МИТТЄВОГО ПЕРЕКЛАДУ  
БЛОКІНЬ Ю. А., БОРИСОВ М. Ю. .... 257**

**РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ОБЛІКУ ЗАМОВЛЕНЬ  
ПІДПРИЄМСТВА  
ВОВК К. І., ЛЯШЕНКО О. А. .... 259**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
МОНОЕТАНОЛАМІНОВОГО ОЧИЩЕННЯ КОКСОВОГО ГАЗУ З  
МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ВОЛОШИНА К. О., МАНКО Г. І. .... 261**

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ  
ВОЛЯНСКИЙ Р. С. .... 263**

**АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ  
ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА  
ДРОБОТ А.В., НАУМЕНКО Н.Ю. .... 266**

**ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ «ГІПЕР-РИНКУ» В РАМКАХ КРЕАТИВНОЇ  
ЕКОНОМІКИ : АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНО-МАРКЕТИНГОВОЇ  
СИСТЕМИ  
ДУБНИЦЬКИЙ В. І, ДІГТЯРЬОВ А. В. .... 268**

<b>ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ В РАМКАХ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ</b> <i>ДУБНИЦЬКИЙ В. І., НАУМЕНКО Н. Ю., ДІДЕНКО О. В.</i> .....	272
<b>ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ МОДУЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ КЕРУВАННЯ ПРИВОДАМИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ</b> <i>ЗАДОРЖНЯ І. М., ЯКОВЛЕВ О. М., КОРТУН В. М., ПОСОХА Є. Г.</i> .....	275
<b>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ</b> <i>КЛІНДУХОВ В. С.</i> .....	277
<b>АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ АНАЛІЗІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МАШИНАМИ</b> <i>КОВАЛЕНКО С. О., ПОНОМАРЬОВ Д. С., ЗАДОРЖНИЙ М. О.</i> .....	279
<b>КРИПТОВАЛЮТА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ</b> <i>КОВАЛЬ Д. Г.</i> .....	281
<b>МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЛЕКСУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ГАЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ</b> <i>КОРОБКО І. В., ДРАЧУК О. О.</i> .....	283
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЦІНОУТВОРЕННЯ</b> <i>КОШЕЛЄВА В. Ю.</i> .....	285
<b>РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ ДОДАТКА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЕЛЬ ЛІКІВ ДЛЯ ХВОРИХ НА ГІПЕРТОНІЮ</b> <i>КРУК О. Д., ХОРОШИЛОВ С. В.</i> .....	287
<b>РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КАФЕДРИ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ, МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ ТА БІОСТАТИСТИКИ ДЗ «ЛДМУ»</b> <i>МАЦЕГОРА Ю. С.</i> .....	289
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ОДНОРАЗОВИХ ПАРОЛІВ</b> <i>МИХАЛЬОВ О. І., СТАНЧИЦЬ Г. Ю., КОЧЕТКОВ А. В.</i> .....	291
<b>БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ</b> <i>НАУМЕНКО Н. Ю., НАУМЕНКО Т. С.</i> .....	293

<b>МОДЕЛЬ ВИБРАЦИОННОГО ДАТЧИКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ДАЛАМБЕРА</b> <i>ОЛЕЙНИК О. Ю.</i> .....	297
<b>МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МЕЗОЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ</b> <i>ОЛЕФІРЕНКО О. С., БІЛОБРОВА О. В.</i> .....	298
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПАКЕТУ BLENDER ДЛЯ РОЗРОБКИ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ПІДЗЕМНОЇ ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ШАХТИ</b> <i>ОСТРОВСЬКА К. Ю., ЮРЧЕНКО А. Г.</i> .....	302
<b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ</b> <i>ПЕТРЕНКО К. М., МАНКО Г. І.</i> .....	303
<b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІТИЧНОЇ ІЕРАРХІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЙТИНГУ БАНКІВ</b> <i>ПИСАРЬКОВА В. Р., НАУМЕНКО Н. Ю.</i> .....	305
<b>ВХОДЯЩИЕ ФАКТОРЫ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УКРАИНЫ</b> <i>ПРИШЛЯК Е.В.</i> .....	308
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІЧНИХ БІБЛІОТЕК JAVASCRIPT ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СУЧАСНОЇ WEB-РОЗРОБКИ</b> <i>РАК О. В., ЖУЛЬКОВСЬКИЙ О. О.</i> .....	310
<b>ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ</b> <i>РУСАКОВА К. О.</i> .....	312
<b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ІССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ АУДИОСИГНАЛА МЕЖДУ БРАУЗЕРАМИ В ТЕХНОЛОГИЯХ WEBRTC</b> <i>СНЕЖКО И. Е.</i> .....	314
<b>ІНТЕГРОВАНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ «ЯКІСТЬ» ДЛЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА</b> <i>СНІЖНОЙ Г. В., ТОМАШЕВСЬКИЙ О. В., ВАСИЛЕНКО О. В.</i> .....	317
<b>АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА</b> <i>СТРЕЛЬЧЕНКО І. І., ІВАНЧИКОВА О. В.</i> .....	318

<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ В ЛОГИСТИКЕ И ИНФРАСТРУКТУРЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА</b> <i>ФЕДОРОВИЧ О. Е., ЗАПАДНЯ К. О., ГАЙДЕНКО О. А. ....</i>	<b>322</b>
<b>КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ</b> <i>ЧИЖИК С. С. ....</i>	<b>324</b>
<b>АДАПТИВНИЙ ПІД-ПД-РЕГУЛЯТОР</b> <i>ШВАЧКА О. І., ТРИШКИН В. Я., МАНКО Г.І., ДОВГОПОЛИЙ Я. О. ....</i>	<b>325</b>
<b>МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ОСНОВЫ СППР АУДИТА</b> <i>НЕСКОРОДЕВА Т. В. ....</i>	<b>327</b>

## ***СЕКЦІЯ 1***

### **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

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

# KINETIC MODELING OF THE CATALYTIC AMMONIA OXIDATION TO N<sub>2</sub>O

**Bliznjuk O. N., Ogurtsov A. N., Savenkov A. S., Masalitina N. Yu.**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

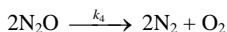
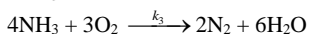
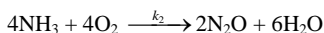
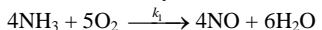
The process of low-temperature catalytical oxidation of NH<sub>3</sub> has been investigated for production of N<sub>2</sub>O for organic synthesis. In the recent years, nitrous oxide has become used as a mild oxidizer for partial oxidation of hydrocarbons, for example, oxidation of benzene to phenol. The catalytic oxidation of ammonia to N<sub>2</sub>O at low temperatures (200–400°C) is a promising and more economically efficient technique. Therefore the process of direct ammonia oxidation is of interest to numerous researchers [1–4].

A mathematical model of the process of ammonia oxidation on the oxide catalyst has been developed.

The studies [4–5] confirm the assumption about the mechanism of the ammonia catalytic oxidation on the oxide catalyst, give a kinetic model of the reaction, and allow us to determine the conditions of maximum N<sub>2</sub>O-output. As the analysis of the bibliography and our experimental research has shown, to ensure the maximum N<sub>2</sub>O-selectivity and high intensity of the process it is necessary to maintain external diffusion conditions. At low NH<sub>3</sub> concentration on the catalyst surface, which is typical for external diffusion conditions, the rate of its oxidation to NO и N<sub>2</sub> decreases dramatically and NH<sub>3</sub> selective oxidation to N<sub>2</sub>O takes place.

To create a mathematical model of the ammonia oxidation to N<sub>2</sub>O with due consideration of N<sub>2</sub>- and NO-synthesis, a complex of physicochemical, kinetic and technological research has been done. The analysis of the data shows that along with a high maximum N<sub>2</sub>O output, a simultaneous oxidation of ammonia to NO and N<sub>2</sub> is observed, though the rate of these processes is low. At the same time the conversion of NO into N<sub>2</sub> was revealed.

Stoichiometric basis of ammonia oxidation reaction routes, taking into account the formation of nitrogen I oxide for oxide catalyst, has the following form:



Modeling of the process is reduced to obtain the mathematical description of the process in the catalyst bed taking into account the assumed reaction mechanism. Oxygen on the catalyst surface at a high temperature is mainly in the dissociated state. The ammonia adsorption, as well as its dissociation and formation of intermediates interacting with each other, which leads to the formation of N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, and being released at 350-360°C, take place on the free catalyst surface.

In the process of catalysis ammonia acts as an electron-donor, and oxygen as an electron-acceptor. Having adsorbed, O<sub>2</sub> molecules attach electrons from the catalyst surface and turn into oxygen surface atoms (step 1). On step 2 NH<sub>3</sub> molecule donates electrons from the catalyst surface which is not covered with oxygen, N-H bonds are thus weakening and the imido-particles are being formed. On the catalyst surface coated with oxygen, ammonia forms particles of the imide-type (step 3), which are then recombining to form nitrogen (step 7). Further addition of oxygen to the imide (steps 4, 5) leads to the formation of N<sub>2</sub>O. Steps 6, 8, and 9 are connected with N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O formation.

The proposed detailed mechanism of the process has been used for deriving kinetic equations, which describe the reactions on the catalyst surface and relate to the formation of O, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>.

The system of equations, representing the rates of the certain steps and excluding the concentration of intermediates, form a kinetic model of the reaction. The rates on the routes I–IV are:  $r_1 = k_1 P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{O}_2}^{0.5}$ ;  $r_2 = k_2 P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{O}_2}$ ;  $r_3 = k_3 P_{\text{NH}_3}$ ;  $r_4 = k_4 P_{\text{N}_2\text{O}}^2$ , where:  $k_1, k_2, k_3, k_4$  – kinetic constants. The kinetic model of the reaction connected with the ammonia expenditure and N<sub>2</sub>O

formation has the following form:

$$r_{\text{NH}_3} = -k_1 P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{O}_2}^{0.5} - k_2 P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{O}_2} - k_3 P_{\text{NH}_3}$$
$$r_{\text{N}_2\text{O}} = k_1 P_{\text{NH}_3} \cdot P_{\text{O}_2}^{0.5} - k_4 P_{\text{N}_2\text{O}}^2$$

The process in the catalyst bed for external diffusion condition is characterized by a large temperature gradient. At small distance – a few centimeters in front of the catalyst – the gas is heated by the amount of the adiabatic heat-up of the reaction mixture from 200 to 360°C. This can lead to significant longitudinal heat and mass transfer. However, the effective coefficients of longitudinal diffusion and thermal conductivity of the gas phase are small and longitudinal heat transfer is carried out mainly along the solid skeleton of the catalyst bed. When describing the process the influence of the flows, arising in non-isothermal boundary layer of multi-component mixture (Stefan flow), thermal diffusion, as well as diffusion thermal conductivity, can be neglected, since the volume of the reaction mixture does not vary by more than 10%, and it is highly diluted with inert gas N<sub>2</sub>, molecular weights of components and, thus, their diffusion coefficients differ little [6]. The temperature of the catalyst in the bed of the oxide catalyst is assumed to be constant and is determined by the adiabatic heating of the coming reaction mixture. On this basis, to describe the process a model of plug-flow for the gas phase with the use of material balance equations for each component is accepted.

The degree of NH<sub>3</sub>-oxidation on oxide catalysts was calculated according to the developed mathematical model. For calculating this process it is necessary to know the coefficients of heat and mass transfer from the gas flow to the catalyst, as well as the physical and chemical properties of the mixture, depending on the temperature, pressure and composition of the mixture.

On solving the inverse problem of chemical kinetics, using the experimental data, we determined reactions rates constants connected with the formation of N<sub>2</sub>O (*k*<sub>1</sub>), NO (*k*<sub>2</sub>), N<sub>2</sub> (*k*<sub>3</sub>) and N<sub>2</sub>, resulting from the nitrogen oxide decomposition (*k*<sub>4</sub>), and the concentrations of the substances on the catalyst surface.

The comparison of calculating and experimental conversion coefficients shows good coincidence, the difference is not more than 1–3%.

A mathematical model of the oxidation process of NH<sub>3</sub>, considering the physical and chemical properties of the ammonia-air mixture and nitrous gas, has been developed; the rate constants and their temperature dependence have been determined. This will allow determining the optimal process conditions of NH<sub>3</sub> oxidation on the oxide catalyst at different pressures in a wide range of process parameters. On the basis of the developed model, a program for calculating the NH<sub>3</sub> oxidation reactor using the oxide catalyst has been created. During the operation process, the volume and the surface of the catalyst are changed. The mathematical model referring the rates of ammonia oxidation steps to a mass unit of the oxide catalyst has been derived in the research.

### References

1. A.S. Noskov, I.A. Zolotarskii etc. Ammonia oxidation into nitrous oxide over Mn/Bi/Al catalyst. – Chemical Engineering Journal. – 2003 – № 91. – P. 235–242.
2. A.S. Ivanova etc. The role of support in formation of the manganese–bismuth oxide catalyst for synthesis of nitrous oxide through oxidation of ammonia with oxygen. – Journal of Catalysis. – 2004. – № 221. – P. 213–224
3. O.N. Bliznjuk, V.V. Prezhdo. Production of N<sub>2</sub>O by low-temperature oxidation of ammonium / Polish Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 47, № 2. – P. 65–72.
4. Н.Ю. Масалігіна, А.С. Савенков, О.М. Близнюк, О.М. Огурцов. Нітроген (I) оксид. Дослідження процесу одержання шляхом низькотемпературного окиснення аміаку // Хімічна промисловість України. – 2014. – №5(124). – С. 54–58.
5. В.С. Бесков, Ю.Л. Вяткин, А.С. Савенков. Теоретическая оптимизация реакции окисления аммиака // Теоретические основы химической технологии. – 1980. – Т. 14, № 3. – С. 442–445.
6. Н.Б. Варгафтик. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.



# MATHEMATICAL MODELING OF SLAG DYNAMICS DURING TREATMENT OF MOLTEN STEEL

**Krasnikov K. S.**

Dniprovsky State Technical University, Kamianske, Ukraine

Treatment of molten steel in a ladle is a widespread technology in metallurgy. The mathematical modeling of physical processes can be used to find rational parameters of mentioned technology. Also it is cheaper than experiments in the laboratory or at the factory.

The steel is coated with a layer of slag during treatment (Fig. 1).

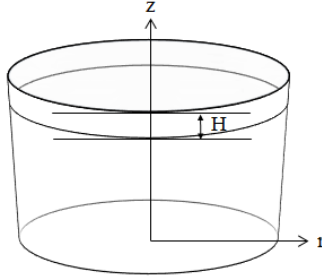


Figure 1 – The body of molten steel with a layer of slag above it

The movement of steel affects the thickness of the slag layer, especially when gas is blowing. Some older models described slag with one number – the thickness of the layer – and didn't take into account its dynamics. There are sections of the layer that are empty from slag, because of its movement. It is assumed that the thickness of the layer is much less than its radius and the slag has a higher viscosity than steel, so to take knowledge about dynamics of slag the mathematical model, based on Saint-Venant equations[1,2], is proposed:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{u}(H + h)) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + (\bar{u} \cdot \nabla) \bar{u} + \bar{g} \nabla h = \nu \nabla^2 \bar{u} + \bar{f}, \quad (2)$$

$$\bar{f} = \mu(\bar{u}_{met} - \bar{u}), \quad (3)$$

where  $h$  – scalar two-dimensional field of thickness deviation from its mean value  $H$ ;  $\bar{u}$  – vector two-dimensional velocity field;  $\bar{g}$  – acceleration of gravity;  $\nu$  – kinematic viscosity;  $\bar{f}$  – external force of friction, caused by steel movement ( $\bar{u}_{met}$ ), with friction coefficient  $\mu$ .

The corresponding boundary conditions complement equations (1), (2): there are sliding and impermeability conditions on the solid surface of the ladle wall. Equations (1), (2) was solved numerically on a staggered grid in cylindrical coordinates. This solution is in good agreement with the previous mathematical model of hydrodynamics of steel, since the same number of steps in space for discretization is used. Computer implementation of the proposed model is a simpler than for the previous mathematical model [3], since there is no need to solve the additional continuity equation (Fig. 2).

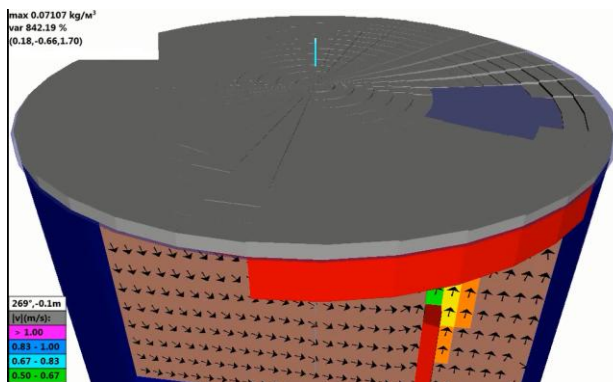


Figure 2 – Gray layer has section, which is free from slag during blowing

One of disadvantages of the proposed model is inability to track down separate parts of slag, which occasionally can blast off the surface. Such situations will have to be neglected.

The use of the proposed model will give a more realistic picture of the mentioned metallurgical process, since in reality the slag surface is not flat and there are small open areas without slag at all.

One of the additional applications of the proposed model can be the insertion of lump material in the form of a granule. The granule can fall into slag or steel in different places, which can lead to different results of additive digestibility.

#### **The list of literary sources**

1. Vreugdenhil, C.B. Numerical Methods for Shallow-Water Flow, Kluwer Academic Publishers, – 1994. 262 p. ISBN 0792331648
2. Panton R.L. Incompressible Flow. 4th Edition, Wiley. – 2013. 912 p. ISBN: 978-1-118-01343-4
3. Krasnikov K.S. The mathematical model of the cored wire injection in the molten steel during blowing on the ladle-furnace / S.E. Samokhvalov, V.P. Piptyuk // Regional interuniversity compendium of scientific works "System technologies" – № 5 (100). – Dnipro, 2015. – P. 4-14.

## **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ**

**Бабенко Ю. В., Андрєєв А. А.**

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Для пошуку ефективних стратегій управління транспортними потоками в мегаполісі, оптимальних рішень з проектування вулично-дорожньої мережі та організації дорожнього руху необхідно враховувати широкий спектр характеристик транспортного потоку, закономірності впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на динамічні характеристики змішаного транспортного потоку.

Моделювання необхідно в силу наступних властивостей транспортної системи:

- компенсації збільшення пропускної здатності при розвитку мережі

збільшенням попиту і перерозподілом його в нових умовах;

- непередбачуваності поведінки кожного водія - вибір маршруту, манера водіння та ін.;

- впливу випадкових факторів (ДТП, погода та ін.) і флуктуацій, пов'язаних з сезонами, вихідними і святковими днями і т.п.

В якості середовища імітаційного моделювання було обрано AnyLogic, яке забезпечено сучасним графічним інтерфейсом та дозволяє використовувати мову програмування Java для розробки моделей. За підхід в імітаційному моделюванні в даній моделі вибрано дискретно-подієве моделювання. Даний підхід передбачає наступне: автомобілі виступають в якості заявок, що рухаються в мережі між окремими проміжними пунктами по заздалегідь наміченим траєкторіях. При цьому за допомогою команд програмування задається логіка, згідно з якою заявки (автомобілі) поведуться на дорозі і при перетині перехрестя тим чи іншим чином. Загальний вигляд створеної в середовищі AnyLogic моделі представлений на рис. 1.

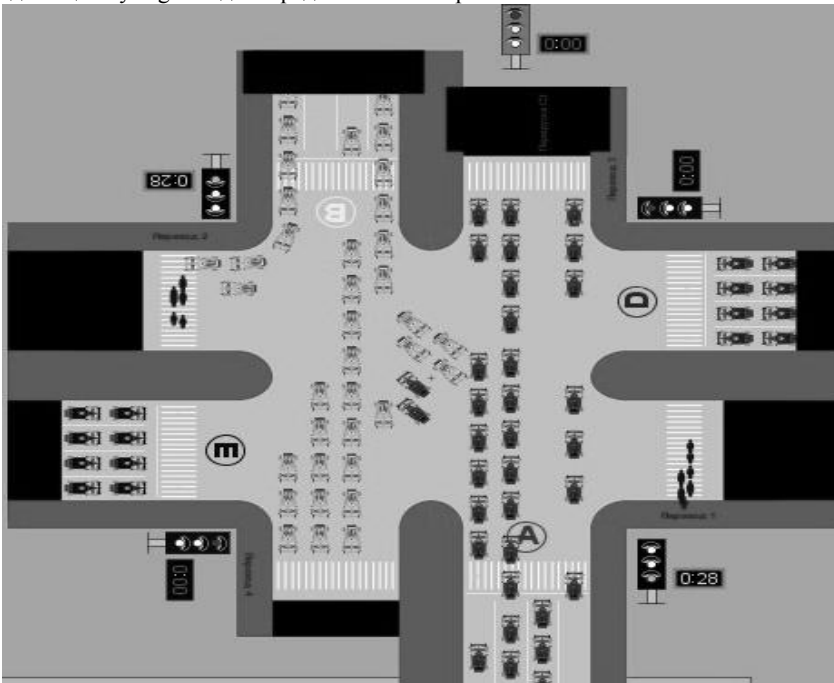


Рисунок 1 – Імітаційна модель руху транспортних потоків на перехресті

Для реалізації поставлених цілей імітаційної моделі в роботі були проведені комп'ютерні експерименти, суть яких полягала в тому, щоб оцінити вплив тих чи інших прийнятих заходів (зміна вхідних параметрів) на результати моделювання (вихідні параметри).

Модель будувалася з основною метою: досліджувати ситуацію з транспортними потоками на перехресті вулиць в ранковий період, оскільки саме в цей період в реальності спостерігається найбільш важка дорожня ситуація на багатьох перехрестях,

та розробити рекомендації щодо оптимізації цих потоків. Червоний потік (потік «А») в даній моделі є досліджуваним, оскільки спрямований строго в бік виходу з району і найцікавіший з точки зору аналізу. Однак в моделі також присутня можливість досліджувати параметри і всіх інших потоків.

В рамках даного дослідження були проведені два експерименти з наступними умовними назвами: 1. «за фактичними даними»; 2. «накопичення черг». Для ефективного управління багатопараметричною системою автоматизованого управління дорожнім рухом запропоновано алгоритмічну реалізацію локального та мережного управління транспортними потоками. Оптимізацію розподілу транспортних потоків у мережі здійснено за допомогою графів з обмеженнями.

Розроблено імітаційну модель руху транспортних засобів за вулично-дорожньою мережею, яка дозволяє оцінити час їх руху поміж вулицями на перехресті міста.

Розглянуто закономірності формування величини таких транспортних кореспонденцій. Встановлено, що на кожному шляху слідування ця величина обернено пропорційна часу руху між вулицями.

#### **Список літературних джерел**

1. Юршевіч, Е. А. Досвід використання пакета ANYLOGIC для моделювання міського трафіку / Е. А. Юршевіч, Е. І. Петрова // Імітаційне моделювання. Теорія і практика (ИММОД-2005): зб. доп. 2-й Всерос. конф. Т. 1. - СПб. : ЦТ СС, 2005. - С. 298 - 305.
2. Кисельова М. В. Імітаційне моделювання систем в середовищі AnyLogic / М. В. Кисельова. – Москва, 2014. – 156 с.
3. Карпов А. А. Імітаційне моделювання систем. Введення у моделювання з AnyLogic. / А. А. Карпов. – Санкт–Петербург, 2015. – 182 с.

## **О ВОЛНАХ ЛЭМБА В УПРУГОМ СЛОЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕМ С ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ**

**Багно А. М.**

Институт механики им. С.П.Тимошенко НАН Украины, Киев, Украина

Значительное практическое использование акустических волн в сейсмологии, сейсморазведке, гидроакустике и в других областях [1] ставит задачу учета свойств, присущих реальным средам. К числу таких факторов относится вязкость жидкости. В настоящей работе модель вязкой сжимаемой ньютоновской жидкости привлекается для исследования распространения волн в системе, состоящей из упругого слоя и жидкого полупространства. При этом используются трехмерные линеаризованные уравнения Навье – Стокса для жидкости и линейные уравнения классической теории упругости для твердого тела. Предполагается, что жидкость находится в состоянии покоя и тепловые эффекты не учитываются. В качестве подхода выбраны постановки задач и метод, основанные на применении представлений общих решений линеаризованных уравнений движения вязкой сжимаемой жидкости и упругого тела, предложенные в работах [2–5].

В рамках принятых моделей основные соотношения для системы: упругое тело

– вязкая сжимаемая жидкость будут иметь вид:

$$\mu \Delta \mathbf{u} + (\lambda + \mu) \nabla (\nabla \cdot \mathbf{u}) - \rho \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = 0, \quad \sigma_{ij} = \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial u_j} + \frac{\partial u_j}{\partial u_i} \right) + \lambda \delta_{ij} \nabla \cdot \mathbf{u}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} - \nu^* \Delta \mathbf{v} + \frac{1}{\rho_0} \nabla p - \frac{1}{3} \nu^* \nabla (\nabla \cdot \mathbf{v}) = 0; \quad (2)$$

$$\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \rho^*}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{v} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial \rho^*} = a_0^2, \quad a_0 = \text{const}; \quad (3)$$

$$P_{ij} = -p \delta_{ij} + \lambda^* \delta_{ij} \nabla \cdot \mathbf{v} + \mu^* \left( \frac{\partial v_i}{\partial z_j} + \frac{\partial v_j}{\partial z_i} \right), \quad \lambda^* = -\frac{2}{3} \mu^*. \quad (4)$$

Здесь введены следующие обозначения:  $u_i$  – компоненты вектора смещений упругого тела  $\mathbf{u}$ ;  $\rho$  – плотность материала упругого слоя;  $\lambda$  и  $\mu$  – константы Ляме материала твердого тела;  $v_i$  – составляющие вектора возмущений скорости жидкости  $\mathbf{v}$ ;  $\rho^*$  и  $p$  – возмущения плотности и давления в жидкости;  $\nu^*$  и  $\mu^*$  – кинематический и динамический коэффициенты вязкости жидкости;  $\rho_0$  и  $a_0$  – плотность и скорость звука в жидкости в состоянии покоя;  $P_{ij}$  и  $\sigma_{ij}$  – составляющие напряжений, соответственно, в жидкости и упругом теле.

Равенства (1) описывают поведение упругого тела. Малые колебания вязкой сжимаемой жидкости, находящейся в состоянии покоя и без учета тепловых эффектов, описывают соотношения (2) – (4).

Указанная задача сводится к решению системы уравнений (1) – (4) при следующих граничных условиях:

$$\sigma_{12} \Big|_{z_2=h} = 0, \quad \sigma_{22} \Big|_{z_2=h} = 0, \quad \sigma_{12} \Big|_{z_2=0} = P_{12} \Big|_{z_2=0}, \quad \sigma_{22} \Big|_{z_2=0} = P_{22} \Big|_{z_2=0}; \quad (5)$$

$$v_1 \Big|_{z_2=0} = \frac{\partial u_1}{\partial t} \Big|_{z_2=0}, \quad v_2 \Big|_{z_2=0} = \frac{\partial u_2}{\partial t} \Big|_{z_2=0}. \quad (6)$$

В дальнейшем для решения задачи гидроупругости использовались представления общих решений для упругих тел и вязкой сжимаемой жидкости, предложенные в работах [2–5]

Для анализа распространения возмущений, гармонически изменяющихся во времени, решения системы уравнений определяем в классе бегущих волн

$$\chi_i = X_i(z_2) \exp[i(kz_1 - \omega t)] \quad (i = 1, 3), \quad (7)$$

где  $k$  ( $k = \beta + i\gamma$ ) – волновое число;  $\gamma$  – коэффициент затухания волны;  $\omega$  – круговая частота;  $i^2 = -1$ .

Заметим, что выбранный в данной работе класс гармонических волн, являясь наиболее простым и удобным в теоретических исследованиях, не ограничивает общность полученных результатов, поскольку линейная волна произвольной формы, как известно, может быть представлена набором гармонических составляющих. Далее решаем две задачи Штурма – Лиувилля на собственные значения для уравнений движения упругого тела и жидкости, а также находим соответствующие собственные функции. После подстановки решений в граничные условия (5) и (6) получаем

однородную систему линейных алгебраических уравнений относительно произвольных постоянных. Исходя из условия существования нетривиального решения, приравнявая определитель системы к нулю, получаем дисперсионное уравнение

$$\det \left\| e_{mn}(c, \gamma, \lambda, \mu, \rho, \rho_0, a_0, \mu^*, \omega h / c_s) \right\| = 0 \quad (m, n = \overline{1, 6}), \quad (8)$$

где  $c$  – фазовая скорость мод в гидроупругой системе;  $h$  – толщина упругого слоя;  $c_s$  ( $c_s^2 = \mu / \rho$ ) – скорость волны сдвига в материале упругого тела.

Заметим, что полученное дисперсионное уравнение (8) является наиболее общим и из него можно получить соотношения для ряда частных случаев, которые рассмотрены в работе [1].

В дальнейшем дисперсионное уравнение (8) решаем численно. При этом расчеты проводим для гидроупругой системы, состоящей из органического стекла и воды. Она характеризуется следующими параметрами: упругий слой –  $\rho = 1160 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 3,96 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ,  $\mu = 1,86 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ; жидкое полупространство –  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $a_0 = 1459,5 \text{ м/с}$ ,  $\bar{\mu}^* = 0,001$ ,  $\bar{a}_0 = a_0 / c_s = 1,152595$ . Материал упругого слоя этого волновода (оргстекло) является сжимаемым и относится к разряду слабо жестких. Результаты вычислений в виде графиков представлены на рисунках 1 – 4.

На рис. 1 для упругого слоя, невзаимодействующего с жидкостью, приведены зависимости безразмерных величин фазовых скоростей нормальных волн Лэмба  $\bar{c}$  ( $\bar{c} = c / c_s$ ) от безразмерной величины толщины упругого слоя (частоты)  $\bar{h}$  ( $\bar{h} = \omega h / c_s$ ).

На рис. 2 изображены дисперсионные кривые для гидроупругого волновода, отражающие зависимости безразмерных величин фазовых скоростей квазилэмбовских мод  $\bar{c}$  от безразмерной величины толщины упругого слоя (частоты)  $\bar{h}$  при  $\bar{\mu}^* = 0,001$ .

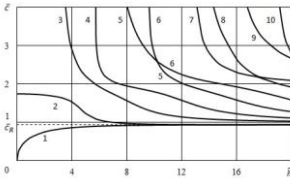


Рисунок 1 – Дисперсионные кривые при  $\rho_0 = 0$

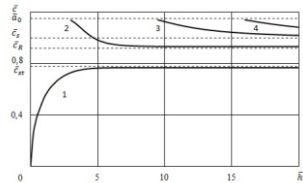


Рисунок 2 – Дисперсионные кривые при  $\rho_0 \neq 0$

Характер влияния вязкости жидкости ( $\bar{\mu}^* = 0,001$ ) на скорости мод в гидроупругой системе иллюстрируют графики на рис. 3, на котором представлены зависимости относительных изменений величин фазовых скоростей мод  $c^*$  [ $c^* = (c_i - c_v) / c_i$ ,  $c_i$  – фазовая скорость волн в гидроупругой системе с идеальной жидкостью,  $c_v$  – фазовая скорость мод в системе с вязкой жидкостью] от безразмерной величины толщины упругого слоя (частоты)  $\bar{h}$ .

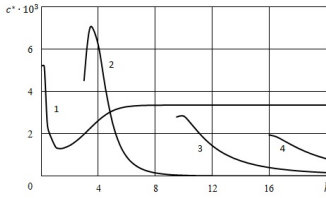


Рисунок 3 – Зависимости  $c^* = f(\bar{h})$

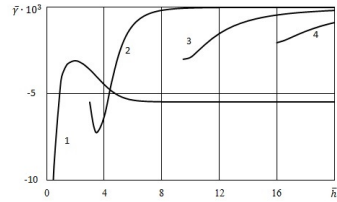


Рисунок 4 – Зависимости  $\bar{\gamma} = f(\bar{h})$

На рис. 4 приведены зависимости безразмерных величин коэффициентов затухания мод  $\bar{\gamma}$  ( $\bar{\gamma} = \gamma/k_s$ ,  $k_s$  – волновое число волны сдвига в материале упругого

слоя) от безразмерной величины толщины упругого слоя (частоты)  $\bar{h}$  и  $\bar{\mu}^* = 0,001$ . На рис. 1, 2 для наглядности штриховыми линиями отмечены асимптотики, к которым стремятся фазовые скорости мод при возрастании толщины упругого слоя (частоты).

Как видно из графиков (см. рис. 2) для системы: упругий слой из оргстекла (слабо жесткий материал) – полупространство воды, фазовая скорость первой моды изменяется от нуля при  $\bar{h} \rightarrow 0$  до скорости волны Стоунли  $\bar{c}_{st}$  ( $\bar{c}_{st} = 0,769121$ ) при  $\bar{h} \rightarrow \infty$ . Скорость моды 2 изменяется от скорости звуковой волны  $\bar{a}_0$  ( $\bar{a}_0 = 1,152595$ ) при частоте зарождения  $\bar{h}_{кр}$  до скорости волны Рэлея  $\bar{c}_R$  ( $\bar{c}_R = 0,933558$ ) при  $\bar{h} \rightarrow \infty$ .

Скорости мод высокого порядка, начиная с третьей, при частотах их зарождения  $\bar{h}_{кр}$  равны скорости волны звука в жидкости  $\bar{a}_0$  ( $\bar{a}_0 = 1,152595$ ) и в дальнейшем с увеличением толщины упругого слоя  $\bar{h}$  стремятся к скорости волны сдвига в упругом слое  $\bar{c}_s$ . Из графического материала, представленного на рис. 3 и 4, непосредственно следует, что влияние вязкой жидкости на параметры волнового процесса наибольшее в окрестности критических частот  $\bar{h}_{кр}$  (частот зарождения квазилэмбовских мод). С увеличением толщины упругого слоя воздействие вязкости на величины фазовых скоростей всех мод (кроме первой) уменьшается. Из графиков рис. 3 также следует, что вязкость жидкого полупространства вызывает изменение критических частот мод и смещение их дисперсионных кривых в длинноволновую часть спектра. Это приводит к значительному изменению фазовых скоростей мод в окрестности величин толщин (частот), при которых они зарождаются. Кроме того, как следует из всех графиков, с удалением от критических частот смещения квазилэмбовских мод локализируются в упругом слое. Таким образом, анализ показывает, что в случае упругого тела из слабо жесткого материала (оргстекло) упругий слой в гидроупругой системе является основным волноводом, по которому распространяются волновые возмущения и осуществляется перенос большей части энергии волн.

### Список литературных источников

1. Guz A. N., Zhuk A. P., Bagno A. M. Dynamics of elastic bodies, solid particles, and fluid parcels in a compressible viscous fluid (review) / A.N. Guz, A. P. Zhuk, A. M. Bagno // Int. Appl. Mech. – 2016. – 52, N 5. – P. 449 – 507.
2. Гузь А.Н. Динамика сжимаемой вязкой жидкости / А.Н. Гузь // К.: А.С.К.,

1998. – 350 с.

3. Гузь А. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в двух частях. Ч. 1. Общие вопросы. Волны в бесконечных телах и поверхностные волны / А.Н. Гузь // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 501 с.

4. Гузь А. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в двух частях. Ч. 2. Волны в частичноограниченных телах / А.Н. Гузь // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 505 с.

5. Гузь А.Н. Ведение в динамику сжимаемой вязкой жидкости / А.Н. Гузь // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. – 244 с.

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ПРОМИСЛОВИХ ЗОНАХ МІСТА**

**Біляєв М. М.<sup>1</sup>, Русакова Т. І.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара, Дніпро, Україна

Більше третини валютних надходжень України припадає на металургію, що залишається її головною промисловою галуззю.

Публічне акціонерне товариство «Дніпровський металургійний комбінат» – одне з найбільших підприємств промислового комплексу України з повним металургійним циклом з випуску агломерату, чавуну, готового прокату.

ПАТ «Дніпродзержинський КХЗ» одне з підприємств галузі України з повним циклом переробки хімічних продуктів коксування, яке здійснює підготовку вугільної шихти, виробництво коксу, уловлювання хімічних продуктів коксування, переробку кам'яновугільної смоли. Підприємство виробляє широкий спектр коксової і хімічної продукції, яка відповідає європейським і міжнародним стандартам.

Згідно з даними екологічного паспорта м. Дніпра щодо викидів в атмосферу великих підприємств, річні викиди діоксиду сірки ПАТ «ДМК» складають 9367,384 т/рік, ПАТ «Дніпродзержинського КХЗ» – 413,750 т/рік.

В промисловому місті Кам'янське проблеми забруднення атмосферного повітря стоять дуже гостро. До вдосконалення природоохоронних заходів відноситься розробка нових методик та створення комплексу програм для оперативного проведення обчислювальних експериментів з дослідження техногенного впливу на атмосферне повітря газових викидів промислових підприємств, оцінка зон забруднення і їх впливу на прилеглі території, що примикають до досліджуваних об'єктів.

1. Процес розсіювання діоксиду сірки в атмосфері супроводжується рядом хімічних реакцій, що враховують утворення сірчаної кислоти при взаємодії з водяними парами. Моделюючи рівняннями [2, 3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} = \text{div}(\mu \text{grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i), \quad (1)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\sigma \cdot C \cdot W, \quad (2)$$



$$\frac{\partial W}{\partial t} + \frac{\partial uW}{\partial x} + \frac{\partial vW}{\partial y} = \text{div}(\mu \text{grad}W), \quad (3)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial uA}{\partial x} + \frac{\partial vA}{\partial y} = \text{div}(\mu \text{grad}A), \quad (4)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \sigma \cdot C \cdot W. \quad (5)$$

де  $C$  – концентрація  $\text{SO}_2$ ;  $W$  – концентрація водяних парів;  $A$  – концентрація сірчаної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $u, v$  – компоненти вектора швидкості вітру, усередненні за висотою перенесення [1];  $\mu = (\mu_x, \mu_y)$  – коефіцієнт турбулентної дифузії;  $Q$  – інтенсивність викиду забруднювача  $\text{SO}_2$ ;  $\delta(x-x_i)\delta(y-y_i)$  – дельта-функція Дірака;  $x_i, y_i$  – координати джерела викиду;  $\sigma$  – коефіцієнт, що враховує хімічний розпад  $\text{SO}_2$ ,  $\sigma=0,027 \text{ год}^{-1}$ ;  $t$  – час. Вміст водяної пари в атмосфері 60%.

Рівняння (1), (3), (4) описують розсіювання викидів  $\text{SO}_2$ , водяних парів і сірчаної кислоти під дією вітру і атмосферної дифузії. Рівняння (2), (5) враховують зміни концентрації  $\text{SO}_2$  за рахунок утворення сірчаної кислоти і її хімічної трансформації в атмосфері.

2. Чисельне інтегрування рівнянь проводиться за допомогою неявної різницевої схеми розщеплення [2, 3].

3. Розроблена чисельна модель була застосована для вивчення динаміки забруднення атмосферного повітря при стаціонарних викидах діоксиду сірки ПАТ «ДМК» і ПАТ «Дніпродзержинського КХЗ» в місті Кам'янському.

4. Інтенсивність викиду діоксиду сірки  $Q_{\text{ПАТ} \langle \text{ДМК} \rangle} = 297 \text{ г/с}$ ,  $Q_{\text{ПАТ} \langle \text{КХЗ} \rangle} = 13,12 \text{ г/с}$ . Розміри розрахункової області 10 км на 6 км,  $\mu = (0,1 \div 1) \cdot U$ ; усереднення за висотою перенесення 600 м, швидкість вітру становила  $U = 10 \text{ м/с}$  при направленні вітру з північного заходу  $\alpha = 35^\circ$ ,  $t_1 = 12 \text{ хв}$  (рис. 1),  $t_2 = 40 \text{ хв}$  (рис. 2).

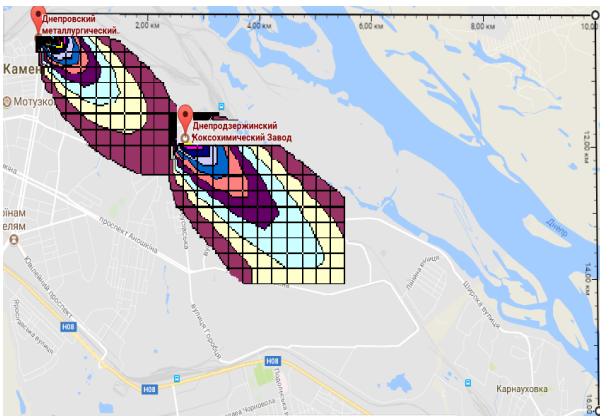


Рисунок 1 – Зона забруднення повітря діоксидом сірки  $t_1 = 12 \text{ хв}$

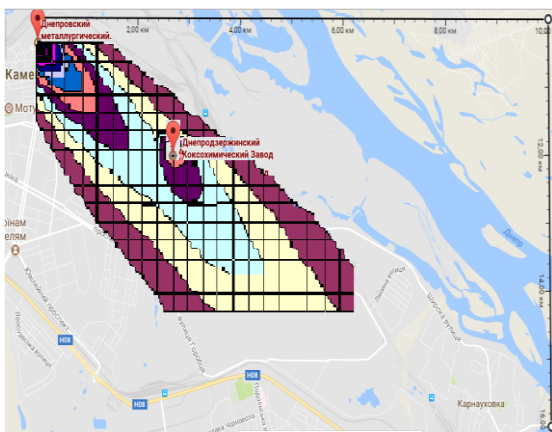


Рисунок 2 – Зона забруднення повітря діоксидом сірки  $t_2 = 40$  хв

На цих малюнках значення концентрації представлено у відсотках від величини максимальної концентрації на даний момент часу. З часом формується зона забруднення, яка дуже швидко охоплює прилеглі райони, що знаходяться за напрямком вітру. В зону забруднення потрапляють: Мотузковий парк, вул. Широка, вул. Колеусівська, вул. Козацька, проспект Антошкіна, вул. Горобця. З часом зона забруднення поширюється, але концентрація діоксиду сірки на межі цієї зони складає 1-2 %.

В роботі показана можливість урахування в розрахунках розподілу концентрації діоксиду сірки в атмосферному повітрі будь-якої кількості підприємств, що знаходяться в зоні їх взаємного впливу.

### Список літературних джерел

1. Марчук, Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г.И. Марчук – М. : Наука, 1982. – 320 с.
2. 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.
3. Determination of areas of atmospheric air pollution by sulfur oxide emissions from mining and metallurgical and energy generating enterprises / M.M. Biliaiev, T.I. Rusakova, V.Ye. Kolesnic, A.V. Pavlichenko // Науковий вісник НГУ, 2017. – № 3. – С. 100–106.
4. Vairo, T. Atmospheric Emissions from a Fossil Fuel Power Station: Dispersion Modelling and Experimental Comparison [Text] / T. Vairo, F. Curro, S. Scarselli // A publication of The Italian Association of Chemical Engineering, 2014. – Vol. 36. – P. 15–28.

# ЧИСЛОВИЙ МЕТОД КВАЗИКОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КВАЗІІДЕАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ЗА ДАНИМИ ТОМОГРАФІЇ ПРИКЛАДЕНИХ КВАЗІПОТЕНЦІАЛІВ

**Бомба А. Я., Бойчура М. В.**

Рівненський державний гуманітарний університет

Розглядається задача відшукування функцій  $\varphi^{(p)} = \varphi^{(p)}(x, y)$  (потенціалів) та  $\psi^{(p)} = \psi^{(p)}(x, y)$  (течій) в однозв'язній криволінійній області (пластинці – томографічному перерізі)  $G_z$ , обмеженій гладкою замкнутою кривою  $\partial G_z = \{(x, y) : x = \tilde{x}(\tau), y = \tilde{y}(\tau), 0 \leq \tau \leq 2\pi, \tilde{x}(0) = \tilde{x}(2\pi) = \tilde{x}_0, \tilde{y}(0) = \tilde{y}(2\pi) = \tilde{y}_0, \text{де } \tilde{x}(\tau), \tilde{y}(\tau) \text{ – визначені неперервно диференційовані функції, } O(\tilde{x}_0, \tilde{y}_0) \text{ – задана початкова точка відліку}\}$  (рис. 1) за умови ідентифікації коефіцієнта провідності (КП)  $\sigma = \sigma(x, y)$ . Відповідна постановка має вигляд [1 – 3]:

$$\sigma \frac{\partial \varphi^{(p)}}{\partial x} = \frac{\partial \psi^{(p)}}{\partial y}, \sigma \frac{\partial \varphi^{(p)}}{\partial y} = -\frac{\partial \psi^{(p)}}{\partial x}, \quad (1)$$

$$\varphi^{(p)} \Big|_{A_p B_p} = \varphi_*^{(p)}, \varphi^{(p)} \Big|_{C_p D_p} = \varphi^{*(p)}, \psi^{(p)} \Big|_{A_p D_p} = 0, \psi^{(p)} \Big|_{B_p C_p} = Q^{(p)}, \quad (2)$$

$$\int_{MN} \sigma \frac{\partial \varphi^{(p)}}{\partial n} = Q^{(p)}, M \in B_p C_p, N \in A_p D_p,$$

$$\varphi(M) \Big|_{B_p C_p} = \overline{\varphi}^{(p)}(M), \varphi(M) \Big|_{A_p D_p} = \underline{\varphi}^{(p)}(M),$$

$$\psi(M) \Big|_{A_p B_p} = \psi_*^{(p)}(M), \psi(M) \Big|_{C_p D_p} = \psi^{*(p)}(M). \quad (3)$$

Тут  $A_p, B_p, C_p, D_p \in \partial G_z$ ;  $\vec{n}$  – одиничний вектор зовнішньої нормалі [4];  $M$  – біжуча точка відповідної кривої;  $p = \overline{0, \tilde{p}}$ ;  $p$  та  $\tilde{p}$  – відповідно номер та кількість інжекцій струму; функції  $\overline{\varphi}^{(p)}(M)$ ,  $\underline{\varphi}^{(p)}(M)$ ,  $\psi_*^{(p)}(M)$ ,  $\psi^{*(p)}(M)$  та повна витрата  $Q^{(p)}$  – одержуються в результаті фізичних замірів; коефіцієнт  $\sigma(x, y)$  представляємо у вигляді функції гладких локальних сплесків однорідних матеріалів

$$\sigma(x, y, \chi, \alpha_1, \dots, \alpha_n, \beta_1, \dots, \beta_n, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n, x_{0,1}, \dots, x_{0,n}, y_{0,1}, \dots, y_{0,n}) = \chi + \sum_{k=1}^n \alpha_k / \left( \beta_k + \left( (x - x_{0,k})^2 + (y - y_{0,k})^2 \right) / \varepsilon_k \right), \quad (4)$$

де  $\chi, \alpha_k, \beta_k, \varepsilon_k, x_{0,k}, y_{0,k}$  ( $k = 1, \dots, n$ ) – шукані параметри.

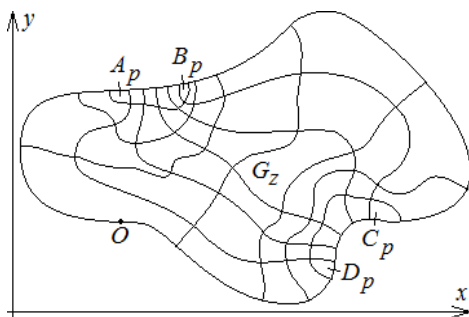


Рисунок 1 – Томографічний переріз  $G_z$

Алгоритм ітераційного розв'язування такого роду задач аналогічний до [1 – 3]. Особливість полягає у тому, що шукані коефіцієнти уточнюються за умови мінімізації функціонала нев'язки виду:

$$\Phi\left(x^{(1)}, \dots, x^{(\tilde{p})}, y^{(1)}, \dots, y^{(\tilde{p})}, \chi, \alpha_1, \dots, \alpha_s, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, x_1, \dots, x_s, y_1, \dots, y_s\right) = \\ = \sum_{p=1}^{\tilde{p}} \left( \sigma\left(x^{(p)}, y^{(p)}, \chi, \alpha_1, \dots, \alpha_s, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_s, x_1, \dots, x_s, y_1, \dots, y_s\right) - f\left(x^{(p)}, y^{(p)}\right) \right)^2, \quad (5)$$

$$\text{де } f\left(x^{(p)}, y^{(p)}\right) = \sqrt{\left(\frac{\partial x^{(p)}}{\partial \varphi}\right)^2 + \left(\frac{\partial y^{(p)}}{\partial \varphi}\right)^2} / \sqrt{\left(\frac{\partial x^{(p)}}{\partial \psi}\right)^2 + \left(\frac{\partial y^{(p)}}{\partial \psi}\right)^2}.$$

### Список літературних джерел

1. Бомба А. Я., Бойчура М. В. One Numerical Complex Analysis Method for Parameters Identification of Piecewise Homogeneous Conductivity Media with Using Applied Quasipotential Tomographic // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. праць. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка, 2016. – № 14. – С. 5-17.
2. Бомба А. Я., Бойчура М. В. Числовий метод комплексного аналізу розв'язання задач ідентифікації за даними томографії прикладених квазіпотенціалів // Збірник «Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології». – Львів, 2017. – № 25. – С. 14–26.
3. Бомба А. Я., Бойчура М. В. Метод прикладених квазіпотенціалів розв'язування коефіцієнтних задач ідентифікації параметрів // Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. – Рівне: Нац. унів. вод. госп. та природокор., 2017. – № 4 (76). – С. 163-177.
4. Бомба А. Я., Каштан С. С., Пригорницький Д. О., Ярошак С. В. Методи комплексного аналізу: монографія. – Рівне: Нац. унів. вод. госп. та природокор., 2013. – 415 с.

# К ВОПРОСУ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ МАСС СЛОВОЙ ЛИНИИ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Вышинский В. Т., Рахманов С. Р.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Холоднопилигерный процесс, предназначенный для изготовления бесшовных трубчатых изделий с высокими потребительскими свойствами, развивается в тесной связи с совершенствованием системы машин, его реализующих. За многолетний период существования холодная пилигримовая прокатка труб прошла путь от изготовления клюшек для игры в гольф до трубчатых изделий диаметром 4...450 мм. Основными потребителями этих труб являются предприятия авиационно-космической, атомной, химической, энергетической отраслей промышленности. Конкурентоспособность данного способа производства труб определяется также тем, что он относится к одной из немногих безотходных технологий обработки материалов, обеспечивая возможность регулирования процесса течения металла. Это позволяет управлять геометрией готового изделия, структурой металла; изготавливать трубы с различными выходными геометрическими параметрами из заготовки одного типоразмера.

Главенствующее значение в цепи механизмов, реализующих процесс, принадлежит сдвоенному кривошипно-ползунному механизму (КШМ), осуществляющему возвратно-поступательное (пилигримовое) перемещение клетки, формирующее мгновенные очаги деформации. Энергозатраты, производительность, качественные показатели существенно зависят от четкости и надежности функционирования КШМ, которые определяются не только силовыми показателями технологического процесса, но и нагрузками от сил инерции звеньев, возникающих при движении механизма, которые являются источниками дополнительных сил трения в кинематических парах, вибраций в звеньях и фундаменте, не обусловленных технологией напряжений в звеньях механизма, причиной шума и т. д. Поэтому при проектировании новых или модернизации существующих механизмов часто ставится задача обеспечения полного или частичного погашения указанных динамических нагрузок. В классической постановке эта задача носит название задачи об уравновешивании масс механизма, которая разделена на две самостоятельные задачи: задачу об уравновешивании динамических нагрузок на фундамент и задачу об уравновешивании динамических нагрузок в кинематических парах.

Статически уравновесить кривошипно-ползунный механизм можно двумя

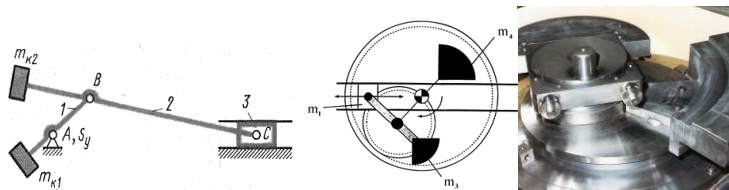


Рисунок 1 – Полное статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.

противовесами (рис.1). Однако установка противовеса  $m_{к2}$  на шатуне 2 сильно удлиняет его, а вместе с тем и увеличивает габариты механизма. Исключение составляет механизм Латира, конструктивные особенности которого позволяют решить эту задачу. Цена решения – существенное повышение материалоемкости привода (суммарное значение масс противовесов составит трёхкратное значение массы клетки). Полной статической уравновешенности можно добиться и без размещения противовесов, если спроектировать так называемый самоуравновешенный механизм. Примером такого механизма является сдвоенный кривошипно-ползунный (рис.2.), используемый для мотоциклетных и других двигателей внутреннего сгорания. Однако такое решение не приемлемо для реализации технологии пильгерной прокатки.

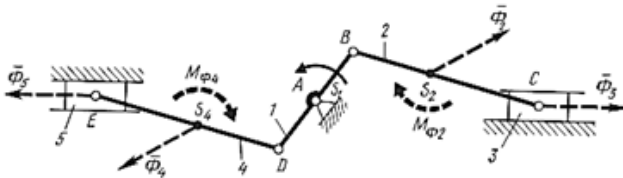


Рисунок 2 – Самоуравновешенный механизм.

Классические решения статического уравновешивания горизонтального кривошипно-ползунного механизма (рис.3) направленные на устранение динамического воздействия на основание использованы в конструкциях концерна SMS MEER (Германия). Эти решения, обладающие материалоемкостью, существенно превышающей массу клетки, требуют использования разъемных и, вследствие этого, дорогих узлов кинематического соединения шатунов с коленчатым валом кривошипов и самого вала при установке его на основание.

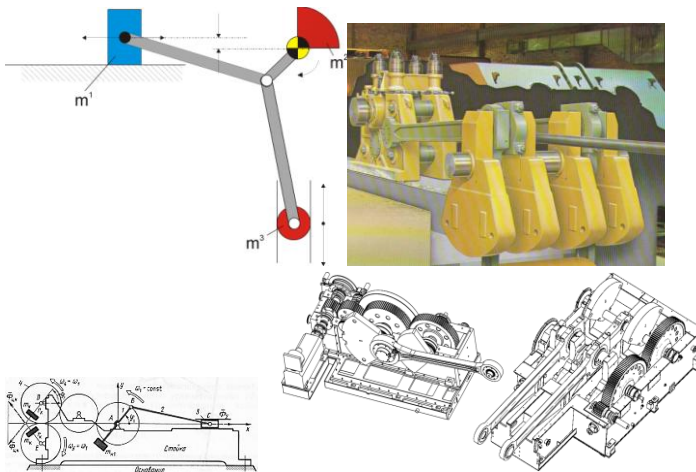


Рисунок 3 – Частные решения статического уравновешивания кривошипно-ползунного механизма концерна SMS MEER

В настоящее время в отечественном и зарубежном машиностроении всё чаще применяют программные устройства, предназначенные для уравнивания избыточных сил и моментов цикловых машин.

При установившемся движении цикловых машин с периодическим движением рабочих органов и примерно постоянной средней затратой энергии двигателем между маховиком и исполнительными механизмами происходит пульсация энергии вследствие её неравномерного потребления на преодоление технологических нагрузок, а также вследствие накопления и отдачи кинетической энергии периодически движущимися массами и циклического перемещения масс в гравитационном поле. В результате пульсации энергии избыточные силы и моменты изменяются по значению и направлению, что обуславливает перегрузку звеньев исполнительных и передаточных механизмов; вызывает соударения контактирующих поверхностей кинематических пар, сопровождаемые износом трущихся поверхностей; возбуждает различного рода упругие колебания в системе машин; ведёт к усилению шума в передачах, увеличению неравномерности хода, нарушению точности позиционирования рабочих органов исполнительных механизмов. Это снижает качественные показатели технологических процессов, создает барьер рабочих скоростей и сокращает срок службы.

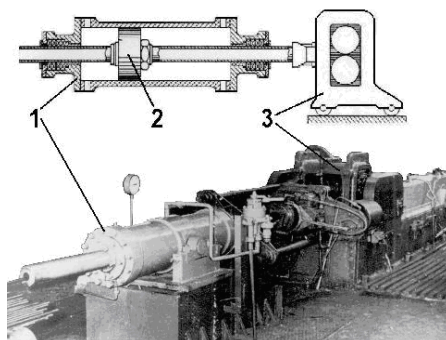


Рисунок 4 – Устройство для уравнивания сил инерции клетки станов холодной прокатки труб

Решению этих задач будет способствовать широкое использование устройств программного уравнивания, позволяющих полностью или частично устранить нежелательные последствия периодической пульсации энергии. Программному уравниванию сил инерции в устройствах периодического металлургического оборудования посвящены работы, выполненные под руководством С.Н. Кожевникова и А.С. Ткаченко [1-4] избыточных моментов от сил тяжести деталей машин-автоматов и избыточных инерционных нагрузок. В устройствах программного уравнивания в качестве аккумуляторов энергии применяются пружинные, инерционные и пневматические нагрузжатели. На рис.4 представлено пневматическое устройство уравнивания сил инерции клетки станов холодной прокатки труб в котором подвижная масса (поршень 2) существенно меньше массы клетки (3), силы инерции которой уравниваются. Система регулирования параметрами функционирования пневмосистемы позволяет минимизировать энергозатраты на ведение процесса ХПТ в

автоматическом режиме и режимах ручного управления, осуществляя «переуравновешивание» для реализации неординарных режимов прокатки. Следует отметить, что суммарная материалоемкость присоединяемого к подвижной клетки устройства сравнима с массой уравновешиваемых клеток станов малых типоразмеров. Другим недостатком является сравнительно малая долговечность штоковых пневмоуплотнений.

В условиях развития и совершенствования существующих технологий, на рынок, переходящий от конкуренций технологий к конкуренции затрат, перспективным является использование в качестве инерционного нагрузжателя механизма П.Л. Чебышева. Выбор его конструктивных параметров позволяет назначить уравновешивающие массы в долях уравновешиваемой [5], [6] соблюдая условие минимизации материалоемкости.

#### **Список литературных источников**

1. А.с.202852 (СССР). Устройство для уравновешивания сил инерции клетки станов для холодной прокатки труб / С.Н. Кожевников, Б.М. Климовский, А.С. Ткаченко. – Свод. изобретений СССР, 1967, вып. 19.
2. А.с.281380 (СССР). Устройство для уравновешивания сил инерции и моментов сил инерции механизмов прокатных станов / А.С. Ткаченко, Э.Ф. Федоровский. – Свод. изобретений СССР, 1970, вып. 29.
3. Ткаченко А.С. К вопросу об уравновешивании сил инерции возвратно-поступательно перемещающейся массы клетки станов холодной прокатки труб. – Сталь. М., Metallurgy, 1966.
4. Ткаченко А.С., Черевик Ю.И. Неравномерность движения элементов главного привода станов холодной прокатки труб и избыдание путей её понижения. – В кн.: Теория механизмов и машин, Харьков, 1970, №7.
5. Шейно Г.А. Уравновешивание четырехзвенных механизмов. – Вестник машиностроения, 1966, №6.
6. Озол О.Г. Теория механизмов и машин. – М: Наука, ГРФМЛ, 1984. – 432 с.

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИДКОСТИ И ИСКРИВЛЕННОЙ ПЛАСТИНКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ НА ЕЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**Гоман О. Г., Катан В. А., Клим В. Ю.**

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепр, Украина

Современные требования к проектируемым конструкциям гидродинамических аппаратов различного функционального назначения сталкиваются с необходимостью постоянного развития методов математического моделирования ударного взаимодействия жидкости с твердым телом, находящимся на свободной поверхности.

Рассмотрена задача об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и искривленной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности при произвольном соотношении поступательной и угловой скоростей. Постановка задачи об ударном взаимодействии несжимаемой жидкости и цилиндрического тела с поперечным сечением произвольной формы, которое находится на свободной поверхности жидкости,



хорошо известна [ 1 ]. Поставленная задача с помощью конформного отображения области гидродинамического течения на верхнюю полуплоскость сводится к классической смешанной задаче Келдыша – Седова для характеристической функции течения, решение которой может быть представлено в квадратурах [ 2 ].

Для определения положения граничных точек зон отрыва течения жидкости от поверхности тела применяется вариационный принцип Огазо, что приводит к некоторому трансцендентному уравнению относительно некоторого числового параметра, который характеризует положение точки отрыва на контуре тела (вторая точка – точка пересечения контура тела со свободной поверхностью жидкости). Это трансцендентное уравнение содержит сингулярные интегралы в смысле конечной части по Адамару, для вычисления которых применяются формулы Адамара – Манглера [ 3 ]. В качестве таких тестовой задачи была рассмотрена: задача о произвольном ударе с вращением наклонной пластинки в условиях возникновения отрыва [ 4 ]. Необходимость применения дополнительного конформного отображения приводит к увеличению объема вычислительных операций, особенно в окрестности граничных точек областей с различными типами граничных условий. Решение трансцендентного уравнения относительно некоторого числового параметра, характеризующего положение точки отрыва на контуре тела, для случая искривленной пластинки проводилось такими же методами, как и в случае плоских пластинок, т.е. была построена зависимость кинематического параметра от возможного значения указанного параметра. Получено удовлетворительное совпадение результатов решений задачи предложенным методом с известными результатами, что подтверждает применимость указанного подхода в математическом моделировании ударного взаимодействия тела и жидкости со свободной поверхностью [ 4 – 5 ].

После определения положения зоны инерционного отрыва течения были получены гидродинамические распределенные и суммарные характеристики ударного взаимодействия несжимаемой жидкости и искривленной пластинки, расположенной на ее свободной поверхности, при произвольном соотношении поступательной и угловой скоростей.

Определены распределения импульсивного давления, нормальной и касательной составляющей скорости частиц жидкости, а также коэффициенты присоединенных масс и моментов. Отмечено, что несмотря на упрощения при постановке задач ударного взаимодействия, характеристики течений – коэффициенты присоединенных масс – хорошо совпадают со значениями, которые получены экспериментальным путем.

Исследовано влияние кривизны пластинки на распределенные и суммарные гидродинамические характеристики ударного взаимодействия. Установлено, что при небольшом искривлении могут быть использованы соответствующие характеристики плоской наклонной пластинки, умноженные на некоторый коэффициент, определенный в результате вычислительного эксперимента. Однако при больших деформациях пластинки структура течения может существенно измениться, что может привести к возникновению новых отрывных зон, и впоследствии значительно изменить значения суммарных силовых характеристик, а также повлиять на распределение импульсивного давления вдоль контура тела. Для такого случая ударного взаимодействия потребуются изменение методики расчета, в которой надо исходить из наличия нескольких зон инерционного отрыва, а также отрыва, возникшего в результате влияния искривления обтекаемой поверхности.

Полученные результаты могут быть использованы на стадиях проектирования при создании рабочих тел рулевых устройств гидродинамических аппаратов различного назначения.

#### **Список литературных источников**

1. Седов, Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики [Текст] / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1980. – 448 с.
2. Мухелишвили, Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости [Текст] / Н. И. Мухелишвили. – М.: Наука, 1966. – 707 с.
3. Общая теория аэродинамики больших скоростей [Текст] / под ред. У.Р. Сирса. – М.: Воениздат, 1962. – 300 с.
4. Гоман О. Г. Ударное взаимодействие несжимаемой жидкости и вертикальной пластины, плавающей на ее поверхности, в условиях образования одной зоны отрыва и наличии вращения [Текст] / О.Г. Гоман, В.А. Катан // Вісн. ДНУ. Сер.: Механіка. – 2013. – № 5 (21). – Вип. 17, Т.1. – С. 191 – 205.
5. Гоман О. Г. Ударное взаимодействие жидкости и наклонной пластинки, находящейся на ее свободной поверхности. Определение положения зоны отрыва [Текст] / О.Г. Гоман, В.А. Катан // Вісн. ДНУ. Сер.: Механіка. – 2016. – № 5(24). – Вип. 20. – С. 28 – 38.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПІВІСНУВАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РЕГІОНАЛЬНИХ ІХТІОФАУН РІЗНИХ ВОДОЙМ ТЕРНОПІЛЛЯ**

**Грод І. М.Шевчик Л. О.**

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
Тернопіль, Україна

Річка Серет, Тернопільський став та ставки і потічки гідропарку – унікальні природно-територіальні комплекси Тернопільщини, що мають велике рекреаційне, гідрологічне та природоохоронне значення. Зміна гідрохімічного режиму водойм, яка відбувається під впливом антропогенних чинників, зумовлює зміну видового складу в цілому та чисельності його окремих угруповань, зокрема видового складу риб.

Математичні моделі описують класи об'єктів, явищ чи процесів, які мають спільні, подібні властивості або є ізоморфними.

**Актуальні** для сучасного суспільства задачі біології та екології вирішуються за допомогою математичного або ж комп'ютерного моделювання. Дослідження антропогенного впливу на зміну чисельності популяцій, екологічні прогнози, моделі походження життя, модель міжвидової взаємодії, завдання генетики — ось далеко неповний перелік задач, вирішення яких немислиме без математичного моделювання [1,3].

Актуальним також залишається питання побудови комп'ютерних моделей для відображення співіснування різних біологічних систем, загалом, та таксономічних систем, зокрема.

**Метою** роботи є моделювання графіків співіснування представників певних біологічних рядів у кількох водоймах Тернопільської області засобами Mathcad та визначення ступеня рівномірності розподілу ознак об'єктів вибірки шляхом розрахунку

показника Шеннона кожної родини для досліджуваних рядів.

З метою оцінки різноманіття біотичних угруповань (фауністичних комплексів) аналізують як видове різноманіття, так і видове багатство [ 2 ].

Аналіз видового різноманіття, який дозволяє кількісно оцінити рівномірність реєстрації різних видів кожної досліджуваної родини, неможливий без характеристики максимального вирівнювання. У арифметичному виразі максимальне вирівнювання досягається за умови  $p_i = 1/S$ , де  $S$  — число елементів (наприклад, коли в угрупованні з  $S=5$  видів частка кожного з них становить  $p_i = 1/5$ , або 20%). Відповідно, будь-яке зміщення розподілу елементів у бік домінування одного з них означає зниження показника різноманіття, незалежно від способу його обчислення.

Міра різноманітності (також індекс різноманітності) застосовується в біології для визначення ступеня рівномірності розподілу ознак об'єктів вибірки [ 4 ].

Міру різноманітності є сенс використовувати виключно для оцінки інвентаризаційної різноманітності, тобто різноманітності в середині об'єкту. Першою мірою різноманітності, використаною в біології був індекс Шеннона:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i , \quad (1)$$

де  $p_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}$  і відповідає числу ознак (наприклад, особин) певного об'єкту (наприклад, виду) у вибірці (наприклад, в біоценозі). Теоретично *H-функція*, яка набуває максимального значення тоді, коли має місце повна вирівненість розподілу  $\ln N$ , що відповідає найбільшій різноманітності системи ( $N$  – загальне число об'єктів (наприклад, видів в біоценозі)), а мінімальне дорівнює 0.

Розглянемо дослідницькі дані видового складу риб та динаміки чисельності залежності від типу водойм м.Тернополя.

Будемо, зокрема, досліджувати:

- склад іхтіофауни річки Серет;
- склад іхтіофауни ставків і потічків гіропарку м. Тернополя;
- склад іхтіофауни Тернопільського ставу.

#### **Розробка моделі**

Для побудови математичної моделі визначимо вхідні дані:

- кількість екземплярів кожного виду у водоймі;
- кількість екземплярів окремої родини у водоймі;
- відсоткове співвідношення кожного виду риб у водоймі;
- відсоткове співвідношення родин риб у водоймі.

Вихідні дані: графік співіснування родин риб в різних водоймах; математична модель для обрахунку показника Шеннона за певним набором вхідних даних.

Для того, щоб обчислити показник Шеннона, розробимо програму у середовищі Mathcad, скориставшись формулою 1. На прикладі родини Окуневі у складі іхтіофауни річки Серет результат обчислень представлений на рисунку 1.

```

Кількість особин кожного виду  k := (158
      14
      34)

Загальна кількість особин родини  Nq := 206

He := for i ∈ 1
H ← H +  $\frac{k_i \cdot \ln\left(\frac{k_i}{Nq}\right)}{Nq}$   i := 0..2
He = -0.684  He := 0
H := He * (-1)

Показник Шеннона  H = 0.684

```

Рисунок 1– Показник Шеннона родини Окуневі у складі іхтіофауни річки Серет

Перевіримо правильність розробленої програми, обчисливши показник Шеннона для родини Коропові у складі іхтіофауни Тернопільського ставу. Для цього змінимо числові дані в розробленому додатку, а саме, змінимо кількість особин кожного виду, розмірність масиву I та загальну кількість особин родини. Результат представлено на рисунку 2.

```

i := 0..10  He := 0
Кількість особин кожного виду  k := (78
      14
      21
      34
      26
      4
      8
      8
      8
      29
      7
      28)

Загальна кількість особин родини  Nq := 257

He := for i ∈ 1
H ← H +  $\frac{k_i \cdot \ln\left(\frac{k_i}{Nq}\right)}{Nq}$ 
He = -2.091
H := He * (-1)

Показник Шеннона  H = 2.091

```

Рисунок 2 – Показник Шеннона родини Коропові у складі іхтіофауни Тернопільського ставу

Для побудови графіків співіснування родин риб у водоймах скористаємося засобами математичного пакету Mathcad. Верифікацію побудованої моделі здійснюємо на даних, отриманих студентами природничих спеціальностей під час практик. Для зручності кількість екземплярів риб кожної родини представлено в середовищі математичного пакету у матричній формі.

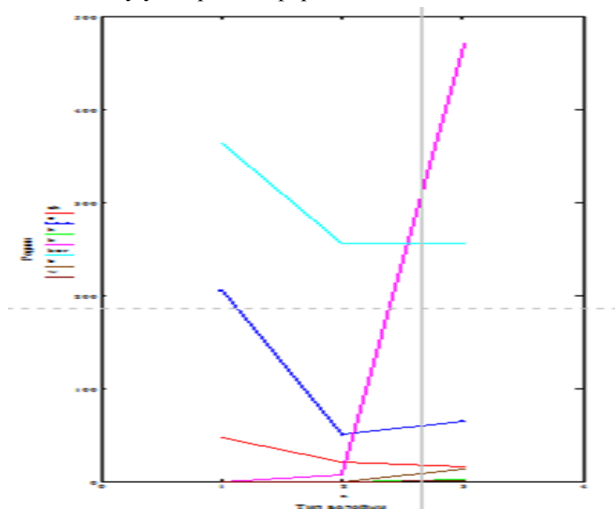


Рисунок 3 – Графік співіснування родин у різних водоймах

**Висновки.** Використання математичного пакету Mathcad з метою моделювання процесів співіснування представників регіональних іхтіофаун різних водойм забезпечує достатньо інформативний рівень опрацювання зібраного матеріалу. Ілюструє найбільш важливі показники екологічної ємкості конкретних екосистем, оцінка котрої здійснюється на основі показників видового багатства та видового різноманіття регіональної іхтіофауни. Отримані графіки забезпечують можливість порівняльної характеристики іхтіофаун водойм різного типу.

#### Список використаних джерел

- 1.Бондарчук С.С. Математическое моделирование в популяционной экологии / С.С. Бондарчук, В.П. Перевозкин. — Томск: Томский государственный педагогический университет, 2014. — 233 с.
- 2.Загороднюк И. В. Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов / И. В. Загороднюк, И. Г. Емельянов, В. Н. Хоменко // Доповіді НАН України. –1995.–7.–С.145– 148.
- 3.Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля / В.І. Лаврик, В.М. Боголюбов, Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.Г. Ільїна // Підручник для студентів вищих навчальних закладів. — Київ. Видавничий центр «Академія». — 2010.
- 4.Шевчик Л.О. Порівняльна характеристика іхтіофауни водойм м.Тернополя / Шевчик Л.О., Грод І.М. // Наукові записки ТНПУ ім. Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – 2017. – № 4 (71). – С. 29 -31.

# МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ В НАНОПЛЕНКАХ

Дервянко А. И.

Национальная металлургическая академия, Днепр, Украина

**Введение.** Интерес к фрактальным наноразмерным пленкам связан с их физическими свойствами, которые существенно отличаются для твердых тел с кристаллической или аморфной структурой. Для получения их традиционно используется метод CVD (химическое парофазное осаждение вещества) в котором исходное вещество испаряется в отдельной камере, переносится через газовую среду и осаждается на подложку.

**Постановка задачи.** Одной из задач молекулярной динамики в неравновесных условиях осаждения наноматериалов по CVD-технологии из газовой фазы методом активирования излучением газоразрядных электронных пушек является моделирование процессов формирования кластерных структур [1] и их осаждения на подложку.

**Решение задачи.** Рассмотрим межатомное взаимодействие в молекуле в виде потенциала Морзе

$$E = D(1 - \exp(-a\Delta r))^2, \quad (1)$$

где  $D$  и  $a$  – константы,  $\Delta r = r - r_0$  – смещение атома относительно положения равновесия. В этом случае уравнение движения в форме Лагранжа имеет вид нелинейной колебательной системы, в которой возможно существование хаотических режимов

$$m\ddot{r} = 2aD(\exp(-2a\Delta r) - \exp(-a\Delta r)). \quad (2)$$

Таким образом, колебания в модели двухатомной молекулы с межатомным взаимодействием в виде потенциала Морзе является системой второго порядка ангармоничности.

Энергетическое пространство между двумя ближайшими соседними уровнями энергии  $E_n$  уменьшается при увеличении значения  $n$ . Когда это пространство равно нулю межатомные связи разрываются и молекула диссоциирует. Такая ситуация связана с возникновением в системе хаотических колебаний.

Обозначим квантовое число  $n_0$  для случая диссоциации. Тогда

$$E_{n_0+1} - E_{n_0} = 0, \quad \text{т.е.} \quad E_0 \approx D. \quad (3)$$

целые значения  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  являются квантовыми числами и энергия диссоциации

Существенное влияние на свойства наноразмерных пленок оказывает тонкая структура формирующих их кластерных образований.

Проведенное компьютерное моделирование процесса осаждения наноматериалов по CVD-технологии методами нелинейной молекулярной динамики определило зависимость фрактальной размерности кластеров тонких пленок от скорости движения и показателей диффузии атомов газовой фазы, полученных в результате диссоциации.

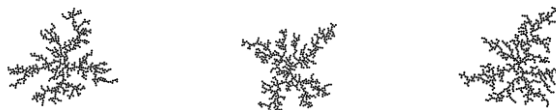


а)  $D=1.546, \chi=0.05$       б)  $D=1.617, \chi=0.20$       в)  $D=1.638, \chi=0.40$

Рисунок 1 – Влияние коэффициента диффузии на фрактальную размерность нанокластеров

Проведенное компьютерное моделирование процесса осаждения наноматериалов по CVD-технологии методами нелинейной молекулярной динамики определило зависимость фрактальной размерности кластеров тонких пленок от скорости движения и показателей диффузии атомов газовой фазы, полученных в результате диссоциации.

**Выводы.** В разработанную программу моделирования процесса формирования кластеров [2] была введена процедура, учитывающая уровень диссоциации кластерного образования. Это дало возможность сделать процесс формирования кластера обратимым, т.е. многократно повторять процессы плавления и затвердевания.



а)  $D=1.597$

б)  $D=1.603$

в)  $D=1.611$

Рисунок 2 – Фрактальная размерность нанокластеров при одинаковых условиях формирования

Генерируемые в этом случае последовательности кластеров имели визуально различную форму, однако, значения их фрактальной размерности совпали, что связано с одинаковыми условиями их формирования [3].

#### Список литературных источников

1. Wu G. Nonlinearity and chaos in molecular vibration. Amsterdam. Elsevier, 2005, P.375.
2. Derevjanko A.I., Mikhalyov A. I., Gasik M. I., Vlasova T. E., Projdak Yu. S. Computer Modeling of Grain's Growth at Sintering Nano-Materials// 6-th International Symposium of Croatian Metallurgical Society Materials and Metallurgy. –Vol. 43. N 3, 2004. - P. 214.
3. Деревянко А.И., Ватченко Е.Н., Квятковский А.Е. Модель формирования фрактальной структуры// «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта». 2007. с.27-32.

# ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ В МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЯХ ФЕРОСПЛАВНОЇ ЕЛЕКТРОПЕЧІ ШЛЯХОМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Дерев'яно Д. В., Куваєв В. Ю., Нежурін В. І.

Національна Металургійна Академія України, Дніпро, Україна

**Вступ.** Було проведено розрахунок розподілення густини вторинних джерел і напруженості магнітного поля об'ємі й на поверхні свода ванн феросплавної печі.

**Мета роботи.** Основним завданням роботи є створення раціональної картини розподілення електромагнітного поля в феросплавній електропечі, доцільної на етапі проектування та вирішення питання енергозбереження при їх експлуатації з використанням математичного моделювання.

**Матеріал та результати.** Основними вимогами до експлуатації печей є оптимальне розподілення питомої потужності в ванні печі та мінімальні питомі втрати електроенергії, що досягається на основі рекомендацій, одержаних при експериментальному дослідженні діючих електропечей. У зв'язку із цим, важливу роль в вирішенні цього питання відіграє можливість математичного моделювання розподілення електромагнітного поля на поверхні ванни печі, що може бути використано при розрахунку втрат на стадії проектування нових і реконструкції діючих електропечей [4].

Для розрахунку електромагнітного поля печі доцільно застосовувати метод вторинних джерел (метод інтегральних рівнянь) [1,2].

Основні етапи розробки математичної моделі феросплавної електропечі з використанням методу вторинних джерел наведено в [3].

Для цього на границі  $S$  тіла (ванни печі) вибираємо  $n$  точок, в яких потрібно розрахувати густину вторинних джерел. Присвоївши точкам  $M$  індекс  $j$ , а точкам  $Q$  індекс  $i$  та розподіливши їх по поверхні розподілу  $S$ , отримаємо наступні рівняння:

$$\int \sigma(M) K_A(Q, M) dS_M \approx \sum_{j=1, n} \sigma(M_j) \int_{\Delta S_j} K_A(Q, M) dS_M, \quad (1)$$

які запишемо як систему алгебраїчних рівнянь, зручну для програмування. У кінцевому виді перетворена система рівнянь є алгоритмом розрахунку шуканої густини вторинних джерел у вибраних розрахункових точках і наведена в [3].

Оскільки для розрахунку магнітного поля необхідно знати векторний потенціал, його розраховують виходячи з розподілення вторинних джерел в об'ємі вибраної моделі ванни електропечі. Якщо розраховуємо векторний потенціал як функцію координат ванни, то можна визначити і напруженість магнітного поля, індукцію в об'ємі і на поверхні ванни. Можна розрахувати магнітний потік, який пронизує поверхню ванни, що дасть можливість розрахувати напруженість магнітного поля і співставити одержані результати з даними досліджень діючої електропечі:

$$\Phi = \oint Adl; B = \mu\mu_0 H; H = \frac{\Phi}{\mu\mu_0 \cos \varphi} = \frac{\oint Adl}{\mu\mu_0 S \cos \varphi} = \frac{\mu_0 \oint \int \frac{\delta l v dl}{R}}{\mu\mu_0 S \cos \varphi}. \quad (2)$$

Тобто, розбивши поверхню свода ванни на елементарні поверхні площею  $S_i$ , можна розрахувати напруженість магнітного поля у вибраних точках.

Вважаємо, що магнітна проникність об'єму ванни печі є рівномірною, а



геометричні розміри як самої ванни, так і електродів відповідають у масштабі розмірам діючої електропечі, а також її електричному режиму, в першу чергу, струму електрода. Складаємо систему алгебраїчних рівнянь, які дозволять обчислити напруженість магнітного поля в точках на радіусах поверхні ванни печі РКГ-75 (рис. 1).

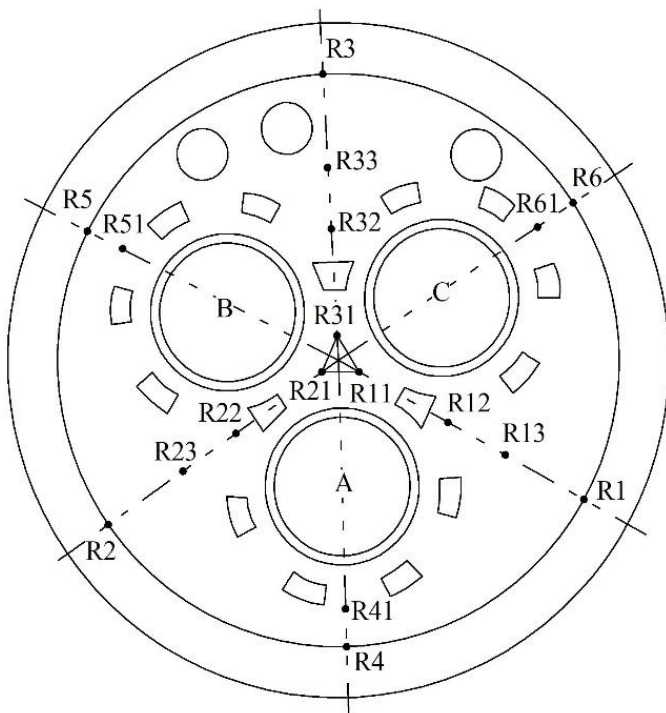


Рисунок 1 - Напруженість магнітного поля на поверхні свода електропечі РКГ-75

На основі складеної системи алгебраїчних рівнянь за допомогою ПЕОМ, з використанням стандартних програм обчислюємо значення напруженості магнітного поля на поверхні ванни електропечі, одержані результати заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 - Результати обчислень напруженості магнітного поля на поверхні свода печі РКГ-75

№ п/п	Точки поверхні свода	Напруженість магнітного поля $H, A$	
		Розраховано	Виміряно
1	$R_{11}$	8160	8080
2	$R_{12}$	12350	12100
3	$R_{13}$	14200	13950
4	$R_{21}$	7860	7770
5	$R_{22}$	9200	9050
6	$R_{23}$	15280	14990

7	R <sub>31</sub>	7780	7690
8	R <sub>32</sub>	8900	8850
9	R <sub>33</sub>	15050	14910
10	R <sub>41</sub>	7070	7010
11	R <sub>51</sub>	6990	6920
12	R <sub>61</sub>	7040	7000

**Висновки.** Оцінені позитивні особливості розрахунку електромагнітних полів методом вторинних джерел. На основі математичної моделі феросплавної печі з ванною круглого перетину розрахована густина вторинних джерел та напруженість магнітного поля у вибраних точках. Адекватність математичної моделі розрахунку магнітного поля на поверхні свода однорідної ванни електропечі оцінена порівнянням з результатами досліджень магнітного поля діючої електропечі. Запропонована математична модель може бути використана при проектуванні та реконструкції феросплавних електропечей, визначенні втрат енергії в металоконструкціях печей.

#### Список літературних джерел

1. Тозони О.В. Электромагнитное поле в неоднородной среде и метод вторичных источников. - Ст.: Кибернетики и вычтехника, Киев, 1973,- кн.22, ст.166..
2. Тозони О.В. Расчет трехмерных электромагнитных полей. - Киев:Техника,1974-322ст.
3. Ольдзиевский С.А и др. Математическое моделирование электрических полей печей рудной электротермии – М; Металургия, 1990-107 ст.
4. Розенберг В.Л. и др. Определение электромагнитных потерь в металлических элементах печи РПЗ-48. Сб. Труды ВНИИЭТО, - М, Энергия, 1972,№6, ст.100-105.

## НЕЙРОСЕТЕВОЙ АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**Денисюк О. Р.**

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

В процессе эксплуатации металлоконструкций используемых, в частности в химической промышленности, наблюдается заметное ухудшение их рабочих характеристик в результате коррозионного износа, вызываемого воздействием агрессивных рабочих сред. Особую актуальность приобретает проблема обеспечения необходимой точности прогнозирования долговечности конструкций, подверженных коррозионному износу.

Поведение конструкции в агрессивной среде моделируется путём численного решения задачи Коши для системы дифференциальных уравнений (СДУ), описывающих процесс коррозии в элементах конструкции, вида

$$\frac{d\delta_i}{dt} = v_0 \left[ 1 + k\sigma_i(\bar{\delta}) \right]; \delta_i|_{t=0} = 0; i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где  $\delta_i$  – глубина коррозионного поражения в  $i$ -м элементе;  $v_0$  - скорость коррозии при

отсутствии напряжения;  $k$  – коэффициент влияния напряжённого состояния на скорость коррозии [1].

При решении задачи оптимального проектирования корродирующих конструкций вычисление функций ограничений (долговечности конструкции) предполагает численное решение системы (1). Параметры численного решения СДУ являются входными параметрами и не меняются (как правило), в процессе решения задачи оптимизации. В связи с этим, погрешность вычисления функций ограничений будет разной для всех точек пространства решений оптимизационной задачи. Погрешность получаемого результата в этом случае может оказаться выше допустимого значения.

Наличие обратной связи в математических моделях расчета, обусловленное влиянием коррозии на напряжения в элементах конструкции, и существенное возрастание количества параметров, определяющих в произвольный момент времени геометрические размеры конструкции, приводят к значительному увеличению вычислительных затрат. Это делает проблему эффективности и точности численных алгоритмов особенно актуальной для задач данного класса.

В данной работе предлагается использовать искусственную нейронную сеть (ИНС) для аппроксимации зависимости погрешности численного решения СДУ от параметров конструкции и агрессивной среды с учетом изменяющихся внутренних усилий в элементах шарнирно-стержневых конструкций (ШСК). При этом для численного решения СДУ используется постоянный конечно-разностный шаблон с фиксированным количеством узлов по временной координате. Это позволит повысить точность прогнозирования долговечности конструкции и снизить вычислительные затраты.

Для построения функции погрешности численного решения задачи долговечности необходимо знать эталонное решение задачи, а также список аргументов, от которых зависит погрешность ее численного решения.

Остановимся подробнее на процедуре получения эталонного решения задачи долговечности.

Если бы внутренние усилия в элементах ШСК были постоянными ( $Q = const$ ), то задача долговечности решалась бы аналитически [1]:

$$t_i^* = t_i - \frac{2kQ_i}{v_0 d_i} \ln \left\{ \frac{(P_i + d_i - 2a_i \delta_i)(P_i - d_i)}{(P_i - d_i - 2a_i \delta_i)(P_i + d_i)} \right\};$$

$$t_i = \frac{\delta_i^{\min}}{v_0}; \quad d_i = \sqrt{4a_i(A_i + kQ_i) - P_i^2}. \quad (2)$$

Здесь  $a_i$ ,  $d_i$  – коэффициенты;  $Q_i$  – величина осевого усилия в  $i$ -м элементе;  $A_i$ ,  $P_i$  – площадь и периметр сечения в  $i$ -м элементе.

В реальности, однако, внутренние усилия в элементах корродирующей ШСК изменяются во времени. Если известен закон изменения внутренних усилий в элементе  $Q(t)$ , то получить эталонное (асимптотически точное) решение не составляет труда. Однако, данная функция неизвестна.

Исходя из приближенного решения задачи долговечности для каждого из элементов ШСК, можно определить номер наименее долговечного элемента, момент выхода из строя которого (момент, когда напряжение в каком-либо стержне не превышает предельно допустимого значения, например, предела текучести или

критического напряжения потери устойчивости) будет определять общую долговечность конструкции.

Решая численно СДУ (1) с использованием модифицированного метода Эйлера можно получить информацию о внутренних усилиях  $Q(t_k)$  в элементах ШСК, где  $t_k$  – узловые точки на интервале изменения времени. Эти данные можно использовать для построения функции  $Q = Q(t)$ , например, в виде полинома  $Q(t) = P_n(t)$ . Степень полинома будет определять количество узловых точек  $t_k$  конечно-разностного шаблона при численном решении СДУ.

Ограничившись для описания данной зависимости полиномом третьей степени  $Q(t) = P_3(t)$ , получим функцию вида

$$Q(t) = Q_0(1 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3). \quad (3)$$

Для определения неизвестных коэффициентов полинома  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  необходимо знать значения внутренних усилий в четырех точках, включая значение  $Q_0$ , соответствующее начальному состоянию конструкции.

Так как стержень находится в условиях одноосного напряженного состояния, то напряжения в нем определяются по формуле:

$$\sigma(t, \delta) = \frac{Q(t)}{A(\delta(t))}. \quad (4)$$

Зависимость  $A = A(\delta(t))$  может быть представлена в виде

$$A(\delta(t)) = A_0 - P_0 \delta(t) + s \delta^2(t), \quad (5)$$

Для получения эталонного решения, таким образом, достаточно решить численно дифференциальное уравнение вида

$$\frac{d\delta}{dt} = v_0 \Psi \left( \frac{Q_0(1 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3)}{A_0 - P_0 \delta(t) + s \delta^2(t)} \right). \quad (6)$$

Эталонное (асимптотически точное) решение данного дифференциального уравнения может быть получено численно.

Погрешность численного решения будет зависеть от геометрических характеристик стержня, начального напряжения  $\sigma_0$ , параметров агрессивной среды и коэффициентов полинома (3).

Аппроксимировать зависимость между параметрами конструкции и агрессивной среды, коэффициентами полинома, описывающего изменение внутренних усилий в ведущем элементе ШСК, и погрешностью численного решения, предлагается с помощью ИНС, архитектура которой представлена на рисунке 1 (для случая активных ограничений по прочности или сплошности сечения).

В случае ограничений по устойчивости дополнительным входным параметром будет начальное критическое напряжение потери устойчивости  $\sigma^*$ . Для обучения нейронной сети использовался алгоритм обратного распространения ошибки.

Предположим, что нейронная сеть обучена, то есть, существует функция зависимости погрешности численного решения СДУ от параметров стержня, параметра агрессивной среды и коэффициентов полинома, описывающего зависимость внутреннего усилия в стержне от времени.

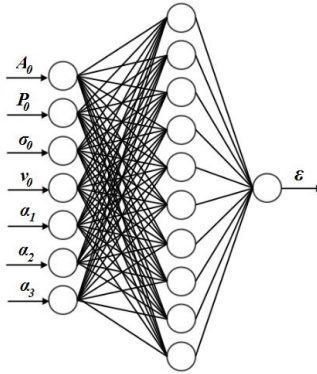


Рисунок 1 – Архитектура нейронной сети при активных ограничениях по прочности (площадки сечения)

В общем виде алгоритм решения задачи долговечности может быть представлен следующим образом:

Шаг 1. Находится приближенное значение долговечности  $t_{прибл}$  с использованием численно-аналитического алгоритма. Находится номер элемента, определяющего долговечность конструкции.

Шаг 2. Для данного стержня строится полином, аппроксимирующий изменение внутренних усилий.

Шаг 3. С помощью искусственной нейронной сети определяется погрешность приближенного решения задачи долговечности.

Шаг 4. С использованием приближенного решения задачи долговечности и его погрешности получается более точное решение:

$$t^* = t_{прибл}(1 - \epsilon). \quad (7)$$

Для иллюстрации предложенного метода в качестве модельной конструкции была рассмотрена статически неопределимая 5-стержневая ферма (рис. 2). Параметры конструкции и агрессивной среды принимались следующие:  $L = 100$  см;  $P = 200$  кН;  $[\sigma] = 240$  МПа;  $\nu_0 = 0,1$  см/год;  $k = 0,003$  МПа<sup>-1</sup>. Сечения элементов соответствуют стандартным уголкавым профилям: (1) - 160×100×10; (2) и (3) - 100×63×8; (4) - 110×110×8 и (5) - 180×110×12.

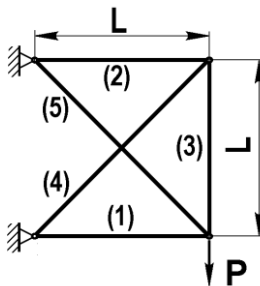


Рисунок 2 – Расчетная схема ШСК

На основании приближенного решения задачи долговечности было определено, что долговечность конструкции определяет первый элемент. Для него были найдены коэффициенты полинома, аппроксимирующего изменение внутренних усилий.

С использованием ранее обученной ИНС определялась погрешность численного решения, и на основании её величины корректировалось значение долговечности. С использованием приближенного решения задачи долговечности и его погрешности на основании формулы (7) было получено окончательное решение  $t^*=2,67067$  года. Погрешность данного решения по сравнению с эталонным составила  $\varepsilon=0,29\%$ . При этом задача напряжённого состояния решалась только пять раз.

#### Список литературных источников

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

## ГОМОГЕННІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дісковський О. А.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Розробку математичних моделей деформування, стійкості та оптимізації параметрів функціонально-градієнтних матеріалів (ФГМ) – (рис. 1) можна віднести до фундаментальних досліджень, що дозволять теоретичне прогнозування структури та фізико-механічних властивостей ФГМ, в тому числі і з наноструктурой.

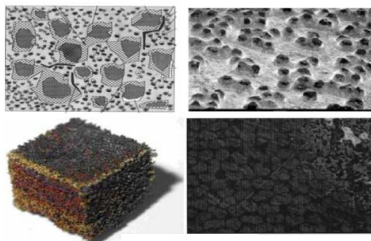


Рисунок 1 –Зразки

Такі дослідження є актуальними також для декількох суміжних галузей науки. Наприклад, можливе отримання вимог до фазового складу та мікроструктури високоефективних ФГМ для зниження матеріалоемності силових елементів конструкцій нової техніки, за рахунок встановлення взаємозв'язку між показниками жорсткості, міцності та стійкості залежності від характеристик структуриз метою вибору найбільш

оптимальних параметрів для забезпечення найбільш повного використання резервів міцнісної та жорсткісної надійності.

В доповіді запропоновано гомогенні математичні моделі структури деяких ФГМ конструкцій з амплітудною і кроковою градієнтністю (рис.2).

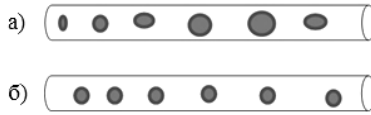


Рис.унок 2 - ФГМ стрижні з амплітудною (а) та крокової (б) градієнтністю

Для кожного типу градієнтності побудовано математичні моделі процесів деформування із застосуванням різних варіантів методу гомогенізації [1,2], вивченні питання стійкості таких структур, отримані оцінки адекватності запропонованих гомогенних математичних моделей процесів деформування і стійкості ФГМ конструкцій в залежності відступення гетерогенності та градієнтності таких структур. Отримано розв'язування задач оптимального проектування низки ФГМ конструкцій із застосуванням гомогенних математичних моделей, виявлено загальні закономірності розв'язування таких задач. З'ясовано, яким чином результати аналізу чутливості деформованого стану ФГМ конструкцій та застосування розроблених моделей дозволять поліпшити якість проектування реальних об'єктів. Отримано результати розв'язування конкретних задач розрахунку і оптимального проектування деяких важливих для промисловості ФГС. Побудовані гомогенні математичні моделі можуть служити обґрунтуванням для розробки рекомендацій зі зниження матеріаломісткості розглянутих функціонально- градієнтних конструкцій і служити науково-методичною основою для проектування інших функціонально- градієнтних матеріалів з наперед визначеними властивостями. Використання отриманих гомогенних математичних моделей визначення характеристик ФГМ у багатьох випадках дозволить також відмовитись від досить витратних натурних експериментів.

### Список літературних джерел

1. Diskovsky A.A. Homogenization of quasiperiodic structures / I.V. Andrianov, J. Awrejcewicz, A.A. Diskovsky // Transactions of the ASME. Journal of Vibration and Acoustics. - 2006.- №128(4). – P. 532-534.

2. Diskovsky A.A. Sensitivity analysis in design of constructions made of functionally graded materials / I.V. Andrianov, J. Awrejcewicz, A.A. Diskovsky // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. - 2013. – 227(1). – P. 19-28.

# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ У РІДИНІ

Дорош Н. Л., Командирчик Д. В.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Різноманіття задач і складність процесу привели до появи великої кількості робіт по експериментальному і теоретичному дослідженню конденсації струмені пари в рідині. У наявних роботах розглядається переважно конденсація насиченої водяної пари в об'ємі або потоці води [1].

Результати розрахунку довжини струменя водяної пари можуть бути використані в задачі конденсації струменя пари криогенної рідини, якщо дотримуються умов моделювання течій. Але наявні роботи не дають однозначної відповіді на питання про умови моделювання конденсації струмені пари різних середовищ.

У літературі представлена класифікація режимів конденсації залежно від швидкості пари та недогріву рідини до температури насичення [2]. Результати отримані для процесу конденсації водяної пари у воді.

В даній роботі наведені результати узагальнення експериментальних даних по конденсації струмені пари криогенної рідини в потоці тієї ж рідини [3]. Експериментальна установка містить прозору трубу з рідким киснем. Струмінь пари кисню вдувають вздовж осі труби за течією. В результаті експерименту отримані фото с картиною конденсації струмені криогенної пари (Рисунок 1).

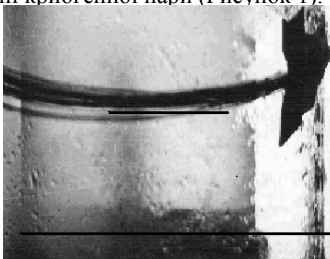


Рисунок 1 – Конденсація струмені криогенної пари в потоці криогену.

В результаті досліджень картини процесу конденсації з'ясовано, що в потоці криогенної рідини утворюється струмень пари. Її розміри залежать від розходу пари і недогріву рідини до температури насичення. Форма переважно факельна. Безрозмірна довжина  $L_6$  (довжина відноситься до діаметру отвору пуску пари) дорівнює 1-30.

Дані по вдуву газоподібного кисню в потік рідкого узагальнені у вигляді залежності:  $L_6 = F(\alpha, K)$ , де  $\alpha$  - відношення швидкості рідини до швидкості пара,  $K$  - критерій Кутателадзе. Діапазон зміни параметрів:  $\alpha = 0,04-0,19$ ;  $K = 9-30$ .

## Список літературних джерел

1. Везиришвили Д.А., Маленков И.Г. Обобщение результатов экспериментального исследования конденсации затопленной паровой струи в объеме воды // Изв. СО АН СССР. Сер.техн. наук. – 1989. - №3 – с. 3-7.
2. Чен, Фагт. Конденсация паровых струй, погруженных в переохлажденные жидкости // Тр. Америк. о-ва инженеров-механиков. Теплопередача. – 1982. – Т. 104, № 4. – С. 179-187.
3. Дорош Н.Л., Пилипенко В.В., Манько И.К. Экспериментальное исследование конденсации пара при вдуве струи газообразного кислорода в поток жидкого // Техническая механика. - К., Наук. Думка. - вып 2. - 1993. –С. 77-80.



# КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАБРУДНЕННЯ ВІД СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ІЗ НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Іванків К. С.

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Узагальнена і проаналізована математична модель взаємодії забруднення з навколишнім середовищем із урахуванням конвективних і дифузійних процесів поширення забруднення.

Загальний фон забруднення і стан навколишнього середовища можна охарактеризувати двома величинами, а саме:  $u(t, x, y)$  - концентрація забруднення та  $v(t, x, y)$  - густина біомаси в момент часу  $t$  у точці з координатами  $x, y$ .

Процес взаємодії опишемо системою рівнянь на площині (вважаємо, що концентрація забруднення усереднюється за третьою координатою) [1]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} &= \sum_{i=1}^m \alpha_i f_i(x-x_i, y-y_i) - gu - \frac{Auv}{B+u} + k_x \frac{\partial u}{\partial x} + k_y \frac{\partial u}{\partial y} + D_u \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), \\ \frac{\partial v}{\partial t} &= rv \left( 1 - \frac{v}{K} \right) - Cuv + D_v \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right).\end{aligned}\quad (1)$$

Функції  $f_i(x-x_i, y-y_i)$  характеризують джерело забруднення, координати якого  $(x_i, y_i)$ ;  $\alpha_i$  - потужність джерела забруднення;  $gu$  - член, що описує розпад і хімічне перетворення забруднення;  $\frac{Au}{(B+u)}$  - функція впливу навколишнього середовища на забруднення;  $r, K$  - параметри логістичного рівняння, що описує динаміку біомаси при відсутності забруднення;  $Cuv$  - функція впливу забруднення на природу;  $(k_x, k_y)$  - компоненти вектора середньорічного вітру;  $D_u, D_v$  - коефіцієнти дифузії ( $D_v \ll D_u$ ). Всі параметри системи вважаємо постійними і невід'ємними, за винятком  $(k_x, k_y)$ .

Якщо розв'язок задачі розглядаємо в області  $\Omega$  з межею  $\Gamma_\Omega$  тоді необхідно поставити початкові та граничні умови :

$$\begin{aligned}u(0, x, y) &= \varphi(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \\ v(0, x, y) &= \psi(x, y), \quad (x, y) \in \Omega, \\ u(t, x, y) &= \tilde{u}(x, y), \quad (x, y) \in \Gamma_\Omega, \quad t \geq 0, \\ v(t, x, y) &= \tilde{v}(x, y), \quad (x, y) \in \Gamma_\Omega, \quad t \geq 0,\end{aligned}\quad (2)$$

де  $\varphi(x, y), \psi(x, y), \tilde{u}(x, y), \tilde{v}(x, y)$  - задані функції.

Математичний аналіз цієї моделі показав, що у системі "природа-забруднення" можливі три якісно різні сценарії. При малих дозах забруднення спостерігається стійка ситуація, коли забруднення повністю знешкоджується навколишнім середовищем. При

збільшені потужності викидів спостерігається бістабільна ситуація: у залежності від зовнішніх умов і випадкових причин природа може знаходитись у задовільному стані, але може і загинути.

Третя ситуація – природа повністю вимирає, екологічна катастрофа.

Якісна поведінка системи суттєво залежить від числа і характеру її локальних точок рівноваги. Аналіз розміщення нуль-ізоклін системи (1) показує, що у залежності від параметрів моделі в області  $R_2^+$  отримуємо один, два або три стаціонарних стани.

У роботі знайдено і проаналізовано числовий розв'язок задачі (1)-(2), який отримано різницевиими методами [2]. Функцію  $f_i(x-x_i, y-y_i)$  задаємо так:

$$f_i(x-x_i, y-y_i) = [S_-(x-x_i) + S_+(x-(x_i+dx_i))^* \\ [S_-(y-y_i) + S_+(y-(y_i+dy_i)),$$

де  $S_+, S_-$  - асиметричні одиничні функції;  $dx_i, dy_i$  - довжина і ширина  $i$ -го стаціонарного джерела забруднення.

На рисунку 1 наведемо результати роботи програми для моменту часу  $t=5$  при наступних значеннях параметрів моделі:

$$u_0 = r = 0.4; p = \frac{r}{KAC} = 0.5; \lambda = BC = 2.2; g = 1;$$

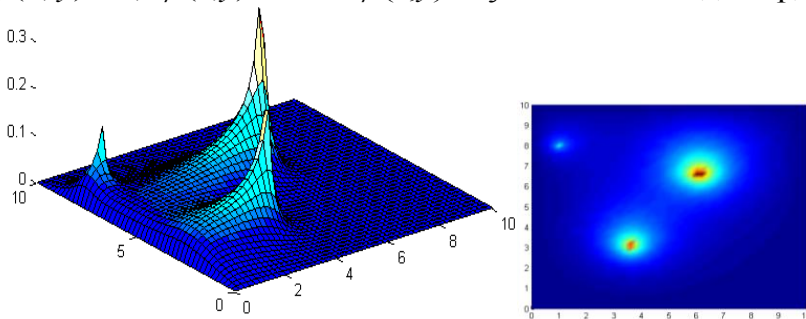
$$k_x = 1; k_y = -0.1; D_u = 3.4, D_v = 0.$$

Потужності джерел забруднення :  $\alpha_1 = 25, \alpha_2 = 32, \alpha_3 = 40$ .

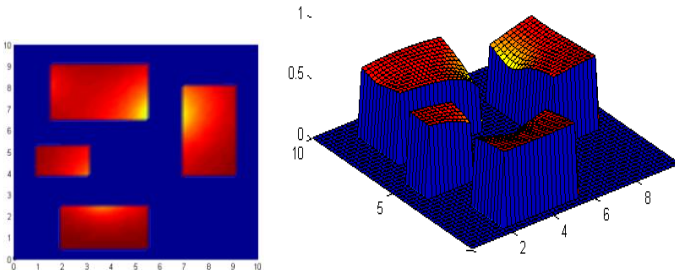
Крайові умови нульові.

Початкові умови:

$\varphi(x, y) = 0, \psi(x, y) = 1$  або  $\psi(x, y) = 0$  у залежності від координат.



а)  $u(x, y)$



б)  $v(x, y)$

Рисунок 1- Розподіл концентрації забруднення а) та густини біомаси б) у момент часу  $t=5$

Результати числових експериментів отримані для просторово-розподіленої моделі показують як поступово деградує природа у домінуючому напрямку конвективних потоків. У випадку асимптотично-стійких станів рівноваги цей процес стабілізується.

Використання засобів візуалізації дозволяє слідкувати за поширенням забруднення і станом навколишнього середовища у процесі числового експерименту, що актуально для прогнозування стану довкілля на тривалий період.

#### Список літературних джерел

1. Братусь А. С. Математические модели экологии и динамические системы с непрерывным временем / Братусь А. С., Новожилов А. С. // М.: МГУ, 2004.-436с.
2. Самарский А. А. Численные методы решения задач конвекции-диффузии / Самарский А. А., Вабищевич П. Н. // М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 480 с.

## РЕГРЕСИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТІННИХ ЕФЕКТІВ У ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛАХ

**Івіцький І. І., Сокольський О. Л., Мікульонюк І. О.**

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

Одною з характеристик полімерних матеріалів, якою зазвичай нехтують при числовому моделюванні є наявність пристінних ефектів різної природи, які значно впливають на точність моделювання. Пристінні ефекти можуть значною мірою впливати на розподіл основних параметрів розплаву по всьому перерізу каналів.

У роботі [ 1 ] досліджено вплив пристінних ефектів на процес течії полімерних матеріалів та отримано масив експериментальних даних для подальшого аналізу.

З метою виявлення ступенів впливу геометричних параметрів каналів на процес течії розплаву полімерного матеріалу з урахуванням пристінних ефектів проводився повний факторний експеримент, що дозволив отримати регресивну математичну модель пристінних ефектів у полімерних матеріалах.

Геометричні параметри, які впливають на процес течії розплаву полімерного

матеріалу з урахуванням пристінних ефектів та вплив яких досліджено:

1. Довжина каналу.
2. Діаметр входу каналу.
3. Стіввідношення діаметру входу до діаметру виходу з каналу.

Залежності впливу окремих геометричних параметрів на величину пристінних ефектів мають нелінійний характер [2], тому необхідно проводити експеримент для кожного з параметрів по трьом рівням.

Вихідним фактором, який буде характеризувати вплив пристінних ефектів на процес течії розплаву полімерного матеріалу буде розбіжність у перепадах тисків без урахування пристінних ефектів, та з їх урахуванням.

Вирішення системи здійснювалося за допомогою програмного комплексу регресивного аналізу ReliaSoft DOE+. Коефіцієнт детермінації регресивних моделей знаходився в межах 0,95.

Взявши абсолютні значення коефіцієнтів регресії при вхідних параметрах у нормованих координатах можна отримати внесок кожного з факторів у вихідне значення розбіжності у перепадах тисків без урахування пристінних ефектів, та з їх урахуванням (табл. 1).

Таблиця 1 – Коефіцієнти регресії

Матеріал	Діаметр каналу	Довжина каналу	Відношення $D_{вх}/D_{вих}$
ПЕВТ 15803-020	66,86 %	8,66 %	24,49 %
ПС-С-1-3	62,62 %	4,27 %	33,11 %
Севілен 11104-030	68,57 %	7,64 %	23,79 %

Як видно з табл. 1 максимальний вплив на процес чинить діаметр каналу, а мінімальний – довжина каналу.

В результаті регресивного аналізу отримуємо значення коефіцієнтів регресії моделі у нормованих координатах (табл. 2).

Таблиця 2 – Коефіцієнти регресії у нормованих координатах

Параметр	Коефіцієнти регресії		
	Севілен 11104-030	ПЕВТ 15803-020	ПС-С-1-3
$H$	-11,0121	-9,2670	-6,8492
$L$	-1,4252	-1,2679	-1,3107
$H/B$	4,6915	3,9869	3,1279
$H \cdot L$	2,2147	1,9457	2,0054
$H \cdot H/B$	-3,9394	-3,6125	-4,1130
$L \cdot H/B$	-0,5962	-0,5770	-0,7795
$H \cdot L \cdot H/B$	0,8541	0,8664	1,1855

Результатом регресивного аналізу стало отримання регресивних математичних моделей для врахування впливу пристінних ефектів на розбіжність величини перепаду тиску між відсутністю та врахуванням пристінних ефектів для ПЕВТ 15803-020

$$\Delta P_{\text{розр}} = 2,83 - 306,4D_{\text{вх}} + 222,07L + 5,91 \frac{D_{\text{вх}}}{D_{\text{вих}}} - 24955D_{\text{вх}}L - 635,16 \frac{D_{\text{хв}}^2}{D_{\text{вих}}},$$

для полістиролу ПС-С-1-3

$$\Delta P_{\text{розр}} = 2,75 - 646,3D_{\text{вх}} + 144,91L + 10,01 \frac{D_{\text{вх}}}{D_{\text{вих}}} - 15354D_{\text{вх}}L - 955,43 \frac{D_{\text{хв}}^2}{D_{\text{вих}}},$$

для севілену 11104-030

$$\Delta P_{\text{розр}} = 6,44 - 712,88D_{\text{вх}} + 208,46L + 6,03 \frac{D_{\text{вх}}}{D_{\text{вих}}} - 23094D_{\text{вх}}L - 630,26 \frac{D_{\text{хв}}^2}{D_{\text{вих}}}.$$

Отримані регресивні математичні моделі дозволяють здійснювати наближений розрахунок перепаду тиску у каналі з урахуванням пристінних ефектів без необхідності проведення числового моделювання [3].

### Список літературних джерел

1. Пристінні ефекти в процесах течії полімерів у каналах переробного обладнання : монографія / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, І. О. Мікулюнок. — Київ : НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. — 136 с.
2. Формування полімерних матеріалів. Дослідження впливу геометричних параметрів каналів обладнання на величину пристінних ефектів / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, І. О. Мікулюнок, В. І. Сівецький // Хімічна промисловість України. — 2015. — №4. — С. 41—44.
3. Ivitskyi I. I. Polymer Wall Slip Modelling / I. I. Ivitskyi // Technology Audit and Production Reserves. — 2014. — N 3. — P. 8—11.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК С ПРИСОЕДИНЕННЫМИ ТЕЛАМИ

**Каиров А. С., Латанская Л. А., Каиров В. А.**

Национальный университет кораблестроения, Николаев, Украина,

Особое место в расчетной практике инженерных конструкций занимают задачи расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) и амплитудно-частотных характеристик тонких упругих конструктивно неоднородных оболочек вращения. Обзор работ по данной проблеме содержится в [1].

Рассматриваются тонкие упругие ребренные оболочки вращения, регулярно подкрепленные стрингерами и шпангоутами, несущие присоединенные твердые тела, дискретно распределенные на наружной поверхности. Деформированное состояние оболочки и ребер описывается линейными уравнениями теории оболочек с использованием гипотез Кирхгофа-Лява.

Целью данной работы является исследование влияния подкрепляющих ребер, присоединенных твердых тел и их дискретного размещения на напряженно-деформированного состояния тонких упругих конструктивно неоднородных оболочек вращения.

Задача решается методом конечных элементов (МКЭ) [5]. Описание динамического поведения оболочки проводится путем ее дискретизации конечными элементами, что использовались в модальном анализе. Используя вариационный принцип Лагранжа, получим уравнение гармонических колебаний оболочечной системы:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [C]\{\dot{q}\} + [K]\{q\} = \{F\}, \quad (1)$$

где  $\{\ddot{q}\}$ ,  $\{\dot{q}\}$ ,  $\{q\}$  – векторы ускорений, скоростей и обобщенных перемещений узлов конечно-элементной оболочечной модели;  $[K]$ ,  $[C]$ ,  $[M]$  – матрицы жесткости, демпфирования и масс;  $\{F\}$  – вектор возмущающих внешних сил.

Вычисление амплитуд виброперемещений выполняется методом разложения перемещений по собственным формам колебаний [2]. В задачах гармонического анализа используются те же матрицы жесткостей  $[K]$  и масс  $[M]$ , что и в модальном анализе. Матрица демпфирования  $[C]$  учитывает диссипацию энергии, связанную с внутренним трением материала, характером соединений элементов конструкции между собой, амплитудно-частотными характеристиками, и аппроксимируется как линейная комбинация матриц  $[M]$  и  $[K]$  [4]. Коэффициенты демпфирования определяются для всей оболочечной системы исходя из ее диссипативных свойств и демпфирующей способности [3].

Решение системы (1) для малых колебаний ищем в следующем виде:

$$\{q\} = \{q_0 (\cos \varphi + i \sin \varphi)\} e^{i\Omega t}, \quad (2)$$

где  $q_0$  – вектор амплитуд перемещений узлов модели;  $\{q_1\} = \{q_0 \cos \varphi\}$ ,  $\{q_2\} = \{q_0 \sin \varphi\}$  – действительная и мнимая часть вектора перемещений;  $\Omega$  – круговая частота возбуждающих внешних сил;  $i$  – мнимая единица;  $\varphi$  – сдвиг фаз для перемещений;  $t$  – координата времени.

Поскольку возмущающая колебания внешняя нагрузка периодична, вектор динамических сил может быть представлен в виде суммы членов тригонометрического ряда Фурье аналогично вектору перемещений:

$$\{F\} = \{F_0 (\cos \psi + i \sin \psi)\} e^{i\Omega t} = (\{F_1\} + i\{F_2\}) e^{i\Omega t}, \quad (3)$$

где  $F_0$  – амплитуда сил;  $\{F_1\} = \{F_0 \cos \psi\}$ ,  $\{F_2\} = \{F_0 \sin \psi\}$  – действительная и мнимая часть вектора сил;  $\psi$  – сдвиг фаз для сил.

После подстановки (2) и (3) в уравнение (1) и некоторых преобразований, получим уравнение для определению амплитуд колебаний:

$$\left( [K] - \Omega^2 [M] + \Omega [C] \right) (\{q_1\} + i\{q_2\}) = (\{F_1\} + i\{F_2\}) \quad (4)$$

Задача (4) по определению амплитуд и силовых характеристик гармонических колебаний оболочечной конструкции решается методом суперпозиции мод [4]. Численные исследования выполнены для стальной подкрепленной цилиндрической оболочки с равномерно распределенными ребрами жесткости, несущей жестко присоединенное твердое тело. Исследовано влияние различных граничных условий, подкреплений и массы присоединенного тела на амплитудные характеристики и НДС

оболочки. Выполнено сопоставление полученных численных результатов с решениями, полученными с использованием пакета ANSYS.

Полученные результаты и методика расчета на основе МКЭ могут быть использованы при проектировании подкрепленных ребрами оболочечных конструкций при динамическом нагружении.

#### Список литературных источников

1. Заруцкий В.А. О комплексных экспериментальных исследованиях устойчивости и колебаний конструктивно-неоднородных оболочек // Прикл. механика. – 2001. – Т.37, № 8. – С.38-67.
2. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Гувер. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
3. Трощенко В.Т. Прочность материалов и конструкций / В.Т. Трощенко, Р.И. Курият, А.А. Лебедев // К.: Академперіодика, 2005. – 1086 с.
4. Bathe K.J. Numerical methods in finite element analysis / K.J. Bathe // Englewood Cliffs:Prentice-Hall, 2006. – 564 p.
5. Zienkiewich O.C. The finite element method. Fifth edition / O.C. Zienkiewich, R.L. Teylor //Oxford, 2000. – 348 p.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

**Корчуганова О. М., Заїка Р. Г., Канарова К. І.**

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Світові обсяги щорічного утворення твердих промислових відходів примушують вирішувати проблеми створення ефективних технологій їх переробки. Кількість промислових відходів, що накопичено в Україні, дозволяє віднести її до однієї з найбільш техногенно навантажених країн світу. Приблизно 51% загальної кількості відходів, розміщених у сховищах організованого складування та на території підприємств, становлять неорганічні відходи, які містять метали та їх сполуки в формі солей, оксидів або гідроксидів. Зазвичай, заміна відходами традиційної сировини неможлива, або потребує додаткових зусиль через різницю в хімічному складі [1]. Отже, хімічні технології переробки відходів неодмінно будуть пов'язані з традиційними процесами вилуговування водою, розчинами кислот або лугів та осадження або кристалізації. Для розрахунку такого роду процесів використовують кінетичні моделі перебігу реакцій і масообмінних процесів.

Деякі відходи, приміром такі як просипи шихти виробництва листового скла практично не використовують, а вони між тим містять 18% кальцинованої соди, яку може бути повернено до основного технологічного процесу, або використано за іншими призначенням. Було одержано рівняння кінетики водного вилуговування соди з використанням методу обертового диску:

$$\log \frac{C_S}{C_S - C} = \frac{D^{2/3} \cdot S \cdot \omega^{1/2}}{2,303 \cdot V \cdot 1,62 \cdot 10^3 \cdot \nu^{1/6}} \quad (1)$$

де  $C_S$  – концентрація насиченого розчину;

$C$  – концентрація натрій карбонату в об'ємі розчину, г/см<sup>3</sup>;

S – площа поверхні твердого відходу, см<sup>2</sup>;  
D – коефіцієнт дифузії, см<sup>2</sup>/с; ω – швидкість обертання диску, 1/с;  
ν – кінематична в'язкість середовища, см<sup>2</sup>/с; V – об'єм розчину, см<sup>3</sup>.

Водне вилуговування може застосовуватися не лише для вилучення цінного компонента відходу а й для відмивання домішок, як в роботі [2].

Але, частіше для переробки відходів використовують гідрометалургійні методи, що пов'язані з використанням досить концентрованих розчинів кислот та лугів та відповідних математичних моделей.

Для розрахунку процесу вилучення нікелю з відпрацьованого алюмонікелевого каталізатору пропонується використовувати математичну модель розчинення (2), що включає рівняння швидкості розчинення нікелю та оксиду нікелю в нітратній кислоті і балансове рівняння, що враховує склад відходу і співвідношення в ньому нікелю та оксиду нікелю.

Відпрацьовані каталізатори взагалі є дуже привабливою вторинною сировиною, тому математичному моделюванню вилуговування з них металів, слід приділяти особливу увагу.

$$\begin{cases} \frac{dm_{Ni}}{dt} = 176000 * \exp\left(\frac{-6667}{T}\right) * (1 - \alpha_{Ni})^2 \\ \frac{dm_{NiO}}{dt} = 120000 * \exp\left(\frac{-9000}{T}\right) * (1 - \alpha_{NiO})^2 \\ m_{Ni}^{p-p} = C_{Ni}^{kam} * \alpha_{Ni} + C_{NiO}^{kam} * \alpha_{NiO} \end{cases} \quad (2)$$

Зазвичай, відпрацьовані каталізатори містять цінні компоненти у вигляді 2-х сполук, тому склад математичних моделей кислого вилуговування досить схожий. Так, розчинення цинкового поглинач в нітратній кислоті можна описати системою рівнянь (3):

$$\begin{cases} \frac{dm_{ZnO}}{dt} = 2060 * \exp\left(\frac{-4067}{T}\right) * (1 - \alpha_{ZnO})^3 \\ \frac{dm_{ZnS}}{dt} = 0,278 * \exp\left(\frac{-1065}{T}\right) * (1 - \alpha_{ZnS}) \\ \alpha_{Zn}^{p-p} = C_{ZnS}^{omx} * \alpha_{ZnS} + C_{ZnO}^{omx} * \alpha_{ZnO} \end{cases} \quad (3),$$

де  $\alpha_{ZnO}$ ,  $\alpha_{ZnS}$  – ступені рочинення оксиду та сульфїда цинку;

$C_{ZnO}^{oidx}$ ,  $C_{ZnS}^{oidx}$  – концентрація оксиду и сульфїду цинка у вїходах;

$\alpha_{Zn}^{p-p}$  – частка цинку, що перейшов до розчину.

Схожий приклад – математична модель розчинення відпрацьованого залізо-хромового каталізатору в сульфатній кислоті:

$$\begin{cases} 1 - (1 - k_{SF_{eO}} \cdot S_w \cdot \tau)^3 = \alpha_{FeO} \\ 1 - (1 - k_{SF_{e_2O_3}} \cdot S_w \cdot \tau)^3 = \alpha_{Fe_2O_3} \\ \alpha_{Fe}^{p-p} = C_{FeO}^{oidx} \cdot \alpha_{FeO} + C_{Fe_2O_3}^{oidx} \cdot \alpha_{Fe_2O_3} \end{cases} \quad (4),$$

де:  $S_w$  – площа поверхні частинок відходу;

$k_{SF_{eO}}$  – константа швидкості розчинення FeO;

$k_{SF_{e_2O_3}}$  – константа швидкості розчинення Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

$\alpha_{Fe}^{p-p}$  – частка залїза, що перейшла до розчину.

Іншою проблемою процесів кислотної переробки відходів є видїлення з розчинів компонентів, розчинення яких було небажане. Традиційним методом



видалення домішок з розчину є осадження. Приклад – розчинення відходів водопідготовки в нітратній кислоті. В цьому випадку до розчину потрапляють сполуки заліза, найкращим осаджувачем буде карбонат кальцію, який розчиняючись, підвищує рН розчину і забезпечує гідроліз нітрату заліза та його осадження у вигляді гідроксиду. Кінетичне рівняння описує швидкість зміни концентрації заліза в розчині:

$$-\frac{dC}{d\tau} = 167544 \cdot e^{-4513,2/T} \cdot C^2 \quad (5).$$

#### Список літературних джерел

1. Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
2. Корчуганова Е. Н. Исследование выщелачивания водорастворимых примесей из технического гидроксида алюминия / Е. Н. Корчуганова. // Східноукраїнського національного університету. – 2014. – №9. – С. 15–18.

## ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОКОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМ

**Коваленко І.Л., Коротка Л.І.**

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

Світовою тенденцією розвитку гірничодобувних технологій є відмова від промислового застосування тротилу та тротилових вибухових речовин. Вирішення цієї проблеми можливе тільки за рахунок створення і впровадження нових безпечних технологій нітратних енергоконденсованих систем (ЕКС), які складаються з невибухових компонентів і характеризуються високим рівнем безпечності поведінки та застосування.

В рамках вирішення цієї проблеми в Україні були розроблена технологія високоефективних гранульованих ЕКС марки Україніт-АНФО [1, 2], яка передбачає модифікацію гранульованої аграрної аміачної селітри (АС) з метою підвищення пористості гранул при збереженні їх міцності. В процесі модифікації гранули АС обробляють поризуючим водним розчином (0,2-0,8 % від маси АС) з подальшим видаленням внесеної вологи вакуумною сушкою в обертальному апараті періодичної дії. При цьому збільшення пористості аміачної селітри реалізується за рахунок розкриття твердої оболонки гранули та термічних перетворень основного матеріалу гранули, а зміцнення – за рахунок створення «жорсткого каркасу з важкорозчинних продуктів взаємодії речовини поризуючого розчину та промислових добавок АС, що вже містяться в гранулі.

Промислове впровадження розробленої технології виявило необхідність корегування технологічних параметрів (кількості та концентрації поризуючого розчину) в залежності від механіко-міцностних характеристик гранул вхідної сировини (аграрної АС).

Задача оптимізації технологічних параметрів передбачала моделювання процесу модифікації, що дозволить прогнозувати параметр відносної динамічної міцності гранул кінцевого продукту в залежності від характеристик вхідної сировини та технологічних параметрів. При цьому, основними вхідними параметрами є динамічна

міцність гранул сировини ( $x_1$ ), кількість поризуючого розчину ( $x_2$ ) та масова концентрація поризуючого розчину ( $x_3$ ). Також, за результатами досліджень було встановлено, що цільовий параметр міцності модифікованих гранул (вихідний параметр -  $y$ ) змінюється з часом ( $x_4$ ), і набуває оптимальних значень ( $y = 97 \div 99,8\%$ ) на 7-8 добу після виготовлення. При цьому, змінні мають наступні обмеження та умови, що визначаються технологією модифікації.:  $85 \leq x_1 \leq 100$ ;  $0,2 \leq x_2 \leq 0,8$ ;  $12,5 \leq x_3 \leq 50$ ;  $y \geq 0$ .

Складність вирішення задачі полягала в тому, що вхідний параметр  $x_1$  в свою чергу залежить від ряду факторів, визначення яких в умовах технології ЕКС ускладнене або неможливе: технологічні параметри грануляції АС, природа та концентрація використаних промислових добавок, наявність антизлежувачів, термін та температурні умови зберігання гранул АС тощо.

Накопичення заводською лабораторією протягом року (середня продуктивність по ЕКС 200-250 т/місяць) статистичних даних про відносну динамічну міцність гранул кінцевого продукту ( $y$ ), в залежності від параметрів  $x_1-x_4$ , дозволили реалізувати моделювання процесу модифікації.

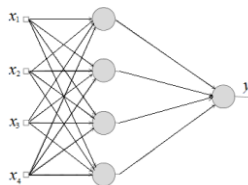
Застосування традиційних методів моделювання дозволило визначити відповідні аналітичні рівняння моделі. Проте одержати адекватне рівняння не вдалось. Так коефіцієнт детермінації для рівняння множинної регресії складає 0,26, що свідчить про те, що досліджувані фактори  $x_1, x_2, x_3, x_4$  пояснюють лише 26% варіації функції  $y$ , яка аналізується. Тому в подальшій роботі були застосовані м'які обчислення за допомогою математичного апарату штучних нейронних мереж (НМ), використання яких у задачах апроксимації не потребує побудови математичної моделі та перевірки її на адекватність. Згідно теореми про повноту [3], будь-яка безперервна функція на замкненій обмеженій множині може бути рівномірно наближена функціями, що обчислюються нейронними мережами, якщо функція активації нейрона двічі безперервно диференційована.

Особливістю застосування нейронних мереж є те, що мережа здатна надавати адекватне значення функції, яка апроксимується, проте не надає в аналітичному вигляді саму функцію. Як відомо, пам'яттю спроектованої та «навченої» мережі є її синаптичні ваги (матриці коефіцієнтів рівнянь визначення нейронів), які використовуються мережею в подальшій роботі.

Етапи моделювання передбачали вибір архітектури НМ, фільтрацію (для «зашумлених») та нормалізацію вхідних параметрів, визначення об'єму навчальної вибірки та її формування, визначення параметрів та «навчання» НМ, перевірку «навченої» мережі.

Для моделювання були застосовані дві архітектури НМ, а саме: одно- та двошарові нейронні мережі прямого розповсюдження

Ліппмана-Хеммінга з логістичною функцією активації [3-5]. У якості методу навчання



$x_1, x_2, x_3, x_4$  - вихідні параметри моделювання (нейрони);  
 $y$  - кінцева функція.  
 Рисунок 1 – Архітектура двошарової нейронної мережі.

була застосована ітеративна процедура градієнтного методу зворотного поширення помилки (back propagation). Початкові значення синаптичних ваг та коефіцієнт навчання НМ обрані згідно рекомендацій [5].

Алгоритм зворотного поширення помилки реалізовано у середовищі Matlab та застосовані інструменти Neural Network Toolbox (NNT). Перевагою використання NNT є те, що можна спостерігати за процесом навчання НМ та проводити імітаційне моделювання (рис. 2).

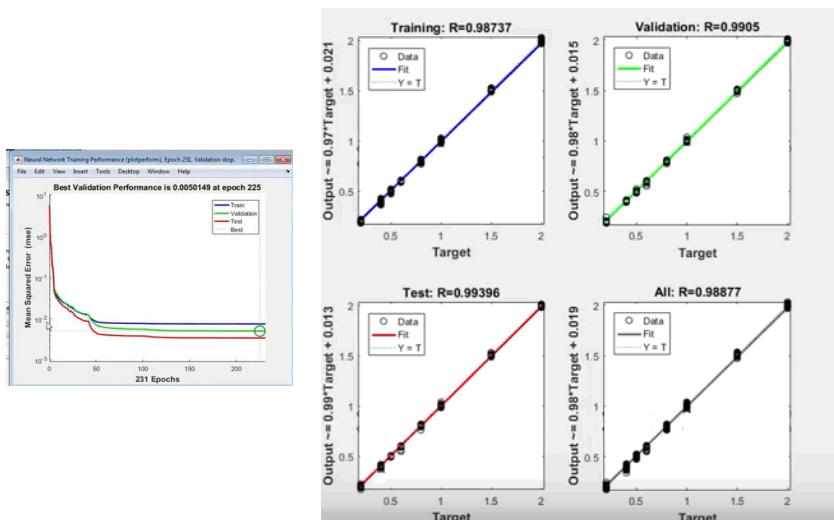


Рисунок 2 – Навчання та тестування НМ з застосуванням NNT

Окремо написано програмний код реалізації алгоритму. Як показали результати перевірки та тестування спроєктованої та «навченої» НМ, її узагальнюючі можливості повністю задовольняють очікуванням.

Одержані результати нейромережевого моделювання впроваджені на виробництві гранульованих ЕКС в ПрАТ «Промвибух» (м. Запоріжжя). Застосування мережі дозволяє прогнозувати параметри ЕКС без приготування експериментальних порцій продукту.

### Список літературних джерел

1. Коваленко, И.Л. Технология модифицирования аграрной аммиачной селитры в производстве энергоконденсированных систем // И.Л. Коваленко, Д.В. Киященко // Science and education a new dimension. Natural and technical sciences. – 2015. – III (8), Issue 73. – P. 107–110

2. Пат. 106118 Україна, МПК C06B31/28, F42D3/04. Спосіб виготовлення гранульованих вибухових сумішей для пневматичного заряджання із аміачної селітри і рідкого палива / Купрін В.П., Купрін О.В., Іщенко М.І., Савченко М.В., Коваленко І.Л. – № u 2015 13112; заявл. 30.12.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. №7.

3. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей. : Пер. с англ. / Р. Каллан. – М.: «Вильямс», 2001. – 291 с.: ил Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные

нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.

4. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей. : Пер. с англ. / Р. Каллан. – М.: «Вильямс», 2001. – 291 с.: ил

5. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. пер. с англ. / Саймон Хайкин. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ЗНОШЕНИХ ШИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**Коломієць О. В., Буличов В. В.**

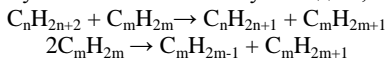
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
Дніпро, Україна

Проблема переробки зношених автомобільних шин і гумотехнічних виробів які вийшли з експлуатації має велике екологічне і економічне значення. Шини і пластмаси представляють собою цінну полімерну сировину: в 1 т. шин міститься близько 600 кг гуми, яка може повторно використовуватися для виробництва палива, гумовотехнічних виробів та матеріалів будівельного призначення.

Метою даної роботи є дослідити процес піролізу шинної резини та розрахувати оптимальну температуру проведення процесу за допомогою математичного моделювання хімічних реакцій розкладу гуми.

Згідно з [1] основними складовими гумової суміші є: каучук, сажа, кремнієва кислота, масла і смоли, сірка, екологічні наповнювачі.

В якості стадій ініціювання при піролізі можуть виступати бімолекулярні реакції диспропорціювання за участю ненасичених вуглеводнів, наприклад:



При піролізі ці реакції конкурують з мономолекулярними процесами розпаду. При термічному розкладі насичених вуглеводнів вони грають роль в процесах самоприскорення, створюючи при певних глибинах перетворення додаткове джерело радикалів. Вклад цієї реакції повинен збільшуватись зі степенями перетворення, оскільки етилен та інші ненасичені вуглеводні є основними продуктами піролізу [2].

Залежність константи швидкості реакції від температури визначається законом Арреніуса, що математично виглядає так:

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (1)$$

де  $k_0$  – передекспотенціальний множник;

$E$  – енергія активації;

$R$  – газова стала;

$T$  – температура в К.

Зміна концентрації вхідної речовини при проходженні простої реакції:

$$C_A = C_{0A} \cdot \left(1 - \left(1 - e^{-k \cdot t}\right)\right) \quad (2)$$

де  $k$  – константа швидкості реакції;

$t$  – температура в К;

$C_{0A}$  – початкова концентрація вхідної речовини;

$C_A$  – концентрація вхідної речовини.

Концентрація вихідної речовини при проходженні простої реакції:

$$C_C = C_A \cdot (1 - e^{-k \cdot t}) \quad (3)$$

де  $C_C$  – концентрація вихідної речовини.

Концентрація вихідної речовини при проходженні оборотної реакції:

$$C_C = \frac{1}{1 + \frac{k_z}{k}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{k_z}{k} \cdot t}\right) \quad (4)$$

де  $k_z$  – константа швидкості зворотної реакції.

Концентрація вихідної речовини при проходженні паралельної реакції:

$$C_C = \frac{k_1 \cdot C_{0A}}{k_2 + k_1} \cdot (1 - e^{-(k_1 + k_2) \cdot t})$$
$$C_S = \frac{k_2}{k_1} \cdot C_C \quad (5)$$

де  $k_1, k_2$  – константи швидкості першої та другої реакції відповідно

$C_C, C_S$  – концентрація вихідної речовини по першій та другій реакції відповідно.

Концентрація вихідної речовини при проходженні послідовної реакції:

$$C_C = \frac{k_1 \cdot C_{0A}}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 \cdot t} - e^{-k_2 \cdot t})$$
$$C_S = C_{0A} \left(1 + \frac{k_2}{k_1 - k_2} \cdot e^{-k_1 \cdot t} + \frac{k_1}{k_2 - k_1} \cdot e^{-k_2 \cdot t}\right) \quad (6)$$

де  $k_1, k_2$  – константи швидкості першої та другої реакції відповідно;

$C_C, C_S$  – концентрація вихідної речовини по першій та другій реакції відповідно.[3].

Для прийнятого механізму піролізу, було отримано, що оптимальна температура проведення процесу – 720 °С, при цій температурі спостерігається максимальний вихід  $C_2H_4, C_3H_6, C_2H_2$  та  $H_2$ . Процентний склад піролізного газу  $C_2H_4 = 2,1\%$ ;  $C_3H_6 = 8,1\%$ ;  $C_2H_2 = 0,016\%$ ;  $CH_4 = 20,875\%$ ;  $C_4H_5 = 24,375\%$ ,  $C_3H_8 = 3,3\%$ ,  $H_2 = 18\%$ ; теплотворна здатність отриманого газу – 31,14 МДж/м<sup>3</sup>. Розходження з такими компонентами піролізного газу, отриманого іншим шляхом, як  $CH_4, C_3H_8, H_2$  не перевищило 1,6 %.

Отримані результати перевірено також шляхом реалізації зворотного алгоритму, тобто в якості вихідних даних було введено отримані в результаті роботи даного алгоритму концентрації вихідних речовин, а після розрахунку – початкові концентрації речовин  $C_5H_8$  та  $C_3H_8$ . Розходження результатів не перевищило 0,01%.

### Список літературних джерел

1. Рагулин В.В. Технология шинного производства [текст]/ В.В. Рагулин // М.: Высшая школа, 1977. – 216 с.
2. Ямпольский Ю.П. Элементарные реакции и механизм пиролиза углеводородов / Ю.П. Ямпольский // М.: Химия, 1990. – 216 с.
3. Царёва З.М. Основы теории химических реакторов. Компьютерный курс / З.М. Царёва, Л.Л. Товарняжский, Орлова Е. Н. // М.: Высшая школа, 1997.

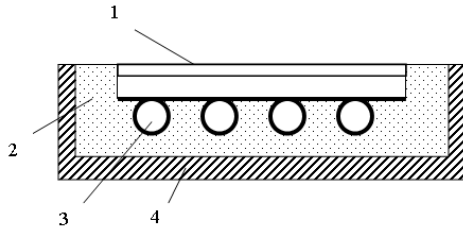
# МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС РОБОТИ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ХОТТЕЛЯ-УІЛЛЄРА-БЛІССА

Коломієць О. В., Сухий К. М., Козлов Я. М.

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

Ефективність будь-якої активної системи сонячного теплопостачання, які перетворюють сонячне випромінювання в низькопотенційне тепло для гарячого водопостачання, опалення, кондиціонування повітря, технологічних і інших потреб [1], визначається, вочевидь, сонячним колектором (СК).

Найрозповсюдженим типом СК є плоскі СК, які застосовуються для нагрівання теплоносія до температур нижче  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1]. Вони сприймають пряме, та розсіяне сонячне випромінювання. В загальному випадку плоский СК (рис.1) складається з каркасу, у якому розміщена теплопоглинаюча поверхня (абсорбер) з каналами для циркуляції теплоносія, які ззовні мають оребріння різної форми, з каналів вводу та виводу робочої рідини, із прозорої й теплоізоляції.



1 – прозора ізоляція; 2 – теплоізоляція;  
3 – поглинаюча поверхня (абсорбер); 4 – корпус  
Рисунок 1 – Загальний вигляд плоского СК

В основі квазістаціонарних методів випробування плоских СК лежить модель Хоттеля-Уіллера-Блісса (модель із нульовою теплоємністю) [2, 3, 4]. В інженерних розрахунках геліосистем вона доволі точно описує продуктивність СК у різних умовах його роботи. Для даної моделі характерне припущення, яке полягає в тому, що впливом перехідних процесів при нагріванні та охолодженні колектора на його продуктивність нехтують.

На рис. 2 представлена схема розподілу сонячної енергії в конструкції СК. При потраплянні сонячної енергії на площу СК тільки частина відводиться від нього у вигляді корисного тепла, а інша втрачається при відбитті та поглинанні прозорою ізоляцією, нагріванні конструкції СК.



1 – сонячне випромінювання; 2 – відбите сонячне випромінювання; 3 – теплова енергія, яка поглинається прозорою ізоляцією; 4 – теплова енергія, яка передається абсорберу; 5 – теплова енергія, яка передається теплоносію; 6 – теплові втрати через стінки СК; 7 – конвективні та радіаційні теплові втрати

Рисунок 2 – Схема розподілу сонячної енергії в конструкції СК

Режим роботи СК описується рівнянням енергетичного балансу, який можна представити у наступному вигляді:

$$A_c \{ [S \cdot (\tau\alpha)]_b + [S \cdot (\tau\alpha)]_d \} = Q_u + Q_L + Q_s, \quad (1)$$

де  $A_c$  – площа колектора;  $S$  – густина потоку сонячного випромінювання (прямого –  $b$  чи розсіяного –  $d$ ), яке падає на одиницю площі поверхні СК;

$(\tau\alpha)$  – приведена ефективна поглинаюча здатність абсорбера СК, з урахуванням системи прозорих покриттів;

$Q_u$  – тепловий потік, який передається теплоносію в СК (корисне тепло);

$Q_L$  – загальні теплові втрати (випромінюванням, теплопровідністю, конвекцією);

$Q_s$  – тепло, яке акумулює СК.

Коефіцієнт приведеної поглинаючої здатності  $(\tau\alpha)$  СК враховує оптичні властивості матеріалів, визначає долю сонячного випромінювання, яке поглинулось абсорбером, а також втрати на відбивання від прозорої ізоляції.

Миттєвий ККД визначається відношенням питомої теплопродуктивності до щільності потоку сонячного випромінювання в площині колектора:

$$\eta = \frac{G \cdot C_p \cdot (T_{f,o} - T_{f,i})}{S} = F_R \cdot \left[ (\tau\alpha) - \frac{U_L \cdot (T_{f,i} - T_a)}{S} \right], \quad (2)$$

де  $G$  – масова витрата теплоносія в розрахунку на  $1 \text{ м}^2$  площі колектора,  $\text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ ;

$C_p$  – питома теплоємність теплоносія,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$T_{f,i}$ ,  $T_{f,o}$  – температура на вході й на виході із СК,  $\text{К}$ ;

$F_R$  – коефіцієнт відводу тепла із колектора;  
 $U_L$  – повний коефіцієнт теплових втрат СК, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  
 $T_a$  – температура навколишнього середовища, К.

Коефіцієнт відводу тепла з СК  $F_R$  враховує нерівномірність розподілу температури поглинаючої поверхні. Цей коефіцієнт дорівнює відношенню фактично отриманої корисної енергії до теоретичної корисної енергії (коли, температура всієї поглинаючої поверхні дорівнює температурі теплоносія на вході в СК). Він суттєво залежить від конструкції СК, витрати теплоносія та практично не залежить від метеорологічних факторів та температури абсорбера.

За даними [4] цей коефіцієнт пов'язаний із коефіцієнтом ефективності поглинаючої поверхні  $F'$ , що виражає опір передачі тепла від теплопоглинаючої поверхні до теплоносія, наступною залежністю:

$$F_R = \frac{G \cdot C_p}{U_L} \left( 1 - \exp^{-U_L F' / G C_p} \right). \quad (3)$$

При використанні в якості параметра середньої температури теплоносія в СК  $T_f$ , його ККД представляється в наступному вигляді:

$$\eta = F' \cdot \left[ (\tau\alpha) - \frac{U_L \cdot (T_f - T_a)}{E_s} \right]. \quad (4)$$

Отже, представлені рівняння (2)–(4) являються формулюванням математичної моделі Хоттеля-Уїллера-Блісса.

Квазістаціонарні випробування СК представляють собою багатоденний процес. На протязі досліду, експерименти проводяться при постійних значеннях середньомасової температури теплоносія  $T_f$ .

Згідно методу випробувань заміри вимірюваних параметрів, таких як витрата теплоносія, температура, інтенсивність сонячного випромінювання, проводяться серіями тривалістю 5-15 хвилин, з подальшим їхнім усередненням. Випробування необхідно проводити в ясні дні близько о півдні, при чому кут падіння сонячного випромінювання не повинен перевищувати 30<sup>0</sup>, кількість дослідів та серій не менше 4 при різних  $T_f$ . Щільність потоку сонячного випромінювання в плоскості колектора повинна бути не меншою за 630 Вт/м<sup>2</sup>, а діапазон коливань на протязі експерименту  $\pm 50$  Вт/м<sup>2</sup>, хоча за методикою представленою в роботі [4] ці значення складають відповідно 790 Вт/м<sup>2</sup> та  $\pm 32$  Вт/м<sup>2</sup>.

Вимоги стандартів по підтримці параметрів теплоносія під час експерименту являються дуже жорсткими [5]. Температура теплоносія на вході в СК повинна підтримуватися в межах  $\pm 0,1-0,5$  °С від заданого значення, а його витрата, на протязі експерименту, у межах  $\pm 1-5$  %. Швидкість повітря, на протязі всього періоду випробувань, не повинна перевищувати 5 м/с. Температура навколишнього середовища, може змінюватися не більше чим на 30 °С. Таким чином, умови експерименту потребують для кожної серії вимірів сталості метеорологічних умов, на стан яких людина впливати не може. Нестабільність, яка виникає із-за хмарності, порушують умови квазістаціонарності, що призводить до збільшення погрішності та поганої повторюваності результатів.

У різних стандартах розрахунків ККД СК проводиться на основі експериментальних даних, які отримані для різних температур теплоносія на вході в СК, при чому використовують значення габаритної площі колектора чи значення апертурної площі. Обробка результатів проводиться за допомогою метода найменших



квадратів, у залежності від параметра  $(T_{f,i} - T_a)S$  чи параметра  $(T_f - T_a)S$ , в якості рівняння регресії використовується (2) чи (4), або замість (4) рівняння:

$$\eta = F' \cdot (\tau\alpha) - \frac{a \cdot (T_f - T_a)}{S} - \frac{b \cdot (T_f - T_a)^2}{S}. \quad (5)$$

Основні недоліки методів випробувань полягають у тому, що вони трудомісткі та потребують великої тривалості експериментів, що призводить до низької повторюваності результатів, створює додаткові труднощі у виборі днів проведення випробувань.

#### Список літературних джерел

1. Дверняков, В. С. Солнце – жизнь, энергия [Текст] : монография / В. С. Дверняков. – К.: Наукова думка, 1986 – 112 с.
2. Харченко, Н. В. Индивидуальные солнечные установки [Текст] : монография / Н. В. Харченко. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 209 с.
3. Даффи, Дж. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии [Текст] : монография / Дж. Даффи, У. Бекман. – М.: Мир, 1977. – 354 с.
4. Бекман, У. Расчет систем солнечного теплоснабжения [Текст] : монография / У. Бекман, С. Клейн, Д. Даффи. – М.: Энергоиздат, 1982. – 80 с.
5. Smith, C.C., Wiess T.A. Design application of the Hottel-Whillier-Bliss-Equation [Text] / C. C. Smith, T. A. Wiess // Solar Energy. – 1977. – Vol. 19. – P. 109 – 113.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО УЗЛАМ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Косенко В. В.<sup>1</sup>, Давыдовский Ю. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное предприятие "Харьковский научно-исследовательский институт технологии машиностроения", Харьков, Украина,

<sup>2</sup> Национальный аэрокосмический университет им.Н.Е. Жуковского (ХАИ), Харьков, Украина

При разработке функциональной структуры инфокоммуникационной сети (ИКС) распределенной системы необходимо с учетом технической структуры распределить прикладные задачи и модули программного обеспечения по узлам сети [1].

Определим граф  $G_P = (P, \Gamma_P)$  для множества прикладных задач  $P = \{p_k\}, k = \overline{1, l}$ , и  $\Gamma_P$  – множества дуг, отображающих взаимосвязи между ними. Граф  $G_U = (U, \Gamma_U)$  описывает структуру узлов ИКС, где  $U = \{u_c\}, c = \overline{1, d}$  – множество вершин графа, соответствующих узлам сети,  $\Gamma_U$  – множество дуг, отображающих систему коммутации узлов.

Результат закрепления прикладных задач СКН за узлами сети можно представить в виде взаимного отображения следующих множеств [2]:  $G_P \leftrightarrow G_U$ . Определим матрицу  $X = \|x_{kc}\|$  размером  $l \times d$ , у которой

$$x_{kc} = \begin{cases} 1, & \text{если задача } k \text{ выполняется в узле } c; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Так как каждая прикладная задача решается только в одном узле сети, выполняется условие:

$$\sum_{c=1}^d x_{kc} = 1, k = \overline{1,1}. \quad (2)$$

Для подмножества  $P' \subset P$  задач, решаемых только в определенных узлах системы, определим матрицу  $A = \|a_{kc}\|$  размером  $1 \times d$ :

$$a_{kc} = \begin{cases} 1, & \text{если узел } c \text{ допускает решение задачи } k; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (3)$$

Из условия (3) следует равенство

$$\sum_{k=1}^1 \sum_{c=1}^d a_{kc} x_{kc} = 1. \quad (4)$$

Введем матрицу  $T = \|t_{kc}\|$  размером  $1 \times d$ , элемент  $t_{kc}$ , которой представляет длительность, не более которого  $k$ -ая задача будет выполняться на  $c$ -ом узле. Если в векторе  $T^{\text{dop}} = \{t_k^{\text{dop}}\}$  элемент  $t_k^{\text{dop}}$  будет обозначать предельное время выполнения  $k$ -ой задачи, то

$$\sum_{c=1}^d t_{kc} x_{kc} \leq t_k^{\text{dop}}, k = \overline{1,1}. \quad (5)$$

Определим матрицу затрат процессорного времени сети  $Z = \|z_{kc}\|$  размерности  $1 \times d$ , в которой  $z_{kc}$  представляет время, затраченное на выполнение  $k$ -ой задачи в  $c$ -ом узле. При этом суммарное затраченное время

$$\sum_{k=1}^1 \sum_{c=1}^d z_{kc} x_{kc} = z^{\text{sum}}. \quad (6)$$

Для описания затрат передачи данных введем матрицу  $V = \|v_{cj}\|$  размерности  $1 \times d$ , элемент  $v_{cj}$  которой представляет затраты вычислительного ресурса на передачу информационной единицы с узла  $c$  на узел  $j$ . Матрица  $B = \|b_{kc}\|$  размером  $1 \times d$  для задач  $p_k \in P_v$  описывает объемы вводимой информации с узлов  $c$ . Общие затраты вычислительного ресурса равны

$$\sum_{j^*=1}^d b_{kj^*} v_{cj^*} = z'_{kc}, k = \overline{1,1}, c = \overline{1,d}. \quad (7)$$

Введем матрицу  $B' = \|b'_{kc}\|$  размерности  $1 \times d$ , у которой элемент  $b'_{kc}$  обозначает объемы передаваемой  $k$ -ой задачей на  $c$ -ый узел сети информации прикладного уровня, полученной после ее решения. Суммарные затраты на распределение информации  $i$ -ой задачи по узлам составят

$$\sum_{c=1}^d v_{kc} b'_{kc} = z_k, k = \overline{1, l}. \quad (8)$$

Введем матрицу  $B'' = \|b''_{km}\|$  размером  $l \times l$ , элемент  $b''_{km}$  которой равен числу информационных единиц прикладного уровня, передаваемых от задачи  $p_k$  к задаче  $p_m$ . Объем передаваемой информации для  $k$ -ой задачи на  $c$ -ом узле составит

$$\sum_{k^*=1}^l \sum_{c^*=1}^d b''_{cc^*} b''_{kk^*} x_{k^*c^*} = z''_{kc}, k = \overline{1, l}, c = \overline{1, d}. \quad (9)$$

Если сумма затрат на приобретение технических средств в узлах не должна превышать суммы  $F^P$ , то следует учесть ограничение

$$\sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^d f_c^P x_{kc} \leq F^P, \quad (10)$$

где  $f_c^P$  – затраты на переоборудование или установку  $c$ -го узла.

Пусть на эксплуатацию ИКС за определенный период времени может быть выделена сумма, не превышающая  $F^u$ . Следовательно,

$$\sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^d f_c^u x_{kc} \leq F^u, \quad (11)$$

где  $f_c^u$  – размер затрат на техническую эксплуатацию узла  $c$ .

Суммируя (10) и (11), получим

$$F = F^P + F^u, \quad \sum_{k=1}^l \sum_{c=1}^d f_c x_{kc} \leq F. \quad (13)$$

Обозначим  $z_{cj}^t$  – затраты на организацию и эксплуатацию связи между узлами  $c$  и  $j$ . Тогда затраты для узла  $c$  составят

$$\sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^l z_{cj}^t x_{kc} = z_c^t,$$

При этом суммарные затраты должны удовлетворять ограничению

$$\sum_{c=1}^d \sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^l z_{cj}^t x_{kc} \leq Z. \quad (13).$$

Затраты на  $c$ -ом узле сети для решения  $k$ -ой задачи  $\tilde{Z}_{kc}$  состоят из непосредственных затрат вычислительных ресурсов для ее решения, просуммированных с затратами на прием и передачу данных:

$$\tilde{Z}_{kc} = z_{kc} + z_k + z'_{kc} + z''_{kc} = z_{kc} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq c}}^d v_{kj} b'_{kj} + \sum_{\substack{j^*=1 \\ j^* \neq c}}^d b_{kj^*} v_{cj^*} + \sum_{k^*=1}^l \sum_{c^*=1}^d b''_{cc^*} b''_{kk^*} x_{k^*c^*}. \quad (14)$$

Определим целевую функцию минимизации суммарных затрат:

$$\sum_{k=1}^1 \sum_{c=1}^d \left( z_{kc} + \sum_{j=1}^d (v_{kj} b'_{kj} + v_{cj} b_{kj}) + \sum_{k^*=1}^1 \sum_{c^*=1}^d b''_{cc^*} b''_{kk^*} x_{k^*c^*} \right) x_{kc} \rightarrow \min \quad (15)$$

Таким образом, усовершенствована оптимизационная модель распределения прикладных задач по узлам ИКС путем определения целевой функции для минимизации затрат как вычислительных, так и передачи данных, и ограничений, обусловленных требованиями к структуре сети.

#### Список использованных источников

1. Кучук Г.А. Классификация задач управления мультисервисными сетями распределенных информационно-управляющих систем критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Пашнев // Проблемы управления единою державно системою цивільного захисту: зб. мат. НПК, 4.04.2007. – Х.: МНСУ, УЦЗУ. – 2007. – С. 104 – 106.
2. Косенко В.В. Моделювання технічної структури інформаційно-телекомунікаційної мережі на основі конкретної реалізації інформаційної структури / В.В. Косенко, Н.Г. Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил, 2016. – №9(146). – С. 167-171.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НАНЕСЕНИЕМ ШЛАКОВОГО ГАРНИСАЖА

Лисняк Р. В., Долгополов И. С., Сигарев Е. Н., Косухина Е. С.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

Использование метода нанесения шлакового гарнисажа на поверхность футеровки кислородного конвертера является одним из наиболее применяемых методов в мировой металлургической практике. Очевидным его преимуществом является дешевизна материала (используется конечный шлак, оставленный после предыдущей плавки) и наличие транспортировочного газа (азота) с необходимыми энергетическими параметрами в сталеплавильном производстве. Однако применение данного метода ограничено несовпадением начала цикла восстановления футеровки (раздува конечного шлака) и начала кампании кислородного конвертера. Это объясняется рельефом поверхности футеровки и ее температурой. Первый фактор оказывает влияние на проницаемость жидкой фазы шлака в поры огнеупора (механической адгезии), второй – на процесс температурной адгезии (смачиваемости поверхности).

Целями данной работы являются: 1) изучение процесса нанесения шлакового гарнисажа на футеровку конвертера с позиций системного подхода, а именно, исследованию возможности корректировки теплового режима ошлакования футеровки конвертера для обеспечения рациональных технологических параметров процесса и создания условий нанесения шлакового гарнисажа после минимально возможного количества произведенных плавков; 2) создание алгоритма системного управления операцией ошлакования футеровки, что обеспечит структуризацию и унификацию процесса ошлакования футеровки конвертера в сталеплавильных цехах различных предприятий.

В качестве исходных данных для разработки алгоритма использовались: температура шлаковой ванны после выпуска стали из конвертера; состав конечного

шлака; температура футеровки конвертера, толщина футеровки конвертера. Измерения температуры осуществлялись с использованием тепловизора и переносного пирометра; толщину футеровки конвертера определяли с использованием интерферометра.

В разрабатываемой математической модели приняты следующие допущения:

а) температура газовой среды в полости конвертера постоянна в течение операции раздува шлака;

б) начальное распределение температур по толщине футеровки имеет линейную зависимость.

в) с целью корректировки теплового режима образования гарнисажа, перед операцией раздува шлаковой ванны проводится обдув поверхности футеровки боковых стен конвертера до необходимой температуры.

Начальное распределение температур по толщине футеровки после выпуска плавки, а также изменение температуры футеровки после форсированного обдува рассчитывали с применением метода конечных разностей (МКР) по явной четырехточечной сетке:

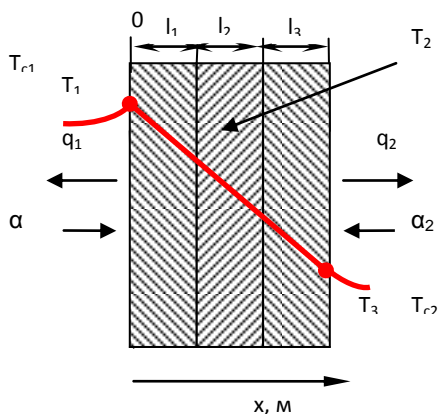


Рисунок 1 – К постановке несимметричной задачи теплопроводности многослойной стенки (футеровки конвертера).

В работе приняты следующие обозначения:  $T_1$  – температура наружной поверхности рабочего слоя футеровки,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_2$  – температура 2-го рабочего слоя  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_3$  – температура наружной поверхности арматурного слоя футеровки,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $q_1$  – удельный тепловой поток от рабочей поверхности футеровки,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;  $q_2$  – удельный тепловой поток от поверхности наружного арматурного слоя футеровки (примыкающего к металлическому кожуху),  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;  $\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи в полости конвертера,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ;  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи с наружной стороны конвертера,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ;  $l_1, l_2, l_3$  – толщины огнеупорных блоков;  $x$  – текущая координата, м;  $\tau$  – время, с.

Изменение температуры в многослойной стенке (рис.1) определяется уравнением

$$\frac{\partial T_i(x, \tau)}{\partial \tau} = a_i \frac{\partial^2 T_i(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad a_i = \frac{\lambda_i}{c_i \rho_i}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (1)$$

Изменение температуры диспергированных капель шлака от поверхности срыва капель до поверхности футеровки конвертера рассчитывали с учетом известных теплофизических зависимостей;

Решение данной задачи с учетом линейности набрызгивания шлака на стенку конвертера, а также равномерности по высоте футеровки, можно рассматривать в одномерном случае, т.е.

$$x_2(\tau) = \frac{\mu}{\rho S} \tau, \quad (2)$$

где  $\mu$  - массовый расход шлака, кг/с;  $S$  - площадь поперечного сечения кольца нанесенного гарнисажа на поверхность футеровки, м<sup>2</sup>;  $\rho$  - плотность шлака, кг/м<sup>3</sup>;  $x_2$  - толщина образованного слоя гарнисажа, м;  $\tau$  - время, с.

Тогда с учетом начальных условий (2) и в допущении того, что  $\lambda_{шл} = \text{const}$ , динамика изменения температуры слоя может быть представлена в виде:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{C_e \rho} \frac{\partial^2 T}{\partial x_2^2} \quad (3)$$

где  $C_e$  - эффективный коэффициент теплоемкости шлака, который в условиях допущения линейной зависимости количества затверделой субстанции от температуры, определяется по известной зависимости.

Изменение температуры образующегося гарнисажа рассчитывали с применением метода конечных разностей по явной схеме (граничные условия IV рода):

$$T^{шл} = T^\phi, \quad \lambda^{шл} \frac{\partial T^{шл}}{\partial x_2} = \lambda^\phi \frac{\partial T^\phi}{\partial x} \quad (4)$$

где  $T^{шл}$  - температура наносимых капель шлака на поверхность футеровки в начальный момент времени, °С;  $T^\phi$  - температура поверхности футеровки в начальный момент времени, °С;  $\lambda^{шл}$  - коэффициент теплопроводности шлака, Вт/м К;  $\lambda^\phi$  - коэффициент теплопроводности футеровки, Вт/м К.

Исходя из равенства удельных тепловых потоков в месте контакта между гарнисажем и футеровкой, можно получить:

$$T_{cm} = \frac{\lambda^\phi T^\phi \Delta x_2 + \lambda^{шл} T^{шл} \Delta x_1}{\Delta x_2 \lambda^\phi + \Delta x_1 \lambda^{шл}} \quad (5)$$

где  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$  - координата по толщине футеровки и наносимого слоя гарнисажа соответственно.

С учетом уравнения (5) температура на границе «шлак-футеровка» задается как:

$$T_0^{шл} = 2T_{cm} - T^{шл}, \quad T_0^\phi = 2T_{cm} - T^\phi \quad (6)$$

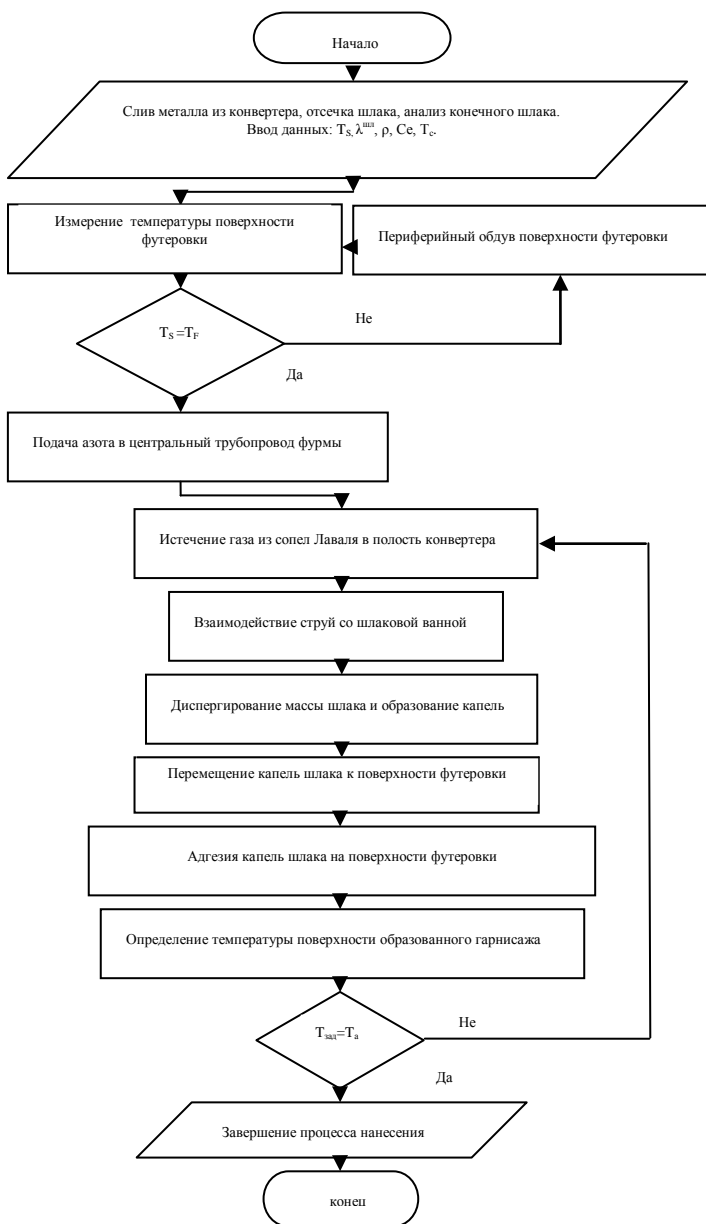


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма нанесения шлакового гарнисажа с целью достижения физико-технологических параметров, необходимых для

успешного нанесения шлакового гарнисажа при минимальном количестве произведенных плавов от начала кампании, разработан алгоритм операций, осуществляемых при нанесении шлакового гарнисажа с учетом операции форсированного обдува поверхности футеровки, блок -схема которого представлена на рисунке 2, где  $T_S$ -начальная температура шлаковой ванны,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_c$  – температура газов в полости конвертера;  $T_F$ - температура поверхности футеровки,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_a$  – температура адгезии шлака.

Численное моделирование процесса охлаждения поверхности футеровки конвертера, выполненной из периклазоуглеродистого огнеупора ( $\text{MgO-C}$ ) показало, что в начале кампании кислородного конвертера (при толщине футеровки  $\delta = 1,15\text{м}$ ), снижение температуры поверхности происходит очень медленно, что не удовлетворяет условиям устойчивого нанесения шлакового гарнисажа (вследствие незначительного теплоотвода и, как следствие, значительного термического сопротивления кладки). Применение форсированного обдува позволяет снизить температуру поверхности футеровки до требуемой. На рис.3 представлены результаты распределения температур по слоям футеровки толщиной  $\delta = 1,15\text{м}$  при естественном охлаждении в течение 10 минут и при форсированном обдуве азотом в течение 90 секунд. Из рис. 3 следует, что при принудительном обдуве азотом поверхность футеровки охлаждается значительно интенсивнее до температуры, при которой будет обеспечиваться полная адгезия шлаковых капель на ней по сравнению с естественным остыванием, что делает данное направление более перспективным, поскольку может применяться в самом начале кампании кислородных конвертеров.



Рисунок 3 - Распределение температур по толщине футеровки конвертера в зависимости от условий охлаждения

**Список использованных источников**

1. Горбунов А.Д., Глущенко Е.Л., Хиши Л.И. К аналитическому расчёту суммарного коэффициента теплоотдачи при охлаждении тел на воздухе А.Д. Горбунов [и др.] // Металлургическая теплотехника: Сборник научных трудов НМетАУ. В двух книгах. – Книга первая. – Днепропетровск: Пороги, 2005, с. 118 – 131.



# ЗНАХОДЖЕННЯ НАЙКОРОТШИХ ШЛЯХІВ З УРАХУВАННЯМ ТРАНСПОРТНОЇ СИТУАЦІЇ НА ДОРОЗІ

Лиша А. О., Косухіна О. С.

Дніпровський державний технічний університет, Україна

Транспорт посідає одне з головних місць у нашому житті. Ним ми користуємося майже кожного дня, не залежно від того, якою є сфера нашої діяльності. Стандарти та вимоги сучасного життя зовсім інші ніж були раніше, населення повинно задовольняти свої потреби в зручному переміщенні до різних місць. Це головне завдання, яке постає перед транспортною системою міста. Отже, попит на транспорт є, і він досить великий, а там, де є попит у ринковій економіці, неодмінно з'являється пропозиція. Тобто, пропозиція транспорту також стає високою. Це підтверджує актуальність питання удосконалення транспортних послуг в територіальному аспекті. У зв'язку з цим виникають потреби пошуку нових шляхів у вирішенні існуючих проблем і вдосконалення функціонування існуючого механізму транспортних послуг.

При вирішенні задачі знаходження мінімальних шляхів необхідно визначитися з тим, як будуть зберігатися дані про карту міста і про поточну дорожньо-транспортну ситуацію. Найчастіше карту міста представляють у вигляді орієнтованого графа, вершинами якого є перехрестя, а ребрами - дороги. Для кожного перехрестя (вершини графа) також відомі його географічні координати будь-якої системи координат. Для кожного ребра відома його вага - довжина шляху відповідної йому дороги. В роботі були розглянуті три основні підзадачі:

- розробка алгоритму переходу від географічних координат до вершин графа;
- вибір алгоритму пошуку мінімального шляху;
- розробка алгоритму врахування дорожньо-транспортної ситуації.

Наведемо спочатку перехід від географічних координат до вершин графа. Оскільки координати початкової та кінцевої точки можуть не співпасти ні з однією вершиною в графі, то для них створюються фіктивні вершини, які потім з'єднуються з початковими та кінцевими вершинами ребер, що відповідають ділянці дороги. Для того, щоб визначити до якої ділянки належить точка достатньо знайти найближче ребро із графа доріг. Оскільки без долаткової інформації неможливо визначити по якій дорозі їде автомобіль необхідно, як правило, вибирати дві-три найближчих ділянки. Після додавання фіктивних вершин і ребер можна розглядати на одержаному графі один із алгоритмів пошуку найкоротшого шляху в графі.

Існує велика кількість алгоритмів та підходів, які вирішують цю задачу. Як правило, їх розділяють на два класи: алгоритми пошуку найкоротшої відстані від однієї вершини до всіх інших та алгоритми пошуку найкоротших відстаней між кожною парою вершин. З першого класу найяскравішими представниками є різні модифікації алгоритмів Дейкстри і Беллмана-Форда.

Наприклад, алгоритм Беллмана-Форда досить простий [1] в реалізації, не вимагає динамічного виділення пам'яті та допускає ребра з негативною вагою. Час роботи алгоритма залежить від кількості вершин і ребер, тобто від розмірності задачі. Розглянемо його більш детально:

- 1) для всіх  $v \in V$ ;
- 2) для всіх  $i = 0, |V| - 1$ ;
- 3) замінимо  $A_{vi} \leftarrow \infty$ ;

- 4) замінимо  $A_{s0} \leftarrow 0$ ;
- 5) для всіх  $i = 1..|V|-1$ ;
- 6) для всіх  $e \in E$ ;
- 7) якщо  $A_{vi} > A_{u,i-1} + w(u,v)$ ;
- 8)  $A_{vi} \leftarrow A_{u,i-1} + w(u,v)$ ;
- 9)  $P_{vi} \leftarrow u$ ;

де  $V$  - множина вершин графа;  $E$  - множина ребер графа;  $w$  - вагова функція на ребрах графа;  $s$  - початкова вершина;  $A_{ij}$  - довжина найкоротшого шляху з  $s$  в  $i$ , що містить  $j$  ребер;  $P_{ij}$  - попередня вершина до  $i$  в одному з найкоротших шляхів.

У загальному випадку алгоритм Дейкстри [2] заснований на присвоєнні вершинам тимчасових позначок, причому позначка вершини дає верхню межу довжини шляху від деякої вершини  $s$  до наданої вершини. Ці позначки поступово зменшуються за допомогою деякої ітераційної процедури, і на кожному кроці ітерації тільки одна з тимчасових позначок стає постійною. Останнє указує на те, що позначка вже не є верхньою межею, а дає точну довжину найкоротшого шляху від  $t$  до наданої вершини.

Алгоритм пошуку  $A^*$  [3] реалізується в ряді припущень: карта розбита на квадратні клітини (комірки); кожна клітина має кілька показників: вартість проходження по цій клітці, попередня клітина - клітина, з якої прийшли в цю клітку, статус клітини, оцінка пройденого шляху тощо; є дві клітини - початкова і кінцева; сусід клітини - клітина, в яку можна потрапити з даної за 1 крок. Загальний принцип: на кожній ітерації з усіх граничних точок вибирається та, для якої сума вже пройденого шляху і шляху до кінця по прямій є мінімальною, і від неї здійснюється подальше просування.

Алгоритм, що розглядається ітераційний. Опишемо реалізацію алгоритму покровоко. Початкові дані: *Start*- початкова комірка, *Finish*- кінцева комірка.

1. Спочатку помічаємо комірку *Start* як граничну точку.
2. Серед всіх граничних точок знаходимо комірку з мінімальною сумою оцінки пройденого шляху  $g$  і оцінки шляху, що залишився,  $h$ . Позначимо її – *Комірка*.
3. Для *Комірки* розглядаємо сусідів. Якщо сусід має статус нерозглянутої комірки, то ми позначаємо його як граничну комірку, і вказуємо *Комірку* як попередню для нього. Оцінку  $g$  для сусіда приймаємо рівною  $g + p$ , де  $p$ -вартість проходження по сусідній комірці, а  $g$  - оцінка пройденого шляху для *Комірки*. Оцінка  $h$  для будь-якої комірки дорівнює довжині найкоротшого шляху (кількість комірок на шляху по прямій від даної комірки до комірки *Finish*). Розглянуту *Комірку* помічаємо як відкинута.
4. Якщо на попередньому кроці один з сусідів виявився коміркою *Finish*, то вважаємо, що шлях знайдений. Якщо жодного нового сусіда не існує, то не існує і шляху.
5. Алгоритм повторюється з кроку 2.

Алгоритм досить простий і в той же час швидкий. Він перевершує за швидкістю алгоритм Дейкстри (в загальному випадку) завдяки направленому пошуку. Для кожного ребра будемо зберігати довжину відповідної ділянки дороги та середню швидкість на ній. Для кожної ділянки руху водія знайдемо дороги, по яким він пересувався в даний інтервал часу. Для цього ми можемо запустити алгоритм пошуку мінімального за довжиною маршруту для кожних двох сусідніх точок шляху,

модифікувавши його таким чином, щоб він повертав ділянки дороги (ребра) в тому порядку, в якому їх проїхав водій. Тепер з'єднаємо отримані послідовності доріг в одну. Знайдемо всі події, які належать одній дорозі і порахуємо середню швидкість водія під час цих подій, потім перерахуємо значення середньої швидкості для даної дороги з використанням цього результату.

В роботі був розроблений програмний продукт, у якому паралельно працюють алгоритми пошуку найкоротшого шляху, які відповідають на запити, і алгоритм обліку дорожньо-транспортної ситуації, який обробляє інформацію від водіїв і оновлює значення середніх швидкостей для ділянок доріг.

Після додавання фіктивних вершин у графі, якщо існує тільки початкова і кінцева точка, використовуємо алгоритм пошуку A\*. У випадку коли розглядається декілька початкових і одна кінцева точка (замовлення можуть виконати декілька водіїв), цей алгоритм використовувати дуже важко, оскільки його прийдеться викликати для кожної пари точок. Отже, використовуємо або алгоритм Дейкстри, або алгоритм Беллмана-Форда.

Програма зроблена у середовищі Visual Studio мова програмування C# Windows Presentation Foundation (WPF). Для роботи з програмою необхідно встановити на ПК Telerik for WPF.

При запуску програми на екрані з'являється карта міста Кам'янське і, в подальшому, користувач працює з цією картою. В програмі реалізовані два режими роботи з картою: пошук і оптимізація маршрутів та редагування картографічної інформації. Вся робота з картою пов'язана з використанням миші. При цьому задіяні різні дії: натиснення кнопки миші, клік, прокрутка колеса миші, переміщення миші тощо. Для початку пошуку необхідно встановити початкову та кінцеву точки. Встановлювати точки можна в будь-якому місті карти. Після встановлення точок по натисненню відповідної кнопки автоматично визначається оптимальний шлях по вибраному алгоритму. При цьому знайдений шлях відображається на карті і праворуч виводяться його характеристики. Для зміни стартових кнопок необхідно просто натиснути кнопку очистки і створити їх в потрібному місті знову. При виборі різних алгоритмів пошуку одержані маршрути можуть відрізнятися. Це пов'язано з особливостями цих алгоритмів, з визначенням їх критеріїв оптимальності

Приклад роботи програми наведено на рис.1-2.

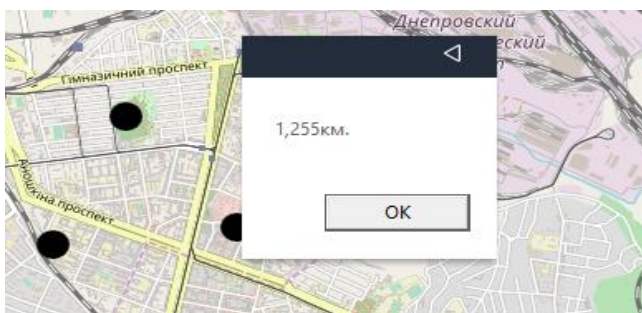


Рисунок 1 – Виведення дистанції між початковою і кінцевою точкою



Рисунок 2 – Розрахунок найкоротшого шляху алгоритмом Беллмана-Форда

### Список літературних джерел

1. . Bellman R. On a Routing Problem / Bellman R. // Quarterly of Applied Mathematics. – 1958. – №16. – С.87-90
2. Dijkstra E. W. A Note of Two Problems in Connexions with Graphs / E. W. Dijkstra // NumerischeMatemetik. – 1959. – №1. – С.269-271
- 3 Hart P. E., Nilsson, N. J., Raphael, B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths / P. E. Hart, N. J. Nilsson., B. Raphael // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4. – 1968. – № 2. – С.100-107

## ВИЗУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА

**Манукян А. А.**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Несмотря на стремительно развитие альтернативной энергетики в последние годы тема загрязнения окружающей среды до сих пор остается актуальной для нашей страны [1]. Электростанции, заводы, вентиляционные шахты, автомобильный транспорт на ДВС, самолеты – все это служит источником примесей, попадающих в атмосферу.

Современные вычислительные системы позволяют реализовать не только сложные математические расчеты, но и визуальное моделирование различных явлений, в том числе загрязнения окружающей среды. Это дает наглядную демонстрацию процесса, а в сочетании с полученными численными результатами появляется возможность подойти к решению проблемы более комплексно.

Данная работа посвящена стационарным источникам. Для создание трехмерной модели используется программа SolidWorks. Для моделирования процесса загрязнения атмосферы используется программный комплекс ANSYS и его пакет вычислительной гидродинамики CFX (Computational Fluid Dynamics). CFX – это совокупность

численных, теоретических и экспериментальных методов, предназначенных для моделирования течения жидкостей и газов, реагирующих потоков, процессов теплообмена [2].

В SolidWorks была создана трехмерная модель среды в виде прямоугольного параллелепипеда и цилиндра, имитирующего трубу. Диаметр основания больше диаметра верхней плоскости.

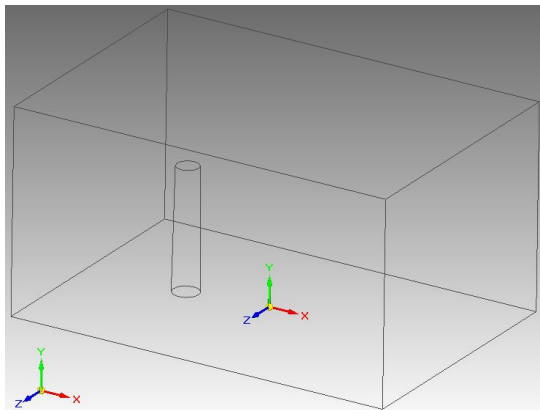


Рисунок 1 – Трехмерная модель среды в SolidWorks

В смоделированной среде в ANSYS для соответствующих плоскостей были заданы параметры атмосферы, ветрового потока, источника загрязнения. Им были присвоены значения давления, турбулентности, скорости ветра, уровня концентрации загрязнения. Функция расчета загрязнения присваивается к элементу модели, который имитирует источник загрязнения атмосферы.

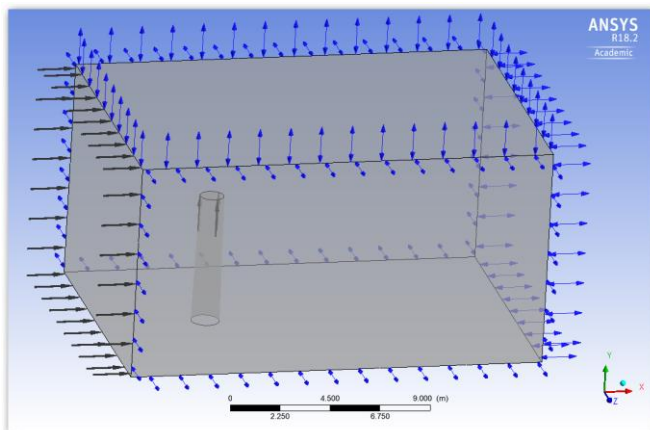


Рисунок 2 – Модель среды с заданными параметрами

Одна из возможностей демонстрации распространения частиц загрязняющих

веществ – это линии потоков. Они имитируют направленные потоки загрязняющих веществ и показывают их концентрацию.

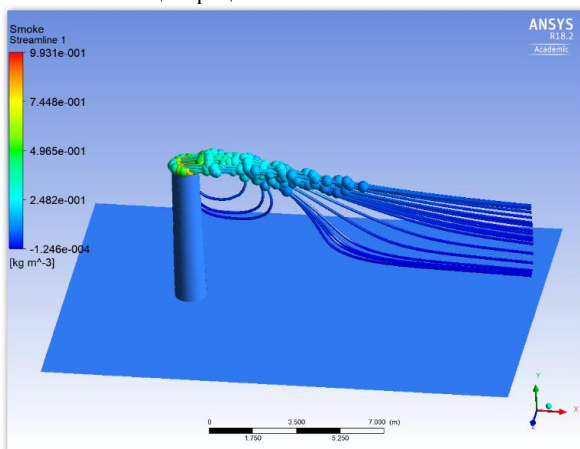


Рисунок 3 – Модель с линиями потоков

Еще одна возможность – это изоповерхность. Она наглядно показывает облако с загрязняющими веществами.

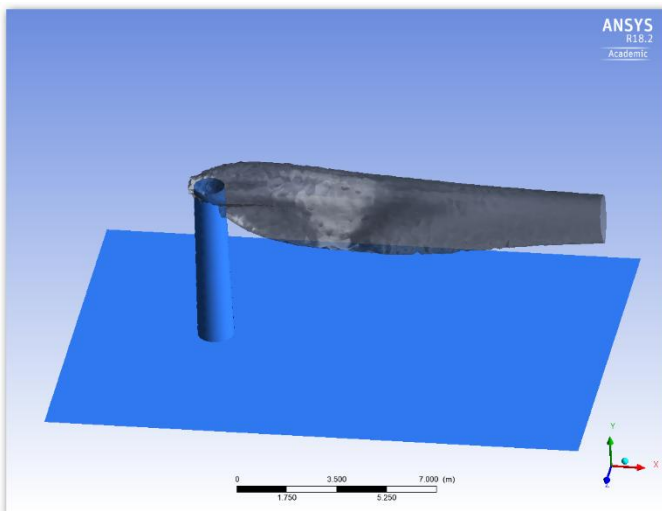


Рисунок 4 – Модель с изоповерхностью в виде облака

Снимки экрана демонстраций были запечатлены во время процесса создания анимации для симуляции выброса загрязняющих веществ, поэтому временной шаг может не совпадать.

В дипломной работе тема стационарных источников будет развиваться дальше.

Будет проведена симуляция для различных входных данных и параметров, также будут созданы другие демонстрационные модели среды.

**Список литературных источников**

1. IEA raises its five-year renewable growth forecast as 2015 marks record year (Electronic resource) // International Energy Agency. – 2016. – Mode of access: <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/october/iea-raises-its-five-year-renewable-growth-forecast-as-2015-marks-record-year.html>
2. ANSYS CFX (Electronic resource) // ANSYS. – Mode of access: <http://www.ansys.com/products/fluids/ansys-cfx>

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА РИНКУ ЦІННИХ ПАПЕРІВ**

**Марченко О. О., Косухіна О. С.**

Дніпровський державний технічний університет

Бурхливий розвиток Internet і пов'язаних із Всесвітньою мережею новітніх технологій все більш потребує притягнення для рішення виникаючих задач різноманітних прийомів і методів із суміжних областей людського знання і насамперед із математики. Одним з напрямків використання новітніх технологій є створення систем підтримки прийняття рішень. Дуже важливо використання таких систем при проведенні фінансового аналізу у зв'язку з необхідністю прийняття найбільш адекватного рішення, яке може вплинути на прибутковість проекту. На сьогоднішній день в умовах конкурентного зовнішнього середовища основним завданням менеджерів є розробка та прийняття якісних та обґрунтованих рішень стосовно ринку цінних паперів.

В загальному виді задача прийняття рішень на фондовому ринку може мати вигляд [1]:

$$(\Omega_0, P) \tag{1}$$

де  $\Omega_0$  - множина допустимих альтернатив,

$P$  - оптимізаційний принцип, який дає можливість виділити із множини  $\Omega$  єдину найкращу альтернативу  $X^*$  або підмножину  $\Omega_0 \subset \Omega$  таких альтернатив.

До основних складових оптимізаційного принципу  $P$  відносяться:

$$P_i = \{X_i, y_i, z_i, g_i\} \tag{2}$$

де  $x_i$  - група критеріїв оціночної вартості акцій,

$y_i$  - група критеріїв фінансового стану емітенту,

$z_i$  - група критеріїв ринкової динаміки акцій емітента,

$g_i$  - група критеріїв по складу портфеля цінних паперів.

Спочатку сформулюємо систему правил системи підтримки прийняття рішень для аналізу біржової інформації. Вона повинна включати в себе такі моменти:

- визначення виду тренду;
- осциляція тренду;
- методи визначення захисних зупинок.

Для розробки системи було використано метод ковзних середніх. Для організації та представлення знань, тобто визначення моделі, був використаний стохастичний осцилятор. Стохастик або стохастичний осцилятор є одним з найпопулярніших інструментів технічного аналізу, має численні варіації і дозволяє будувати різні торгові системи на своїй основі.

Стохастичний осцилятор – індикатор, який базується на зіставленні поточної ціни закриття з цінами на певний часовий інтервал. Stochastic Oscillator має дві лінії, основна з яких % *K*, а другорядна % *D*.

% *K* - ця величина, що обчислюється у відсотках, показує, де знаходиться поточна ціна по відношенню до діапазону цін за *n* попередніх періодів [2]. Відповідно формула для обчислення % *K* наступна:

$$\%K(n) = 100 \cdot \frac{(Price - LowestLow)}{(HighestHigh - LowestLow)} \quad (3)$$

де *Price* — поточна ціна,

*LowestLow* — найнижча ціна за останні *n* періодів,

*HighestHigh* — найвища ціна за останні *n* періодів.

Множення на 100 призводить значення індикатора до відсоткового інтервалу від 0 до 100. Зміст стохастичного індикатора % *K* досить простий. Він показує місцезнаходження поточної ціни відносно максимуму і мінімуму останніх *n* інтервалів часу. Зміна % *K* в часі показує, куди направлено рух ціни.

Стохастик % *K* використовується в парі зі значенням % *D*, яке визначається формулою (4) за кілька періодів *m*:

$$\%D(m) = 100 \cdot \frac{SMA(Price - LowestLow, m)}{SMA(HighestHigh - LowestLow, m)} \quad (4)$$

де *SMA* – проста ковзна середня,

*m* – період згладжування.

Основний принцип роботи стохастичного осцилятора - моніторинг швидкості змінення ціни. Таким чином відбувається оцінка динаміки ринку і на базі отриманих даних прогнозує подальший розвиток. Осцилятор будує графік в залежності від різниці цін. Показання значень системи відображаються в інтервалі від 0 до 100, утворюючи своєрідний горизонтальний коридор. Межі коридору визначає комп'ютер, знаходячи найвищу ціну (*High*) і найнижчу (*Low*). При досягненні осцилятором одної з ключових точок (20 або 80) і приймається остаточне рішення щодо наступних дій.

Комбіноване використання ковзних середніх та осцилятора стохастик забезпечує побудову достовірного прогнозу та зменшує ймовірність передчасного прийняття рішень стосовно майбутньої динаміки на ринку цінних паперів.

### Список літературних джерел

1. Вайн С. Инвестиции и трейдинг: формирование индивидуального подхода к принятию инвестиционных решений. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 534 с.
2. Кривко О.Б. Информационные технологии принятия решений. - М.: СОМИНТЭК, 2002. - 274 с.



# ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ

Михайлова Т. Ф.

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

Важливе місце в економічному реформуванні будь-якої країни займає податкова система. Державне регулювання економіки через використання податкових важелів за сучасних умов спрямоване на забезпечення і підтримку збалансованого економічного зростання, ефективне використання ресурсів, стимулювання інвестиційної і підприємницької діяльності. Тому необхідність і можливість створення оптимальної податкової системи в сучасних умовах є досить актуальною [1].

В роботі розглянуто прогнозування обсягів податкових надходжень по Дніпропетровській області на базі місячних даних у період за 2012-2016 роки [2]. Для прогнозу податку з доходів фізичних осіб ( $Y$ ) у цінах 2016 року проаналізована структура часового ряду. Аналіз структури часового ряду показує, по-перше наявність лінійного тренду, по-друге, підвищення надходжень від податку з доходів фізичних осіб у грудні кожного року. Виходячи з даних спостережень побудовано модель виду

$$Y_t = 22,3 + 1,52t - 23,6x_{1t} + 5,74x_{2t} + 0,015tx_{1t} + 13,6x_{3t} + 11,2x_{4t} + 20,3x_{5t} \quad (1)$$

де  $Y_t$  – податок з доходів фізичних осіб в тис. грн.;  $t$  – змінна часу (номер періоду),

$x_1$  – фіктивна змінна, яка приймає значення 0 для періодів часу до 2014 року і значення 1 – з 1 січня 2014 року;  $x_2, x_3, x_4$  – фіктивні змінні, що відображають сезонні коливання в надходженні даного податку та набувають значень 1 для I, II, III кварталів і значення 0 для всіх інших періодів часу;  $x_5$  – фіктивна змінна, яка набуває значення 1 для грудня місяця кожного року та значення 0 для інших періодів.

Оцінки майже всіх параметрів моделі (крім параметра при перехресному доданку  $tx_{1t}$ ) можна вважати значущими, використовуючи  $t$  – статистику Стьюдента.

Значення коефіцієнта детермінації  $R^2 = 0,95$ , а відносна похибка регресії, що відображає прогнозні властивості моделі, складає 5,7%.

Аналіз гістограми залишків моделі (1) дозволив зробити висновок про нормальний закон їх розподілу та відсутність для них автокореляції.

За методикою [1] визначено величину ступеня ризику як ймовірність недоотримання податкових надходжень від податку з доходів фізичних осіб по Дніпропетровській області. Ймовірність 10%-го недовиконання планового показника податку з фізичних осіб складає 1,9%. Також побудовано модель для прогнозу податку з доходів фізичних осіб  $Y$  у номінальних цінах, для чого всі статистичні дані перетворювались з використанням індексу CPI.

$$Y_t = 21,8 + 1,42t - 58,8x_{1t} + 1,15tx_{1t} + 4,75x_{2t} + 6,38x_{3t} + 7,46x_{4t} + 14,5x_{5t} \quad (2)$$

Аналіз залишків моделі (2) на основі побудованої гістограми та дослідження автокореляції за допомогою статистики Дарбіна-Уотсона для 1% рівня значимості не дозволяє зробити висновки про їх нормальний розподіл. Так як рівень цін є нестационарним рядом, а ціна входить складовою в показники у номінальному виразі, це збільшує порядок інтеграції часового ряду. Можна припустити, що ряд є нестационарним. Для дослідження поведінки його залишків було побудовано ARIMA моделі. Ряд залишків позначимо  $YL$ .

Будемо вважати, що порядок інтеграції ряду  $YL$  дорівнює 1, оскільки для економічних даних більш високі порядки інтеграції майже не зустрічаються. За допомогою електронних таблиць EXCEL, було створено часові ряди  $D1YL1$  і  $D1YL2$ , які отримані з ряду  $D1YL$  шляхом зсуву у часі відповідно на 1 і 2 періоди. Для ряду перших різниць  $D1YL$ :

$$D1YL_t = YL_t - YL_{t-1}$$

Для  $D1YL$  знайдено економетричну модель виду

$$D1YL_t = 0,121 - 0,548 * D1YL_{t-1} - 0,391 * D1YL_{t-2} \quad (3)$$

Оцінки параметрів моделі (3) можна вважати значущими на 1% рівні. Аналіз залишків моделі на основі статистики Дарбіна-Уотсона дозволив зробити висновок про їх нормальний розподіл.

Для отримання прогнозу для ряду  $YL_t$  за допомогою побудованої моделі спочатку необхідно розрахувати за формулою (3) прогнозні значення для ряду перших різниць  $D1YL_t$ , а потім від прогнозних значень ряду перших різниць перейти до прогнозних значень ряду  $YL_t$ :

Прогнозні значення податкових надходжень від податку з доходів фізичних осіб  $Y_p$  було розраховано як суму прогнозу показника  $Y$ , отриманих за формулою (2) та прогнозних значень  $YL$  отриманих за ARIMA моделлю

$$Y_p = Y + YL_t$$

### Список літературних джерел

1. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навчальний посібник./ В.В. Вітлінський // К.: КНЕУ, 2003.- 408с.
2. Статистичний щорічник Дніпропетровської області за 2012-2016 рік. Державний комітет статистики України. 2017.-459с.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА З ВОЛЬТОВОЮ ДУГОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Михальов О. І., Станчиць Г. Ю., Письменний Д. Р.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Проектування пристроїв що використовують вольтову дугу базується на вимозі забезпечити надійну і економічну роботу електроустановок[1].

Використання комп'ютерних методів розрахунку дозволило оцінити процеси, що протікають в ланцюзі з дугою, охопили обчисленнями довільне число змінних параметрів даного ланцюга і оцінили зовнішні умови роботи з урахуванням критичних ситуацій [2].

Основним завданням є моделювання вольтової дуги. З причини того, що дуга носить нелінійний характер, і поведінку її в наступний момент часу просто не передбачено, можна тільки наблизитися з певною точністю до її властивостей і поведінки [3].

В роботі розглянуто методику обчислювального експерименту, вольтової дуги за допомогою моделювання в MATLAB. Досліджено поведінку електричного кола з вольтовою дугою на отриманій моделі. Проведено аналіз результатів обчислювального експерименту.

Результати дослідження RLC-ланцюга з вольтовою дугою за допомогою створеної моделі наведено на Рис 1,2. для наступних параметрів:  $L=0,1$  мГн,  $E=220$ В,  $R=15$  Ом,  $C=0,24667$  мкФ.

Спостерігаємо спіраль не круглої форми, а витягнутої в овал, це свідчить про не лінійність системи. Тобто в нелінійній системі може існувати декілька особливих точок. При зміні параметрів, стійкість цих точок буде змінюватись, тобто стійка точка стане нестійкою. Але локальна нестійкість особливої точки не свідчить про нестійкість динамічної системи. Тому в автономній динамічних системах можливе виникнення автоколивань.

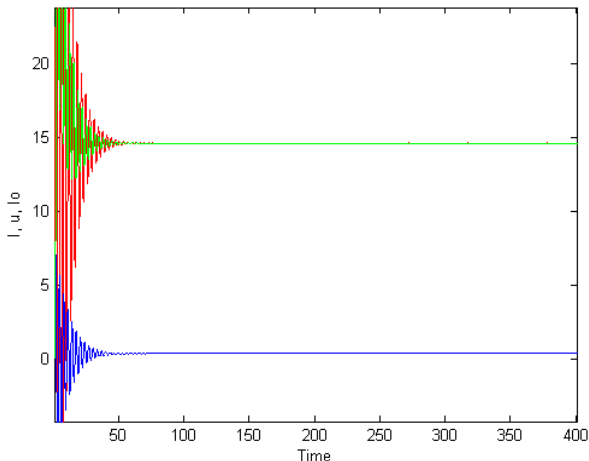


Рисунок 1 – Залежність струму та напруги від часу

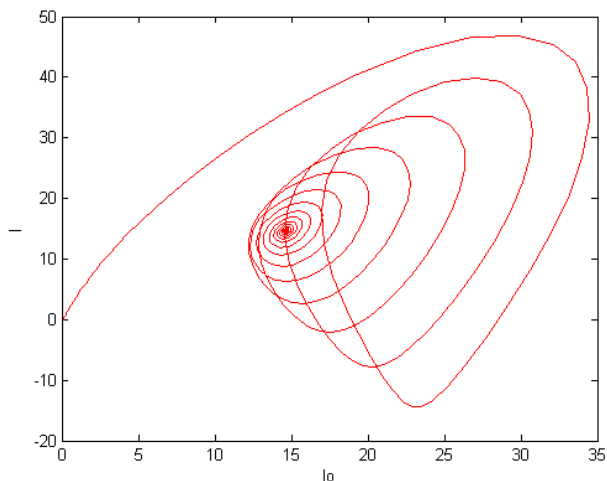


Рисунок 2 – Залежність струму дуги від струму стану стовпа дуги

#### Список літературних джерел

1. Горбунов-Посадов М.М. Расширяемые программы. — М.: Полиптих, 1999. — 336 с.
2. Брон О.Б., Сушков Л.К. Поток плазмы в электрической дуге выключающих аппаратов. - Л.: Энергия, 1975. - 211 с.
3. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. — М.: Государственное издание физико-математической литературы, -1959. Изд2. -915с.

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Олевский В. И.<sup>1</sup>, Олевская Ю. Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГВУЗ «Украинський державний хіміко-технологічний університет», Дніпр, Україна

<sup>2</sup> ГВУЗ «Національний горний університет», Дніпр, Україна

В последнее время в биологических науках и медицине все большую популярность приобретают доказательные (evidence-based) методы обработки экспериментальных данных [1, 2]. Основой исследований в области популяционной генетики является обработка и анализ экспериментальных данных, позволяющая проверить выдвинутые гипотезы и обнаружить новые эффекты в генотипе популяции. При этом существующие методы распознавания высокомолекулярных веществ, например, путем гель-электрофореза белков в денатурирующих условиях, основаны на приближенных методиках сравнения контрастности электрофореграмм с эталонным раствором известных веществ [3, 4]. Для повышения точности и обоснованности выводов, например, об обнаружении новых белков, здесь также целесообразно перейти

к нечетким методам моделирования экспериментальных данных.

Рассмотрим существующую методику определения молекулярной массы белков при электрофорезе в полиакриламидном геле (ПААГ) после обработки концентрированным раствором анионного детергента додецилсульфата натрия (SDS) в присутствии  $\beta$ -меркаптоэтанола. Белок, структура которого состоит из нескольких субъединиц, распадается на отдельные полипептидные цепи. Белки из каждой субъединицы образуют один полипептид. Взаимодействие полипептидов с SDS придает им отрицательный заряд, что обеспечивает их движение к аноду при электрофорезе в ПААГ. Считается, что в этом случае может быть использована линейная модель зависимости между десятичным логарифмом молекулярной массы белков  $M_r$  и их электрофоретической подвижностью  $u$  вида

$$u = A - B \lg M_r, \quad (1)$$

где  $A$  и  $B$  – коэффициенты, зависящие от пористости геля и условий эксперимента.

Подвижность разделяемых полипептидов убывает с возрастанием их молекулярной массы. Коэффициенты модели определяют путем обработки данных эксперимента методом наименьших квадратов. Для этого одновременно с исследуемой смесью электрофоретическому разделению подвергают набор белков-«маркеров», молекулярные массы которых известны. Относительную электрофоретическую подвижность белка  $R_f$  рассчитывают делением длины пути, пройденного за время электрофореза данным белком, к длине пути, пройденного лидирующим красителем (бромфеноловым синим). По результатам эксперимента с учетом известных молекулярных масс маркеров строится приближенная зависимость  $\lg M_r$  от  $R_f$ . При правильно выбранной пористости геля такая зависимость близка к линейной [3, 4]

Погрешность метода в приведенной постановке не определена, но оценочно составляет  $\pm 10\%$ . Этого вполне достаточно для качественного анализа смеси неоднородных белков. Но при генетических исследованиях иногда необходимо подтвердить или опровергнуть наличие мутированного белка, близкого по молекулярной массе к известному. В этом случае нужно повысить точность расчетов и определить вероятность или степень принадлежности гипотезы о равенстве их молекулярных масс.

Источником неопределенности при построении модели служит неточность определения положения полос на электрофореграмме (рис. 1), а значения молекулярных масс можно считать точными (для маркеров).

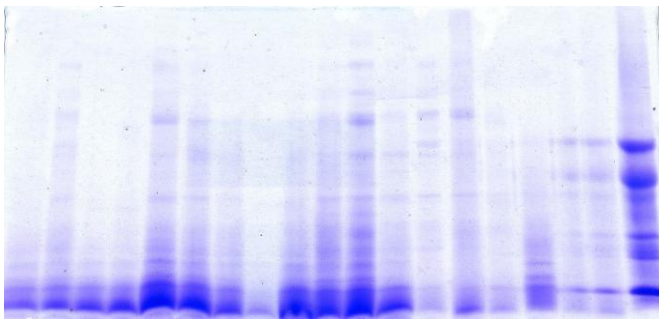


Рисунок 1 – Электрофореграмма белков дождевых червей

Толщина и положение полос, как правило, неоднородны для различных белков, что не позволяет корректно применить статистические методы оценивания, в частности, метод максимума правдоподобия. В настоящей статье рассматривается задача построения нечеткой регрессионной модели по выборке данных с четкими входами и нечетким выходом методом [5]. Каждой точке факторного пространства ставится в соответствие нечеткое число с параметрической функцией принадлежности. Зависимость параметров этой функции принадлежности от влияющих факторов описывается четкими моделями при помощи обычного регрессионного анализа выборки данных.

Рассматривается отображение вектора  $X = \{x_i\}_{i=1}^n$  четких числовых значений влияющих факторов в нечеткое значение функции отклика  $y$ :

$$X \rightarrow y = \int_{y \in [\min y, \max y]} y \mu(y, y), \quad (2)$$

где  $\mu(y, y)$  – функция принадлежности числа  $y$  на носителе  $[\min y, \max y]$ .

Предположим, что на всем факторном пространстве искомое нечеткое число  $y$  можно описать параметрической функцией принадлежности одного типа. Обозначим эту функцию принадлежности  $mf(y, Z)$ , где  $Z$  – вектор параметров функции принадлежности. Зависимость  $Z = f(X, P)$  опишем системой регрессионных моделей с коэффициентами  $P$ , каждая из которых связывает влияющие факторы с одним параметром функции принадлежности нечеткого числа  $y$ , получим зависимость вида

$$mf(y, Z) = mf(y, f(X, P)). \quad (3)$$

Нечеткая обучающая выборка задается как  $m$  пар данных

$$(X_r, y_r), r \in \overline{1, m}, \quad (4)$$

где  $X_r = \{x_{ri}\}_{i=1}^n$  – входной вектор в  $r$ -й строке выборки,  $y_r = \int_{y \in [\min y, \max y]} y \mu(y_r, y)$  – выход в виде нечеткого числа.

Для поставленной задачи обучающая выборка задается значениями атомных масс маркеров и нечетким расстоянием их относительной электрофоретической активности.

Задача нечеткого регрессионного анализа по нечеткой выборке (4) заключается в поиске таких коэффициентов  $P$ , которые обеспечивают

$$\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{r=1}^m \Delta(y_r, F(P, X_r))^2} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где  $F(P, X_r)$  – нечеткое число с функцией принадлежности  $mf(y, f(X_r, P))$ , полученное для входного вектора  $X_r$  по системе регрессионных моделей с коэффициентами  $P$ ,  $\Delta$  – расстояние между двумя нечеткими числами, соответствующими желаемому и действительному поведению модели в точке  $X_r$ .

В соответствии с [5] в качестве расстояния между двумя нечеткими числами  $A$

и  $B$  с функциями принадлежности  $\mu(A, y)$  и  $\mu(B, y)$  на непрерывном носителе в интервале  $[\min y, \max y]$  случае дискретного носителя  $\{y_i\}_{i=1}^k$  будем понимать выражение вида

$$\Delta(A, B) = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\mu(A, y_i) - \mu(B, y_i))^2}. \quad (6)$$

Если число  $y$  задано гауссовой функцией принадлежности вида

$$\mu(y) = \exp\left(-\frac{(y-b)^2}{2c^2}\right), \quad (7)$$

где  $b$  и  $c$  – координата максимума и коэффициент концентрации ( $Z = (b, c)$ ), то при использовании линейных регрессионных моделей зависимость этих параметров от факторов  $X$  записывается следующим в виде

$$b = b_0 + \sum_{i=0}^n b_i x_i, \quad c = c_0 + \sum_{i=0}^n c_i x_i, \quad (8)$$

где  $P = (b_0, b_1, \dots, b_n, c_0, c_1, \dots, c_n)$  – коэффициенты регрессии.

При введенных предположениях задача (5) может быть решена методами нелинейной оптимизации [6].

В электрофорезе белков в ПААГ с SDS обычно используют маркеры, указанные в Табл.1.

Таблица 1 - Параметры маркеров

№	Наименование	Атомная масса $Mr$ , Да	$\lg Mr$
1	Миозин	200000	5,3010
2	Галактозидаза	116250	5,0654
3	Фосфорилаза b	97400	4,9885
4	Бычий сывороточный альбумин	68000	4,8325
5	Овальбумин	45000	4,6532
6	Карбоангидраза	31000	4,4914
7	Соевый ингибитор трипсина	21500	4,3324
8	Лизоцим	14400	4,1584

В качестве нечеткой функции отклика принимаем относительную электрофоретическую подвижность белка  $Rf$ , которая сама по себе представляет отношение нечетких величин – электрофоретической подвижности рассматриваемого белка  $u$  и красителя бромфенолового синего. Выбирая для каждого маркера в качестве  $b$  середину полосы, а в качестве  $c$  – половину ее ширины, строим методом наименьших квадратов регрессии (8). Затем методом нелинейного программирования строится линейная зависимость  $Rf$  от  $\lg Mr$  из условия (5). Полученная зависимость должна быть обращена к виду  $Mr = Mr(Z, Rf)$ , что дает возможность находить достоверные уровни значений для неизвестных белков.

### Список литературных источников

1. 1. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 798 с.

2. Калниболотский Ю. М. Креативные методы нечеткого моделирования / Ю. М. Калниболотский, Е. В. Короткий / Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – ч. 2. – 2009. – С. 297–302.

3. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование : практическое пособие / Л. А. Остерман. – М. : Наука, 1981. – 288 с.

4. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем; пер. с нем. – М. : Мир, 2000. – 469 с.

5. Штовба С. Д. Нечеткая идентификация на основе регрессионных моделей параметрической функции принадлежности / С. Д. Штовба // Проблемы управления и информатики. – № 6. – 2006. – С. 1–8.

6. Таха Х. А. Введение в исследование операций / Х. А. Таха. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.

## КОНЦЕПТУАЛЬНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Паньков Д. В., Кишенько В. Д.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Здійснюється формалізація даних по якості хлібопекарської продукції, їх структуризація, і описується процес побудови дворівневої математичної моделі, метою якої є аналіз якості даних процесу приготування хлібопекарської продукції як на рівні окремих обчислювальних методів, так і на рівні комплексної кількісної оцінки якості. В першу чергу наводиться класифікація даних на кожному етапі виробництва та виділення груп для проведення технологічного контролю якості.

Запропонована концепція контролю якості передбачає проведення технологічного контролю службової інформації, тобто метаданих. З огляду на цю умову, будемо використовувати терміни «аналіз якості даних» і «контроль якості даних», які можна застосувати до метаданих [1]:

$F = \{K_1^F, K_2^F, \dots, K_n^F\}$  – множина методів оцінки якості сировини, де  $n$  – кількість використаних для контролю якості методів;

$P = \{K_1^P, K_2^P, \dots, K_i^P\}$  – множина методів оцінки якості напівфабрикату, де  $i$  – кількість застосовуваних для контролю якості методів;

$H = \{K_1^H, K_2^H, \dots, K_j^H\}$  – множина методів оцінки якості готового виробу, де  $j$  – кількість застосовуваних для контролю якості методів.

Процес прийняття рішення про якість хлібопекарської продукції  $g$ -ї групи, де  $g \in \{F, P, H\}$ , будемо розуміти як послідовність застосування методів відповідної  $g$  множини. Введемо позначення процесу контролю якості  $k$ -ї групи:

$$B^g = \{K_1^g, K_2^g, \dots, K_j^g\}, g \in \{F, P, H\}, y \in \{n, i, j\}$$

$g$ -ю групу даних позначимо як  $C_m^g$ .

Кожен із методів  $K_m^g$  процесу  $B^g$  відповідає за аналіз деякої структурної області  $C_m^g \in C^g$ . Іншими словами, деякою досліджуваною областю даних  $C_m^g$  ставиться у відповідність метод  $K_m^g$ .

Експертно призначається вага  $K_m^g$  – рівень значущості методу  $K_m^g$  в процесі  $B^g$ . Накладемо умову :

$$\sum_{m=1}^n V_m^g = 1$$



**Визначення 1** Граничним рівнем якості на певному етапі виробництва  $C_m^g$ , досліджуваної методом  $K_m^g$ , називається чисельна характеристика максимально очікуваної якості на певному етапі виробництва. Таким чином, має місце функція:

$$\frac{S \max_m}{g} \xrightarrow{K_m^g} R \max_m, \\ C_m$$

де  $m=1..y, y \in \{n, i, j\}, g \in \{F, P, H\}$

**Визначення 2.** Розрахованим рівнем якості на певному етапі виробництва  $C_m^g$  досліджуваної методом  $K_m^g$ , називається чисельна характеристика реально розрахованої якості виділеної області.

$$\frac{S_{розр}m}{g} \xrightarrow{K_m^g} R_{розр}m, \\ C_m$$

де  $m=1..y, y \in \{n, i, j\}, g \in \{F, P, H\}$

**Визначення 3.** Нормованим рівнем якості на певному етапі виробництва  $C_m^g$  оцінюваної методом  $K_m^g$ , назвемо функцію  $S_m^g : C_m^g \rightarrow [0,1]$ . Маючи характеристики граничного і розрахованого рівня якості, можна задати рівняння функції  $S_m^g$ :

$$R_{норм}m = S_m^g(C_m) = \frac{R_{розр}m}{R \max_m}$$

Маючи параметри оцінки якості на виділених етапах виробництва хлібопекарської продукції  $C_m^g$ , можна визначити нормовану оцінку якості продукції, досліджуваних конкретним процесом  $B_m^g$ .

**Визначення 4.** Нормованою оцінкою якості на певному етапі виробництва  $g$  групи, що досліджується процесом  $B^g$ , будемо називати лінійну комбінацію нормованих рівнів якості, розрахованих в процесі  $B^g$  методами  $K_m^g$ .

$S^g : B \rightarrow [0,1]$  - функція, яка визначає нормовану оцінку якості на певному етапі виробництва по процесу  $B^g$ .

За визначенням,

$$S^B = V_1^g * S_1^g + V_2^g * S_2^g + \dots + V_y^g * S_y^g = \sum_m y V_m^g * S_m^g$$

Таким чином, перший рівень концептуальної математичної моделі визначає логіку розрахунку кількісної оцінки якості на певному етапі виробництва окремо взятої групи. Наведена математична модель є прикладом практичного застосування класичної моделі розрахунку інтегральної оцінки якості виробничих процесів з теорії прийняття рішень. В даному випадку інтегральною оцінкою є нормована оцінка якості на певному етапі виробництва [2]. Представлену математичну модель прийняття рішення можна графічно зобразити у вигляді схеми (рис. 1).

Процес  $B^g$  представляється графічно у вигляді графа передування

$$Z^B = \langle S_m^g, K_m^g \rangle,$$

де вершинами є нормовані рівні якості  $S_m^g$  відповідного етапу виробництва  $C_m^g$ , а ребрами – методи  $K_m^g$  з присвоєними вагами  $V_m^g$ .

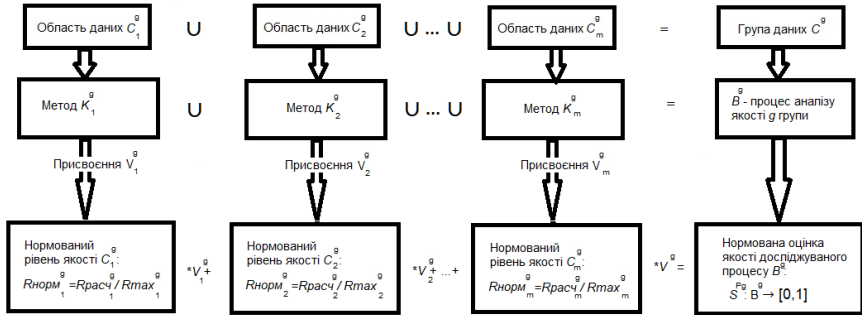


Рисунок 1 – Модель прийняття рішення про якість на певному етапі виробництва

На другому рівні концептуальної математичної моделі звертається увага на логіку прийняття рішення, реалізовану окремо взятим методом  $K_m^g$ . Кожен із використаних в конкретному процесі  $B_m^g$  методів є обчислювальним алгоритмом, що працюють відповідно до власної математичної моделі прийняття рішення. У загальному вигляді математична модель методу контролю якості представляється у вигляді кортежу:

$$K_m^g = \langle E_m^g, U_m^g, R \max_m^g, UR_{норм}_m^g, V_m^g \rangle,$$

де  $E_m^g$  – множина атрибутів, які задають область  $C_m^g$ ,  $U_m^g$  – чисельний алгоритм, який встановлює наявність браку («неякісних» даних) серед атрибутів множини  $E_m^g$ ;  $R_m^g$  – граничний рівень якості області  $C_m^g$ ;  $UR_{норм}_m^g$  – чисельний алгоритм розрахунку нормованої оцінки якості області  $C_m^g$ ;  $V_m^g$  – нормована вага методу  $K_m^g$  в процесі  $B_m^g$ .

Методи контролю якості були розроблені таким чином, щоб множина атрибутів  $E_m^g$  максимально відповідали множині даних, завантажених в результаті в базу даних. Цим забезпечується якість службової інформації, що зберігається в базі даних.

### Список літературних джерел

1. Мошнов В. А. Комплексная оценка конкурентоспособности предприятия [Електронний ресурс] / В. А. Мошнов / Корпоративный менеджмент. – 2014. – Режим доступу: [http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate\\_competitiveness.shtml](http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate_competitiveness.shtml)
2. Шаруда С.С. Оцінка показників якості хлібопекарської продукції методами кваліметрії та багатомірного шкалювання/ С.С. Шаруда, В.Д. Кишенько // Харчова промисловість. –К.:НУХТ, 2008. – № 6. – С. 19-22.

# КЛИЕНТ-СЕРВЕРНАЯ МОДЕЛЬ RSA ШИФРОВАНИЯ С КЛЮЧАМИ ДЛИНОЙ ДО ПЯТИ КИЛОБИТ

Рогоза Б. Е., Сербулова И. В.

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

В этом году популярной криптосистеме асимметричного шифрования и электронной цифровой подписи RSA с аббревиатурой из первых букв фамилий авторов Ривест, Шамир и Адлеман исполнилось 40 лет [1]. В момент своего создания и на протяжении нескольких десятилетий эта криптосистема отличалась высочайшей надежностью при соблюдении определенных требований к длине чисел, применявшихся в алгоритме RSA. Если в течение первых 15 лет с учетом существовавшего тогда парка компьютеров достаточна была длина ключей в 129 десятичных разрядов или 425 бит, то для следующих 20 лет требования безопасности увеличили длину ключей начала до  $1K = 1024$  бит и в конце срока до  $2K$  бит или 615 десятичных разрядов. К примеру, в 2012 году служба кибербезопасности Майкрософт на страницах своего блога [2] официально предупредила пользователей своей операционной системы о запрете применения ключей алгоритма RSA длиной меньше 1024 бит, так как такие ключи считаются «слабыми» и не способными обеспечить высокого уровня защиты.

Быстродействие современного парка компьютеров и легкодоступные возможности параллельных вычислений в компьютерных сетях накладывает жесткие требования на необходимость увеличения длины RSA ключей до четырех килобит. В прошлом году разработчик популярного браузера Mozilla Corporation опубликовала перспективный десятилетний план перехода на сильную криптографию. Касательно алгоритма RSA предлагается за первые три года увеличить длину ключа сертификата безопасности до 3072 бит, а в следующий период до четырех килобит [3].

Приведенные примеры обосновывают необходимость разработки и изучения моделей алгоритма RSA со сверхдлинными ключами [4,5].

В представленном докладе разработано и реализовано серверное приложение для защиты текстовой информации асимметричным шифрованием на основе популярного алгоритма RSA. Для обеспечения высокой криптостойкости шифрования применялись ключи длиной от трех до пяти килобит, что эквивалентно длине чисел от 900 до 1500 десятичных разрядов.

Отметим основные особенности рассматриваемой модели:

1. Серверный язык программирования. Модель разработана на основе новейшей версии скриптового языка PHP-7 с более чем в два раза улучшенной производительностью вычислений по сравнению с предшествующей версией PHP-5. В соответствии с данной моделью все математические вычисления по кодированию, шифрованию, декодированию и расшифровке защищаемого текста проводятся на стороне сервера.

2. Открытая математическая библиотека. В модели интенсивно применяется встроенная в версию языка PHP-7 библиотека "bcmath", которая дает возможность проводить вычисления с произвольной точностью и работать с очень длинными числами, необходимыми для алгоритма RSA.

3. О входном и выходном алфавитах. Вообще говоря, процедура RSA-шифрования не является замкнутой для произвольно выбранного алфавита, поскольку

уравнение шифрования преобразует исходные коды символов в такие новые значения, которые часто лежат вне рамок самого алфавита. Иными словами возникает несимметричная ситуация, когда входной и выходной алфавиты не совпадают между собой. На практике в такой ситуации в качестве выходного алфавита широко используется 16-ричное представление чисел для шифртекста. В данной работе благодаря специально разработанной схеме кодировки символов текстового сообщения использовался один и тот же 100-символьный алфавит для исходного текста и конечного шифртекста.

4. О схеме кодировки символов. В данной модели с целью реализации условия замкнутости алфавита относительно шифрования предлагается отводить под кодировку одного символа текста два десятичных разряда. В таком случае зашифрованный текст будет отображаться в символах исходного алфавита, если алфавит содержит в себе все символы без пропусков с кодами от 0 до 99.

5. О кодировании текста в целом. В рассматриваемой модели исходный текст не разбивался на блоки, а кодировался целиком следующим образом: индивидуальные двухразрядные коды отдельных символов соединялись между собой операцией конкатенации в одно длинное число, которое затем шифровалось по уравнению алгоритма RSA. Подчеркнем преимущества предложенного метода двухразрядного кодирования и шифрования всего текста в целом по сравнению с разбивкой текста на короткие блоки: а) однократное шифрование всего текста; отпадает необходимость зашифровать каждый блок по отдельности; б) повышенная надежность шифра из-за более тщательного перемешивания кодов символов при RSA шифровании длинных чисел. К недостаткам метода следует отнести: а) сложность и непривычность работы со сверхдлинными числами; б) заметный рост времени шифрования для длинных текстов.

6. О длине шифруемого текста. Согласно алгоритму RSA верхняя граница длины используемых целых чисел определяется модулем криптосистемы  $N$ . Если  $X$  – исходный текст, то число символов в тексте  $L_X$  не должно превосходить половины длины модуля  $L_N$  криптосистемы, так как каждый символ по условию кодируется двумя десятичными разрядами. Итак, для длины текста справедливо неравенство:  $2L_X \leq L_N$ .

7. Длина текста и время шифрования при одном и том же размере ключа. В рамках данной модели обнаружено, что время шифрования практически не зависит от длины текста, если длина закодированного текста меньше значения модуля криптосистемы  $N$ . Иными словами время шифрования текстов длиной в один символ и в  $N/2$  символов практически одинаково. Например, время необходимое для полного цикла шифрование-расшифровка каждого из двух текстов длиной  $L_X = 45$  и  $L_X = 253$  символа при ключе длиной 2121 бит равно соответственно 20,23 и 20,3 секунды, то есть времена практически совпали.

8. Зависимость времени шифрования от длины ключа. В рамках изучаемой модели установлено, что при увеличении длины ключа время выполнения программы растет как квадрат отношения длин ключей  $t_2/t_1 = C(L_{N2}/L_{N1})^2$ , где параметр  $C$  изменяется в небольшом интервале от 1 до 1.5

9. О временной сложности модели. Из предыдущего пункта вытекает приближенная оценка временной сложности разработанной модели, а именно, алгоритм шифрования и расшифровки имеет квадратичную временную сложность:  $t_{\text{run}} = O(n^2) - O(1.5n^2)$ , где  $n = L_{N2}/L_{N1}$ .

10. С целью получения прогнозных значений времени выполнения одного цикла «шифрование-расшифровка» в зависимости от длины ключа дополнительно к сделанным оценкам построена следующая нелинейная регрессионная кривая  $y = x^a$ , где  $a = 1,10533$  – параметр уравнения регрессии,  $x = L_{Ni} / L_{N1}$  – относительная длина ключа,  $y = t_i / t_1$  – безразмерное время; коэффициент  $a$  изменяется от 2,06 при малой длине ключа постепенно уменьшаясь до 1,56 при длине ключа в 4К бит. Регрессионная кривая построена на основе накопленных экспериментальных данных в рамках разработанной модели RSA шифрования. Регрессионная кривая позволила вполне правильно оценить затраты времени на цикл «шифрование-расшифровка» текста в случае длины ключа в пять килобит.

#### **Список литературных источников**

1. Остапов С. Е. Технології захисту інформації : навчальний посібник / С. Е. Остапов, С. П. Євсєєв, О. Г. Король. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 476 с. (Укр. мов.)
2. Microsoft Security Russia Blog. Обновление для минимальной длины ключа RSA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.technet.microsoft.com/securityrus/2012/09/17/273/>
3. Mozilla Wiki: Security/Guidelines/Key Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://wiki.mozilla.org/Security/Key\\_Management](https://wiki.mozilla.org/Security/Key_Management) .
4. Коутинхо С. Введение в теорию чисел. Алгоритм RSA / С. Коутинхо: [перевод с английского]. – Москва: Изд. «Постмаркет», 2001. – 328 с.
5. Мао В. Современная криптография: теория и практика / Венбо Мао: [пер. с англ.]. – Москва: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 768 с.

## **МОДЕЛЬ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИПТОГРАФИИ, АДАПТИРОВАННАЯ ПОД УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ Рогоза Б. Е., Сербулова И. В.**

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

Эллиптическая криптография – это передовой раздел современной асимметричной криптографии высшего уровня, широко используемый на практике, например, для создания электронной цифровой подписи (ЭЦП). В Украине действует государственный стандарт ДСТУ 4145-2002 [1], подробно описывающий эллиптическую криптографию. Ввиду высокой надежности формирования ЭЦП на основе эллиптической криптографии электронная подпись применяется не только для авторизации сообщений, документов, файлов, платежных поручений, но и в интернет-банкинге [2]. Кроме того, эллиптическая криптография обеспечивает высочайший уровень защиты популярной цифровой криптовалюты типа биткойн, точнее ее технологической основы – децентрализованного реестра транзакций, именуемого блокчейн, лежащего в основе новейшей парадигмы «цифровая экономика» [3].

Важными преимуществами шифрования на основе эллиптической криптографии является применение более коротких ключей при высокой стойкости шифров. Например, по сравнению с популярным алгоритмом RSA длина ключа почти десятикратно меньше при том же уровне криптостойкости [2]. Уменьшение длины ключа увеличивает скорость шифрования.

Приведенные примеры показывают, что в ближайшие годы для надежной

защиты цифровой информации будет продолжать широко использоваться эллиптическая криптография, которая для своего понимания требует глубокой математической подготовки. Если студенты, изучающие курс «Защиты информации» легко усваивают алгоритм RSA, то сменившая его современная эллиптическая криптография вызывает серьезные трудности.

В данной работе разработана и построена в виде веб-приложения на стороне клиента упрощенная модель эллиптической криптографии, адаптированная для студентов информационных специальностей технических вузов.

Отметим отличительные особенности предложенной модели эллиптической криптографии:

1. Модель адаптирована под учебные цели и предназначена как для первоначального знакомства с эллиптической криптографией, так и для быстрого интерактивного онлайн обучения студентов с возможностью выполнения самостоятельных заданий в веб-браузере.

2. Модель реализует шифрование, расшифровку и создание электронно-цифровой подписи (ЭЦП) на основе только двух важнейших операций над точками эллиптической кривой, а именно, сложения точек и умножения точки на скаляр.

3. С целью упрощения первого знакомства студентов со сложным шифрованием в рассматриваемой модели эллиптической криптографии целенаправленно применены эллиптические кривые низкого порядка вида  $f(x,y) = (y^2 - x^3 - ax - b) = 0 \pmod p$  над конечным полем  $F_p$ . Для краткости эллиптическую кривую с конечным числом точек удобно обозначать по ее коэффициентам  $E(a,b, p)$ .

4. Формирование алфавита и привязка его символов к точкам эллиптической кривой в случае совпадения порядка кривой и мощности алфавита. В данной модели разработана схема автоматического формирования нужного алфавита, заданной мощности, путем извлечения символов из универсальной таблицы юникодов. Поскольку порядок эллиптической кривой равен числу ее точек с целочисленными координатами, то для кривых с низким порядком все точки взаимно-однозначно закрепляются за символами алфавита путем формирования ассоциативной связи «каждая точка кривой - символ алфавита». Например, эллиптическая кривая  $E(2,3,97)$  имеет порядок 100 и значит содержит 100 точек, которым можно поставить в соответствие 100-символьный англо-русско-украинский алфавит  $Z_{100}$ , дополненный цифрами и специальными символами.

5. Сделанное в данном докладе допущение о совпадении порядка кривой с мощностью алфавита позволяет упростить конечный результат шифрования и представить его в виде символьного шифртекста. Для сравнения результат шифрования на эллиптических кривых, когда мощность алфавита существенно меньше порядка кривой реализуется в виде громоздкого и трудно обозримого двумерного массива целочисленных координат точек кривой [4]. При нашем подходе существенно уменьшается размер зашифрованного сообщения, что удобно для передачи защищенных данных на удаленные расстояния.

6. Реализованный в рамках модели программный модуль привязки символов алфавита к точкам кривой в виде так называемого ассоциативного массива можно успешно применять как для быстрой кодировки исходного текста точками эллиптической кривой высокого порядка, превышающего мощность алфавита, так и для быстрого декодирования результата шифрования, представленного в виде

матрицы координат точек эллиптической кривой.

7. В докладе разработан и реализован полиномиальный алгоритм для вычисления значений целочисленных координат точек эллиптической кривой над числовым полем конечного порядка. Более точно, вычислительная сложность алгоритма выражается формулой  $O(n^{1,85})$  и, как видно, близка к квадратичной. Например время вычисления целых координат 727 точек эллиптической кривой  $E(-1,3,751)$  составляет  $\text{trun} = 0,046$  сек, а для кривой  $E(-3,1000, 31991)$  с почти в 50 раз большим числом точек  $\text{trun} = 53,1$  сек.

8. В процесс компьютерных экспериментов в рамках построенной модели шифрования замечено, что время вычисления координат точек кривой трехкратно уменьшалось в случае применения возможностей функционального программирования вместо традиционного императивного стиля. Например, время вычисления целых координат точек эллиптической кривой  $E(-1,3,751)$  на основе процедурного программирования составляет  $\text{trun} = 0,147$  сек; при использовании функционального программирования та же задача решается за  $\text{trun} = 0,046$  сек с учетом времени выдачи на печать значений координат всех точек кривой.

9. В рамках модели разработана и протестирована на примерах из учебной литературы библиотека из 20 подпрограмм, определяющих: порядок эллиптической кривой, проверка на принадлежность точки заданной кривой, сложение и удвоение точек, умножение точки кривой на скаляр, привязка алфавита к точкам эллиптической кривой, кодирование и декодирование текста точками эллиптической кривой, шифрование и расшифровка текста, создание ЭЦП.

10. В построенной модели эллиптической криптографии применен следующий алгоритм шифрования: а) кодирование каждого символа исходного текста  $X$  согласно таблице соответствий «символ алфавита – точка кривой» с вычислением кодовой матрицы  $X_c$ , состоящей из двумерных координат точек эллиптической кривой; б) шифрование кодовой матрицы  $X_c$  согласно уравнению  $Y_c = (X_c + k * P_b) \bmod N$ , где  $Y_c$  – результирующая кодовая матрица шифртекста, содержащая шифрующие координаты точек кривой;  $k$  – секретное число абонента  $A$ , отправляющего защищенное сообщение;  $P_b$  – открытый ключ второго абонента  $B$ , получающего сообщение;  $N$  – значение модуля криптосистемы; в) раскодирование в символьный шифртекст  $Y$  громоздкой кодовой матрицы  $Y_c$ , состоящей из двумерных координат точек кривой.

11. Приведем демонстрационный пример асимметричного шифрования на основе данной упрощенной модели эллиптической криптографии. Пусть некоторому абоненту требуется для удаленной пересылки через компьютерную сеть защитить англо-русско-украинское текстовое сообщение «СМОCS2017\_ДНЕПР\_УКРАЇНА». Абонент-отправитель шифрует сообщение на эллиптической кривой  $E(2,3,97)$ , каждая из 100 точек которой отождествлена с одним из 100 символом выбранного алфавита. Для шифрования используется публичный ключ получателя сообщения. В итоге защищенное пересылаемое сообщение имеет вид шифртекста «NqBNwDbfPЮtKci9ЮЩc9ЙКt» Получатель сообщения расшифровывает его с помощью своего секретного ключа и получает результат, в точности совпадающий с исходным текстом.

12. Проведенные компьютерные эксперименты с данной моделью по тестированию арифметического модуля, выполняющего операции сложения и умножения на скаляр точек эллиптической кривой, показали не только правильность работы модуля, но неожиданно позволило обнаружить ошибки в работе популярного

зарубежного высокоцитируемого интерактивного калькулятора Corbellini [5, 6]. Как оказалось, калькулятор Corbellini в ряде случаев выдает неверные результаты в виде точек, которые, вообще говоря, не принадлежат эллиптической кривой. Например, для кривой  $y^2 = x^3 - x + 1 \pmod{751}$  при умножении базовой точки  $P(0,1)$  на число  $[256]P(0,1)$  калькулятор выдает ошибочное значение  $Q(436,190)$ . Непосредственной проверкой можно установить, что координаты точки  $Q$  не удовлетворяют алгебраическому уравнению кривой, то есть  $Q \notin EC$ .

13. Дополнительные численные эксперименты и анализ показали, что калькулятор Corbellini [6] имеет встроенную систематическую ошибку и неверно умножает генерирующую точку  $P(0,1)$  не только на 256, но и на любой скаляр со значением большим 256. В то же время, разработанный в данной работе алгоритм умножения точки эллиптической кривой на скаляр выполняет вычисления быстро и верно.

14. Рассмотренная модель эллиптической криптографии реализована в виде динамического веб-приложение «Редактор Javascript» с открытой библиотекой алгоритмов и демонстрационными примерами.

15. К недостаткам рассмотренной модели можно отнести невысокую криптостойкость шифрования на эллиптических кривых низкого порядка. Однако данный недостаток не является принципиальным, учитывая, что модель адаптирована под учебные цели быстрого знакомства с принципом шифрования на эллиптических кривых без использования сверхдлинных ключей.

#### **Список литературных источников**

1. ДСТУ 4145-2002 «Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Цифровий підпис, що ґрунтується на еліптичних кривих. Формування та перевіряння»//К.: Держстандарт України, 2003. – 94 с.
2. Ростовцев А.Г. Теоретическая криптография / Ростовцев А.Г., Е.Б. Маховенко // СПб [Профессионал], 2005. – 485 с.
3. Свон М. Блокчейн: Схема новой экономики / Мелани Свон: [перевод с английского]. – Москва: Изд. «Олимп-Бизнес», 2017. – 240 с.
4. Жданов О.Н. Эллиптические кривые и их применение в криптографии. Учебное пособие. / О.Н.Жданов, В.А.Чалкин // Красноярск: Сиб.гос. аэрокосмич ун-т, 2011. –105с.
5. Corbellini Andrea. Elliptic Curve Cryptography: a gentle introduction [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://andrea.corbellini.name/2015/05/17/elliptic-curve-cryptography-a-gentle-introduction/>
6. Elliptic Curve scalar multiplication ( $\mathbb{F}_p$ ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdn.rawgit.com/andreacorbellini/ecc/920b29a/interactive/modk-mul.html>



# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ПТАХОФАБРИКИ

## Семенов М.І., Гармаш С.М.

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

У 2013 р. на птахофабриці ПАТ «Оріль-Лідер» (Дніпропетровська обл., с. Єлизаветівка) була введена в експлуатацію біогазова установка потужністю 50 тис. м<sup>3</sup> на добу, яка працює на курячому посліді і відходах комплексу з переробки курчат-бройлерів. Основні компоненти, які переробляються у біогаз: пташиний послід, флотажний шлам (рідкий), вода з мийки пташників.

Процес утворення газу – це метанове бродіння. Його суть полягає в анаеробному бродінні (без доступу повітря), яке відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводжується біохімічними реакціями [1]. Власне сам процес утворення біогазу (метаногенез) складається з трьох етапів.

Перемішування є ключовим способом підвищення ефективності роботи біогазової установки. Оптимальне перемішування субстрату в метантенке збільшує вихід біогазу на 50%. Недостатнє перемішування знижує ефективний обсяг метантенка на 70% і є основною причиною відключення обладнання. Застосування системи гідравлічного перемішування дозволяє підтримувати найбільш сприятливі гідродинамічні і температурні умови для життєдіяльності спільноти бактерій протягом усього технологічного процесу.

Теоретично та експериментально основами для побудови макромоделей для виробництва біогазу є дослідження та встановлення закономірностей в процесах біохімічних перетворень. Необхідними умовами для перероблення органічних відходів всередині реактора біогазової установки є: створення безкисневого режиму; дотримання температурного режиму; доступність поживних речовин для бактерій; вибір оптимального часу бродіння та своєчасне завантаження і вивантаження сировини; дотримання кислотно-лужного балансу; дотримання співвідношення вмісту вуглецю і азоту; правильна пропорція твердих частин в сировині та перемішування; відсутність інгібіторів процесу [2].

Математичне моделювання будь-якого біотехнологічного процесу необхідно для оцінки швидкості протікання біохімічних процесів, яка визначається швидкістю біохімічної діяльності (зростання) мікрореагентів в залежності від одного або декількох параметрів середовища.

При безперервному перемішуванні можна вважати весь обсяг культиватора однорідним заповненням, концентрації субстрату і клітин мікроорганізмів в кожній точці об'єму однаковими, і описувати поведінку цих концентрацій в часі за допомогою системи звичайних диференціальних рівнянь. Математична модель процесу отримання біогазу з відходів птахофабрики має вигляд:

$$\mu(S) = \mu_m \cdot \frac{S_1}{S_1 + S_1} + \dots + \frac{S_n}{K_n + S_n} \quad (1)$$

$$\frac{dX}{dt} = \mu(S)X - DX \quad (2)$$

$$\frac{dS_1}{dt} = D(S_{i_0} - S_1) - \alpha_1 \mu(S)X \quad (3)$$

$$\frac{dS_n}{dt} = D(S_{n_0} - S_n) - \alpha_n \mu(S) X \quad (4)$$

$$\frac{dP}{dt} = \beta \mu(S) X \quad (5)$$

де (1) – залежність впливу концентрації субстрату за механізмом Моно ( $K_1$ - $K_N$  – константи Міхаеліса;  $S_1$ - $S_N$  – концентрації компонентів субстрату;  $\mu_m$  – максимальна швидкість росту, обумовлена генетичними можливостями популяції);

(2) – залежність для розрахунку приросту біомаси за рахунок поглинання субстрату ( $X$  – концентрація мікроорганізмів;  $D$  – відносна швидкість потоку (для безперервного процесу));

(3) – (4) – рівняння для визначення кількості субстрату, поглиненого мікроорганізмами ( $\alpha$  – коефіцієнт, що показує, яка частина поглиненого субстрату йде на прирощення біомаси);

(5) – залежність для розрахунку кількості накопиченого цільового продукту ( $\beta$  – коефіцієнт, що показує, скільки продукту виділяється при збільшенні біомаси).

Для вирішення даної системи необхідно задати початкові умови: концентрації мікроорганізмів  $x_0$ , компонентів субстрату  $S_{0i}$  і цільового продукту  $P_0$  в початковий момент часу, максимальну швидкість росту  $\mu_{max}$ , коефіцієнти Міхаеліса  $K_i$ , коефіцієнт накопичення продукту  $\beta$ .

Математична модель дозволяє при заданих концентраціях компонентів субстрату, коефіцієнтах Міхаеліса, коефіцієнту накопичення продукту, початковій концентрації мікроорганізмів визначити концентрацію цільового продукту, мікроорганізмів, компонентів субстрату. Дана математична модель може бути застосована для наближених розрахунків.

### Список літературних джерел

1. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування: Навчальний посібник / Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новіков. – Львів: Інтеллект-Захід, 2008. – 736 с.

2. Гураль М.П. Біохімічний аналіз процесів в біогазових установках та його застосування в задачі макромоделювання процесів виробництва біогазу / І.В. Гураль, М.П. Дивак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – № 2. – С 152-158.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ В ВИХРЕВОМ АППАРАТЕ

Соколовская И. Е.

Днепровский государственный технический университет, Каменское, Украина

В производстве теплоизоляционных материалов находят широкое применение различные тепломассообменные аппараты, в частности вихревые, в которых осуществляются завершающие этапы технологии – сушка или обжиг мелкодисперсных частиц.

Сушка материалов в вихревом аппарате происходит в период их витания в аппарате в результате их взаимодействия с воздушными потоками. Очевидно, чем более длительный данный процесс, тем он эффективнее.

Прямое экспериментальное изучение движения материалов в вихревых аппаратах осложняется нелинейностью и нестационарностью процесса. Однако характеристики траекторий движения частиц в вихревом аппарате могут быть определены путем численного моделирования с учетом имеющихся расчетных полей скоростей газовой фазы, полученных в предыдущем исследовании [1].

В процессе сушки диаметр частиц изменяется, что влияет на силу их взаимодействия с газовой фазой. Имеющиеся экспериментальные данные свидетельствуют об увеличении диаметра рассматриваемых частиц при увеличении температуры (рис.1). Таким образом, для определения траекторий вводимых частиц необходимо одновременно рассчитывать их температуру.

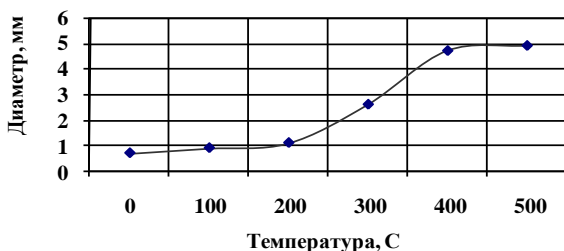


Рисунок 1 - Зависимость диаметра частицы  $d$  от температуры  $T$

Расчет траектории движения частиц в разных условиях изучался многими авторами [2,3]. В отличие от указанных работ в данной работе движение рассчитано для трехмерного поля скоростей, полученного в работе [1] для условий сушки в вихревом аппарате с учетом переменных размера частицы, ее плотности и массы.

Предполагается, что частица падает вертикально вниз с начальной скоростью  $v_0$ . При движении в аппарате на частицу действует сила:

$$\vec{F} = \vec{F}_a + \vec{F}_s, \quad (1)$$

состоящая из архимедовой силы:

$$\vec{F}_a = (m - m^*) \vec{g}, \quad (2)$$

где  $m$  и  $m^*$  - масса частицы и вытесненного им воздуха, и силы сопротивления:

$$\vec{F}_s = -C_R S \frac{\rho_r}{2} |v - v_r| (\vec{v} - \vec{v}_r), \quad (3)$$

где  $C_R$  - коэффициент сопротивления,  $S$  - сечение частицы,  $\rho_r$  - ее плотность,  $\vec{v}$ ,  $\vec{v}_r$  - скорость частицы и газа соответственно. Отметим, что в случае, когда плотность частицы намного превышает плотность воздуха  $m \gg m^*$ , архимедова сила сводится к

силе тяжести.

Уравнение движение частицы имеет вид:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{f}, \quad (4)$$

где  $\vec{f} = \vec{F}/(m + \kappa m^*)$  и  $\kappa$  - коэффициент присоединенной массы.

Процесс нагрева частицы в предположении её сферичности описывается одномерным уравнением диффузионного теплопереноса:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right), \quad (5)$$

где  $T$  - температура,  $a$  - коэффициент температуропроводности частицы,  $r$  - расстояние до её центра (радиальная координата).

На границе частицы имеет место конвективная теплоотдача:

$$q = \alpha(T_p - T_g), \quad (6)$$

определяющая граничные условия для уравнения (5), где  $q$  - плотность теплового потока на границе частицы,  $T_p$  и  $T_g$  - температуры поверхности частицы и окружающей газовой фазы соответственно и  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи.

Коэффициент  $\alpha$  зависит от диаметра частицы  $d$  и его удобно выразить через безразмерный критерий Нуссельта  $Nu$ :

$$\alpha = Nu \lambda_e / d, \quad (7)$$

где  $\lambda_e$  - эффективный коэффициент теплопроводности газа [2,3], учитывающий турбулентный характер движения. Его значение выбирается исходя из соотношения:

$$\lambda_e = C \rho_g \nu_e, \quad (8)$$

где  $C$  и  $\rho_g$  - теплоемкость и плотность газа, а  $\nu_e$  - эффективный коэффициент кинематической вязкости, определяемый по трехпара-метрической алгебраической модели турбулентности и газодинамической части расчета [1].

Движение частицы рассматриваем в цилиндрических координатах  $\rho, \varphi, z$ . При этом уравнение (4) приобретает вид:

$$\frac{dv_\rho}{dt} = \frac{v_\varphi^2}{\rho} + f_\rho, \quad (9)$$

$$\frac{dv_\varphi}{dt} = -\frac{v_\rho v_\varphi}{\rho} + f_\varphi, \quad (10)$$

$$\frac{dv_z}{dt} = f_z, \quad (11)$$

где индекс  $u$  скорости и  $u$  удельной силы означает их компоненту в цилиндрических координатах. Для компонент скорости имеем:

$$v_\rho = \frac{d\rho}{dt}, \quad v_\varphi = \rho \frac{d\varphi}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt}. \quad (12)$$

Численно система уравнений (9) – (11) решалась методом Крамера-Эйлера.

$$v_\rho^{n+1} = v_\rho^n + \Delta t [(v_\varphi^n)^2 / \rho^n + f_\rho^n], \quad (13)$$

$$v_{\varphi}^{n+1} = v_{\varphi}^n + \Delta t [-v_{\rho}^n v_{\varphi}^n / \rho^n + f_{\varphi}^n] \quad (14)$$

$$v_z^{n+1} = v_z^n + \Delta t f_z^n, \quad (15)$$

$$\rho^{n+1} = \rho^n + \Delta t v_{\rho}^{n+1}, \quad (16)$$

$$\varphi^{n+1} = \varphi^n + \Delta t (v_{\varphi}^{n+1} / \rho^{n+1}), \quad (17)$$

$$z^{n+1} = z^n + \Delta t v_z^{n+1}, \quad (18)$$

где  $n$  - номер временного слоя, а  $\Delta t$  - шаг по времени.

В качестве расчетной области, как и в работе [2], выбрана внутренняя часть цилиндра. При определении силы сопротивления (3) движения куска в газовом потоке, предварительно вычисляется площадь его поперечного сечения  $S = \pi d^2 / 4$  с использованием графической зависимости, заданной на рис.1.

Для этого рассчитывается температура частицы с использованием явной разностной схемы [3]:

$$T_i^{n+1} = T_i^n + \Delta t a [(i-1)T_{i+1} - 2(i-1.5)T_i + (i-2)T_{i-1}] / (i-1.5) / \Delta r^2, \quad (19)$$

где  $\Delta t$  и  $\Delta r$  - шаг по времени и радиусу соответственно,  $n$  - номер временного слоя, а  $i$  - номер пространственной ячейки (температуры вычисляются в центре ячеек). В качестве температуры, определяющей диаметр частицы, выбирается средняя температура по всем ячейкам.

Проведена серия тестовых расчетов модели, свидетельствующая о её качественной адекватности рассматриваемому процессу.

Конкретная траектория частицы существенно зависит от места её попадания в объем вихревого аппарата и определяется, в основном, (помимо силы тяжести) вихревыми газовыми потоками. Так, увлекаясь газом, частица может совершать винтовое движение (рис.2 (а)) до момента её выхода из аппарата. Однако численные эксперименты показывают достаточно нерегулярный характер движения частиц. Так в расчетах наблюдались как траектории с участками стационарного витания (рис.2 (б)), так и достаточно интересные варианты возможных движений частиц, как, например, вариант, представленный на рис.2 (в).

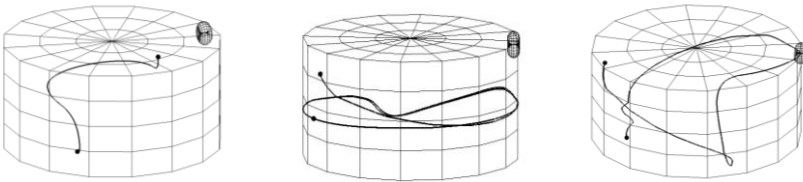


Рисунок 2 – Траектории движения частицы:

- а- винтообразная траектория частицы, б- часть траектории квазистационарного витания частицы, в- сложная нерегулярная траектория частицы

Частица под действием силы тяжести и газовых потоков может в целом двигаться вниз, а затем, попадая в восходящие потоки, снова определенное время двигаться в верхнем направлении. В конце концов, она, всё же, покидает объем аппарата.

Изучение большого количества результатов расчетов позволяет, всё же, (не смотря на нерегулярность траекторий частиц) сделать качественный вывод о том, что в целом частицы, которые попадают в вихревой аппарат ближе к боковой стенке, дольше витают в его объеме, а, следовательно, и дольше подвергаются сушке, что предпочтительнее с технологической точки зрения.

В данной работе построена комплексная математическая модель движения частиц, подлежащих сушке в вихревом аппарате, с одновременным расчетом их температуры.

Тестовые расчеты, проведенные по представленной модели, свидетельствуют о её качественной адекватности и возможности использования данной модели для расчета различных режимов сушки материалов в вихревых аппаратах.

### **Список литературных источников**

1. Соколовская И.Е. Математическая модель газодинамики в вихревом аппарате // Соколовская И.Е. – Днепропетровск: Математичне моделювання, 2007, № 1(16). – С. 22-27.

2. Гутри Р.И.Л. Физико-химические и гидродинамические аспекты легирования расплавов методом вдувания порошков // Гутри Р.И.Л. - М.: Металлургия, 1982. №80. - С. 75-92.

3. Огурцов А.П., Самохвалов С.Е. Численные методы исследования гидродинамических и тепломассопереносных процессов сталеплавильного производства. – К.: Наукова думка, 1993. – 220 с.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМУВАННЯ ГНУЧКОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЕЛІПТИЧНОГО ПЕРЕРІЗУ З КРИВОЛІНІЙНИМ ОТВОРОМ**

**Сторожук Є. А., Комарчук С. М.**

Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України, Київ, Україна

Тонкі циліндричні оболонки кругового і некругового перерізу знаходять широке застосування в різних областях сучасної техніки. У більшості випадків ці елементи по конструктивним або технологічним міркуванням мають отвори різної форми. При значних рівнях діючих навантажень біля зазначених концентраторів виникають великі (скінченні) прогини.

Розглянемо задачу про напружено-деформований стан (НДС) тонкої циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу, виготовленої з ортотропного матеріалу і ослабленої криволінійним отвором. Прийmemo, що оболонка знаходиться під дією статичних поверхневих  $\{p\} = \{p_1, p_2, p_3\}^T$  і крайових  $\{m_k\} = \{T_k, S_k, Q_k, M_k\}^T$  сил. Віднесемо оболонку до криволінійної ортогональної системи координат  $(s_1, s_2, \gamma)$ , де  $s_1, s_2$  і  $\gamma$  – довжини дуг твірної, напрямної і нормалі до серединної поверхні оболонки (рис. 1).

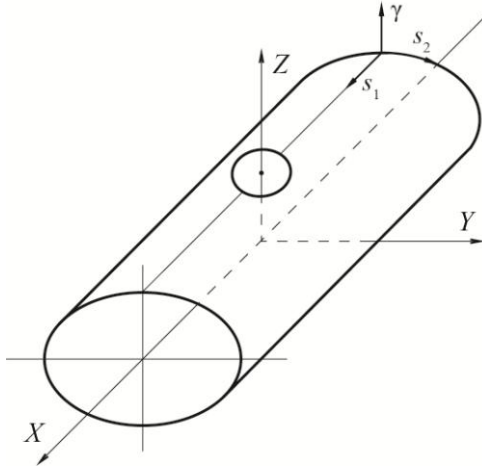


Рисунок 1 – Циліндрична оболонка еліптичного поперечного перерізу, ослаблена отвором

Деформування гнучкої оболонки опишемо співвідношеннями геометрично нелінійної теорії непологих оболонок в квадратичному наближенні, яка базується на гіпотезах Кірхгофа–Лява.

Вирази для компонент мембранної і згинної деформацій представимо у векторній формі [1, 2]:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{11} &= \varepsilon_{11}^0 + \varepsilon_{11}^*; & \varepsilon_{11}^0 &= \bar{e}_1 \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_1}; & \varepsilon_{11}^* &= \frac{1}{2} \vartheta_{s_1}^2; & \vartheta_{s_1} &= \bar{n} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_1}; \\
 \varepsilon_{22} &= \varepsilon_{22}^0 + \varepsilon_{22}^*; & \varepsilon_{22}^0 &= \bar{e}_2 \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_2}; & \varepsilon_{22}^* &= \frac{1}{2} \vartheta_{s_2}^2; & \vartheta_{s_2} &= \bar{n} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_2}; \\
 \varepsilon_{12} &= \varepsilon_{12}^0 + \varepsilon_{12}^*; & \varepsilon_{12}^0 &= \bar{e}_2 \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_1} + \bar{e}_1 \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial s_2}; & \varepsilon_{12}^* &= \vartheta_{s_1} \vartheta_{s_2}; \\
 \mu_{11} &= \mu_{11}^0 = -\bar{e}_1 \cdot \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial s_1}; & \mu_{22} &= \mu_{22}^0 = -\bar{e}_2 \cdot \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial s_2}; \\
 2\mu_{12} &= 2\mu_{12}^0 = -\bar{e}_2 \cdot \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial s_1} - \bar{e}_1 \cdot \frac{\partial \bar{\vartheta}}{\partial s_2}; \\
 e_{11} &= \varepsilon_{11} + \gamma \mu_{11}; & e_{22} &= \varepsilon_{22} + \gamma \mu_{22}; & e_{12} &= \varepsilon_{12} + 2\gamma \mu_{12},
 \end{aligned} \tag{1}$$

де  $\bar{u} = u\bar{e}_1 + v\bar{e}_2 + w\bar{n} = u_1\bar{i}_1 + u_2\bar{i}_2 + u_3\bar{i}_3$  – вектор переміщень точок серединної поверхні оболонки;  $\bar{\vartheta} = \vartheta_{s_1}\bar{e}_1 + \vartheta_{s_2}\bar{e}_2 = \vartheta_1\bar{i}_1 + \vartheta_2\bar{i}_2 + \vartheta_3\bar{i}_3$  – вектор кутів повороту дотичних до координатних ліній;  $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{n}$  – орти системи координат  $(s_1, s_2, \gamma)$ ;  $\bar{i}_1, \bar{i}_2, \bar{i}_3$  – орти глобальної декартової системи координат  $(X, Y, Z)$ ; індекси "0" і "\*" вгорі відповідають лінійній і нелінійній частинам компонент деформації.

Внутрішні зусилля ( $T_{ij}$ ) і моменти ( $M_{ij}$ ), які вводяться в теорії оболонок, пов'язані з компонентами деформації законом Гука [3].

Система розв'язувальних рівнянь отримана з принципу можливих переміщень за допомогою процедури покрокового навантаження, модифікованого методу Ньютона–Канторовича і методу скінченних елементів (МСЕ).

Варіаційне рівняння принципу можливих переміщень для гнучкої ортотропної циліндричної оболонки еліптичного перерізу з отвором, записане в кінці  $n$ -го кроку навантаження, має вигляд:

$$\iint_{(\Sigma)} \delta\{\Delta\varepsilon\}^T \left( \{\bar{m}\} + \{\Delta m^0\} + \{\Delta m^*\} \right) d\Sigma - \quad (2)$$

$$- \iint_{(\Sigma_p)} \delta\{\Delta u\}^T \left( \{\bar{p}\} + \{\Delta p\} \right) d\Sigma - \int_{(\Gamma_k)} \delta\{\Delta u_k\}^T \left( \{\bar{m}_k\} + \{\Delta m_k\} \right) ds = 0,$$

де  $\{u\} = \{u, v, w\}^T$ ,  $\{u_k\} = \{u_m, u_\tau, w, -\varphi_m\}^T$  – вектори переміщень точок серединної поверхні і контуру оболонки;  $\{\varepsilon\} = \{\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \varepsilon_{12}, \mu_{11}, \mu_{22}, 2\mu_{12}\}^T$  – вектор деформацій;  $\{m\} = \{T_{11}, T_{22}, T_{12}, M_{11}, M_{22}, M_{12}\}^T$  – вектор внутрішніх силових факторів;  $(\Sigma_p)$  – частина серединної поверхні оболонки ( $\Sigma$ ), на якій задані поверхневі сили,  $(\Gamma_k)$  – частина контуру серединної поверхні оболонки, на якій задані крайові сили; символами  $\Delta f$  і  $\bar{f}$  позначені приріст функції  $f$  на  $n$ -му кроці навантаження і її значення в кінці попереднього кроку навантаження.

Лінійна задача розв'язується за допомогою варіанту МСЕ, розробленого для розрахунку тонких композитних оболонок складної геометрії з отвором.

Запропонована модифікація МСЕ має ряд особливостей.

По-перше, для компонент мембранної і згинної деформацій використовуються співвідношення у векторній формі (1).

По-друге, вектор кутів повороту дотичних до координатних ліній не визначається за формулами (1), як це прийнято в класичному МСЕ для тонких оболонок, а апроксимується біквадратичними поліномами середньоплощового типу з виконанням залежностей (1) для кутів повороту тільки у вузлах скінченного елемента (СЕ).

По-третє, з метою виключення негативного впливу явища мембранного замикання на збіжність результатів числових розрахунків для компонент тангенціальної деформації оболонки ( $\varepsilon_{ij}$ ) застосовується метод подвійної апроксимації [4].

Такий підхід до визначення вектора кутів повороту, по суті справи, є реалізацією гіпотез Кірхгофа–Лява в дискретній формі [5].

Побудований криволінійний СЕ оболонки задовольняє умовам неперервності векторів переміщень і кутів повороту, точно описує поступальну частину переміщення СЕ як жорсткого цілого і має 20 ступенів свободи.

З використанням розробленої методики отримано конкретні числові результати для тонкої циліндричної оболонки еліптичного поперечного перерізу, послабленої круговим отвором, при дії осьового розтягу. Досліджено залежність компонент НДС оболонки від параметра еліптичності поперечного перерізу, нелінійних геометричних



факторів та інтенсивності навантаження.

### Список літературних джерел

1. Сторожук Е.А., Чернышенко И.С., Пиголь О.В. Упругопластическое состояние цилиндрической оболочки эллиптического сечения, ослабленной круговым отверстием // Прикл. механика. – 2017. – 53, №6. – С. 49–56.
2. Maksimyuk V.A., Storozhuk E.A., Chernyshenko I.S. Variational Finite-Difference Methods in Linear and Nonlinear Problems of the Deformation of Metallic and Composite Shells (review) // Int. Appl. Mech. – 2012. – 48, N 6. – P. 613–687.
3. Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями / А.Н.Гузь, И.С.Чернышенко, В.Н.Чехов и др. – Киев: Наук. думка, 1980. – 636 с. – (Методы расчета оболочек: В 5-ти т.; Т.1).
4. Bathe K.-J., Dvorkin E.N. A four-node plate bending element based on Mindlin/Reissner plate theory and mixed interpolation // Int. J. Numer. Meth. Eng. – 1985. – 21, N 2. – P. 367–383.
5. Areias P.M.A., Song J.-H., Belytschko T. A finite-strain quadrilateral shell element based on discrete Kirchhoff-Love constraints // Int. J. Numer. Meth. Eng. – 2005. – 64. – P. 1166–1206.

## ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНІ МОДЕЛІ СКЛАДНИХ КРИВОЛІНІЙНИХ ФОРМ

**Холковський Ю. Р.**

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

*Анотація:* У роботі розглядається дискретно-інтерполяційний метод геометричного моделювання складних криволінійних форм. Підвищення сучасних вимог щодо якості кінцевих результатів моделювання та проектування складних технічних форм обумовлює актуальність даної роботи.

*Ключові слова:* криволінійні форми, поверхня дискретно задані функції, однопараметрична множина, інтерполяція, вузол інтерполяції.

При проектуванні складних криволінійних технічних форм з геометричної точки зору вирішуються задачі моделювання криволінійних поверхонь. У багатьох випадках ці поверхні є незакономірні. Відповідно, такі поверхні можуть бути задані дискретно, тобто неможливо отримати їх континуальну модель. Відомо, що дискретний спосіб представлення інформації про об'єкт, що моделюється, є універсальним. При цьому, як відомо, при моделюванні складних поверхонь, що не піддаються аналітичному опису доцільно використовувати дискретні каркаси (точкові чи лінійні).

В роботі пропонується дискретно-інтерполяційний метод побудови дискретних моделей складних криволінійних форм, що базується на використанні певних інтерполяційних схем на основі поліномів Лагранжа.

Побудовані певним чином інтерполяційні схеми дозволяють отримати однопараметричну множину деяких об'єктів. Саме така однопараметрична множина й є дискретно-інтерполяційною моделлю криволінійної технічної форми. На нашу думку, вибір інтерполяційних поліномів Лагранжа обумовлений не обов'язковим рівномірним розташуванням вузлів інтерполяції, можливістю представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції.

Нетрадиційність методу, що розглядається, полягає у тому, під вузлами

інтерполяції розуміються не точки, а більш складні об'єкти, наприклад, лінії поверхні. Надалі під схемою інтерполяції розуміється схему розташування саме таких її вузлів.

Процес моделювання зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції певних базових функцій – дискретних масивів, які формуються певним чином і наведені, як приклад в таблиці 1.

Надалі проводиться інтерполяція дискретних масивів відповідно до обраної схеми інтерполяції.

Нехай  $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m)$  – багатопараметрична неявно задана функція. Сформуємо її у вигляді деякого функціонала  $\Phi(p_{ij})$ , що заданий матрицею  $M[i, j]$ .

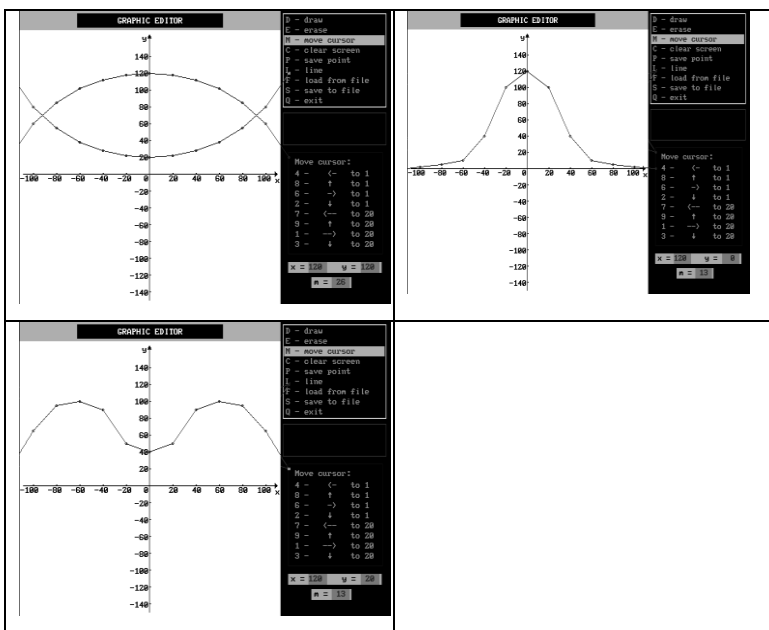
$$F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j],$$

Використовуючи інтерполяційний поліном Лагранжа у випадку одномірної інтерполяції отримаємо  $M[i, j]$  як

$$M_n[i, j] = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}$$

де  $n$  - кількість вузлів інтерполяції,  $u$  - параметр  $M_i[i, j]$ , відповідний проміжному перерізу (положенню або ж стану).

Таблиця 1 – Формування вузлових функцій



Наведемо алгоритм процесу моделювання складних криволінійних поверхонь:

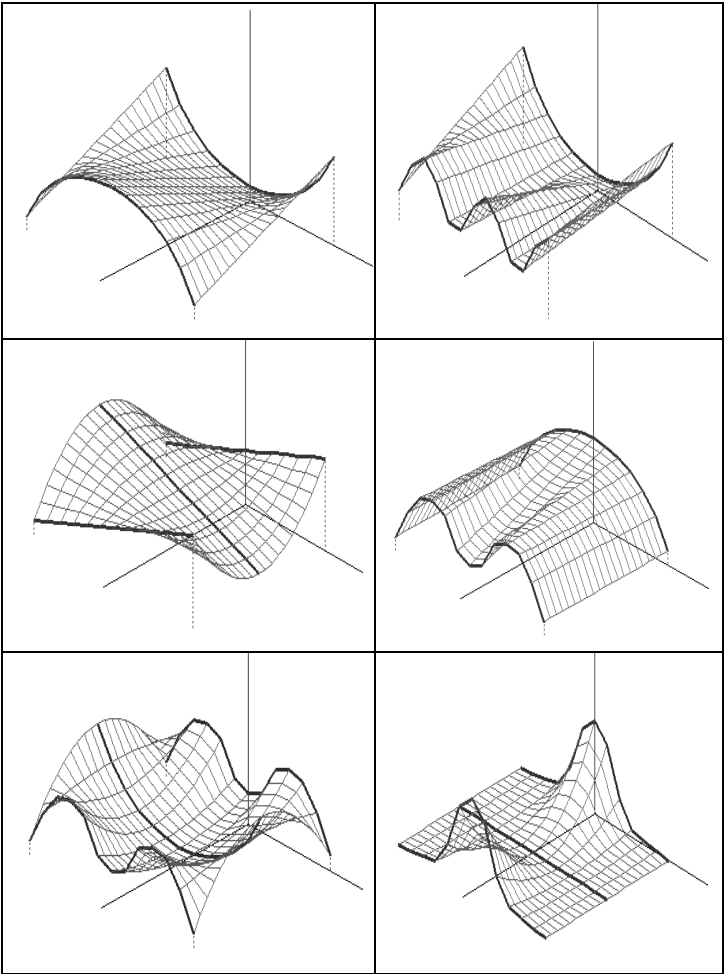
1. Формування вузлових функцій у вигляді дискретних ліній, математичною моделлю яких є одновимірні чисельні масиви. Форма цих ліній може відповідати наперед заданим умовам, щодо майбутньої криволінійної форми. Це особливо важливо на стадії

попереднього ескізного проектування. Такі дискретні масиви формуються в розробленому графічному редакторі.

2. Використання сформованої бази даних, а саме вузлових функцій, в роботі основної моделюючої програми, що дозволяє отримати дискретну геометричну модель майбутньої поверхні. Відповідне програмне забезпечення розроблено й запрограмовано автором.

У таблиці 2 наведені приклади побудованих поверхонь за вказаним методом на основі різної кількості вузлів інтерполяції, що відмічені потовщеними лініями.

Таблиця 2 – Візуалізація криволінійних поверхонь



*Висновки:* Застосування такого підходу щодо моделювання різних складних

об'єктів та середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів, які часто просто неможливо поєднати у звичайній математичній моделі, є раціональним. Запропонований метод дозволяє моделювати складні криволінійні форми з наперед заданими умовами і має велику варіативність.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПРОЦЕСІ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ КОТУНІВ**

**Шатровий Б. В., Лобов В. И.**

ДВНЗ «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, Україна

Останнім часом в металургійній промисловості все більше збільшується попит на високоякісну сировину, зокрема на залізорудні котуни, що в свою чергу зумовлює необхідність удосконалити технологічний процес їх виробництва, а також покращати якість кінцевого продукту, за рахунок використання забезпечення необхідного режиму їх охолодження. Тому дана тема є актуальною і має наукове значення.

Метою даної роботи є дослідження ефективності використання газоповітряних потоків в процесі охолодження шару котунів. Одним із способів підвищення ефективності виробництва котунів і зниження питомої витрати палива для їх випалу є використання високотемпературних газів зони охолодження за допомогою перенаправлення їх в попередні зони випалювальної машини. Така схема дозволить забезпечувати необхідні технологічні параметри, утилізувати тепло скидних газів, зменшити загальну кількість газів, що скидаються в атмосферу, а також підвищити якість котунів.

При аналізі наукових публікацій, які велися з даної тематики [1-2], було встановлено, що, незважаючи на зменшення питомої витрати палива, спостерігаються такі недоліки, як збільшення питомої витрати електроенергії на охолодження шару котунів, а також зниження питомої продуктивності зони. У зв'язку з цим перед використанням нагрітого повітря зони охолодження, необхідно провести комплексний аналіз з порівнянням додаткових витрат електроенергії та очікуваної економії палива за рахунок досягнення необхідної температури в зонах нагріву шляхом перенаправлення повітря із зони охолодження. Для підвищення ефективності у кожній технологічній зоні встановлюються датчики ваги. Отримана інформація оброблюється та використовується математичною моделлю для визначення розподілу та маси котунів на випалювальних візках із визначенням їх місцезнаходження у кожній технологічній зоні.

Враховуючи отримані дані з датчиків та попередньо заданий оператором технологічний режим, математична модель формує сигнали на регулювання процесом термообробки та забезпечення необхідного газодинамічного режиму шару котунів, мінімізуючи енергоспоживання на випал котунів та забезпечуючи їх необхідну якість і максимальну продуктивність роботи випалювальної машини.

Запропонований метод [3] дозволяє удосконалити спосіб керування процесом охолодження котунів в випалювальній машині конвеєрного типу шляхом безперервного визначення ваги котунів та їх розподілу на випалювальному візку у кожній технологічній зоні за допомогою математичної моделі. Це дозволить керувати процесом термообробки та газодинамічним режимом випалу шару котунів, мінімізуючи енергоспоживання на випал котунів та забезпечуючи необхідну якість кінцевого продукту та високу продуктивність роботи випалювальної машини.

### Список літературних джерел

1. Буткарев А. П., Буткарев А. А., Жилин С. Н. Эффективность использования тепла нагретых газов для охлаждения окатышей на обжиговых конвейерных машинах // *Сталь*. – 2005. – № 3. – С. 106-108.

2. Лобов В. Й. Дослідження термічної обробки шару обкотишів в газоповітряній камері обпалювальної машини конвеєрного типу / Лобов В. Й., Котляр М. О. // *Научный вестник Национального горного университета*. – 2015. – № 3. – С. 131–136.

3. Лобов В. Й. Моделювання розподілу температур у шарі залізрудних обкотишів газоповітряної камери в конвеєрних печах фабрики огрудкування / Лобов В. Й., Котляр М. О. // *Научный вестник Национального горного университета*. – 2015. – № 2. – С. 109–117.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУЮВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО ІНТЕРФЕЙСУ

**Швачич Г. Г., Фененко Т. М.,  
Іващенко О. В., Стрижоус М. В.**

Національна металургійна Академія України, м. Дніпро, Україна

На сьогоднішній день існує багато різних варіантів побудови кластерних обчислювальних систем. У даній доповіді розглядаються так звані “блейд” серверні рішення багато процесорних систем [1,2]. Проте одна з основних відмінностей у підвищенні їх ефективності лежить в області конструюванні мереженої технології, вибір якої визначається, перш за все, класом задач, що розв’язуються за допомогою таких систем.

Наприклад, в задачах металургії при математичному моделюванні режимів термічної обробки довгомірних виробів одна з основних проблем може бути сформульована так: є різницєва сітка розмірності  $M$ ; час обчислення задачі при використанні однопроцесорної системи визначається значенням  $t$ . Цей параметр не є визначальним. Тут принциповим є збільшення розміру сітки, причому понад такий, який може оброблятися в пам’яті одного процесора. Ця процедура є визначальною для більш детального обчислення відповідних процесів, або одержання деяких нових ефектів досліджуваних процесів. В зв’язку з цим, питанням ефективності, швидкодії і продуктивності приділяється основна увага при конструюванні кластерних систем.

Ясно й інше, що за допомогою високопродуктивних кластерів знайдено ефективний спосіб розв’язування широкого класу актуальних задач. На нашу думку, новий якісний етап розвитку багато процесорних кластерних систем лежить в області використання нових сучасних мережевих технологій. При цьому ефективність розпаралелювання обчислень залежить від багатьох чинників, проте одним з визначальних є вибір і організація мережевого інтерфейсу. Це пояснюється таким чином. Мережа кластерної обчислювальної системи принципово відрізняється від мережі робочих станцій, хоча для побудови кластера необхідні звичайні мережеві карти й хаби/коммутатори, які застосовуються при організації мережі робочих станцій. Проте в разі кластерної обчислювальної системи є одна принципова особливість. *Мережа кластера, в першу чергу, призначена не для зв’язку комп’ютерів, а для зв’язку*

*обчислювальних процесів.* Тому, чим вище буде пропускна спроможність обчислювальної мережі кластера, тим швидше розв'язуються призначені для користувача паралельні задачі, що виконуються на кластері. Отже, технічні характеристики обчислювальної мережі набувають первинного значення для багатопроцесорних кластерних систем.

На цей час проблема вибору і аналізу мережевих технологій для модульних багатопроцесорних кластерних систем не одержала належного розвитку. Крім того, практично відсутні роботи, присвячені дослідженню впливу мережевих технологій на ефективність розпаралелювання в модульних багатопроцесорних кластерних системах. У зв'язку з цим, дослідження, що розглядаються в даній роботі, є актуальними й, такими, що викличуть інтерес у відповідних фахівців.

Аналіз режимів функціонування мережевого інтерфейсу багатопроцесорної системи дозволив виявити таку проблему: *яким чином за рахунок конструктивних особливостей архітектури обчислювальних мереж у багатопроцесорних системах можна підвищити її ефективність і швидкодію?* Ця проблема може бути розв'язана за рахунок того, що обмін даними між обчислювальними вузлами багатопроцесорної системи може бути винесено в окрему мережу, яка працює на каналному (другому) рівні з використанням технології *channel bonding*. Це дає змогу підвищити швидкість обміну даними між вузлами системи й знизити завантаження каналу, який їх з'єднує [3]. Така архітектура мережевого інтерфейсу реалізує високошвидкісний доступ до пам'яті вузлів. Взагалі відзначимо, що використання реконфігурованої мережі дозволяє підвищити ефективність багатопроцесорної системи, *адаптуючи структуру її засобів до розв'язування кожного конкретного типу задач.* Отже, мережева архітектура багатопроцесорної системи має забезпечити, по-перше, підвищення швидкодії обчислень під час розв'язування сильнозв'язаних задач, а по-друге, високошвидкісний доступ до пам'яті вузлів, знижуючи завантаження каналу, який їх з'єднує. Для підвищення пропускної спроможності мережі системи рекомендується застосовувати процедуру агрегації, або технологію *channel bonding*. Така технологія дозволяє об'єднувати декілька мережевих адаптерів в один швидкісний канал. Були проведені обчислювальні експерименти для комп'ютерної платформи, оснащеної процесором *Intel E8400 3 GHz*. На першому етапі виконувалася процедура моделювання залежності часу розрахунку однієї ітерації від розміру області обчислень багатопроцесорної системи. Відзначимо, що запропонований режим агрегації каналів мережевого інтерфейсу дозволяє суттєво змістити точку мереженої рівноваги в бік збільшення області обчислень. Це стає можливим за рахунок підвищення швидкості обміну даними між вузлами системи і зниження завантаження каналів, які їх з'єднують [3]. При цьому очевидно, що такий режим роботи системи відбувається за рахунок реалізації особливостей мережевого інтерфейсу.

При цьому було визначено оптимальне число вузлів багатопроцесорної системи. На другому етапі досліджень проводилася процедура моделювання коефіцієнта уповільнення обчислень в залежності від числа вузлів багатопроцесорної системи. Особливості моделювання коефіцієнта уповільнення обчислень в залежності від числа каналів мережевого інтерфейсу зведені в табл. 1.

Наведені дані свідчать про перспективність обраного напрямку досліджень. Запропонований підхід забезпечує рівномірний розподіл навантаження між відповідними вузлами багатопроцесорної системи, а також сприяє підвищенню швидкості обміну даними між її вузлами. Очевидно, що чим вищою буде пропускна

спроможність мережі, тим швидше розв'язуватимуться паралельні задачі та тим нижче буде коефіцієнт уповільнення обчислень.

Таблиця 1 – Особливості моделювання коефіцієнта уповільнення обчислень в залежності від числа каналів мережевого інтерфейсу

<i>Число каналів мережевого інтерфейсу, k</i>	<i>Оптимальне число вузлів багатопроцесорної системи, N</i>	<i>Коефіцієнт уповільнення обчислень, K</i>
1	3	0,65
2	5	0,4
4	8	0,22

Отже, в даній доповіді окреслено шляхи підвищення ефективності багатопроцесорної системи за рахунок зміни архітектури її мережевого інтерфейсу. Встановлено, що безперечною перевагою режиму агрегації каналів є істотне підвищення швидкості обміну даними між обчислювальними вузлами багатопроцесорної системи й суттєве зменшення коефіцієнта уповільнення обчислень. Основна особливість запропонованого режиму роботи мережевого інтерфейсу полягає в тому, що підвищується надійність функціонування багатопроцесорної системи. Так, у разі відмови адаптера трафік надсилається наступному справному адаптеру без переривання процесу обчислень. Якщо ж адаптер знову починає працювати, то пересилання даних через нього знову відновлюється. Сформований режим роботи мережевого інтерфейсу багатопроцесорної системи надає ширші можливості для реалізації процедури обміну даними між обчислювальними вузлами, істотно покращуючи характеристики її ефективності, швидкодії та надійності її функціонування.

### **Список літературних джерел**

1. Пат. 57663 Україна, МПК G06F 15/16 (2011.01). Модуль високоефективної багатопроцесорної системи підвищеної готовності / Іващенко В.П., Башков Є.О., Швачич Г.Г., Ткач М.О.; власники: Національна металургійна академія України, Донецький національний технічний університет. – № у 2010 09341; заявл. 26.07.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

2. Ivaschenko V.P. Efficient parallelization algorithms of the applied tasks in multiprocessor computing systems / V.P. Ivaschenko V.P., G.G. Shvachych, M.A. Tkach M.A. // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць, № 2(109), 2017. – С. 57 – 66.

3. Современные коммуникационные технологии в модульных многопроцессорных системах: опыт использования, исследование оценок эффективности, перспективы применения: монография / В.П. Иващенко, Е.А. Башков, Г.Г. Швачич, М.А. Ткач; М-во науки и образования Украины, Нац. мет. акад. Украины. – Д. : НМетАУ, 2012. – 140 с.

## ***СЕКЦІЯ 2***

### **МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ**

- **оптимальне проектування конструкцій**
- **оптимізація технологічних процесів**
- **перспективні методи оптимізації**



# MATHEMATICAL METHODS FOR PROCESSING MULTIDIMENSIONAL DATA

**Korotka L. I., Nikonenko A. N.**

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepr, Ukraine

Solving many applied problems, it becomes necessary to measure the degree of similarity of objects or to form their characteristic descriptions. Obviously, the process of character formation is much more complicated than determining the degree of similarity.

Classification or recognition with learning [4] involves training, in the course of which objects are given about which it is known to which image they actually belong. In case when solving of the classification problem, the belonging of training objects to some classes is not specified, then we have the problem of clustering [1, 2] or recognition without training.

Practical application of clustering in various subject areas is well-known, including: data analysis, search and retrieval of information, grouping and recognition of objects, etc.

The process of clustering necessarily includes the following steps: the selection of characteristics and attributes of objects; definition of the metric (Euclidean distance, Manhattan metric, Chebyshev, Mahalanobis, Minkowski distance, etc.); splitting objects into groups; presentation of results.

As you know, the choice of this or that metric is carried out depending on the space in which the objects are located and / or the implicit characteristics of the clusters.

Therefore, the method and the clustering algorithms are well-known. We note some of them: hierarchical, k-Means, the minimal covering tree, the method of the nearest neighbor and its modifications, method of tempering. It is necessary to add algorithms that relate to computational intelligence technologies, namely:

- fuzzy clustering algorithms;
- algorithms using artificial neural networks;
- evolutionary modeling, in particular genetic algorithms.

The classification process uses metric classification methods, a method based on a decision tree and a method of reference vectors. Let us dwell in more detail on each of them.

As you know, metric methods are based on the analysis of closeness / similarity of objects. In the general, the notion of proximity is defined by introducing a rule to calculate the distance between objects or the distance metric that has already been pointed above.

The group of metric classification methods include: the method of the nearest neighbor and its modifications; method is based on comparison with the standard; method of potential functions, etc.

Each of these methods has its advantages and disadvantages. For example, the method of the nearest neighbor assumes the storage of the whole training sample, at the same time, methods based on comparison with the standard can reduce the amount of data stored and thereby speed up the learning process. Note that the method of potential functions is advisable to use in case of unbalanced classes and it is the equivalent of the Rosenblatt perceptron. The authors do not pretend to an exhaustive review of the merits and demerits of the methods considered, we note that all the methods of this group considered need a large amount of training sample.

Classification of data based on the decision tree uses the algorithms ID3, C4.5, CART, etc. For implementation of these algorithms, the general idea of constructing a decision tree is laid out in sufficient details in [5].

Using an approach based on the decision tree makes it possible:

- to build classification rules using linguistic variables;
- take into account both qualitative and quantitative characteristics in the rule;
- the ability to select informative features in the course of building a tree, etc.

It is well-known that decision trees have got some disadvantages: some of them are not optimal because of using greedy algorithms in building the decision trees, if the decision tree has got too difficult structure, the building algorithm becomes more difficult.

As you known, the support vector method (SVM) is a popular method for constructing a linear classifier.

We would like that using the described methods, it is necessary to pay special attention to the evaluation of the quality of training.

In conclusion, it should be noted that the theory of pattern recognition is quite well formalized with known algorithms of implementation, which in turn allows one to apply it in solving applied problems.

### **List of literary sources**

1. Ayvazyan, S.A Classification of multidimensional observations [Text] / S. A. Afvazyan, Z. I. Bezhaeva, O. V. Staroverov. - M.: Statistics, 1974. - 240 p.
2. Vorontsov, K. V. Machine learning course of lectures [Electronic Resource] / K. V. Vorontsov – Access mode: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Machine Education \(lecture course 2 V.Vorontsov\)](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Machine_Education_(lecture_course_2_V.Vorontsov)). – Ver. From the screen.
3. Zagoruiko, N. G. Applied methods of data and knowledge analysis [Text] / N. G. Zagoruiko. - Novosibirsk IM SB RAS, 1999. - 270 p.
4. Kiselova, O. M. The system of methods of identification of images [Text]: tutorial / O.M. Kiselova, K.A. Kuznetsov, L.S. Koryashkina. - D.: RVB DNU, 2003. - 76 p.
5. Paklin, N. B. Business Intelligence: from data to knowledge [Text]: tutorial / N. B. Paklin, V. I. Oreshkov. - St. Petersburg, 2013. - 704 p.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛУ**

**Василенко О. В.**

Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Робота виходу електрона (РВЕ) формує профіль поверхневого потенціалу (ПП) та є фундаментальною характеристикою твердого тіла, що визначає його емісійні, контактні і адсорбційні властивості. Значення РВЕ залежить від термодинамічних параметрів, анізотропії поверхні, ступеня покриття чужорідними атомами, наявності деформацій, дислокацій, точкових дефектів тощо. Тому на основі вимірів РВЕ існує чимало методів діагностики електрофізичних параметрів матеріалів. Як правило, РВЕ визначається через контактну різницю потенціалу (КРП), яка є різницею РВЕ зразка та дослідного матеріалу. Розвиток цих вимірювальних пристроїв йде в напрямку розширення спектру виконуваних завдань та покращення метрологічних характеристик.

На основі сформованого вектору критеріїв якості спроектовано систему автоматизованого сканування ПП та вимірювання КРП на основі методу Кельвіна [1]. Особливістю системи [2] є реалізація 3D-переміщення із автоматичним контролем зазору та заданим кроком для сканування зразків різної товщини, цифрова реєстрація

сигналу разузгодження, автоматичне знаходження сигналу компенсації різниці потенціалів зонд – зразок у заданій точці поверхні із подальшою обробкою результатів в EOM, що дозволило повністю автоматизувати процес та підвищити точність результатів вимірювання. Розроблена система дозволяє вимірювати КРП із абсолютною похибкою не більше  $\pm 5\text{mV}$  [2]. Собівартість установки близько 25 \$.

Моделінг і симуляція цієї мехатронної системи [3] здійснювались засобами програми автоматизованого проектування Micro Cap 11 [4] на основі розроблених нових поведінкових моделей. На рис.1, а наведено модель для підсистеми визначення КРП (динамічна ємність CDIN із компаратором та підсилювачем); на рис.1,б – схема заміщення макромоделі крокового двигуна [5], в основі якої лежить закон інтегрування вхідної величини (напруги драйвера), що здійснюється через компонентне рівняння для ємності. Елементи для формування затримки та гальванічної розв'язки в схемі підвищують точність та надійність симуляції [4, 5].

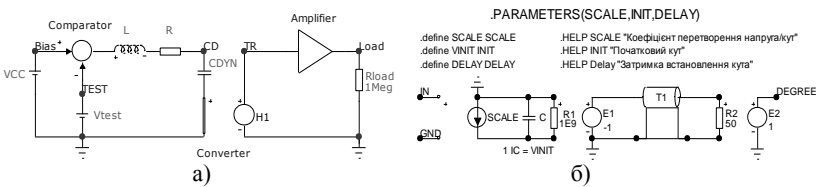


Рисунок 1 – Схеми заміщення макромоделей: а) підсистеми визначення КРП; б) крокового двигуна

На рисунку 2 наведені результати багатоваріантного моделювання динамічного конденсатора (в тому числі при ) та процесу обертання крокового двигуна в програмі Micro Cap 11 (часові характеристики).

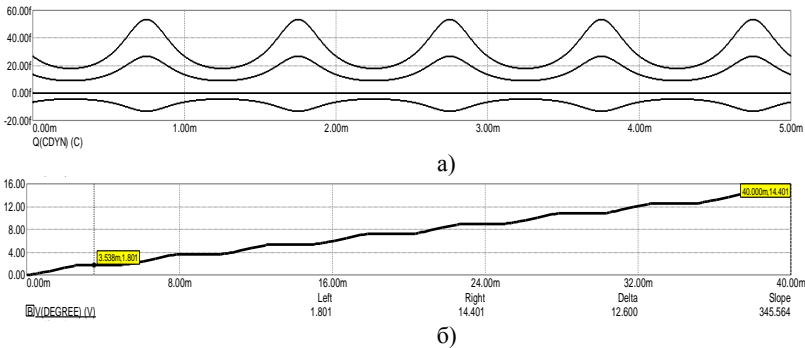


Рисунок 2 – Результати моделювання: а) заряду динамічного конденсатора; б) кута повороту крокового двигуна

Проведені дослідження дозволили не тільки визначити оптимальні параметри системи та умови експлуатації, для покращення її метрологічних характеристик, але й показали придатність ECAD-програми Micro Cap 11 для моделювання на верхньому рівні абстракції.

Використані поведінковий підхід та принцип аналогій та розроблені моделі можуть бути використані для моделювання систем вимірювання параметрів, автоматизованих систем регулювання та позиціонування.

### Список літературних джерел

1. Laurent Nony. Principles of Kelvin Probe Force Microscopy and applications. DEA. Laurent NONY, 1st German-French Summer School on noncontact -AFM Porquerolles, 6th-11th 2013, France, 2013, pp.80. [Electronic resource]. – Access mode: <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00917935/document>
2. Vasylenko, O.V. Automated scanning system of the surface potential / O.V. Vasylenko, Ie.L. Zhavzharov // Scientific Bulletin of National Mining University. – 2017. – №1 (157). – P.69-75.
3. Василенко О.В. Аналіз програм для моделювання мехатронних систем // Радиоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – №2. – С.16-31.
4. Micro-Cap 11 Electronic Circuit Analysis Program. User's Guide. © Spectrum Software. 1982-2014. – 224 p. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.spectrum-soft.com/download/ug11.pdf>
5. Василенко, О.В. Модель крокового двигуна для дослідження систем автоматичного позиціонування в ECAD / О.В. Василенко, Є.Л. Жавжаров // Електротехніка та електроенергетика. – 2017. – №1 – С.31-38.

## ЗАДАЧІ СТОХАСТИЧНОЇ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА РОЗМІЩЕННЯХ: ПОСТАНОВКИ, ВЛАСТИВОСТІ, РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

Ємець О. О.<sup>1</sup>, Барболіна Т. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», Полтава, Україна

<sup>2</sup> Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Полтава, Україна

Актуальними напрямками теорії оптимізації є дослідження оптимізаційних задач з різними видами невизначеності, а також з обмеженнями комбінаторного характеру. Перспективним є поєднання обох зазначених напрямів і вивчення задач комбінаторної оптимізації в умовах невизначеності, зокрема, імовірнісної.

Один із підходів до формулювання задач з різними видами невизначеності ґрунтується на введенні порядку на множині відповідних величин. Для задач зі стохастичною невизначеністю авторами введено лінійні порядки на множині дискретних випадкових величин (ґрунтується на порівнянні математичних сподівань, дисперсій випадкових величин, а також їх можливих значень та відповідних імовірностей) [1] та на фактор-множині, яка утворюється в результаті розбиття множини випадкових величин на класи еквівалентності на основі порівняння їх числових характеристик (наприклад, моментів) [1, 2].

Відповідно до зазначеного підходу задача стохастичної оптимізації на евклідовій комбінаторній множині може бути записана у вигляді

$$F(X^*) = \min_{X \in S} F(X); X^* = \arg \min_{X \in S} F(X), \quad (1)$$

$$(X_1, X_2, \dots, X_k) \in E(\Gamma), \quad (2)$$

де  $S$  – деяка скінченна множина  $n$ -вимірних випадкових величин,  $E(\Gamma)$  — евклідова комбінаторна множина, елементами якої є упорядковані  $k$ -вибірки з мультимножини  $\Gamma$ ; елементи  $\Gamma$  є елементами деякої множини  $\Omega$  випадкових величин, причому:

1)  $\Omega$  — скінченна множина дискретних випадкових величин, серед можливих значень кожної з яких є найменше; мінімум (максимум) визначається на основі лінійного упорядкування елементів множини  $\Omega$ ;

або 2)  $\Omega$  — скінченна множина випадкових величин; мінімум (максимум) визначається на основі лінійного впорядкування елементів фактор-множини  $\Omega/\equiv$ , де еквівалентність  $\equiv$  визначається рівністю певних числових характеристик випадкових величин; для випадкової величини, що є представником класу еквівалентності  $F(X)$ , відомий закон розподілу або принаймні відповідні числові характеристики.

У першому випадку говоритимемо про  $S$ -задачу стохастичної комбінаторної оптимізації, у другому — про  $H$ -задачу.

Для зручності умову (1) для  $H$ -задачі запишуватимемо у вигляді

$$F(X^*) = H - \min_{X \in S} F(X); \quad X^* = \arg H - \min_{X \in S} F(X), \quad (3)$$

де  $F(X)$  позначає не клас еквівалентності, а деякого його представника.

Разом із задачами, у яких елементи мультимножини є випадковими величинами, розглядаються також постановки оптимізаційних задач, у яких імовірнісна невизначеність має місце для коефіцієнтів цільової функції або обмежень, тоді як розв'язок є детермінованим вектором.

Приклади математичних моделей практичних задач у вигляді  $S$ -задач та  $H$ -задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях (множина  $E(\Gamma)$  є загальною множиною розміщень, тобто множиною всіх упорядкованих вибірок) з мультимножини  $\Gamma$  наведено в [3].

Розглянемо лінійну безумовну  $H$ -задачу на розміщеннях пошуку пари  $\langle L(X^*), X^* \rangle$  такої що

$$L(X^*) = H - \min_{X \in E_\eta^k(\Gamma)} \sum_{j=1}^k c_j X_j; \quad X^* = \arg H - \min_{X \in E_\eta^k(\Gamma)} \sum_{j=1}^k c_j X_j, \quad (4)$$

де  $E_\eta^k(\Gamma)$  — загальна множина  $k$ -розміщень з елементів мультимножини  $\Gamma = \{G_1, G_2, \dots, G_\eta\}$ , числові характеристики  $h_i$ , за якими встановлюється еквівалентність, задовольняють умови

$$h_i(\alpha A + \beta B) = \alpha^{\lambda_i} h_i(A) + \beta^{\lambda_i} h_i(B) \quad \forall i \in J_s$$

(тут і далі  $J_m$  позначає множину  $m$  перших натуральних чисел).

Авторами встановлено взаємозв'язок стохастичної задачі (4) із детермінованими задачами вигляду

$$\bar{L}_r(x') = \min_{x \in E_\eta^k(Q_r)} \sum_{j=1}^k c_j^{\lambda_r} x_j, \quad x' = \arg \min_{x \in E_\eta^k(Q_r)} \sum_{j=1}^k c_j^{\lambda_r} x_j, \quad (5)$$

де мультимножина  $Q_r = \{q_{r1}, \dots, q_{r\eta}\}$  формується за правилом  $q_{rj} = h_r(G_j)$   $\forall j \in J_\eta$ . Ґрунтуючись на встановленому взаємозв'язку стохастичних і детермінованих задач, пропонується така схема розв'язування задачі (4) (вважаємо, що елементи мультимножини упорядковані за неспаданням, а також коли  $c_i \neq c_j$ , то також  $c_i^{\lambda_r} \neq c_j^{\lambda_r}$   $\forall r \in J_s$ ).

1. Розв'язуємо задачу вигляду (5) для  $r=1$ . Формуємо мультимножини  $\Gamma_r = \{H_r(G_1), \dots, H_r(G_\eta)\}$ , де  $H_r(G_i) = (h_1(G_i), \dots, h_r(G_i))$ . Нехай кратності елементів основи мультимножини  $H_r(G_i)$  дорівнюють відповідно  $\bar{t}_1, \bar{t}_2, \dots, \bar{t}_m$ . Позначимо  $t_1 = 1$ ,  $t_{i+1} = t_i + \bar{t}_i$  для  $i \in J_m$  і для всіх  $p \in J_m$  сформуємо мультимножини  $\Gamma_r^p = \{G_{t_p}, \dots, G_{t_p + \bar{t}_p - 1}\}$ .

2. Якщо для деякої мультимножини  $\Gamma_r^p$  всі коефіцієнти цільової функції задачі (4) мають однаковий знак, то розв'язок задачі вигляду (4) на множині розміщень з мультимножини  $\Gamma_r^p$  може бути записаний на основі властивостей мінімалі стохастичної задачі з додатними (від'ємними) коефіцієнтами цільової функції.

3. Якщо відповідні коефіцієнти цільової функції мають різні знаки, то збільшуємо  $r$  на одиницю і розв'язуємо задачу вигляду (4) для мультимножини  $\Gamma_r^p$ .

Процес завершується, коли  $r = s$  або всі елементи відповідної мультимножини мають однаковий знак.

Використовуючи розглянутий підхід, встановлено також властивості мінімалі для  $S$ -задачі стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях. Показано, що за певних умов мінімаллю в розв'язку задачі є розміщення  $X_j^* = G_j \quad \forall j \in J_k$ . Також встановлено взаємозв'язок між безумовними  $S$ -задачами, у яких коефіцієнти цільової функції є дискретними випадковими величинами, а елементи мультимножини — детермінованими, та задачами з детермінованими коефіцієнтами цільової функції і елементами мультимножини, що є дискретними випадковими величинами.

Для розв'язування  $S$ -задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях (у випадку як детермінованої, так і стохастичної мінімалі) обґрунтовано застосування методу гілок і меж. Галуження пропонується проводити, надаючи певне можливе значення змінним  $X_j$ . Встановлено спосіб обчислення оцінки, якщо будь-які два елементи мультимножини мають різні математичні сподівання або різні дисперсії. Обґрунтовано правило відсікання неперспективних підмножин.

Як перспективний напрямок подальших досліджень вбачається алгоритмізація та удосконалення запропонованих процедур.

#### Список літературних джерел

1. Емец О.А. Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Доповіді Національної академії

наук України. – 2014. – № 11. – С. 40-45.

2. Барболина Т.Н. О подходе к оптимизации с вероятностной неопределенностью с использованием упорядочивания случайных величин / Т.Н. Барболина // Вісник Запорізького національного університету : Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. — 2016. — № 1. — С. 11-20.

3. Ємець О.О. Моделювання детермінованими і стохастичними задачами комбінаторної оптимізації / О.О. Ємець, Т.М. Барболина // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – 2016. – Вип. 14. – С. 70-80.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ПАЛИВ

Клімов Р. О.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Використання водомазутних палив може бути рекомендоване як один з основних способів зниження викидів при роботі теплотехнологічних установок. Отримання стійких до розшарування на протязі тривалого часу таких палив вимагає дуже великої кількості енергії, тому шляхом до енергозбереження є використання попередньо сконцентрованої внутрішньої енергії для об'ємного закипання водної фази палива. Як було визначено в роботі [1] основним параметром, що визначає дроблення розподілених часток води в мазуті, є початкова температура системи  $t$  в момент різкого скидання тиску. Цей параметр найбільшою мірою впливає на витрату енергії для отримання стійкого до розшарування водомазутного палива. Виходячи з цього основними параметрами регулювання процесу приготування стійкого до розшарування водомазутного палива є тиск насичення водної фази та відповідна йому температура системи, а також міжфазний натяг [1]. Визначення оптимальних значень цих параметрів дозволить раціонально використовувати енергію в процесах приготування рідких палив.

Для побудови регресійних рівнянь які пов'язують між собою відстань між розподіленими частками води в мазуті  $\mathcal{Q}$ , критичний час процесу дроблення  $\tau_{cr}$ , розміру краплі води  $R$ , відносного осередненого розміру суміжної частки  $\delta$ , початкової температури системи  $t$ , та коефіцієнту натягу  $\sigma$  в роботі [1] були використані ортогональні композиційні плани другого порядку з ядром  $2^4$ . Перевірка отриманих регресійних залежностей за критерієм Фішера показала їх адекватність для знаходження оптимальних режимів процесу дроблення водної фази, що визначає седиментаційну стійкість палива. В якості опції мети візьмемо критичне значення відносної відстані між краплями  $\mathcal{Q}_{cr}$ , показник  $\tau_{cr}$  внесемо в обмеження. В результаті отримаємо оптимізаційну модель процесу дроблення

$$\left\{ \begin{array}{l} \max \mathcal{G}_{cr} = 3.952 - 0.036x_1 + 0.944x_2 + 2.736x_3 + 0.506x_4 - \\ - 0.36x_1^2 - 0.017x_2^2 + 0.624x_3^2 - 0.96x_4^2 - 0.247x_1x_2 - \\ - 0.697x_1x_3 - 0.261x_1x_4 + 0.937x_2x_3 - 0.219x_2x_4 - 0.516x_3x_4; \\ \tau_{cr} = (12.781 - 6.2x_1 + 8.57x_2 + 13.829x_3 - 0.226x_4 - 7.11x_1^2 + \\ + 10.63x_2^2 + 4.89x_3^2 - 9.25x_4^2 + 0.44x_1x_2 - 5.72x_1x_3 - 2.92x_1x_4 + \\ + 5.68x_2x_3 - 1.419x_2x_4 - 0.786x_3x_4) \cdot 10^{-5} \leq 2.54 \cdot 10^{-4}. \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $x_1 = \frac{R-300}{200}$ ,  $x_2 = \frac{\delta-0.5}{0.3}$ ,  $x_3 = \frac{t-130}{15}$ ,  $x_4 = \frac{\sigma-0.045}{0.025}$ .

Чисельне значення обмеження прийнято після підсумовування середніх величин з інтервалами їх розкиду. З огляду на прийняті допущення, функція Лагранжа [2] прийме наступний вигляд

$$L = \mathcal{G}_{cr} + \lambda(\tau_{cr} + x_5 - 2.54 \cdot 10^{-4}). \quad (2)$$

Тоді система рівнянь для визначення оптимальних характеристичних параметрів приготування рідких палив має вигляд

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial x_1} = -0.036 - 0.72x_1 - 0.247x_2 - 0.697x_3 - 0.261x_4 + \\ + \lambda \cdot 10^{-5}(-6.2 - 14.22x_1 + 0.44x_2 - 5.72x_3 - 2.92x_4) = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} = 0.944 - 0.034x_2 - 0.247x_1 + 0.937x_3 - 0.219x_4 + \\ + \lambda \cdot 10^{-5}(8.57 + 21.26x_2 + 0.44x_1 + 5.68x_3 - 1.419x_4) = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_3} = 2.736 + 1.248x_3 - 0.697x_1 + 0.937x_2 - 0.516x_4 + \\ + \lambda \cdot 10^{-5}(13.829 + 9.78x_3 - 5.72x_1 + 5.68x_2 - 0.786x_4) = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_4} = 0.506 - 1.92x_4 - 0.261x_1 - 0.219x_2 - 0.516x_3 + \\ + \lambda \cdot 10^{-5}(-0.226 - 18.5x_4 - 2.92x_1 - 1.419x_2 - 0.786x_3) = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial x_5} = \lambda = 0. \end{array} \right. \quad (3)$$

В результаті рішення даної системи рівнянь отримана стаціонарна точка функції Лагранжа

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 = 0.846; \\ x_2 = -1.083; \\ x_3 = -0.715; \\ x_4 = 0.464. \end{array} \right. \quad (4)$$

Даному значенню ймовірно відповідає максимальна критична відстань  $\mathcal{G}_{cr}$ , на якій взагалі можливе дроблення розподілених часток води. У розмірному вигляді



параметри  $x_1, x_2, x_3, x_4$  приймають відповідні значення  $R = 4692$  мкм,  $\delta = 0.175$ ,  $t = 1193$  °С,  $\sigma = 56.6$  мН/м.

З отриманих результатів системи (4) видно, що як і повинно бути, найменшими витратами характеризується дроблення великих часток (показує значення радіусу  $R$  характерне для грубодисперсної емульсії). Як було описано вище, основними факторами варіювання вважаємо температуру і коефіцієнт міжфазного натягу. Проведені дослідження того, який взаємний вплив надають радіус частки, початкова температура і коефіцієнт міжфазного натягу один на одного і на параметр  $\mathcal{G}_{cr}$ , при цьому значення  $\delta$  приймаємо рівним оптимальному. Для температури  $119,3$  °С залежність  $\mathcal{G}_{cr} = f(x_1, x_4)$  має вигляд представлений на рис. 1.

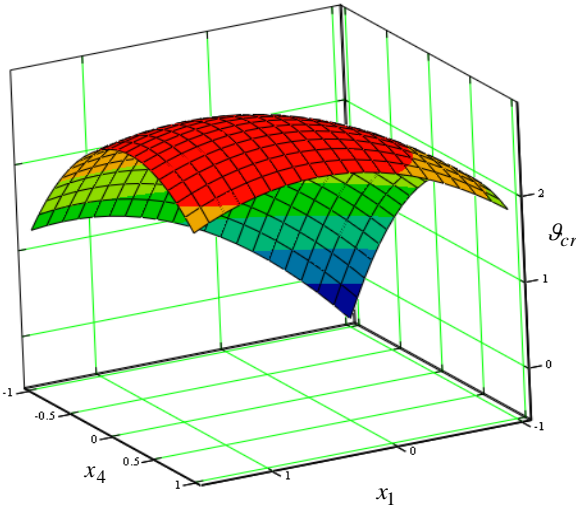


Рисунок 1 – Залежність  $\mathcal{G}_{cr} = f(x_1, x_4)$

З даного рисунка видно, що зменшення поверхневого натягу  $x_4$  при визначеному  $x_1$  призводить до значного зростання критичної відстані  $\mathcal{G}_{cr}$ . Найбільший вплив коефіцієнт міжфазного натягу має при низьких своїх значеннях та при достатньо великих початкових радіусах часток. Як видно з рис. 1 для деяких значень  $x_1$  та  $x_4$  величина  $\mathcal{G}_{cr}$  має від'ємні значення, що вказує на неможливість дроблення часток при таких початкових параметрах системи і їх в цьому випадку необхідно змінювати.

Таким чином, за регресійними рівняннями, що пов'язують основні параметри водомазутної системи, разом з отриманою стаціонарною точкою функції Лагранжа можна визначити найменш енерговитратні первинні параметри системи та вказати на можливість отримання стійкого до розшарування водомазутного палива.

### **Список літературних джерел**

1. Клімов Р.О. Вплив структурних та фізичних параметрів в процесах приготування рідких палив // Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки) / Кам'янське: ДДТУ. – 2017. – Випуск 1(30). – С.134-140.
2. Моисеев Н.Н. Методы оптимизации / Н.Н.Моисеев, Ю.П.Иванов, Е.М.Столярова // М.: Наука, 1978. – 352с.

## **МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ТОВАРНИМИ ЗАПАСАМИ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**Коробка О. О.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
Миколаїв, Україна

Важливою складовою ринкової економіки є підприємництво, що знайшло своє відображення насамперед у малому бізнесі, який значною мірою сприяє створенню конкурентної середовища на споживчому ринку. Малий бізнес суттєво впливає на темпи економічного зростання, структуру і якість валового внутрішнього продукту країни.

Сучасні умови ринкових відносин змушують суб'єктів господарювання використовувати найновіші методичні напрацювання вчених-економістів та практиків для досягнення найкращих результатів. Однією з найважливіших складових ефективної діяльності малого підприємства є управління товарними запасами. На сьогоднішній день є тільки певні елементи, моделі, придатні для певних умов. Розробка оригінальної системи управління запасами, системи, що відповідає вимогам зовнішнього і внутрішнього середовища торгово-посередницького підприємства є актуальним завданням на сьогоднішній день [1].

Головним чинником прогнозування товарних запасів є вибір моделі прогнозування. Статистичний аналіз робіт дослідників в галузі управління запасами показує, що зусилля дослідників поширилися переважно на більш легкі моделі, без серйозного опрацювання обчислювальних аспектів. Тому, методи управління запасами потребують подальшої розробки. Основними об'єктами подальших досліджень автори вважають:

- інтегровану логістику;
- багатостадійні системи управління запасами;
- багатонаменклатурними завдання з корельованим попитом і ін. [1].

Для підприємств життєво необхідно по-різному управляти різними видами запасів та групувати їх відповідно до впливу на загальний результат. Аналіз такого впливу дає можливість поліпшити координацію товарних запасів. Але в логістичній системі нерідко виникають невизначеності постачань та виробництва. Подолання такої невизначеності пов'язано з аналізом, який дозволяє врахувати передбачуваність як витрату товарних запасів і постачань, так і попиту на продукцію [2].

Логістична модель планування потреб у товарних запасах окремих малих підприємств може суттєво відрізнитися. Проте загальним для всіх підприємств є приділення особливої уваги показникам платоспроможності, ліквідності, фінансової стійкості та рентабельності, що сприятиме прогнозуванню об'ємів фінансування товарних запасів, достатніх для покриття за рахунок внутрішніх та зовнішніх джерел.

Ще одним з чинників, що мають враховуватися при побудові логістичної моделі

планування товарних запасів, є вибір джерел фінансування витрат згідно з виробничо-комерційними циклами. Такий підхід перш за все актуальний для підприємств, пов'язаних з сезонністю сільськогосподарського виробництва, оскільки дозволяє виявити економію при прискоренні оборотності коштів на кожній стадії кругообігу капіталу та з'ясувати розмір витрат при залученні кредитних ресурсів [3].

Отже, моделювання товарних запасів для малого підприємства має вкрай важливе значення у підвищенні ефективності управлінських рішень, а тому - і в загальному розвитку.

Найбільш відомими прикладними моделями управління товарними запасами є:

- модель EOQ (оптимальна партія замовлення) - для запасів матеріальних ресурсів;

- модель EPR (оптимальна партія випуску) - для запасів готової продукції.

Відповідно до даних моделей регулюється середній рівень запасів сировини (готової продукції):

$$Z_{cp} = \frac{1}{2} EOQ (EPR),$$

де  $Z_{cp}$  - середній рівень запасів сировини (готової продукції);  $EOQ (EPR)$  - оптимальний розмір замовлення партії сировини (оптимальної партії випуску).

Розмір потреби в оборотному капіталі в імітаційній моделі управління визначаємо за показником середнього рівня запасів сировини  $Z_{cp}$  (готової продукції) при плануванні періоду обігу товарно-матеріальних запасів [4].

При вдосконаленні каналів розподілу товарів основний акцент доцільно робити на зниженні витрат. Як свідчить практика, основні витрати малих підприємств, і перш за все торговельних, пов'язані саме із запасами товару в розподільній системі. Тому першочерговим заходом зі зниження витрат є раціоналізація обсягу і структури запасів.

Для побудови моделі управління товарними запасами була досліджена методологія, серед елементів якої можна виділити: методи ABC/XYZ; моделі поповнення запасів; нормативний метод; оптимізаційні моделі, технології інтегрованого управління. При цьому все різноманіття застосовуваних методів об'єднано в групи за ознакою джерела отримання малими підприємствами конкурентних переваг:

- 1) за рахунок власних сил;
- 2) за рахунок запозичення;
- 3) за рахунок придбання.

Як показало проведене дослідження, існуючі методи різняться як за ступенем адаптації до умов процесу управління товарними запасами, так і за рівнем інтеграції елементів управління підприємством. Тому по кожному з методів зазначаються сфери їх застосування.

Таким чином, кожне мале підприємство має розробити свою програму управління товарними запасами, метою якою повинно стати регулювання обсягу запасів залежно від зміни зовнішнього середовища, стандартизація умов створення запасів, контроль кількості і якості запасів на складах і забезпечення у кінцевому рахунку переходу до системи безперервного оперативного планування з використанням інтеграційної концепції формування господарських зв'язків.

### Список літературних джерел

1. Исупова Е.В. Моделирование системы управления товарными запасами и потоками торгово-посреднической организации. / Исупова Е.В. // Научная библиотека диссертаций и авторефератов. М., 2009.
2. Атаманчук Ю.С., Пасенченко Ю.А. Моделирование управления запасами

підприємства з урахуванням невизначеності попиту./ Атаманчук Ю.С., // Збірник наукових праць молодих вчених факультету менеджменту та маркетингу КПІ ім.І. Сікорського «Актуальні проблеми економіки та управління». – 2016, – 320 с.

3. Тараненко Ю.В. Моделі управління запасами на торговельних підприємствах./ Тараненко Ю.В. //Агросвіт, 2016.

4. Маркова Н.О., Кюсева І.А. Імітаційне моделювання управління запасами./ Маркова Н.О., //Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2015.

## ЧИСЛЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ТОЧНОЙ КВАДРАТИЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

**Косолап А.И.**

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

Одними из наиболее сложных проблем в численном анализе является решение задач глобальной оптимизации. Не смотря на значительные усилия исследователей в этой области, пока эффективные методы решения таких задач не предложены. Разработаны методы ветвей и границ [1], время решения которыми растет экспоненциально при увеличении размерности задачи. Другие методы используют случайный поиск (генетические, эволюционные алгоритмы). Однако в многомерном пространстве он неэффективен. Новым направлением в глобальной оптимизации является полуопределенная релаксация для решения квадратичных и полиномиальных задач [2]. В общем случае, такая релаксация позволяет находить только оценки оптимальных решений. Развиваются также двойственные методы для решения задач глобальной оптимизации. Все эти методы прошли многократную численную проверку при решении тестовых и практических задач. Полученные результаты вынуждают искать новые эффективные методы для решения многоэкстремальных задач.

В последние годы автор разработал метод точной квадратичной регуляризации [3]. В этом методе исходная многоэкстремальная задача

$$\min\{f_0(x) \mid f_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m, x \in E^n\}, \quad (1)$$

где все  $f_i(x)$  – дважды дифференцируемые функции, а  $E^n$  – евклидово пространство преобразуется к задаче максимума нормы вектора на выпуклом множестве. Этому классу принадлежат все квадратичные и полиномиальные задачи. В задаче (1) переменные могут принимать непрерывные, дискретные или булевы значения. Часто ограничения задачи (1) имеют вид равенств

$$f_i(x) = 0, i = 1, \dots, m.$$

В этом случае они легко преобразуются к неравенствам

$$f_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m, -\sum_{i=1}^m f_i(x) \leq 0.$$

Точная квадратичная регуляризация позволяет преобразовать задачу (1) к виду

$$\max\{\|x\|^2 \mid x \in S\}, \quad (2)$$

где  $S$  – выпуклое множество

$$S = \{x \mid f_0(x) + s + (r-1)\|x\|^2 \leq d, f_i(x) + r\|x\|^2 \leq d, i = 1, \dots, m\},$$

здесь  $\|x\|^2 = x_1^2 + \dots + x_n^2 + x_{n+1}^2$ . Таким образом, преобразованная задача (2) содержит два параметра и две новых переменных. Эта задача также, в общем случае, многоэкстремальная, но может быть и одноэкстремальной, если решение  $(d_0, x^0)$  задачи выпуклой оптимизации

$$\min\{d \mid x \in S, r\|x\|^2 \leq d\}$$

удовлетворяет условию  $r\|x^0\|^2 = d_0$ . Задача (2) легко преобразуется к одноэкстремальной также в других случаях. Например, когда выпуклое множество  $S$  является параллелепипедом. Часто сдвиг выпуклого множества  $S$  вдоль биссектрисы положительного ортанта также преобразует задачу (2) к одноэкстремальной. Это связано с тем, что в точке максимума кривизна сферы  $S_0 = \{x \mid r\|x\|^2 = d\}$  будет меньше кривизны выпуклой поверхности  $\partial S$ . Если задача (2) многоэкстремальная, то на дуге, соединяющей два локальных максимума, будет находиться, по крайней мере, один минимум нормы вектора. В этой точке минимума кривизна  $S_0$  будет больше кривизны  $\partial S$ . Теперь, если множество  $S$  переместить в направлении положительного ортанта, то кривизна  $\partial S$  останется неизменной, а кривизна  $S_0$  будет стремиться к нулю при увеличении сдвига. Это означает, что существует такой сдвиг множества  $S$ , что задача

$$\min\{\|x\|^2 \mid x \in S\}$$

не будет содержать внутренних локальных минимумов. Но тогда задача (2) будет одноэкстремальной.

Для решения задачи (2) использовался прямо-двойственный метод внутренней точки [4] и метод дихотомии по переменной  $d$ . В задаче (2) необходимо найти минимальное значение  $d$ , при котором ее решение удовлетворяет условию  $r\|x\|^2 = d$ . Это значение  $d$  находим методом дихотомии.

Для проверки численной эффективности метода точной квадратичной регуляризации использовались известные тестовые задачи, а также многоэкстремальные модели различных прикладных задач. Этим методом решено более 300 сложных тестовых задач число локальных экстремумов в некоторых из них равно  $2^n$  или  $n!$  и больше. Максимальная размерность решаемых задач равнялась 150. Но, учитывая то, что локальным поиском решаются задачи до 10 млн. переменных, данный метод можно использовать для решения многоэкстремальных задач такой же размерности.

Тестовые задачи, разработанные для проверки численной эффективности методов можно разбить на классы. Это задачи малой размерности, задачи с тривиальными решениями, задачи с известными решениями и задачи с неизвестными решениями. Для задач с неизвестными решениями существующими методами значение целевых функций постепенно улучшается. Но метод точной квадратичной регуляризации показал лучший результат практически по всем этим тестовым задачам. Например, для известной тестовой задачи

$$\min\left\{\sum_{i=1}^{n-1} [(x_{i+1} + 1)\cos(\sqrt{|x_{i+1} - x_i + 1|})\sin(\sqrt{|x_{i+1} + x_i + 1|}) + x_i \cos(\sqrt{|x_{i+1} + x_i + 1|})\sin(\sqrt{|x_{i+1} - x_i + 1|})] \mid -520 \leq x \leq 520\right\} \quad (3)$$

для  $n = 20$  лучший результат, полученный другими методами равняется  $-9742.310076$ , а методом точной квадратичной регуляризации получено значение целевой функции задачи (3) равное  $-9819.53154$ , что значительно меньше. Далее, для

тестовой задачи

$$\min\{10x_1x_4 - 6x_2^2x_3 + x_1^3x_2 + 9\sin(x_5 - x_3) + x_2^3x_4^2x_5^4 \mid \sum_{i=1}^5 x_i^2 \leq 20,$$

$$x_1^2x_3 + x_4x_5 \geq -2, x_2^2x_4 + 10x_1x_5 \geq 5\}$$

лучшее решение целевой функции, полученное другими методами равно  $-2461.115783$ , а методом точной квадратичной регуляризации получено значение целевой функции равное  $-5675.620079$ , что также значительно меньше. Список таких задач можно продолжить. В работе [5] приведено 67 тестовых задач с полученными лучшими результатами методом точной квадратичной регуляризации.

Метод точной квадратичной регуляризации использовался также для решения известных прикладных задач. Это задачи минимизации потенциальной энергии атомов. Уже для системы из 5 атомов минимальная потенциальная энергия точно неизвестна. Автором решена задача с 60 атомами. Решались сложные задачи упаковки шаров, в частности, задача нахождения контактного числа. Методом точной квадратичной регуляризации были найдены координаты центров 24 единичных шаров в 4-х мерном пространстве, касающиеся одного шара. Решались задачи наиболее плотной упаковки шаров в квадраты и шары. Очень сложными для численного решения являются задачи теории расписаний. Для этого класса задач получены первые обнадеживающие результаты. Решены несколько задач оптимизации конструкций. Получены первые результаты по оптимальному раскрою материалов. Много задач решено по оптимизации надежности сложных систем управления. В некоторых случаях получены лучшие показатели надежности, чем другими методами. Круг сложных прикладных задач, решаемых методом точной квадратичной регуляризации постоянно расширяется. Все это говорит о том, что этот метод на сегодня является наиболее эффективным для решения многоэкстремальных задач.

#### Список литературных источников

1. Horst R. Global Optimization: Deterministic Approaches /R. Horst, Н. Tuy. – 3rd ed., Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 727 p.
2. Ye, Y. Semidefinite programming /Y. Ye. – Stanford University, 2003. – 161 p.
3. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
4. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright. – Springer, 2006. – 685 p.
5. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Численные эксперименты / А. И. Косолап. – Днепр: ПГАСА, 2015. – 112 с.

# МИНИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

Косолап А. И., Батыр И. С.

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

Существует много задач в различных областях человеческой деятельности, которые требуют значительных вычислительных ресурсов и их быстродействия. Это задачи прогноза погоды, экономики и финансов, городского хозяйства и технологических процессов, информатики и других. Для решения таких задач все больше используются многопроцессорные системы. Число процессоров только на одном вычислительном комплексе может достигать тысячи и более штук [1]. Эффективность вычислительных систем зависит от технических и программных решений. Программные решения реализуются на соответствующих операционных системах. Одна из задач – это программное обеспечение быстродействия вычислительной многопроцессорной системы. На таких системах выполняется множество заданий. Существует множество алгоритмов упорядочения выполнения этих заданий на многопроцессорных вычислительных машинах [1]. Задача заключается не только в том, чтобы все задания выполнить за минимальное время, но чтобы время ожиданий этих заданий также было минимальным.

Рассмотрим задачу с вычислительной системой, состоящей из  $m$  процессоров, которая должна обработать  $n$  заданий. Известно время  $t_{ij}$  обработки  $j$ -го задания на  $i$ -м процессоре. Предполагается, что процессоры могут быть разной производительности. Если минимизировать время выполнения всех заданий посредством равномерной загрузки каждого процессора (с учетом его производительности), то получим следующую задачу линейного программирования с булевыми переменными

$$\min\{T \mid \sum_{j=1}^n t_{ij}x_{ij} \leq T, i=1, \dots, m, \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j=1, \dots, n, x=0 \vee 1\}, \quad (1)$$

где переменные принимают только булевы значения

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-е задание выполняется } i\text{-м процессором} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Определим времена завершения заданий на  $i$ -м процессоре

$$\begin{aligned} & t_{i1}x_{i1} \\ & t_{i1}x_{i1} + t_{i2}x_{i2} \\ & \dots\dots\dots \\ & t_{i1}x_{i1} + t_{i2}x_{i2} + \dots + t_{in}x_{in} \end{aligned}$$

Тогда среднее время выполнения заданий на  $i$ -м процессоре запишется в виде

$$\sum_{j=1}^n (n-j+1)t_{ij}x_{ij} / n.$$

Теперь задача поиска среднего времени завершения процессов на многопроцессорной вычислительной системе сводится к следующей задаче:

$$\min\left\{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (n-j+1)t_{ij}x_{ij} / n \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j=1, \dots, n, x=0 \vee 1\right\}. \quad (2)$$

Получена задача (2) линейного программирования с булевыми переменными. При дополнительном условии

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i=1, \dots, m$$

она становится задачей о назначении и легко решается.

Обычно для решения задач вида (2) используются методы ветвей и границ или методы, использующие случайный поиск (генетические, эволюционные и другие методы), которые малоэффективны. В последние годы начали использовать полуопределенную оптимизацию [2]. Для этого задачу (2) необходимо преобразовать к виду

$$\min\left\{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (n-j+1)t_{ij}(x_{ij}-1) / n \mid \sum_{i=1}^m (x_{ij}-1) = 1, j=1, \dots, n, \right. \\ \left. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij}-1)(2-x_{ij}) \leq 0, 1 \leq x \leq 2\right\}. \quad (3)$$

В задаче (3) переменные принимают непрерывные значения и ее ограничения квадратичные. Далее используется квадратичная регуляризация [2], которая преобразует задачу (3) к полуопределенной оптимизации. Для решения задачи полуопределенной оптимизации разработаны эффективные алгоритмы [2]. Они позволяют в общем случае находить только приближенные решения. Сдвиг на единицу переменных в задаче (3) позволяет получать более точные оценки решения.

Решение задачи (2) можно упростить, если учесть, что среднее время завершения заданий на одном процессоре будет минимальным, если задания расположить в порядке возрастания величин  $t_{ij}$ .

Альтернативой полуопределенной оптимизации является метод точной квадратичной регуляризации [3], который позволяет преобразовать задачу (3) к максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Численные эксперименты показывают преимущества точной квадратичной регуляризации.

#### Список литературных источников

1. Таненбаум, Э. Современные операционные системы. Изд. третье / Э. Таненбаум. – Киев: 2010. – 1116 с.
2. Ye, Y. Semidefinite programming / Y. Ye. – Stanford University, 2003. – 161 p.
3. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.



# ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ПРОЦЕССОРОВ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

**Косолап А. И., Уваров И. И.**

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

В последние годы для увеличения производительности компьютеров разрабатываются многопроцессорные системы. Разработаны вычислительные системы, состоящие из тысяч центральных процессоров. Такие системы используются для решения сложных задач прогнозирования погоды, в управлении технологическими процессами, экономике и других областях человеческой деятельности.

Для эффективного использования многопроцессорных систем необходимо решить проблему равномерной загрузки процессоров. Возникают и другие проблемы, связанные с коммутацией процессоров [1].

Вопросы планирования загрузки процессоров в многопроцессорных системах возложены на операционные системы. Существуют разные модели операционных систем планирующих загрузку процессоров. Они постоянно совершенствуются и этот процесс продолжается. Еще одной проблемой является использование различными процессорами общих ресурсов. Одновременный вызов этих ресурсов многими процессорами решается посредством блокировок обращений к ресурсам. Минимальное число блокировок будет в том случае, если процессы (задания) требующие общих ресурсов будут выполняться на одном процессоре. Если это невозможно, то на минимальном числе процессоров. Таким образом, задача состоит в том, чтобы задания равномерно распределить на процессоры, причем количество процессоров с заданиями, использующими общие ресурсы, было минимальным.

Построим математическую модель этой задачи. Многопроцессорная система состоит из  $m$  процессоров, которая должна обработать  $n$  заданий. Известно время  $t_{ij}$  обработки  $j$ -го задания на  $i$ -м процессоре. Предполагается, что процессоры могут быть разной производительности. Равномерная загрузка процессоров обеспечивается решением данной задачи

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, x = 0 \vee 1 \right\}, \quad (1)$$

где переменные принимают только булевы значения

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-е задание выполняется } i\text{-м процессором} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

В задаче (1) необходимо учесть использование заданиями общего ресурса. Пусть  $J$  – множество индексов тех работ, которые используют общий ресурс. Пусть множество  $J$  содержит  $r$  элементов. Тогда для того, чтобы соответствующие задания были расположены на минимальном числе процессоров, необходимо минимизировать квадратичную функцию

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left( \sum_{j \in J} x_{ij} \right)^2 \mid \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq T, i = 1, \dots, m, \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, x = 0 \vee 1 \right\}. \quad (2)$$

В задаче (2) будем последовательно уменьшать значение переменной  $T$  до тех

пор, пока эта задача будет иметь решение. Задача (2) относится к классу квадратичных задач с линейными ограничениями и булевыми переменными. Квадратичная целевая функция является выпуклой, что упрощает ее решения.

Для решения задач (2) используются методы ветвей и границ, а также методы случайного поиска. Эти методы не являются эффективными. В последние годы начали использовать полуопределенную релаксацию [2]. Для ее использования задача (2) преобразуется к непрерывным переменным

$$\min\left\{\sum_{i=1}^m\left(\sum_{j \in J} x_{ij}\right)^2 \mid \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq T, i=1, \dots, m, \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j=1, \dots, n, \right. \\ \left. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (1-x_{ij}) x_{ij} \leq 0, 0 \leq x \leq 1\right\}. \quad (3)$$

Задача (3) относится к классу квадратичных задач с квадратичными ограничениями. Причем квадратичные ограничения являются невыпуклыми. Затем задача (3) преобразуется полуопределенной релаксацией к задаче полуопределенного программирования, для которого разработаны эффективные алгоритмы. Однако в общем случае решение соответствующей задачи полуопределенного программирования позволяет получить только нижнюю оценку решения задачи (3). Эту нижнюю оценку можно уточнить, решая задачу (3) локальным поиском. Например, прямо-двойственным методом внутренней точки [3], начиная поиск с точки, полученной решением задачи полуопределенной оптимизации. Очень часто такой локальный поиск позволяет решить задачу (3). Альтернативой рассмотренному методу полуопределенной оптимизации с локальным поиском является метод точной квадратичной регуляризации [4]. В этом случае, задача (3) преобразуется к эквивалентной задаче максимума нормы вектора на выпуклом множестве. Для ее решения также использовался прямо-двойственный метод внутренней точки и метод дихотомии по одной вспомогательной переменной. Метод точной квадратичной регуляризации является предпочтительнее для решения данного класса задач, что показали первые численные эксперименты.

#### Список литературных источников

1. Таненбаум, Э. Современные операционные системы. Изд. третье /Э. Таненбаум. – Киев: 2010. – 1116 с.
2. Ye, Y. Semidefinite programming /Y. Ye. – Stanford University, 2003. – 161 p.
3. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright. - Springer, 2006. – 685 p.
4. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепрпетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ВТУЛКА»

Кудрявцев А. В., Мігіна Н. Б.

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

Деталь «Втулка» є важливою частиною у паливному проводі ракетного двигуна, яка виготовляється не в окремому виробництві та не за типовим технологічним процесом, а в дрібносерійному виробництві. Застосування втулки полегшує досягнення необхідної точності і здешевлює ремонт внаслідок того, що всі операції по обробці втулки значно простіше, ніж в паливному проводі ракетного двигуна. Тому оптимізація технологічного процесу виготовлення деталі «Втулка», під умови дрібносерійного виробництва є актуальною.

За об'єкт дослідження обрано тип заготовки «Втулка» з характеристиками: робочий номер – БУ 8.223.300; габаритні розміри – діаметр 24×29 мм; вага – 0,04 кг; матеріал латунь – ЛС-59-1, згідно ГОСТ 2060-73; клас – 71 [1].

Постановка втулки проводиться під певним тиском, щільність постановки втулки розраховується встановленим допуском по зовнішньому діаметру, тому застосовуємо установку числового програмного керування (ЧПК) «Електроніка НЦ-31» з характеристиками: тип системи – контурний; кількість керованих координат – дві; одночасне переміщення можливо по двом координатам; спосіб завдання геометричної інформації – у абсолютних та відносних координатах; дискретність  $h_z = 0,01$  мм;  $h_x = 0,01$  мм на діаметр; спосіб завдання частоти обертання шпинделя – номером ступені; спосіб завдання подачі – прямий; формат числового програмного керування: N03G02-X+042Z+042.(±45°C)P+042F42~S1T2M2LF.

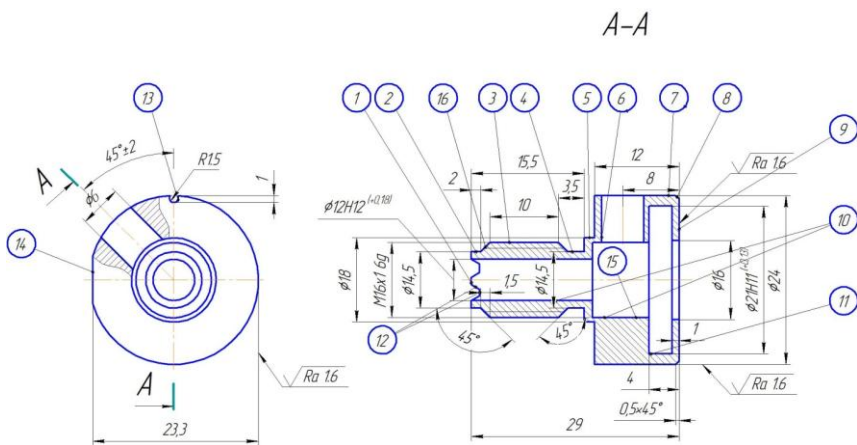
ЧПК розроблено на 010 токарну операцію для верстата моделі 16Б16.Т1.С1. Керуюча програма набирається на пульті верстата, кодування виконуємо в абсолютній системі, так як усі розміри проставлені від єдиної бази. Назва та напрямок осей деталі визначається системою координат верстату: ось  $x$  співпадає з правим торцем деталі від якого проставлено найбільше число розмірів. Позитивне направлення осі  $z$  – направлення від деталі, при якому інструмент відходить від заготовки. За позитивне направлення осі  $x$  прийнято направлення руху інструменту. «Нуль» інструменту розташовуємо в базовій точці інструментального блоку. «Нуль» деталі призначається виходячи з міркування, що більшість опорних точок повинно мати позитивне значення координат. Осі координат інструмента мають теж саме направлення, що і всі координат деталі та паралельні ним.

Для оптимізації технологічного процесу обрано універсальне обладнання, інструмент та пристосування; розраховано режими різання, план завантаження обладнання. Технологічний процес із правками під умови дрібносерійного виробництва деталі „Втулка” з числовим програмним керуванням (ЧПК) наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технологічний маршрут виготовлення деталі «Втулка»

№ операції	Найменування операції та зміст	Обладнання
005	Токарна Точити поверхню 7, торець 9 попередньо. Точити поверхню 7, торець 9, фаску 8 остаточно. Свердлити отвір 10. Зенкерувати отвір 10. Розточити отвір 15 попередньо. Розточити отвір 15 остаточно. Точити внутрішню канавку 11 попередньо. Точити внутрішню канавку 11 остаточно.	Токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Т1.С1
010	Токарна Точити поверхні 5, 3, 2 та торець 1 попередньо. Точити поверхні 5, 3, 2, 16 та торець 1 остаточно. Точити канавку 4. Нарізати різьбу.	Токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Т1.С1
015	Токарна Точити торець 9, поверхню 7.	Токарний верстат з ЧПК моделі 16Б16Т1.С1
020	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати 8 пазів 12.	Горизонтально-фрезерний верстат моделі 6Р80
025	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати паз 13. Фрезерувати лиску 14.	Горизонтально-фрезерний верстат моделі 6Р80
030	Вертикально-свердлильна Свердлити отвір 6.	Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н125
035	Слюсарна Зняття задирок.	Верстак
040	Мийна Миття деталі.	Мийна машина
045	Контрольна Контролювати розміри.	Стіл БТК

Робоче креслення втулки (рис. 1), що обробляється за допомогою ЧПК вміщує всі необхідні відомості, що дають повне уявлення про деталь: матеріал, масу, термічну обробку; вказані всі необхідні проєкції, перерізи, розміри з необхідними відхиленнями, потрібна шорсткість поверхонь, що обробляються. Квалітети точності і класи шорсткості відповідають один одному.



1, 9 – торцева поверхня, 2, 4, 5, 7 – зовнішня поверхня обертання; 3 – різьбова поверхня M16; 6, 10, 11 – внутрішня поверхня обертання; 8 – фаска; 12, 13 – пази; 14 – лиска.

Рисунок 1 – Ескіз готової деталі «Втулка» у паливному проводі ракетного двигуна

Таким чином, розроблене ЧПК для виготовлення деталі «Втулка» у паливному проводі ракетного двигуна для умов дрібносерійного виробництва дозволить збільшити економію металу, зменшити обсяг механічної обробки й пов'язані з цим витрати електроенергії, інструмента.

#### Список літературних джерел

1. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – М: Машиностроение. 1986.– т.2 – 496 с.

## ФУНКЦІОНАЛЬНА ПІДСИСТЕМА ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Мамлай Б. І., Коротка Л. І.**

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

Існує велика кількість програмних продуктів які вирішують достатньою кількістю завдань, що вирішує логіст [3]. Сучасний ринок пропонує велику кількість програмних продуктів для вирішення логістичних задач, але якщо мова йде про невеликі приватні підприємства, то виникає проблема вирішення нестандартних та специфічних завдань.

Постановка задачі. Менеджер приватного підприємства повинен мати можливість обробки інформації щодо знаходження, переміщення товарів, які підлягають перевезенню. Можливий автоматичний документальний обмін між постачальниками та споживачами, що може включати обмін різного роду

документацією (наприклад, звіти після формування замовлення). Необхідно враховувати наявність певних транспортних засобів, специфічність вантажу та якість доріг для визначення часу перевезення. Звісно, що є потреба у визначенні раціонального шляху доставки.

Для вирішення завдання знаходження оптимально шляху існує значна кількість алгоритмів, а саме [1]: алгоритм Дейкстри; алгоритм Беллмана-Форда; алгоритм A\*; алгоритм Флойда-Уоршела; алгоритм Джонсона; алгоритм Лі (хвильовий алгоритм).

Зауважимо, що в роботі було запропоновано у якості алгоритмічного забезпечення реалізувати: алгоритм Дейкстри, алгоритм Белмана-Форда та хвильовий алгоритм.

Хвильовий алгоритм має достатньо просту реалізацію та дозволяє теж отримувати оптимальний шлях, але маршрут прораховується кількістю хвиль, а не відстаней між містами.

Було вирішено реалізувати алгоритм Дейкстри тому, що він підходить до поставленої задачі якнайкраще. Пояснимо більш детально останнє твердження.

Для пошуку шляху між різними містами або у самому місті пункти призначення можна представити у вигляді графа, тобто замість вершин графа будуть назви міст або пункти призначення, а ваги графа будуть відповідати кілометражу між цими пунктами.

Як відомо, робота алгоритму полягає у тому, що він шукає найкоротший шлях від заданої точки до усіх існуючих, але за допомогою встановлення зворотного маршруту є можливість прорахувати маршрут до заданого пункту.

Відома таблиця [1, 2, 4, 5] щодо складності розглянутих алгоритмів наведено в табл. 1.

Як зазначалося у постановці задачі, у роботі враховується якість доріг маршруту. Ця функція реалізована у роботі окремо. Тобто, коли побудовано маршрут можна переглянути якість доріг між містами та переглянути альтернативний шлях.

Таблиця 1 – Порівняння алгоритмів за складністю

Алгоритм	Тимчасова складність	Ємкісна складність
алгоритм Дейкстри	$O(N^2)$ $O(N*N*\log N)$	$O(N)$
алгоритм Белмана-Форда	$O( V  \times  E )$	$O(N)$
алгоритм A*	$O(N^2)$	$O(N)$

де  $O(x)$  – оцінка складності алгоритму;

$N$  – кількість опрацьованих елементів.

Зауважимо, що у роботі передбачена можливість працювати з відстанями, які можуть бути задані не зовсім точно, а деяким інтервалом.

Під час створення програмного продукту було використано мову програмування C++, а за для керування базами даних (їх у роботі декілька) використано систему MySQL.

Інформаційна підсистема, як система транспортної логістики, тісно пов'язана із системами, що забезпечують обмін інформацією в процесі транспортування та доставки вантажів. Вона охоплює сукупність засобів та методів, що дають змогу користувачу збирати, зберігати, передавати і обробляти відібрану інформацію.

У даній роботі розроблено логістичну підсистему обліку матеріальних ресурсів, що дозволило якісно автоматизувати процес управління логістичними перевезеннями

приватного підприємства.

У побудованій логістичній системі реалізована наступна послідовність дій: сформульована мета логістичної системи; визначені структурні та функціональні елементи системи; визначено взаємодію системи з зовнішнім середовищем; отримано оцінку результатів функціонування системи та порівняння їх з поставленою метою.

### **Список літературних джерел**

1. Алексеев В.Е. Нахождение кратчайших путей в графе // Графы. Модели вычислений. Структуры данных. — Нижний Новгород: Издательство Нижегородского гос. университета, 2005. — 305 с.
2. Евстигнеев В. А. Итеративные алгоритмы глобального анализа графов. Пути и покрытия // Применение теории графов в программировании / Под ред. А. П. Ершова. — Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — С. 138-150. — 352 с.
3. Вендров А.М. Введение в транспортную логистику. // А.М. Вендров — М.: Финансы и статистика, 1998. — 352 с.
4. Кормен Т Алгоритмы: построение и анализ. // Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. — М.: МЦНМО, 2000. — 960 с.
5. Ананий В. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // В. Ананий. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 189–195.

## **ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КРОНШТЕЙНУ В САD-СИСТЕМІ AUTODESK INVENTOR**

**Міхєєнко Д. Ю.**

«Донбаська державна машинобудівна академія», Краматорськ, Україна

Методи оптимізації виявляють широке застосування в багатьох технічних та економічних додатках, а саме там, де виникають завдання прийняття оптимальних рішень. Це, перш за все задачі, пов'язані з проектуванням виробів. Ідея оптимізації, прагнення до оптимального, а не до будь-якого допустимого варіанту проектованої системи, глибоко пронизує глибоко пронизує сучасне проектування [1].

В процесі проектування конструкцій конструктори стикаються з проблемами вирішення задач оптимального розташування (розподіл матеріалу) або топологія конструкції. При цьому необхідно знайти таке оптимальне рішення, яке задовольняє граничним умовам і заданому на конструкцію навантаження. Подібне оптимальне рішення визначає оптимальну топологію конструкції.

Оптимальне проектування є одним з найбільш значимих напрямів при проектуванні та створенні нових, конкурентних конструкцій. Метою проектування є форма деталі, яка буде легше вихідної, але при цьому зберегла попередню міцність. Топологічна оптимізація дозволяє знайти оптимальне розподіл матеріалу в заданій проектної області при певних навантаженнях і граничних умовах [2].

Топологічна оптимізація є видом оптимізації форм конструкції, іноді має назву оптимізація компоновок. Ціль топологічної оптимізації полягає в визначенні кращого використання матеріалу для досліджуваного об'єкта або конструкції, так, щоб цільова функція (наприклад, загальна жорсткість) мала максимальну значення при наявності існуючих обмежень (таких, наприклад, як зменшення об'єму) [3].

В останні роки активно розвиток програмних засобів топологічної оптимізації

тісно пов'язана з появою і вдосконаленням промислових установок, що дозволяють методам 3D-печати виготовлення деталі та конструкції будь-якої складності.

До недавнього часу це були або спеціалізовані програмні засоби (solidThinking Inspire, TOSCA Structure), або потужні CAE-системи (Abaqus ATOM, ANSYS). Але для конструктора було б більш зручно проводити топологічну оптимізацію за допомогою програмних засобів для автоматизації проектування (CAD-системи). В CAD-системі Autodesk Inventor) [4, 5] починаючи з версії 2016 R2, з'явився модель топологічної оптимізації («Генератор форм»).

В якості прикладу розглянемо процес топологічної оптимізації деталі типу кронштейн (рисунок 1а). Перед початком топологічної оптимізації бажано провести статичний аналіз міцності кронштейну (рисунок 1б).

При проведенні топологічної оптимізації треба вказати матеріал деталі, умови закріплення та зовнішні навантаження. Величину навантажень встановлюють орієнтуючись на результати попередніх статичних аналізів міцності – внутрішні напруження від прикладених навантажень не повинні перевищувати небезпечних значень.

Крім того, треба вказати області не будуть оптимізувати – в нашому прикладі це буде вертикальна полка з отворами та область прикладення навантаження (рисунок 2)

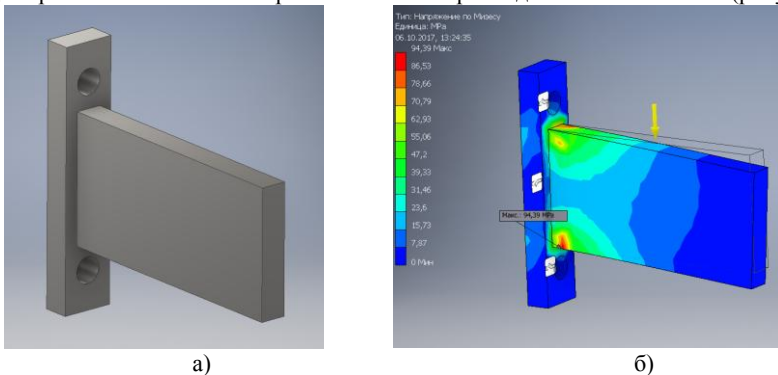


Рисунок 1 – Кронштейн (а) та статичний аналіз міцності (б)

Треба вказати площини відносно яких кронштейн буде зберігати симетрію. Є можливість вибрати одну, дві, або три площини. В властивостях генератора форм треба вказати на скільки відсотків зменшується маса деталі, або кінцеву оптимізовану масу деталі. В нашому випадку ми зменшили масу на 30 %.

Результат топологічної оптимізації (рисунок 3а) представлений в вигляді мережі кінцевих елементів. Її можна використовувати для переробки форми деталі. Для цього використовують стандартні засоби Autodesk Inventor для роботи з тривимірної геометрією. Перероблений кронштейн показаний на рисунку 3 б).



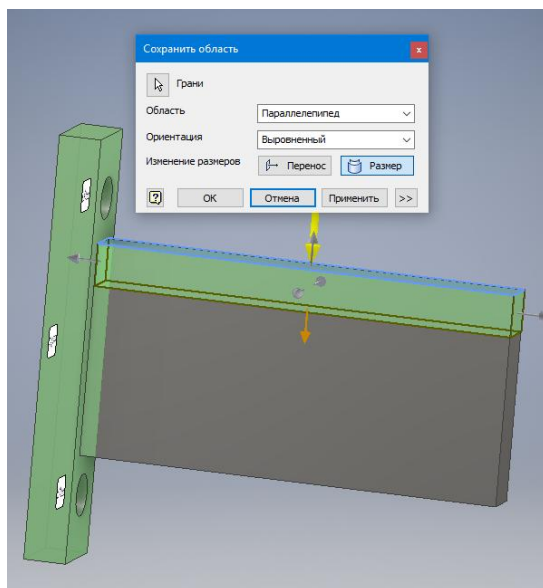
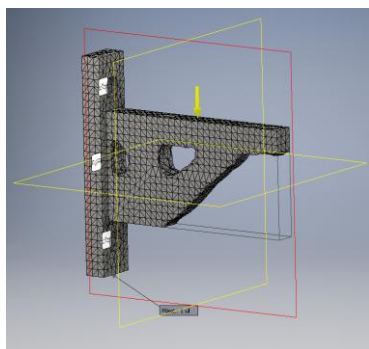
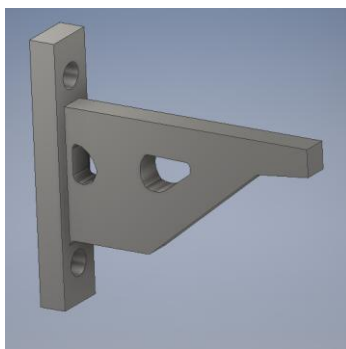


Рисунок 2 – Вибір областей, що зберігаються



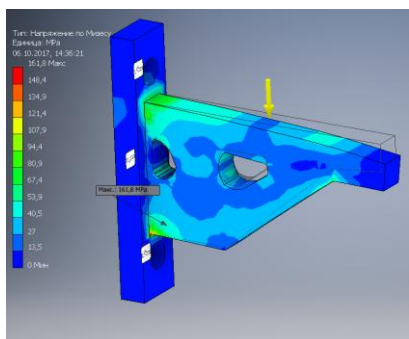
а)



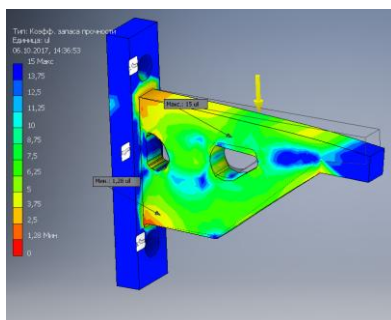
б)

Рисунок 3 – Результат топологічної оптимізації (а) та перероблений кронштейн (б)

В якості перевірки проводять повторний статичний аналіз міцності. Результати епюр напружень (рисунок 4а)) та запасу міцності (рисунок 4б)) показують, що міцність оптимізованої деталі забезпечена.



а)



б)

Рисунок 4 – Кронштейн (а) та статичний аналіз міцності (б)

### Список літературних джерел

1. Андронов С.А. Методы оптимального проектирования. - СПб.: СПбГУАП, 2001. — 169 с.
2. Марчук Н.И., Прасоленко Е.В. Решение задач топологической оптимизации конструкций с использованием программы ANSYS. Новая наука: Опыт, традиции, инновации. - 2017. Т. 2. № 4. - С. 196-199.
3. Bendsoe, Martin P. Topology Optimization: Theory, methods and applications / Martin P. Bendsoe, Ole Sigmund. - Germany: Springer, 1995. - 370 p
4. Тремблей Т. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс / Пер. с англ. Л. Талхина. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 344 с. Ил.
5. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей: учеб. пособие для вузов / Гузненков В.Н., Журбенко П.А. - М.: ДМК Пресс, 2013. – 119 с. ил.

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУРАМИ ПОВЕРХОВОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ

Немчинов С. І., Начовний І. І.

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

В хімічній промисловості широко використовують гідравлічні преси рамної конструкції, які, в порівнянні з колонними пресами, мають значно менші габаритні розміри, металоємність, а також більшу жорсткість. Базові елементи таких пресів (станіни, робочі циліндри, рухомі плити, столи пресу), які мають великі габарити та масу, у процесі роботи зазнають вельми високих питомих навантажень і їх надійність визначає надійну роботу преса. Тому для забезпечення надійної й тривалої експлуатації гідравлічних пресів необхідно забезпечити їх міцність та жорсткість.

На сьогодні накопичено певний досвід проектування станин потужних гідравлічних пресів, які застосовуються в машинобудуванні, і практично відсутні дані

по проектуванню пресів рамної конструкції в хімічній промисловості. Розрахунок станин у більшості випадків виконується наближено, що пояснюється складністю опису напружено-деформованого стану і обумовлено конструктивними особливостями.

Аналіз літературних даних показує, що для визначення напружено-деформованого стану (НДС) базових елементів пресів застосовують або методи опору матеріалів [1, 2], або метод скінчених елементів (МСЕ) тільки для напруженого стану [3]. Наприклад, за існуючими методиками розрахунку на міцність рами поверхового пресу рамного типу для виготовлення фольгованих пластиків верхню та нижню поперечки розглядають як балки, на які діє рівномірно розподілено навантаження. Така методика не відповідає потребам сучасного машинобудування і не дає достатньо повного уявлення про НДС і, як наслідок, не дозволяє зробити висновки по раціональному проектуванню.

Зовсім відсутні роботи по системному дослідженню деформованого стану рам.

**Мета роботи** – комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану рами станини поверхового гідравлічного пресу з номінальним зусиллям пресування 12,5 МН для виготовлення фольгованих пластиків та обґрунтування вибору її можливої раціональної геометрії.

Рама заданого пресу є конструкцією складної конфігурації, тому аналітичні методи розрахунку практично неприйнятні. Надійні результати можна отримати при використанні чисельних методів, що реалізуються на ЕОМ.

Для визначення НДС рами застосовувався варіаційний принцип мінімуму потенціальної енергії, який дозволяє сформулювати задачу про НДС пружного тіла як задачу мінімізації квадратичного функціоналу [4]. Рішення 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 рами з урахуванням особливостей і режимів експлуатації. На підставі робочих креслень для розрахунку була створена геометрична модель, задавалися фізико-механічні властивості матеріалу, граничні умови. Величини навантажень визначалися відповідно до умов роботи станини. Габаритні розміри рами складала 2200 x 5725 x 90 мм. В якості матеріалу була вибрана лита вуглецева сталь з модулем пружності  $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ , коефіцієнтом Пуассона  $\nu = 0,32$ , границею текучості  $\sigma_T = 248 \text{ МПа}$ , 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 41884 елемента та 71328 вузлів.

У результаті статичного розрахунку рами отримано такі параметри НДС: нормальні та дотичні напруження; головні напруження; головні деформації; еквівалентні напруження, які обчислені за формулою Мізеса; переміщення; коефіцієнти запасу міцності.

За результатами дослідження встановлено:

– НДС рами характеризується загальним і локальним нерівномірним розподілом напружень, деформацій, переміщень. Встановлено зони з високим рівнем напружень – місця прикладення навантажень і різкої зміни геометрії;

– високий рівень нормальних напружень  $\sigma_x$ ,  $\sigma_{екв}$  спостерігається посередині верхньої та нижньої поперечок. При цьому в поперечному перерізі, який проведено через середину верхньої поперечки, напруження  $\sigma_x$  у верхній точці складає «плюс» 113 МПа, приблизно посередині висоти поперечки дорівнює нулю, у нижній точці дорівнює «мінус» 133 МПа. Слід зазначити, що «балочні напруження» в цих точках відрізняються на 1-4%. Еквівалентні напруження  $\sigma_{екв}$  у верхній точці серединного перерізу верхньої поперечки складає «плюс» 113 МПа, приблизно посередині висоти поперечки дорівнює «плюс» 38 МПа, у нижній точці дорівнює «плюс» 118 МПа;

– максимальні напруження і деформації ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_{екв}$ ,  $\sigma_1$ ,  $\varepsilon_1$ ) несподівано спостерігаються не в прямих кутах рами, як місцях різкої зміни геометрії (концентраторах напружень), а в місцях незначно віддалених від них. На рисунку 1 вказано області, в яких головні напруження  $\sigma_1$  і головні деформації  $\varepsilon_1$  максимальні;

– максимальні значення дотичних напружень  $\tau_{xy}$ , які не перевищували 51 МПа, спостерігалися на границях дії рівномірно розподіленого навантаження, прикладеного до верхньої поперечки. У нижній поперечці максимальні дотичні напруження майже вдвічі менші ніж у верхній. Мінімальні значення  $\tau_{xy}$  спостерігалися посередині верхньої та нижньої поперечок. У стойках рами пресу дотичні напруження  $\tau_{xy}$  змінювалися за законом параболи і досягали максимальних значень (1,3–1,4 МПа) посередині стоек.

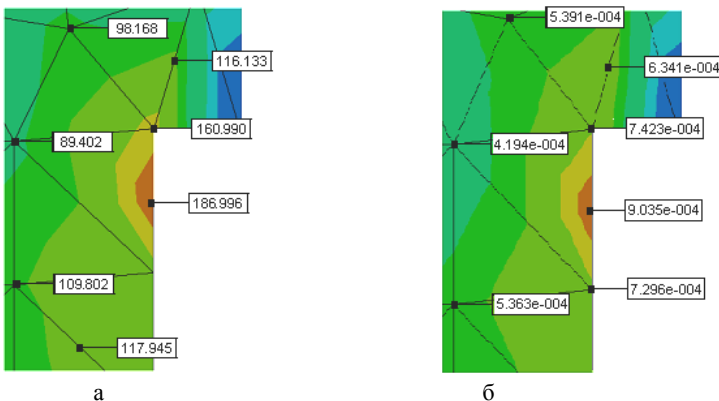


Рисунок 1 – Епюри головних напружень  $\sigma_1$ , МПа (а) і головних деформацій  $\varepsilon_1$  (б) в небезпечній зоні

– у середньому перерізі стоек рами пресу еквівалентні напруження  $\sigma_{екв}$  змінювалися від 52 МПа на зовнішній бічній поверхні до 89 МПа на внутрішній бічній поверхні. Головні напруження  $\sigma_1$  та головні деформації  $\varepsilon_1$  змінювалися за лінійним

законом. При цьому головні напруження  $\sigma_1$  варіювалися в межах від  $54 \text{ МПа}$  до  $89 \text{ МПа}$ , а головні деформації  $\varepsilon_1$  – від  $2,6 \cdot 10^{-4}$  до  $4,45 \cdot 10^{-4}$ .

Враховуючи низький рівень напружень на бічних поверхнях рами і той факт, що зародження тріщин починається на поверхнях з високим рівнем напружень, в роботі було зменшено довжину рами. Для оцінки міцності нової рами проводився аналіз епюр нормальних, дотичних і еквівалентних напружень, деформацій та коефіцієнтів запасу міцності  $n$ . Встановлено, що збільшення напружень і деформацій не перевищувало 5–6%, коефіцієнт запасу міцності на зовнішніх бічних поверхнях рами складав 4,3, а на внутрішніх – 2,95.

Отримані результати можуть бути застосовані при проектуванні нових, удосконаленні існуючих гідравлічних пресів і є основою для подальших досліджень.

#### **Список використаних джерел**

1. Детали машин. Расчет и конструирование: справочник: в 3 т. Т.2. / под ред. Н. С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1968. – 408 с.
2. Басов Н. И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: учебн. для вузов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, Ю. А. Любартович – М.: Химия, 1986. – 488 с.
3. Дашенко О. Ф. Напружено-деформований стан базових деталей гідравлічних пресів / О. Ф. Дашенко, О. М. Лимаренко // Машинознавство. – 2013. – №1-2. – С. 33-38.
4. Василенко Н. В. Расчет пластинчатых систем / Н. В. Василенко, А. Е. Бабенко, А. Ю. Чирков // Проблемы прочности. – 1985. – № 2. – С. 79-84.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТУРБІННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ РІДИН З ГІДРОДИНАМІЧНИМ ВРІВНОВАЖУВАННЯМ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ**

**Писарець А. В., Коробко І. В.**

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

У сучасній практиці створення вимірювальних приладів широкого застосування набуває математичне моделювання, яке посідає провідне місце серед інших методів досліджень, особливо завдяки наявності сучасних обчислювальних комплексів та систем.

Одним з етапів математичного моделювання роботи турбінних перетворювачів витрати рідини (ТПВР) із гідродинамічним врівноважуванням чутливого елемента (ЧЕ) є оптимізація його параметрів [1]. Причому можливі два шляхи оптимізації: експериментальний, що вимагає наявності відповідного лабораторного обладнання та великих часових і фінансових затрат; теоретичний, що дозволяє зменшити кількість необхідних експериментальних досліджень, які потрібні у такому випадку тільки для уточнення результатів оптимізації.

Метою оптимізації є пошук комбінації значень параметрів конструкції вимірювальної камери ТПВР, за якої похибка вимірювання не виходить за задані межі і буде мінімальною у широкому діапазоні вимірюваних витрат.

Для цього необхідно: визначити критерії оптимізації та цільову функцію, що відображає роботу ТПВР; виявити найбільш впливові проектні параметри цільової функції; обґрунтувати обмеження, в яких можуть змінюватись ці параметри; обрати метод оптимізації; перевірити отримані результати моделювання роботи перетворювача витрати із застосуванням *CFD-технологій* (Computational Fluid Dynamics). Це дозволяє уточнити особливості роботи приладу в окремих точках діапазону вимірювання і максимально наблизити до реальних умов застосування [2].

Зважаючи на те, що метою оптимізації є підвищення точності приладу, в якості цільової функції доцільно прийняти функціонал, що описує невизначеність результатів вимірювань.

Оскільки кількість параметрів ТПВР, що визначають їх метрологічні характеристики, може бути різною, і вони впливають на якості приладу не тільки окремо взяті, а їх комбінація, то удосконалення метрологічних та експлуатаційних характеристик перетворювача можливе за умови вибору раціональних співвідношень між різними параметрами конструкції вимірювальної камери первинного перетворювача та ЧЕ.

У випадку гідродинамічного врівноважування ЧЕ такими геометричними параметрами для ТПВР [3, 4] є: кількість лопатей; товщина профілю лопатей, радіальний зазор, кут встановлення лопатей, втулке відношення, осьова довжина турбіни, співвідношення максимального радіусів вхідного і вихідного обтікачів та втулки ЧЕ, ширина вхідного обтікача, осьова довжина ЧЕ.

Особливістю оптимізації параметрів ТПВР із гідродинамічним врівноважуванням ЧЕ є додаткові обмеження, що накладаються умовами осьової рівноваги ЧЕ і окреслюють діапазон вимірюваних витрат. Повне гідродинамічне врівноважування ЧЕ визначається рівністю нулю рівнодіючої усіх сил, прикладених до ЧЕ, у широкому діапазоні режимів роботи перетворювача.

Множина конструктивних параметрів ТПВР, фізичних властивостей вимірюваного середовища, гідродинамічних параметрів потоку та додаткові обмеження, викликані врівноважуванням ЧЕ, свідчать про багатовимірність задачі оптимізації.

Методи, що використовуються для розв'язання задач багатовимірної оптимізації, умовно можна поділити на три широкі класи відповідно до типу інформації, що використовується при їх реалізації:

- методи прямого пошуку, що базуються на обчисленні тільки значень цільової функції;
- градієнтні методи, в яких використовуються точні значення перших похідних цільової функції;
- методи другого порядку, в яких поряд із першими похідними використовуються також похідні цільової функції другого порядку.

Аналіз методів багатовимірної оптимізації та складових наведеної задачі свідчить про те, що записати цільову функцію у явному вигляді практично неможливо. Крім обмежень, що накладаються на окремі проектні параметри, існують обмеження, що накладаються на область пошуку.

Отже, оптимізація параметрів конструкції вимірювальної камери ТПВР із гідродинамічним врівноважуванням ЧЕ класичними градієнтними методами та методами другого порядку неможлива, через складність отримання градієнту цільової функції. Тому єдиним доступним в даному випадку шляхом залишається стратегія

прямого пошуку, яка дозволяє ефективно врахувати межі зміни проектних параметрів та обмеження на область пошуку.

### Список літературних джерел

1. Писарець А. В. Система проектування турбінних перетворювачів витрати / А. В. Писарець // Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування. – 2013. – Вип. 46. – С. 126 – 133.
2. Писарець А. В. Моделювання роботи турбінних перетворювачів витрати / А. В. Писарець, І. О. Фісунов // Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції "ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи", 22 – 23 квітня 2015 р., м. Київ, НТУУ «КПІ». – 2015. – С. 230.
3. Пат. 3416 Україна, МПК<sup>6</sup> G 01 F 1/10. Турбінний витратомір / І. В. Коробко, А. В. Писарець, П. К. Кузьменко (Україна). – № u2004021392; Заявл. 26.02.04; Опубл. 15.11.2004; Бюл. № 11. – 3 с.
4. Коробко І. В. Дослідження впливу форми чутливого елемента на динамічні характеристики турбінних перетворювачів витрати / І. В. Коробко, А. В. Писарець, І. О. Фісунов // Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування. – 2015. – Вип. 49 (1). – С. 14 – 19.

## ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ЗАДАЧИ МАКСИМИЗАЦИИ НОРМЫ ВЕКТОРА НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ЭЛЛИпсоИДОВ

Романчук А. А.

ГВУЗ Украинский государственный химико-технологический университет, Днепр, Украина

Будем рассматривать следующую задачу,

$$\max \left\{ \|x\|^2 \mid x \in \bigcap_{i=1,m} E_i \right\}, \quad (1)$$

где  $E_i$  – телесные эллипсоиды, то есть тела ограниченные гиперповерхностями, уравнение каждой из которых представляет сумму положительно-определенной квадратичной формы, линейной формы и некоторой постоянной. Далее, мы покажем, что в весьма широком классе случаев задача (1) одноэкстремальна.

Как известно, произвольный эллипсоид (впредь эллипсоидом мы будем называть поверхность, а тело – телесным эллипсоидом) в некоторой системе координат имеет каноническое уравнение:

$$\frac{x_1^2}{a_1^2} + \dots + \frac{x_n^2}{a_n^2} = 1. \quad (2)$$

Легко видеть, что эллипсоид (2) расположен в параллелепипеде  $|x_i| \leq a_i, i = 1, \dots, n$ , поэтому является поверхностью ограниченной. Произвольное двумерное линейное многообразие, так как определяется линейными уравнениями, пересекает эллипсоид по некоторой кривой второго порядка. Поскольку эта кривая ограничена, ввиду ограниченности эллипсоида, то она не может быть ни параболой, ни гиперболой, ни парой прямых, значит она – эллипс (окружность – частный случай эллипса). Далее нас будет интересовать следующий вопрос: множество  $K$  всех кривизн, вычисленных в каждой точке всевозможных эллипсов, получаемых при пересечении эллипсоида всевозможными двумерными линейными многообразиями, -

числовое множество, которое ограничено снизу (кривизна – положительное число), какова его точная нижняя граница. Ответ на этот вопрос дает следующая

$$\text{Лемма: } \inf K = \min K = \frac{b}{a^2}, b = \min \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, a = \max \{a_1, a_2, \dots, a_n\}.$$

*Доказательство*

Рассмотрим эллипс, заданный параметрически:

$$\begin{cases} x = a \cos t, \\ y = b \sin t \end{cases} t \in [0, 2\pi]$$

В этом случае кривизна считается по формуле:

$$k(t) = \frac{ab}{(a^2 \sin^2 t + b^2 \cos^2 t)^{\frac{3}{2}}}$$

Найдем минимумы этой функции, используя стандартные процедуры:

$$\begin{aligned} k'(t) &= -\frac{3}{2} ab (a^2 \sin^2 t + b^2 \cos^2 t)^{-\frac{5}{2}} (2a^2 \sin t \cos t - 2b^2 \cos t \sin t) = \\ &= \sin t \cos t \left(-\frac{3}{2} ab (a^2 \sin^2 t + b^2 \cos^2 t)^{-\frac{5}{2}} (2a^2 - 2b^2)\right). \end{aligned}$$

Производная обращается в нуль в точках, удовлетворяющих уравнению  $\sin t \cos t = 0$ .

Решая его, получаем четыре значения, расположенные в нужном нам отрезке

$$\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \pi, 0.$$

Подставляя данные значения в выражения для кривизны, получаем:

$$k\left(\frac{\pi}{2}\right) = k\left(\frac{3\pi}{2}\right) = \frac{b}{a^2}; k(\pi) = k(0) = \frac{a}{b^2}.$$

Будем полагать, что  $b < a$ , поэтому минимум достигается в точках

$$\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}.$$

$\frac{b}{a^2}$  - таким образом, минимальная кривизна на эллипсе. Теперь перейдем к общему случаю. Положим  $b = \min \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, a = \max \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ . Отрезки  $AB, CD$ ,

где  $A = (0, \dots, a, \dots, 0), B = (0, \dots, -a, \dots, 0), C = (0, \dots, b, \dots, 0), D = (0, \dots, -b, \dots, 0)$  (здесь

следует отметить, что  $a, b$  стоят на тех местах, которые они занимают в уравнении (2)) являются перпендикулярными и их концы лежат на эллипсоиде. Легко видеть, что любые другие два отрезка, удовлетворяющие этим условиям, будут такими: величина того из них, который меньше, будет больше, чем  $2b$ , а того – который больше, меньше, чем  $2a$  (доказывается средствами школьной математики). Поэтому ясно, что величина

$\frac{b}{a^2}$  будет самой меньшей среди всех подобных величин, тем самым лемма доказана.

Пусть  $B$  - некоторое множество,  $\bar{B}$  - его граница,  $f$  - функционал определенный



на  $B$ . Точку  $x$  назовем точкой внутреннего минимума  $f$  на  $B$ , если она является решением задачи

$$\min\{f(x) \mid x \in \bar{B}\},$$

но не будет минимумом на всем множестве  $B$ .

Среди всех эллипсоидов задачи (1) найдем тот, для которого величина  $\frac{b}{a^2} = k$

самая меньшая и сформулируем основной результат:

*Теорема:* Если  $\bigcap_{i=1,m} E_i \subset \mathbf{R}^n \setminus B_1(\frac{0}{k})$ ,

то задача (1) одноэкстремальна. Иными словами, если допустимое множество задачи (1) содержится вне шара с центром в начале координат и радиусом  $\frac{1}{k}$ , то задача

(1) одноэкстремальна.

#### *Доказательство*

Действительно, предположим, что это не так. Начало координат и две точки экстремума необходимо содержатся в некотором двумерном линейном многообразии. Это многообразии пересекает эллипсоиды из ограниченной задачи (1) по некоторым эллипсам, минимальная кривизна каждого из которых такова, что если через точку, где она достигается, мы проведем окружность с центром в начале координат, то кривизна этой окружности будет меньше. Это означает, что если между эллипсом и данной окружностью происходит касание, то точка касания будет точкой глобального максимума, а не минимума нормы вектора на эллипсе. Пусть  $\bar{B}$  - граница множества  $B$  получаемого при пересечении допустимого множества задачи (1) с вышеупомянутым двумерным многообразием. Множеству  $B$  не могут принадлежать две различные точки внешних минимумов эллипсов. Действительно, если точка минимума внешняя, то она, очевидно, является точкой минимума не только эллипса, но и множества ограниченного этим эллипсом, а значит и всего множества  $B$ . Предположив, что есть две такие точки, мы получим, что задача

$$\min\{\|x\|^2 \mid x \in B\} \tag{3}$$

имеет два экстремума, что невозможно, поскольку  $B$  выпуклое множество и начало координат ему не принадлежит по условию теоремы. Легко также понять, что если решение задачи

$$\min\{\|x\|^2 \mid x \in \bar{B}\} \tag{4}$$

является точкой пересечения двух эллипсов, то оно является и решением задачи (3).

Обозначим решение задачи (3) через  $x^*$ . Таким образом, мы показали, что если решение задачи (4) является внешним минимумом или пересечением двух эллипсов, то оно необходимо совпадает с  $x^*$ , внутренние минимумы  $\bar{B}$  не принадлежат (всякий "кандидат" на внутренний минимум является максимумом), поэтому задача (4) одноэкстремальна и  $x^*$  - ее решение.

Теперь, если мы параметризуем замкнутую кривую  $\bar{B}$ , то получим, что каждому значению параметра  $\alpha$  из промежутка  $[0, 2\pi)$  однозначно соответствует точка кривой  $\bar{B}$ , а этой точке в свою очередь однозначно соответствует длина ее радиус-вектора, тем самым мы представили норму однозначной непрерывной

функцией  $\varphi(t)$  определенной на промежутке  $[0, 2\pi)$ , причем такой, которая имеет предел при стремлении аргумента слева равный  $\varphi(0)$ . Легко понять, что если такая функция имеет два локальных максимума, то она имеет и два локальных минимума. Полученное противоречие доказывает теорему.

#### **Список литературных источников**

1. Косолап. А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап – Днепропетровск: ПГАСА, 2015 – 164 с.

## **ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ЧИСЕЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРИ**

**Ротт О. С., Коротка Л.І.**

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

Як відомо, моделювання представляє процес заміщення одного об'єкту, який називається системою, іншим об'єктом, що називається моделлю [2, 3]. Фактично математичним представленням реального світу є математична модель. Процес побудови та вивчення математичних моделей називається математичним моделюванням. Класифікація як самого моделювання, так і систем, які розглядаються є достатньо відомою [2, 3].

В залежності від задачі обирається відповідна математична модель та метод розв'язання. Деякі економічні (зокрема, міжсекторальна конкуренція) та природні процеси (зокрема, екологічні) підпорядковуються загальним закономірностям та описуються схожими математичними моделями. Як правило, домінують при моделюванні таких процесів нелінійні динамічні моделі. Достатньо широку популярність у таких прикладних дослідженнях отримала модель «хижак-жертва». Зауважимо, що відомі різні її модифікації, у тому числі математична модель Мальтуса, модель Лотки-Вольтерра та ін.

Зауважимо, що у роботі розглядається модель Лотки-Вольтерри, яка представляє собою систему двох звичайних диференціальних рівнянь першого порядку та описує кінетику чисельності популяції з одним типом хижаків і одним типом жертв. Постановка задачі є достатньо відомою, наведеною, наприклад, в [1]. Зауважимо, що у рівняння входять такі процеси: розмноження жертв та їхня загибель у результаті поїдання хижаками, розмноження та вимирання хижаків. Вважається, що розмноження хижаків пропорційне кількості потенційних жертв у популяції.

Слід зазначити, що автори у роботі не зупиняються детально на класичних підходах щодо побудови та дослідження математичних моделей динаміки популяцій, а саме: структурна стійкість, біфуркації та ін.

У роботі пропонується створення інформаційної підсистеми чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь, зокрема застосування методів Рунге-Кутти різних порядків, проведення чисельних експериментів у пакеті Matlab (методом Дормана-Прінса) та середовищі імітаційного моделювання GPSS (методом Рунге-Кутти-Фольберга 5-го порядку) з використанням вбудованої мови PLUS [1, 4].

При проектуванні інформаційної підсистеми був використаний паттерн проектування «Стратегія». Він дозволяє легко додавати, або модифікувати та видаляти

методи інтегрування без втрати часу.

Для створення такої підсистеми було використано мову програмування високого рівня C++ з підтримкою декількох парадигм програмування: об'єктно-орієнтованої, узагальненої та процедурної.

Для розробки GUI використано фреймворк Qt, за допомогою цієї бібліотеки було створено додатки для користувача з графічним інтерфейсом.

Результати чисельних експериментів за допомогою пакету Matlab методом Дормана-Прінса, наведено на рис. 1.

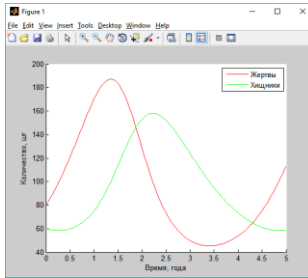


Рисунок 1 – Графік чисельності жертв та хижаків за п'ять років

В кінці розрахунку кількість популяції є такою: кількість жертв дорівнює 113 особам; кількість хижаків дорівнює 59 осіб.

Результати комп'ютерного моделювання за допомогою створеної інформаційної підсистеми представлено на рисунках 2-3 методом Ейлера та методом Рунге-Кутти четвертого порядку відповідно.

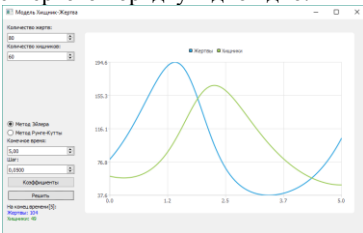


Рисунок 2 – Результати обчислення методом Ейлера

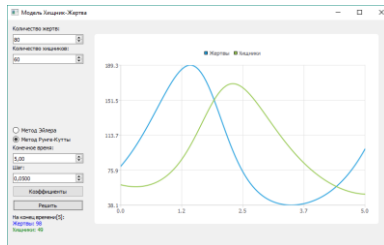


Рисунок 3 – Результати обчислення методом Рунге-Кутти 4-го порядку

В результаті чисельних експериментів методом Ейлера отримано: кількість жертв 104 та кількість хижаків 49 особин; методом Рунге-Кутти 4-го порядку: кількість жертв є 98 осіб та кількість хижаків – 49. Очевидно, що деяка розбіжність чисельних результатів присутня, але у допустимих межах.

Розв'язання за допомогою середовища імітаційного моделювання наведено в [1]. Співставлення отриманих результатів теж є прийнятним.

### Список літературних джерел

1. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основи імітаційного моделювання різних систем / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК, 2004. 318 с.

2. Самарский, А. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. –

- 2-е изд., испр. [Текст] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов – М.: Физматлит, 2001. 234 с.
3. Советов, Б. Я. Моделирование систем: Учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
4. Томашевский В.М. Имитационное моделирование в среде GPSS [Текст] / В.М. Томашевський, О.Г. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ У ПРОФІЛІ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВІКОН**

**Соловей М. О., Селівьорова Т. В.**

Національна металургійна академія України

Останнім часом тарифи на послуги теплопостачання стрімко зростають, саме тому проблеми тепловтрат, а також енергозбереження та підвищення енергоефективності сьогодні особливо актуальні. Чим краще утеплений будинок, тим менше потрібно його топити в морози. Ні для кого не секрет, що основними джерелами виходу тепла з будинку є дах, стіни, підлога та вентиляція, але найбільші втрати приходять саме на вікна. Використання металопластикових вікон у будівництві житлових та промислових підприємств значно скорочує втрати тепла та дає можливість скоротити витрати на опалення.

Разом з тим, в даний час в різних галузях промисловості широко застосовуються методи комп'ютерного моделювання, засновані на спеціалізованому програмному забезпеченні. Сучасні системи інженерного аналізу (CAE), що застосовуються спільно з системами автоматизованого проектування (САПР), дозволяють за допомогою розрахункових методів оцінювати, як веде себе об'єкт в реальних умовах експлуатації, без проведення натурних випробувань і залучення великих витрат часу та коштів. У зв'язку з цим, використання методів комп'ютерного моделювання для аналізу температурних умов експлуатації металопластикових вікон, дозволить з побутової точки зору свідомо обрати їх параметри, а з технологічної – оптимізувати характеристики профілю та використовуваних матеріалів.

Розрахунок тепловтрат металопластикових вікон актуальна тема і в цій області вже є кілька методів розрахунку і дослідження тепловтрат. Найпопулярнішими є два варіанти.

- Перший варіант пропонує спрощено розрахувати тепловтрати з використанням рівнянь Фур'є [1].
- Другий метод - використати «Енергокалькулятор вікон», який пропонують деякі виробники.

Проте, обидва варіанти не дають повної інформації, щодо тепловтрат. На підставі цього можна сказати, що для того, щоб дізнатися максимально точно, які вікна краще використовувати в кожному індивідуальному випадку, найкраще буде використовувати комп'ютерне моделювання, яке дозволяє в моделі враховувати всі характеристики і властивості матеріалів, а також побачити, як буде зберігатися або виходити тепло, без використання тепловізора.

Серевидище ELCUT – це програмний засіб для проведення інженерного аналізу і двовимірного моделювання методом скінченних елементів (МСЕ) [2]. З використанням ELCUT побудовано два варіанти профілю вікна (див рисунок 1) – з утепленням та без нього.

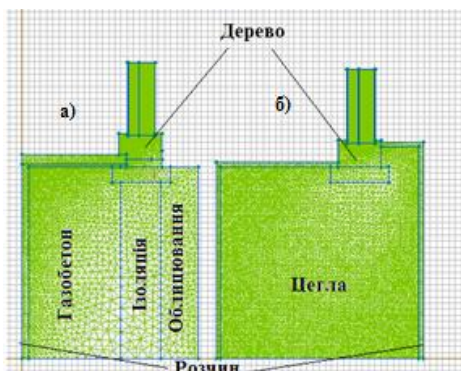


Рисунок 1 – Два варіанти моделі металопластикового вікна  
 а)варіант з утепленням; б)варіант без утеплення

Для дослідження тепловтрат у профілі достатньо дослідити розподіл температурних полів при врахуванні теплофізичних параметрів матеріалів профілю, граничних умов, які відповідають складним погодним умовам.

На рисунку 2 наведені температурні поля моделей при граничних умовах першого роду  $-30^{\circ}\text{C}$ . Математичне моделювання теплових процесів у профілі вікна показало підвищення температури на внутрішній поверхні приміщення на  $5^{\circ}\text{C}$  в умовах використання додаткового утеплення.

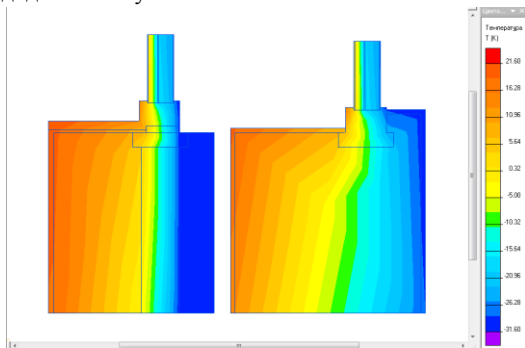


Рисунок 2- Розподіл температурних полів

Застосування комп'ютерного моделювання теплових процесів, що протікають в профілі металопластикових вікон, дозволяє показати переваги використання енергозберігаючих технологій, які в свою чергу, забезпечують економію енергоресурсів.

#### Список літературних джерел

1. Басов К. А. ANSYS для конструкторів. - М.: ДМК Пресс, 2009. - с. 7-10. - 248 с. - ISBN 978-5-94074-462-7.
2. Дубецький С.Д., Піднос В. ELCUT - інженерна система моделювання двовимірних фізичних полів // CADmaster - 2001. - №1. - с.17-21.

# ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕРВЕРОВ В ГЛОБАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Сова К. И., Косолап А. И.

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

С каждым годом стремительно растет число серверов и пользователей в сети Internet. Это усложняет ее функционирование. Проблемы эффективности работы сети необходимо решать также при помощи оптимизации ее структуры. Распределение потоков данных в сети позволяет минимизировать передачу данных и тем самым повысить эффективность функционирования глобальной сети.

Глобальную сеть можно представить как систему, состоящую из множества взаимосвязанных серверов и локальных пользователей, подключенных к сети. Пользователи посылают миллионы запросов на сервера для получения необходимой информации. Очевидно, чем ближе сервер к пользователю, тем быстрее будет выполнен заказ, при условии, что данный сервер, не перегруженный заказами. Можно установить большое количество серверов, но это приведет к значительному удорожанию сети.

Будем рассматривать сеть, состоящую из  $m$  серверов и  $n$  запросов, поступающих на серверы от локальных пользователей. Известна также максимальная сумма  $S$ , которая может быть выделена на установку и обслуживание серверов. В существующей сети уже установлены сервера, тогда число  $m$  включает эти сервера, а также новые сервера, которые планируются установить в заданных местах. Не все устанавливаемые сервера будут работать. Тогда такие сервера будут исключены из проекта установки. Останутся только сервера, которые обеспечат максимальную эффективность работы глобальной сети. Данную задачу можно рассматривать только для некоторого региона, фрагмента глобальной сети. Считаем известным время обработки  $t_{ij}$   $j$ -го заказа на  $i$ -м сервере. Также известна стоимость  $s_i$  функционирования  $i$ -го сервера за единицу времени его работы.

Рассмотренных данных достаточно для построения математической модели задачи оптимизации размещения серверов в сети, при котором все заявки будут обслужены за минимальное время. Для этого введем переменные

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й заказ выполняется } i\text{-м сервером} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Теперь время работы  $i$ -го сервера определим по формуле

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}.$$

Необходимо, чтобы времена работы серверов для обслуживания заявок мало различались между собой, тогда все заказы будут обработаны за минимальное время. Это достигается посредством минимизации следующей квадратичной функции

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left( \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \right)^2 \right\}. \quad (1)$$

Каждый заказ обрабатывается одним сервером. Это означает выполнения следующих условий

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Далее необходимо учесть ограниченные расходы на эксплуатацию серверов. Это приводит к следующему неравенству

$$\sum_{i=1}^m s_i \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \leq S. \quad (3)$$

Получена задача (1)-(3) относится к классу квадратичных задач с булевыми переменными. Ее можно свести к линейной, увеличив число ограничений

$$\min\{T \mid \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij})^2 \leq T\}. \quad (4)$$

Однако численные эксперименты показали, что задачу (1)-(3) решить легче.

В настоящее время для решения задач такого вида используются преимущественно методы ветвей и границ [1]. Однако эти методы позволяют находить решения задачи (1)-(2) только для задач малой размерности  $mn \leq 20$ , что связано с большим числом рассматриваемых вариантов. Поэтому авторы использовали для решения этой задачи метод точной квадратичной регуляризации [2]. Этот метод показал значительные преимущества при решении многих тестовых задач [3] по сравнению с другими. Он может быть использован для решения задач (1)-(3) большой размерности.

Квадратичная регуляризация преобразовывает задачу (1)-(2) к виду

$$\min\{\|x\|^2 \mid \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij})^2 + s + (r-1)\|x\|^2 \leq d, \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}(1-x_{ij}) + r\|x\|^2 \leq d\}. \quad (5)$$

В задаче (3), (5) переменные могут принимать любые значения (а не только булевы), что упрощает ее решение. Численные эксперименты по решению преобразованной задачи продолжаются.

### Список литературных источников

1. Chen, Der-San, Applied integer programming: modeling and simulation / Der-San Chen, Robert G. Batson, Yu Dang. - John Wiley & Sons, Inc, 2010. – 490 p.
2. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
3. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Численные эксперименты / А. И. Косолап. – Днепр: ПГАСА, 2015. – 112 с.

# АНАЛІЗ МЕТОДІВ АНАЛІТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТОРГІВЕЛЬНОЇ ФІРМИ

Сидорук А. А.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,  
Миколаїв, Україна

Тема роботи «Аналіз методів аналітичної обробки даних та розробка інформаційно-аналітичної системи торгівельної фірми» передбачає проектування автоматизованого робочого місця для маркетолога-аналітика. В ідеалі ця система повинна виконувати функції “порадника” для маркетолога супермаркету, тобто швидко і якісно оцінювати ситуацію на фірмі та розраховувати відповідні показники змін та тенденцій на основі зібраних даних, введених у інформаційну базу.

Маркетинг є однією з функцій менеджменту, тобто процесу управління матеріальними, фінансовими, людськими ресурсами, який забезпечує досягнення фірмою чи організацією поставлених цілей. Маркетингова управлінська діяльність включає аналіз, планування, реалізацію та контроль заходів, спрямованих на формування та інтенсифікацію попиту на товари або послуги і збільшення прибутку. Серед інших функцій підприємства (виробництво, кадри, фінанси, матеріально-технічне забезпечення, бухгалтерський облік) в умовах сучасного ринку маркетинг займає особливе місце. Адже саме маркетинг задає параметри діяльності всім іншим підрозділам<sup>[1]</sup>.

Так, результати дослідження ринку дозволяють сформулювати завдання відділу логістики. При цьому маркетингова функція полягає в тому, щоб визначити, в якому саме товарі є потреба, в яких відділах їх краще розташувати, на яких складах зберігати.

Існує багато програмних розробок, які б полегшили підприємствам процес ведення бізнесу. Це програми, що стосуються різних сфер діяльності підприємства: бухгалтерії та фінансів, інвестиційної діяльності, продажу та маркетингу, планування та економічного аналізу підприємства та ін.

Багато статистичних функцій, за допомогою яких вирішуються задачі аналізу та прогнозування ринку, є вбудованими у різні програмні продукти, наприклад Microsoft Excel, MathCad, MathLab. Існують також спеціальні статистичні пакети. Наприклад, SPSS або Statistics. Проте такі статистичні пакети та додатки вимагають знання та розуміння статистичних та економетричних моделей. Доцільним вважається створення системи, при роботі з якою не потрібно було б вдаватися у подробиці методів вирішення задач і таким чином значно економити час працівників. Відповідно ця система має бути розрахована і на тих користувачів, які можуть не знати детальний хід методів аналізу та прогнозування ринку<sup>[3]</sup>.

Тому задача створення такої інформаційно-аналітична система, яка поєднує у собі функції бази даних (дозволяє робити запити, звіти, отримувати дані з різних БД), а також робить статистичний аналіз даних і при цьому не потребує спеціальних знань (а тільки MS Office) і встановлення спеціальних пакетів є актуальною задачею.

Таким чином, проект цієї системи може бути запропонований будь-якому супермаркету, який зацікавлений у створенні власної маркетингової інформаційно-аналітичної системи.

Для реалізації роботи проводиться аналіз системи управління супермаркетом та інформаційних технологій, що використовуються. А точніше аналізується загальна



схема функціонування супермаркету та його системи управління та визначається задач аналізу впливових факторів на систему функціонування та прогнозування попиту товарів.

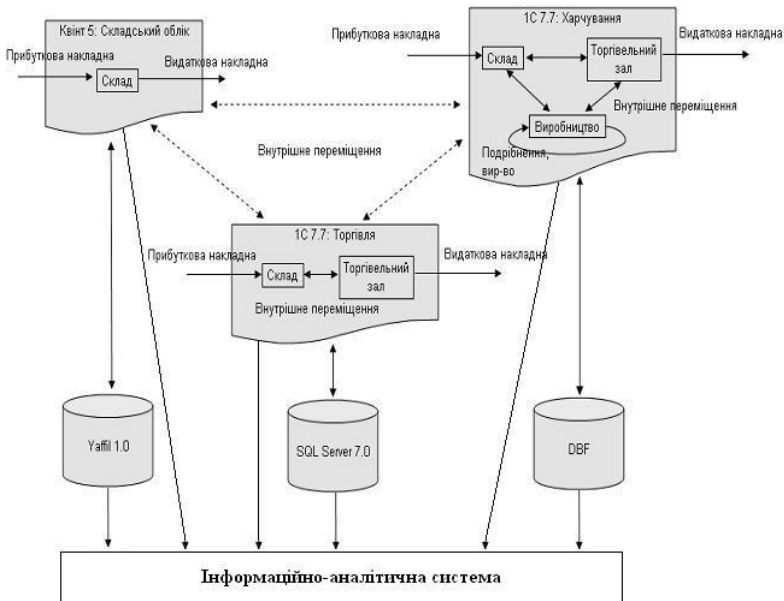


Рисунок 1 – Схема потоків даних документообігу в торговельній фірмі (супермаркету)

Аналіз методів інтелектуальної обробки інформації з товарообігу включає в себе:

1. Статистичні методи аналізу
  - 1.1 простий регресійний аналіз даних експерименту
  - 1.2 множинний регресійний аналіз даних експеримент
  - 1.3 дисперсійний однофакторний аналіз даних
  - 1.4 дисперсійний багатофакторний аналіз
  - 1.5 тренд-аналіз часових рядів
2. Методи інтелектуального аналізу
  - 2.1 класифікація та регресія
  - 2.2 пошук асоціативних правил
  - 2.3 кластерний аналіз

Методи Data Mining допомагають вирішити багато задач, з якими зіштовхується аналітик. З них основними є: класифікація, регресія, пошук асоціативних правил і кластеризація. Нижче приведений короткий опис основних задач аналізу даних.

- Задача класифікації зводиться до визначення класу об'єкта по його характеристиках. Необхідно відмітити, що у цій задачі множина класів, до яких може бути віднесений об'єкт, заздалегідь відома.
- Задача регресії, подібно до задачі класифікації, дозволяє визначити по

відомих характеристиках об'єкта значення деякого його параметра. На відміну від задачі класифікації значенням параметра є не кінцева безліч класів, а безліч дійсних чисел.

- При пошуку асоціативних правил метою є знаходження частих залежностей (або асоціацій) між об'єктами або подіями. Знайдені залежності представляються у вигляді правил і можуть бути використані як для кращого розуміння природи аналізованих даних, так і для передбачення появи подій.

- Задача кластеризації полягає в пошуку незалежних груп (кластерів) і їхніх характеристик у всій безлічі аналізованих даних. Рішення цієї задачі допомагає краще зрозуміти дані<sup>[2]</sup>.

Крім того, угруповання однорідних об'єктів дозволяє скоротити їхнє число, а отже, і полегшити аналіз.

Актуальність задач розробки інформаційно-аналітичної системи полягає у тому, що розробка такої інформаційно-аналітичної системи необхідна на робочому місці будь-якого менеджера, який повинен приймати рішення в режимі on-line, тому вона повинна виконувати наступні задачі:

- Можливість вводу в БД даних торговельного залу, складських приміщень та інших ланок торговельної фірми, які можуть бути в різних форматах;

- Можливість представлення в єдиній базі та вибору шляхом запитів необхідної інформації;

- Необхідність розробки блоку статистичного аналізу, який видасть менеджеру інформацію про слабі місця та прогноз попиту на обраний товар.

- Відсутність необхідності в спеціальних знаннях по базі даних, достатньо знань MS-Office та інструкцій по ПЗ.

В роботі проводиться аналіз засобів створення ІАС та програмна реалізація ІАС. Програмний комплекс складається з двох основних модулів: модуля аналітичної обробки даних та модуля користувацького інтерфейсу. Для реалізації модулів запропоновано обрати СУБД MS Access та мову програмування Delphi.

#### **Список літературних джерел**

1. Гаркавенко С.С., Маркетинг, Підручник. – Київ: Лібра, 2002.
2. Иванов Ю.Н Теория информационных объектов и система управления базами данных. – М.: Нация, 1998. – 232 с.
3. Лук'янова В.В., Комп'ютерний аналіз даних: Посібник.- К.: Видавничий центр "Академія", 2003.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СЕД ТА РОЗРОБКА АІУС ДОКУМЕНТООБІГУ ДЛЯ МІСЬВИКОНКОМУ МИКОЛАЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

**Стасюк І. В.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Питання про необхідність автоматизації управління документообігом давно перейшло в практичну площину, і все більше українських підприємств впроваджують у себе системи електронного документообігу (СЕД).

Електронний документообіг - високотехнологічний і прогресивний підхід до суттєвого підвищення ефективності роботи підприємств та органів державної влади і місцевого самоврядування. Гарантією успішної роботи завжди є ефективна діяльність

персоналу. Але для якісного обслуговування потреб громадян вчорашні методи обробки інформації вже не є найкращими. Сьогодні необхідно мати доступ до інформаційних ресурсів і скоротити часові витрати на розв'язання різноманітних задач[0].

Спільне використання систем електронного діловодства і сховищ інформації дозволяє систематизувати і поєднувати інформацію, що полегшує її аналіз і складання звітів. Для пошуку прихованих закономірностей у великих масивах даних можна приймати більш ефективні рішення і дії, що базується на відповідних технологіях діставання інформації з даних (data mining technologies). Усе це можливо тільки в системі, побудованій на основі цілком електронного документообігу. Інформаційні безпаперові технології створюють основу рішень, що забезпечують автоматизований і централізований обмін знаннями і дістають лише необхідну інформацію з усіх доступних джерел.

Саме тому ефективність управління підприємствами й організаціями не в останню чергу залежить від коректного рішення задач оперативного і якісного формування електронних документів, контролю їхнього виконання, а також продуманої організації їхнього збереження, пошуку і використання. Потреба в ефективному керуванні електронними документами і призвела до створення систем електронного документообігу (СЕД)[0].

Популярність ключової функціональності СЕД. Було опитано 239 фахівців, кожний із них оцінив важливість кожної функціональної можливості по 100 бальній шкалі. Потім результат було усереднено і округлено до цілих чисел на основі формули:

$$\beta_i = \sum u_i * i_{max}^{-1}$$

Отримані результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Оцінка важливості ключової функціональності

Функція	Середній бал по 100 бальній шкалі
Захист від збоїв	98
Генерація звітів	94
Збереження документів різних форматів	94
Реєстрація документів	93
Віддалений доступ	91
Ролеві сценарії	82
Внутрішня поштова служба	82
Завдання маршрутів	81
Повнотекстовий пошук	78
Сканування	73
Ролеві права доступу	73
Дизайнер форм документів	72
Контроль термінів доручень	71
Автоматичне повідомлення	64
Пошук по реквізітам	63
Редактор звітів	63
Розпізнання сканованого тексту	62
Підтримка електронного підпису	61
Інтегровані засоби попереднього огляду звіті	56

Стационарна клієнтська частина	56
Пошук по формі	42
Інтегровані засоби попереднього огляду документів	38
Підтримка багатьох платформ	38
Протокол обробки	34
Проведення e-mail розсилки	32
Підтримка потокового сканування	25

Технічна досконалість СЕД. На основі таблиці функціональності і рейтинг важливості функцій СЕД було розраховано рейтинг технічної досконалості СЕД. Отриманий дані було розраховано по наступній формулі:

$$\Psi_{\delta\{\max;\min\}} = \sum_i \beta_{i\delta} * \max\left\{\sum_j \beta_{j\delta}\right\}^{-1} * L; L = 100$$

В відповідності до застосованої методології розрахунку рейтингів усі бали, що були набрані різними СЕД було нормовано по 100 бальній шкалі. При цьому 100 балів отримала СЕД, що набрала найбільше балів (таблиця 2).

Таблиця 2 - Рейтинг технічної досконалості СЕД

Система	Мінімальна комплектація	Максимальна комплектація
Євфрат. Cognitive Technologies	100	100
Optima-Workflow, Оптіма	70	86
БОСС-Референт, Ай Ті	62	81
LANDOCS, Ланіт	62	79
ДЕЛО, ЭОС	63	76
OfficeMedia, Інтертраст	61	73
1С:Архів, 1С	59	73
ЕСКАДО, Інтерпроком ЛАН	57	69
Золушка, НТЦ ІРМ	59	65
PayDox, Інтерфейс	63	63
ГранДок, Граніт Центр	60	60
Ефект-офіс, Гарант Інтернешнл	47	52

Було досліджено 10 СЕД, що сьогодні найбільш широко використовуються в Україні. Було досліджено такі риси СЕД як: сховище документів, діловодство і автоматизація ділових процесів, адміністрування і безпека та інші особливості. Узагальнені результати дослідження наведені в Таблиці 3.

Розроблена СЕД «ASKOT», робочі місця якої працюють в локальній (LAN) та корпоративній (Intranet) мережі, охоплюючи як діловодний, так і управлінський контур організаційної структури установи/підприємства, втілюючи при цьому специфіку Desktop-орієнтованих застосувань.

«ASKOT» реалізує функції системи електронного документообігу та функції системи електронного документоведення (зокрема електронне діловодство), забезпечуючи при цьому створення єдиного інформаційно-комунікаційного простору і загального структурованого сховища документів.

«ASKOT» дозволяє автоматизувати ділові процеси організації і відповідну ділову логіку щодо створення та обліку проектів документів, реєстрації та опрацювання вхідної, вихідної і внутрішньої службової кореспонденції, організаційно-розпорядчих документів і нормативно-правових актів, звернень громадян, запитів на інформацію,

заявок, договорів та інших комерційних документів, прийняття рішень і формування резолюцій, доручень, завдань, використання запитів на узгодження/візування, забезпечуючи при цьому контроль виконавчої дисципліни, скорочення термінів проходження документів та покращення ефективності роботи персоналу.

Таблиця 3 - Результати дослідження СЕД в Україні

Функції	Documentum 4i	Ultimus Work flow	Docs pen Work Exp edition ОПТИМ А	BOCC	LanDocs	Дело Постекр илгум	Megapolis			
Організація сховища	10	0	8	0	4	6	6	8	8	7
Введення у сховище	10	1	2	0	9	9	8	7	5	6
Організація пошуку	10	0	10	7	8	5	8	5	7	8
Діловодство										
Створення документів	8	0	6	0	5	8	8	8	8	7
Реєстрація	5	0	5	0	8	8	8	8	7	6
Накладання резолюцій	0	0	0	0	8	8	8	8	9	7
Колективна робота	0	0	9	7	7	8	7	2	8	8
Опис ділових процесів	8	9	7	7	10	4	0	0	7	7
Виконання процесів	8	7	8	8	10	2	0	0	7	7
Пароль	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Підтримка станів	5	0	0	0	0	4	5	3	4	4
Сумісність із ODMA	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Рівень готовності	5	8	8	8	7	8	8	10	8	8
Технологія діловодства	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5

В рамках системи документообігу, «ASKOT» дозволяє автоматизувати процеси обміну та маршрутизації проходження документів, формуючи при цьому гнучке/масштабоване комунікаційне середовище і дозволяючи швидко і прозоро організувати електронний документообіг будь-якої установи чи підприємства як в умовах зосередженої чи територіально-розподіленої оргструктури.

### Висновок

Був проведений експеримент по тестуванню ефективності існуючих СЕД в Україні за критеріями. Результати тестування показали низьку ефективність дешевих СЕД порівняно з більш дорогими аналогами. Більш низька ефективність пояснюється в

першу чергу тим, що було менше фінансування проекту або невелика кількість персоналу, або недосвідченість персоналу який розробляв СЕД. Запропонована АІУС документообігу, яка полягає у використанні СЕД «ASKOT». Яка дозволила підвищити продуктивність роботи підприємства у разі обробці документів та спостереження за переходом стану документів. Досліджувана в даній роботі СЕД призначена для підприємства зі складною структурою, але за рахунок своєї універсальності, надійності, функціональності може знайти застосування в інших підприємствах.

#### **Список літературних джерел**

1. Омельченко, Т. Нормативно-правова база електронного документообігу [Електронний ресурс] / Т. Омельченко, Н. Джанджгава. – Режим доступу: [www.nbu.gov.ua/ejournals/ITZN/em4/content/07otgcde.htm](http://www.nbu.gov.ua/ejournals/ITZN/em4/content/07otgcde.htm). - Заголовок з екрану.

2. Охріменко, Г. Основні принципи та проблеми впровадження електронного документообігу в організації [Текст] / Г. Охріменко // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Культура і соціальні комунікації». – Острог, 2009. – Вип. 1. – С. 300-307.

## **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДОМЕННОЙ ШИХТЫ**

**Тогобицкая Д. Н., Белькова А. И., Лихачев Ю. М., Ходотова Н. Е.**

Институт черной металлургии Национальной академии наук Украины, Днепр, Украина

Задачей оптимизации доменной шихты в технологической постановке является определение такого оптимального состава загружаемой подачи по заданным ее компонентам (расходу и химическому составу), который обеспечит выплавку чугуна требуемого состава при минимальном расходе кокса и (или) максимальной производительности печи (выход чугуна). При этом следует удовлетворить все требования, которые накладываются на материалы шихты и продукты плавки.

В Институте черной металлургии НАНУ для решения таких задач используется системный подход к описанию процессов формирования расплавов на базе прогнозирования состава и свойств конечных продуктов плавки в зависимости от интегральных показателей шихты и технологии [1].

Математическая постановка задачи нахождения оптимального состава шихты при заданных характеристиках продуктов плавки и технологии формулируется как нахождение вектора расходов шихтовых материалов  $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ , который дает минимум функции:  $z(X) = z(x_1, x_2, \dots, x_m)$  при заданных ограничениях как на входные, так и на выходные параметры задачи (характеристики процесса плавки: качество чугуна, вес и т.д.). В качестве целевой функции  $z(X)$  могут выступать расход кокса, производительность печи и др.

Данная задача принадлежит к классу задач многомерной условной оптимизации. Кроме того, выходные параметры рассчитываются с помощью определенного алгоритма по входным параметрам [1]. Алгоритмическое задание целевых функций существенно увеличивает трудоемкость их вычислений и вынуждает использовать метод оптимизации, который не использует больше никаких сведений о функциях,

кроме их значений. Ограничения накладываются как на входные, так и на результирующие параметры задачи и могут быть в виде неравенств и равенств, что обусловлено взаимозависимостью некоторых входных данных.

Ни один из существующих методов многомерной условной нелинейной оптимизации не является универсальным. В каждом конкретном случае необходимо приспособлять применяемый метод к особенностям решаемой задачи. Применение методов, основанных на подборе дополнительных функций (штрафные, барьерные функции), связано с трудностью подбора функции для алгоритмически задаваемых значений. В таких случаях рационально использовать алгоритмы, учитывающие штрафные и барьерные санкции.

Если все ограничения задачи заданы в виде неравенств, то для поиска условного минимума могут применяться модификации некоторых методов безусловной оптимизации. Так, в методах случайного поиска модификация заключается в изменении условия успешности шага или направления. Шаг считается успешным, если он приводит в точку, в которой улучшается значение целевой функции и выполняются все ограничения.

Для применения прямых методов решения задач нелинейного программирования требуется знание некоторой допустимой начальной точки рассматриваемой области. Произвольно выбранная начальная точка в общем случае может удовлетворять только части ограничений. Наиболее приемлемым подходом является использование метода деформируемого многогранника [2] с учетом условия успешности выбора шага или направления.

Комплексный метод Бокса [3] является модификацией симплексного метода Нелдера - Мида, однако позволяет учитывать ограничения. Решаемая задача состоит в минимизации функции  $z(X) = z(x_1, x_2, \dots, x_m)$ , где  $X$  определяется явными ограничениями  $a_i \leq x_i \leq b_i$  при  $i = \overline{1, n}$ , а также неявными ограничениями  $g_j(x) \leq l_j$  при  $j = \overline{1, m}$ . Если целевая функция  $z(X)$  выпукла и функции  $g_j(x)$  тоже выпуклы, то задача будет иметь единственное решение. В случае неопределенности получения оптимального решения выполняется поиск Парето оптимальных решений [4].

На основе указанных методов деформируемого многогранника для сформулированной задачи оптимизации состава шихты был разработан алгоритм с учетом заданных приоритетов целевых функций и взаимосвязи входных параметров для нахождения оптимальных значений в заданной области ограничений.

Для оптимизируемых критериев ранжируется их приоритет и производится процедура поэтапной оптимизации каждого критерия по компоненту, оказывающему наибольшее влияние.

В алгоритме используется прием оптимизации по высшему приоритету, затем по всем остальным. В случае независимости материалов на критерии, оптимизация выполняется одновременно по всем материалам. Если некоторые материалы влияют на несколько свойств, то на каждом шаге осуществляется корректировка для свойств с более высоким приоритетом.

Порядок определения приоритетов влияет на результирующее решение. Так, при

определении приоритетов {0,1,2}, соответствующих критериям оптимизации: «вес чугуна», «сера» и «основность» для выбранных компонент шихты: агломерата, окатышей и извести, для указанных диапазонов по этим компонентам оптимальность по чугуну достигнута, а по основности и сере – нет (рис 1). Изменение порядка приоритетов на {0,2,1} приводит к другому результату оптимизации. В первом случае найденные веса компонент (в тоннах): агломерата, окатышей и известняка равны соответственно: {92,68; 20; 2,46}. Во втором случае: {95,33; 18,26; 2,3}.

	Материал	Нижн. предел	Верхн. предел	Исход. значение	Функция	Левый предел	Правый предел	Начал. Знач-е	Результат	Приоритет	Результат	Приоритет
	Кокс	22	32	27	Δe			-2.349	-2.28		-2.276	
√	Агломерат	74	112	93	ρ			0.71	0.713		0.713	
√	Окатыши	14	20	17	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /MgO	1.43		1.35	1.331		1.334	
	Антрацит	3	5	4.3	√ CaO/SiO <sub>2</sub>	1.2		1.12	1.19	1	1.2	2
√	Известняк	0	3	0.45	√ [S]	0.025		0.034	0.027	2	0.026	1
	Скрап	1.6	2.4	2	[Si]	0.93		0.89	0.9		0.9	
	Шлак обж.	4	6	5	√ Вес чугуна	69		67.2	68.9	0	69.2	0

Рисунок 1 – Варианты решения оптимизации состава доменной шихты

Оптимизация осуществляется первоначальным шагом изменения материала. Шаг вычисляется на основе диапазона изменения материала и расположения исходной точки по отношению к требуемому значению целевой функции. Так, если значение функции для исходной точки лежит выше прогнозного значения, шаг выбирается положительным, в противном случае – отрицательным (неявная штрафная функция для алгоритмически заданных значений). При достижении граничного значения прогнозируемого критерия шаг приращения материала изменяется на противоположный. Также для достижения оптимальных значений в алгоритме используются значения градиентов влияния компонент шихты на функции (рис 3).

Кроме заданного порядка приоритетов на целевые функции искомое решение зависит от заданного диапазона ограничений на входные параметры. Так, например, учитывая то, что увеличение окатышей при одинаковой извести увеличивает содержание серы, можно в исходной постановке задачи (рис. 1) уменьшить верхний диапазон агломерата до 100, а окатышей до 18, в результате чего будет достигнуто искомое содержание серы (рис.3).

Таким образом, используя сочетание компонент шихты, их взаимосвязь и их влияние на заданные функции с помощью разработанного алгоритма находится приемлемое (по Парето) оптимальное компромиссное решение в заданной области ограничений.



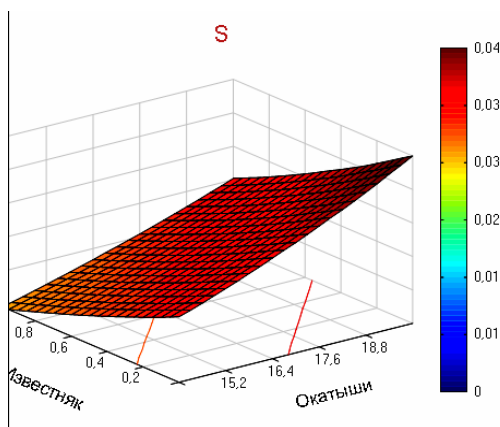


Рисунок 2 – Влияние расходов компонент шихты на содержание серы в чугуне

	Материал	Нижний предел	Верхний предел	Исходный	Функция	Левый предел	Правый предел	Результат	Первоначальный	Приорите
<input type="checkbox"/>	Кокс	22	32	27	<input type="checkbox"/> De			2,266	2,349	
<input checked="" type="checkbox"/>	Агломерат	74	100	93	<input checked="" type="checkbox"/> Ro			0,714	0,707	
<input checked="" type="checkbox"/>	Окатыши	14	18	17	<input type="checkbox"/> Al2O3·MgO	1,429		1,33513	1,351	
<input type="checkbox"/>	Антрацит	3	5	4,3	<input checked="" type="checkbox"/> CaO·SiO2	1,2		1,21301	1,117	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Известняк	0	3	0,45	<input type="checkbox"/> (CaO·Mg...	1,244		1,35787	1,261	
<input checked="" type="checkbox"/>	Скрап	1,6	2,4	2	<input checked="" type="checkbox"/> S	0,025		0,02519	0,034	1
<input type="checkbox"/>	Шлак об. С...	4	6	5	<input type="checkbox"/> Si	0,93		0,91412	0,892	
<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/> Вес чугуна	69		68,97666	67,042	0

Рисунок 3 – Вариант решения оптимизационной задачи при изменении диапазона ограничений на входные параметры

В перспективе развитие алгоритма связано с учетом группового влияния компонентов шихты на целевые функции оптимизации, а также автоматизация процедуры уточнения диапазонов для получения оптимального решения по всем критериям.

#### Список литературных источников

1. 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.* – Днепропетровск. – 2016. – № 3. – С. 11-18
2. Лотов А.В. Многокритериальные задачи принятия решений / А.В. Лотов, И.И. Поспелова // М.: Макс Пресс, 2008. – 130 с.
3. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс./ Б. Банди // М.: Радио и связь, 1988. - 128 с
4. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин // М.: Наука, 1982. – 78с.

# АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ

Ус С. А.<sup>1</sup>, Станина О. Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепр, Украина

<sup>2</sup> ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», Днепр, Украина

Рассматривается задача оптимального разбиения множеств с дополнительными связями при фиксированных центрах и отсутствии ограничений на мощности предприятий первого этапа, содержательная постановка, которой представлена в [1]. Сформулируем математическую постановку такой задачи.

Задача 1. Требуется найти такое разбиение множества  $\Omega$  на  $N$  измеримых по Лебегу подмножеств  $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_N$  (среди которых могут быть и пустые) и такие объемы перевозок  $v_{11}, \dots, v_{NM}$ , которые обеспечивают минимум функционала:

$$F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}; \{v_{11}, \dots, v_{NM}\}) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} c_i^I(x, \tau_i^I) \rho(x) dx + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II}) v_{ij}, \quad (1)$$

при ограничениях

$$\int_{\Omega_i} \rho(x) dx = \sum_{j=1}^M v_{ij}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N v_{ij} = b_j^{II}, \quad j = \overline{1, M}, \quad (3)$$

$$\Omega \in \sum_{\Omega}^N, \quad v_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, 2, \dots, N}, \quad j = \overline{1, 2, \dots, M}. \quad (4)$$

Здесь ограничения (2) выражают баланс между возможностями предприятий I-го и II-го этапов, ограничение (3) задает мощность для каждого из предприятия II-го этапа.

Функции  $c_i^I(x, \tau_i^I)$ ,  $i = \overline{1, N}$  – действительные, ограниченные, измеримые по аргументу  $x$  на  $\Omega$ ;  $\rho(x)$  – действительная, интегрируемая, определенная на  $\Omega$  функция;  $\tau_i^I$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $\tau_j^{II}$ ,  $j = \overline{1, M}$  – заданные точки области  $\Omega$ ;  $c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II})$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M}$  – заданные неотрицательные числа;  $b_j^{II}$ ,  $j = \overline{1, M}$  – заданные действительные неотрицательные числа, удовлетворяющие условию разрешимости задачи:

$$\sum_{j=1}^M b_j^{II} = \int_{\Omega} \rho(x) dx. \quad (5)$$

Интегралы понимаются в смысле Лебега.

Для решения поставленной задачи предложен итерационный алгоритм, составной частью которого является метод. Опишем предложенный алгоритм.

Алгоритм решения задачи 1.

Область  $\Omega$  заключаем в параллелепипед  $\Pi$ , стороны которого параллельны осям декартовой системы координат. Полагаем  $\rho(x) = 0$  для точек  $x \in \Pi \setminus \Omega$ . Параллелепипед  $\Pi$  покрываем прямоугольной сеткой и задаем начальное значение

$\lambda_i^0(x)$ ,  $i = \overline{1, N}$  узлах сетки.

Шаг 0.

1. Рассчитываем значения  $b_i^{I(0)}$ ,  $i = \overline{1, N}$  по формуле:

$$b_i^{I(0)} = \int_{\Omega} \rho(x) \lambda_i^0(x) dx. \quad (6)$$

2. Определяем начальные значения  $v_{ij}^{(0)}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M}$  и значения потенциалов  $\psi_i^{(0)}$ ,  $i = \overline{1, N}$  и  $\eta_j^{(0)}$ ,  $j = \overline{1, M}$ , решая транспортную задачу такого вида:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^{II} (\tau_i^I, \tau_j^{II}) v_{ij}^{(0)} \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^N v_{ij}^{(0)} = b_j^{II}, \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^M v_{ij}^{(0)} = b_i^{I(0)}, \quad v_{ij}^{(0)} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (9)$$

Пусть в результате  $k$  шагов алгоритма  $k = 1, 2, \dots$  получены значения потенциалов  $\psi_i^{(k)}$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

4. Вычисляем значение целевого функционала по формуле (1) при  $\lambda_i(x) = \lambda_i^{(k+1)}(x)$ ,  $i = \overline{1, N}$   $v_{ij} = v_{ij}^{(k+1)}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, M}$ .

5. Если хотя бы одно из условий:

$$|F_k - F_{k-1}| \leq \varepsilon \quad \text{или} \quad |\lambda_k - \lambda_{k-1}| \leq \varepsilon \quad \text{при} \quad \varepsilon > 0, \quad (10)$$

выполняется, то переходим к п. 6, если ни одно из них не выполнено, то к  $(k+2)$ -му шагу алгоритма.

6. Вычисляем оптимальное значение целевого функционала по формуле (1) при  $\lambda_i(x) = \lambda_i^*(x)$ ,  $i = \overline{1, N}$   $v_{ij} = v_{ij}^*$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

Алгоритм описан.

### Список литературных источников

1. Ус С.А. О математических моделях многоэтапных задач размещения предприятий / Ус С.А., Станина О.Д // Питання прикладної математики і математичного моделювання: зб.наук.пр. – Д.: Вид-во «Ліра», 2014, с.258-268

# ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОНЕЧІТКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ РУДИ В КУЛЬОВОМУ МЛИНІ

Фортунa Є. О., Тиханський М. П.

ДВНЗ «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, Україна

Кульові барабанні млини знайшли широке застосування на збагачувальних фабриках залізних руд гірничо-збагачувальних комбінатів. Значною мірою завдяки корисним властивостям нейронних мереж, які є спільними для різних типів нелінійних динамічних об'єктів, вирішуються завдання ідентифікації, аналізу, синтезу та апаратної реалізації складних систем керування технологічним процесом в умовах нестационарності, неповноти та нечіткої інформації.

Переважає більшість розглянутих існуючих промислових систем автоматизованого керування реалізована на основі пропорційних, інтегруючих, диференціальних регуляторів або їх комбінацій (П, ПІ, ПІД- регулятори). Однак, ПІД-системи не завжди можуть забезпечувати необхідну якість керування, особливо в умовах складних технологічних процесів із властивостями нелінійності, нестационарності, запізненням в часі, випадкових збурень, наявності нечіткої та неповної інформації. Саме до таких технологічних процесів належать більшість стадій збагачення корисних копалин.

Можливе використання нейронечітких систем для оптимізації процесу подрібнення руди в кульовому млині в порівнянні з традиційними автоматизованими системами управління на базі регуляторів більш ефективно за параметром собівартості продукції і економічно доцільне [1].

Технологічний комплекс подрібнення є важливою частиною процесу збагачення з дорогою інвестиційною вартістю і високими експлуатаційними витратами. Від ефективності роботи подрібнення залежать ефективність і рентабельність усього процесу збагачення.

Подрібнення є одним з найскладніших процесів з точки зору регулювання. Воно вкрай нелінійне. Параметрів регулювання дуже багато і вони тісно пов'язані один з одним. Контур подрібнення чутливий до багатьох перешкод і компенсація їх впливу вимагає потужного регулювання. Звичайні контури регулювання можуть добре працювати в деяких випадках, але вони не враховують порушення режиму і можуть повністю зіпсувати весь процес. Тому регулювання процесу подрібнення вимагає не тільки безперервного регулювання, а й логічного управління, яке при необхідності може змінювати стратегію регулювання.

Розвиток розділу систем штучного інтелекту - штучних нейроподібних мереж - дає підставу припустити, що такі системи управління можуть бути розроблені і ефективні саме на штучних нейроподібних мережах, оскільки нейромережі орієнтовані на обробку великих масивів інформації, в тому числі і слабоструктурованої, здатні до навчання та адаптації [2].

Наразі для автоматизованого керування процесами дроблення і здрибнювання використовують системи керування з адаптацією параметрів або статичної оптимізації, які в умовах варіації якості руди і змінних динамічних режимів роботи устаткування мають недостатню якість керування.

У роботі [3] вказано, що оптимальну продуктивність кульового млина, з якою забезпечується максимальний вихід готового продукту, можна отримати лише при

певному завантаженні технологічного агрегату та певному співвідношенні руда/вода в ньому.

Необхідна інтенсифікація процесу подрібнення може бути досягнута лише на основі глибоких знань, як принципу дії і конструкції відповідного обладнання, так і особливостей його експлуатації.

Розглянемо технологічну схему першої стадії збагачення, що включає млин, класифікатор і магнітний сепаратор (рис. 1).

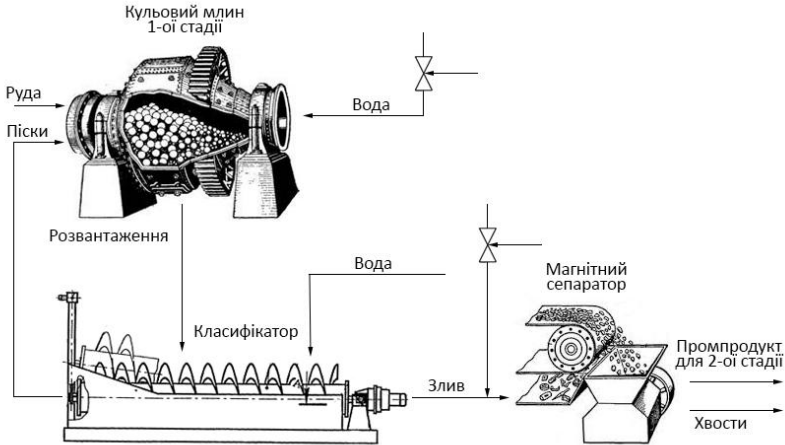


Рисунок 1 – Технологічна схема першої стадії збагачення

Вхідною інформацією в системі є: продуктивність млина по руді, вихідна крупність руди в живленні млина, різновиди руди. Регульовані величини: вміст твердого в розвантаженні млина і щільність зливу класифікатора. Регулювання здійснюється шляхом зміни витрати води в млин або слив класифікатора за рахунок зміни співвідношення «руда-вода» або «тверде: рідке» ( $T: P$ ) у відповідних агрегатах.

Технологічний комплекс подрібнення є важливою частиною процесу збагачення з дорогою інвестиційною вартістю і високими експлуатаційними витратами. Від ефективності роботи подрібнення залежать ефективність і рентабельність усього процесу збагачення.

Система автоматизації першої стадії збагачення з оптимізацією процесу подрібнення руди в кульовому млині на базі нейронечітких систем керування є підсистемою автоматизованого управління технологічним процесом збагачення.

Розглянемо кульовий млин як об'єкт управління.

Млин призначений для зменшення крупності руди, що надходить.

Вхідними керуючими впливами в загальному випадку прийнято вважати:

- кількість руди, що подається в млин,  $Q_p$ ;
- кількість води, яка подається в млин,  $Q_{м.в}$ ;
- частоту обертання барабана млина,  $n$ , об/хв;
- кульове навантаження  $q_k$ .

Структурна схема млина як керованого об'єкта наведена на рисунку 2.

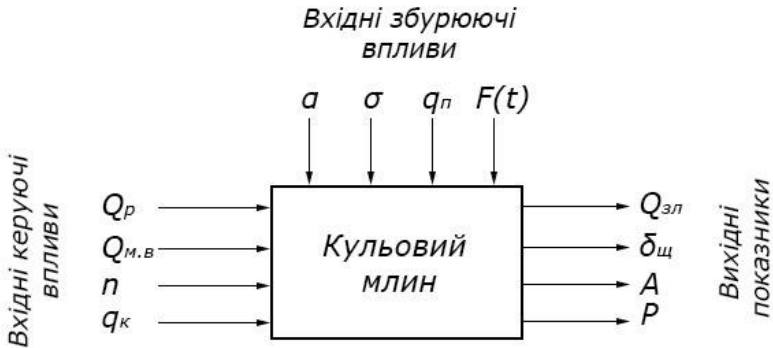


Рисунок 2 – Схема млина як об'єкта управління

До вхідних збурюючих впливів відносять:

- зміст контрольного класу крупності в вихідній руді  $\alpha, \%$ ;
- коливання фізико-механічних властивостей руди, що надходить на подрібнення,  $\sigma$ ;
- кількість пісків  $q_{к.п}$  (якщо млин працює в замкнутому циклі з класифікатором).

До перешкод відносять: зношення подрібнювального середовища, зношення футеровки млинів, старіння обладнання в цілому -  $F(t)$ .

Вихідними показниками, що характеризують роботу млина, є:

- об'ємна витрата пульпи на злив млина,  $Q_{зл}, \text{м}^3/\text{год}$ ;
- щільність зливу млина  $\delta_{щ}, \text{кг/л}$ ;
- акустичний сигнал, що видається працюючим млином  $A$  (як правило, частота в Гц або амплітуда в Дб);
- потужність, споживана двигуном приводу млина,  $P, \text{кВт}$ .

Частоту обертання барабана млина, як правило, не змінюють в процесі роботи. Її визначають при налагодженні технологічного комплексу на оптимальному рівні для контрольного типу руди і в подальшому не змінюють.

Найчастіше в якості основних каналів управління млином розглядають канали:

- кількість руди в млин - щільність зливу млина;
- кількість руди в млин - акустичний сигнал, що видається млином;
- кількість руди в млин - кількість готового класу в злив млина.

Вода в млин подається в залежності від того, скільки руди надходить в неї.

Витрата води - це так званий ведений параметр, ведучий - витрата руди в млин.

Теоретичні дослідження, комп'ютерне моделювання та промислові випробування довели потенціальні можливості застосування інтелектуальних підходів щодо ідентифікації, керування та оптимізації технологічних процесів збагачення. У першу чергу це стосується сучасних напрямів розвитку штучного інтелекту: нейрокерування, нечіткої логіки, класифікаційного керування та еволюційної оптимізації.

Огляд робіт попередників дозволив систематизувати та представити основний технологічний апарат, як об'єкт керування, що дало можливість чітко визначити напрям роботи в створенні майбутньої нейрончїткої системи при автоматизації процесу збагачення.

### Список літературних джерел

1. Марюта А.Н. Автоматическая оптимизация процесса обогащения руд на магнитообогатительных фабриках.- М.: Недра. - 1975.- 231 с.
2. Зарубин М. Ю. Нейронные сети в системах управления процессами измельчения и обогащения руд черных металлов [Текст] // Современные тенденции технических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). — Казань: Бук. - 2014. — С. 33-40.
3. Бонч-Бруевич А. М. Бесконтактные элементы самонастраивающихся систем /А. М. Бонч-Бруевич, В. Л. Быков, П. И. Чинаев. — М. : Машиностроение, 1967. — 292 с.

## МЕТОД ФРАНКА-ВУЛФА ДЛЯ РЕШЕНИЯ КВАДРАТИЧНОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Чернецкий Н. А., Косолап А. И.

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

Квадратичная задача о назначениях является одной из наиболее важных и сложных в комбинаторной оптимизации [ 1 ]. Она возникает при решении многих прикладных задач. Она применяется при решении задач размещения, загрузки многопроцессорных систем, трассировки печатных плат, во многих задачах конструкторско-топологического проектирования.

Для решения квадратичной задачи о назначениях используются методы ветвей и границ, генетические, эволюционные и другие методы, использующие случайный поиск. Значительных успехов в решении данной задачи этими методами не получено. В методах ветвей и границ строится дерево решений, число ветвлений которого быстро растет. Это позволяет на современных компьютерах решать такую задачу только малой размерности. Методы случайного поиска не гарантируют получения точного решения и часто решения, полученные этими методами далеки от оптимальных. Все это способствует поиску новых методов для решения квадратичной задачи о назначениях.

Рассмотрим квадратичную задачу в следующей постановке. Имеется  $m$  пунктов, в которых необходимо разместить (поставить в соответствие)  $n$  объектов. Каждому пункту соответствует только один объект. Известны расстояния  $d_{ij}$  между  $i$ -м и  $j$ -м пунктами, а также показатели, характеризующие взаимосвязи между  $s$ -м и  $k$ -м объектами. Это может быть стоимость передачи данных или количество коммуникаций и т.п. Необходимо определить такое назначение, чтобы минимизировать соответствующие затраты. Математическая модель этой задачи будет иметь следующий вид:

$$\min \left\{ \sum_{s=1}^{n-1} \sum_{k=s+1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{sk} d_{ij} x_{si} x_{kj} \right\}$$

при ограничениях

$$\sum_{k=1}^m x_{sk} = 1, s = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{s=1}^n x_{sk} = 1, k = 1, \dots, m,$$

где

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й компонент назначается на } j\text{-ю позицию} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Часто рассматривается симметричный вид квадратичной задачи о назначениях

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^m \sum_{k=1}^m a_{ijsk} x_{ij} x_{sk} \right\} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, k = 1, \dots, n,$$

где все  $x_{ij}$  – булевы переменные. Сложность решения задачи (1)-(2) заключается не только в булевых переменных, а и в том, что квадратичная целевая функция является невыпуклой. В задаче (1)-(2) необходимо заполнить квадратную матрицу нолями и единицами, причем в каждой строке и в каждом столбце должно быть только по одной единице. Эта матрица должна минимизировать целевую функцию.

В учебной литературе хорошо известна классическая задача о назначении, которая отличается от задачи (1)-(2) только линейной целевой функцией

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3)$$

Для решения задачи (2)-(3) разработан простой и эффективный венгерский алгоритм. С другой стороны, для решения квадратичных задач

$$\min \{ x^T Q x + q^T x \mid Ax = b, x \geq 0 \}$$

эффективным является метод Франка-Вулфа. В этом методе на  $k$ -й итерации решается линеаризованная к (1) задача

$$\min \{ (2Qx^k + q)^T x \mid Ax = b, x \geq 0 \}, \quad (4)$$

которая является задачей линейного программирования и легко решается. Метод Франка-Вулфа можно использовать и для решения квадратичной задачи о назначениях. В этом случае, соответствующая вспомогательная задача (4) будет совпадать с задачей (2)-(3), которая легко решается. Для приведения квадратичной целевой функции к выпуклой использовалась квадратичная регуляризация [2]. В настоящее время



проводятся сравнительные численные эксперименты, первые результаты показывают, что рассмотренный метод является численно эффективным.

#### Список литературных источников

1. Commander, C.W. A Survey of the Quadratic Assignment Problem, with Applications / C.W. Commander. – The University of Florida, 2003.– 18 p.
2. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
- 3.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГРАФОВ. МЕТОДЫ СВЯЗЫВАНИЯ РЕБЕР

**Чехович Т. Е., Стовпченко И. В.**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Графы – это простая, элегантная абстракция, применяемая во многих областях науки и техники, а также в обычной жизни. Графы позволяют имитировать произвольные задачи, представимые в виде набора разных объектов и связей между ними. За последние время популярность графов значительно возросла. Объясняется это их универсализмом и независимостью от предметной области, что позволяет обрабатывать и анализировать системы задачи разных типов сложности. К примеру, можно привести современную навигацию, задачи могут быть разной степени сложности. Но найти оптимальный маршрут с учетом разных условий (пробки, ремонт дорог, светофоры) не всегда под силу навигации, хотя компания Google, очень успешно внедрила оптимальные поиски маршрутов. Давайте рассмотрим несколько алгоритмов связывание вершин в графе.

Поскольку существует не малое количество видов графов, для их отображения используются разные способы, рассмотрим некоторые из них:

1. Произвольное:

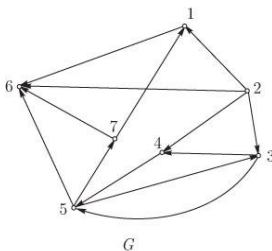


Рисунок 1 – Граф, изображенный произвольным способом

Данный метод очень прост, и весьма эффективен, в случае если мы имеем несколько вершин. Но если речь пойдет о большом количестве вершин, как показывает практика, в вершинах может быть тысячи, и в таком случае человеку будет практически невозможно отследить связь между вершинами

2. Полигональное для отображения связей между вершинами используются ломаные:

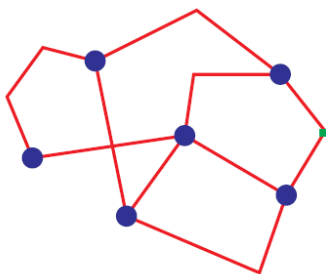


Рисунок 2 – Граф, изображенный полигональным способом

Данный метод отлично подходит для связи вершин, так как мы можем использовать кривые, а это очень хорошо упростить связи, так как определенные подобные вершины мы можем связывать определенной закономерностью, а это очень хорошо упростит визуальное восприятие графа.

3. Ортогональное – для отображения связей между вершинами используются - ломаные, состоящие из вертикальных и горизонтальных отрезков:

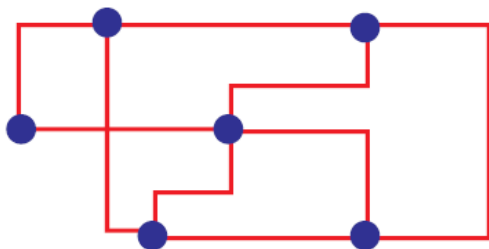


Рисунок 3 – Граф, изображенный ортогональным способом

Данный метод мы привыкли очень часто видеть, когда смотрим на электросхемы. Весьма эффективно в случаи если вершин не исчисляться огромным количеством, так как тогда граф будет очень, и очень объемным и связи будут просто не восприниматься.

В работе тема оптимального выбора связывания ребер будет развиваться дальше. На примере задачи построения большого графа, мы приведем примеры оптимального выбора связи вершин.

#### Список литературных источников

1. Goble, G., The History of Social Networking, DigitalTrends, 2012, URL: <http://www.digitaltrends.com/features/>(retrieved date January 12, 2014)
2. Sherman M., Implicit vs. explicit social graphs, Matt Sherman's blog of web, 2011, URL: <http://clipperhouse.com/2011/06/19/implicit-vs-explicit-social-graphs/> (retrieved date February 3, 2014)

## **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**

# **DESIGN AND SAFETY OF WIRELESS LOCAL COMPUTER NETWORKS**

## **Huseynov N.E., Hashimov R.H.**

Baku, Azerbaijan

In the provided article wireless local area networks were probed. In case of design and maintenance of wireless networks it is necessary to pay much attention to information security. There is a lot of technical issues of networks. This article is devoted to the analysis of methods of safe information transfer on the local and corporate area networks. It is offered to carry out scanning of a radio-frequency range of several points for detection of cryptography techniques. The analysis showed what corporate networks with encoding of WPA2 Enterprise is the most reliable today, is often used EAP authentication types. Protocols of protection of wireless networks of EAP-TLS/TTLS are included into the standard 802.1x and use for a data interchange between the client and RADIUS infrastructure of public keys. The combination of these keys provides reliable protection of wireless local area networks. Digital certificates need to be done for each Wi-Fi of the device. It is the long process therefore certificates are usually used only on the Wi-Fi-networks requiring the maximum protection. At the same time it is possible to withdraw easily the certificate and to disable the client.

In case of design of Wi-Fi-networks the principles of safety are often broken, the same mistakes are made.

Researches showed that it is necessary to restrict a possibility of connection of third-party devices to a local computer network, for example, using authentication according to the protocol 802.1x. The protocol is built in operating systems and special software packages. Operation mode 802.1x. the most widespread and reliable. Here the authenticator resolves or forbids access to a network. Use of the RADIUS server protects from interception of packets.

**Keywords:** wireless networks; encoding; local area networks; protocol; authentication;

# **INTERACTIVE ELEVATION MAP VISUALIZATION WITH SELECTIVE 3D RENDERING ON THE WEB**

**Sierikov I. Y., Sierikova K. Y., Hnatushenko V. V.**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Terrain information is one of the most fundamental geographical information, as it is often presented as the base for the display of other information, such as urban buildings, streets, population density, distributions of specific plants and so on. 3D terrain visualization has become an important issue in recent years. This is due to the emergence of new geobrowsers such as Google Earth, widely popular among users [1]. However, the 3D visualization of terrain on the web remains a disaster for low bandwidth network users because of the large amount of data it involves [2]. In this paper, we proposed a tile-based elevation map visualization method featuring selective terrain rendering in 3D. A web service and a demonstration web application have been designed and implemented.

The process of rendering a map generally means taking raw geospatial data and making a visual map from it. OpenLayers library has long been the standard choice for embedding a browsable OpenStreetMap view into a webpage. It's a mature and comprehensive library, we used it as a base for the web application, as it implements a slippy map standard (a tiled web map) [3].

As a digital elevation model (DEM) we used Terrain Tiles - a global coverage dataset with a spatial resolution of approximately 5 meters [4]. GeoTIFF format tiles are raw elevation data suitable for analytical use and are cloud optimized to reduce transfer costs, in Web Mercator projection. To visualize the elevation map we applied a color map to raster data. In the API we gave users the ability to choose between different palettes to highlight their features of special interest. An example of rendering Terrain Tiles applying the default palette is shown in figure 1.

Wide accessibility of remote sensing imagery stored in cloud optimized GeoTIFF format makes it ideal for usage in web mapping and GIS applications. For example, Amazon provides a vast amount of geospatial and environmental datasets optimized for processing on the cloud [5]. We made our web application support on-the-fly rendering of Landsat 8 and Sentinel-2 images. Search algorithms were implemented to build an index of available scenes based on geographic extent of the viewport. User can select a satellite image from a list of available images and it will be displayed on the map. An example of rendering Sentinel-2 scene is shown in figure 2.

To convert raw satellite data into 8 bit RGB tiles ready to go with OpenLayers, a special processing module was developed. Basic operations required to visualize remote sensing image as a layer on the map include data download, reprojection, clipping to tile's bounds and contrast enhancement (or colorizing according to a color palette).

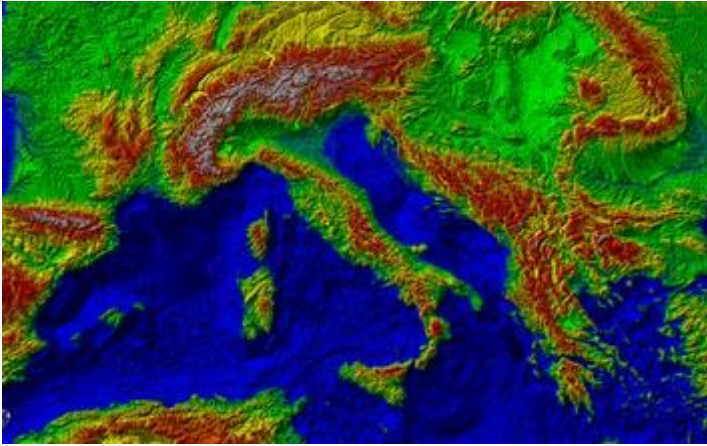


Figure 1 – An example of rendering Terrain Tiles, Mediterranean Region



Figure 2 – An example of rendering Sentinel-2 image, True Color, Dnipro, Ukraine

An approach was developed to combine elevation data from Terrain Tiles and remote sensing satellite imagery to visualize a textured 3D terrain model of the area selected by user (figure 3). For 3D integration Three.js (a JavaScript framework for WebGL) was used.



Figure 3 – An example of rendering a region of interest in 3D using Three.js: combination of elevation data from Terrain Tiles and a texture from Landsat 8, True Color, Carpathian Region, Ukraine

The work done can be used as an online elevation map with an extra feature - displaying remote sensing satellite images in the area of interest. Our work on 3D selective visualisation can be useful to GIS analyst to view only the region of interest, unlike Google Earth, which is used for continuous streaming of data.

### References

1. Ruzinoor, C. M., A. R. M. Shariff, B. Pradhan, M. Rodzi Ahmad, and M. S. M. Rahim. 2012. "A Review on 3D Terrain Visualization of GIS Data: Techniques and Software." *Geo-spatial Information Science* 15 (2): 105–115. doi:10.1080/10095020.2012.714101.
2. Zhu, C., Tan, E.C. and Chan, K.Y. 2003. 3D Terrain visualization for Web GIS, in *Map Asia 2003* Kuala Lumpur, Malaysia
3. OpenLayers. OpenLayers - Welcome. <https://openlayers.org/> (accessed Oct 2017)
4. Terrain Tiles on AWS. <https://aws.amazon.com/public-datasets/terrain/> (accessed Oct 2017)
5. AWS Public Datasets. [https://aws.amazon.com/public-datasets/?nc1=h\\_ls](https://aws.amazon.com/public-datasets/?nc1=h_ls) (accessed Oct 2017)

# РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ МЕРЕЖІ АПТЕК «ПІГУЛКА»

Гайдаєнко О. В., Морозова Г. С., Мурзенко К. І., Осарчук В. С.  
Національний університет кораблебудування, Миколаїв Україна

На сьогоднішній день ІТ-технології знайшли широке застосування в усіх сферах діяльності людства, забезпечуючи збереження, надання та обмін даних, між усіма підрозділами компаній, для їх ефективного функціонування. Основним середовищем обміну даних є такі технології як: інтернет, безпроводна передача даних (wi-fi), локальні мережі. Одним із слабких місць цифрового середовища передачі даних є можливість несанкціонованого доступу до них, що може потягнути за собою великі збитки для компанії. Мережа аптек не є винятком використання ІТ-технології, яка зберігає важливу інформацію про медичні препарати. Тому постає питання захисту даних аптечної мережі. Захист документообігу та баз даних які зберігають всю інформацію по аптечним мережам являється складною задачею без рішення якої не можливе нормальне функціонування аптечної мережі. [1, 2]

Розробка комплексної інформаційної системи захисту інформації мережі аптек "Пігулка" являє собою сукупність методів і засобів, які забезпечують необхідну надійність захисту інформації. Впровадження системи дозволить співробітникам без побоювання проводити операції документообігу.

Призначення даної системи:

1. Захист програм та даних.
2. Захист інформації в ОС.
3. Захист інформації, що передається по мережі.
4. Захист від несанкціонованого доступу до системи і до шляхів передачі інформації.
5. Захист загальної бази даних і автоматизованої системи (далі АС) підприємства.
6. Розмежування доступу і поділ прав між співробітниками.
7. Захист від вірусних атак.
8. Захист серверів окремих аптек та центрального сервера.
9. Захист документообігу.
10. Пожежна, охоронна захисту.

Основну загрозу для працездатності мережі представляють:

1. Модифікація БД.
2. Вихід з ладу центрального сервера, або центральної бази даних.
3. Вихід з ладу касового комп'ютера, або торгового обладнання.

Для вирішення проблеми захисту інформації основними засобами, які використовуються прийнято вважати:

1. Технічні засоби.
2. Програмні засоби.
3. Організаційно-технічні засоби.
4. Організаційні засоби.

Згідно з вимогами засоби захисту інформації від несанкціонованого доступу, що відповідають високому рівню захисту, повинні забезпечувати:

- дискреційний і мандатний принцип контролю доступу;
- очистку пам'яті;



- ізоляцію модулів;
- маркування документів;
- захист введення і виведення на відчужений фізичний носій інформації;
- зіставлення користувача з пристроєм;
- ідентифікацію та аутентифікацію;
- гарантії проектування;
- реєстрацію;
- взаємодія користувача з комплексом засобів захисту;
- надійне відновлення;
- цілісність комплексу засобів захисту;
- контроль модифікації;
- контроль дистрибуції;
- гарантії архітектури.

Також доцільно в першу чергу забезпечити захист найбільш інформативних каналів витоку інформації, якими є наступні:

1. Можливість копіювання даних з машинних носіїв;
2. Канали передачі даних;
3. Розкрадання ЕОМ або вбудованих накопичувачів.

Необхідно забезпечити захист обладнання від таких факторів як перенапруга, пожежа, природні явища (гроза), вихід з ладу носіїв інформації, розкрадання. Для вирішення цих проблем необхідно вжити таких заходів:

1. Установка мережевих фільтрів і джерел безперебійного живлення.
2. Установка RAID-масивів (для резервного копіювання інформації).
3. Установка охоронної та протипожежної сигналізації.

Для захисту людей в екстрених ситуаціях (пожежа, стихійні лиха), необхідно:

1. Установка охоронної та протипожежної сигналізації.
2. Наявність засобів пожежогашіння.
3. Наявність запобіжників від перенапруги мережі.

Також необхідно додатково обезпасити сервери і збереження на них БД:

1. Установка мережевих фільтрів для захисту від пульсацій і стрибків напруги.
2. Установка джерел безперебійного живлення для захисту від стрибків напруги і відключення електрики.
3. Установка фایрволу, для захисту від зовнішніх мережевих підключень з інших мереж.
4. Установка антивірусного програмного забезпечення для захисту від вірусів.
5. Установка RAID-масивів на кожен сервер.

У всіх відділеннях "Пігулка" повинна бути розроблена інструкція по забезпеченню безпеки інформації яка має дві головні мети:

- продемонструвати співробітникам важливість захисту баз даних, описати їх роль в забезпеченні безпеки,
- розподілити конкретні обов'язки щодо захисту інформації, що циркулює в мережі, так само як і самої мережі.

У сферу дії даної політики потрапляють всі апаратні, програмні та інформаційні ресурси, що входять в інформаційну мережу. Політика орієнтована також на людей, які працюють з БД. Метою політики безпеки є забезпечення цілісності, доступності та

конфіденційності даних, а також їх повноти та актуальності. [3, 4]

В процесі роботи, були розроблені загальні рекомендації щодо захисту інформації в торговій аптечній мережі "Пігулка" отримані наступні результати:

1. Розглянуто основні шляхи захисту від несанкціонованого доступу до інформації що циркулює в системах обробки даних.
2. Проведена класифікація способів і засобів захисту інформації.
3. Детально здійснено аналіз методів захисту баз даних.
4. Розглянуто основні напрямки захисту інформації.
5. Розроблено концепцію безпеки серверів баз даних і питання забезпечення безпеки при груповій обробці даних і групових зверненнях до сервера.
6. Розроблено стратегію політики безпеки аптечної мережі "Пігулка".

#### **Список літературних джерел**

1. Партика, Т.Л. Попов І.І. Інформаційна безпека / Т.Л. Партика, І.І. Попов // 2002. –278 с.
2. Шанигіна, В.Ф. Комплексна система захисту інформації в корпоративних системах/ В.Ф Шанигіна // 2009. 168 с.
3. Левін, В. Захист інформації в інформаційно-обчислювальних системах і мережах / В. Левін // 2004. – 235 с.
4. Гужва, В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах: Навч. посібник / В.М. Гужва // – К.: КНЕУ, 2001. – 400 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПИСЬМОВИХ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПІДХОДУ З МАЛОЮ НАВЧАЛЬНОЮ ВИБІРКОЮ**

**Гнатушенко Вік. В., Єгоров В. О.**

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Системи глибокого навчання досягли неймовірних висот в широкому спектрі завдань, таких як класифікація зображень, машинний переклад, моделювання мови [ 1-3 ]. Високі результати таких систем глибокого навчання досягається при використанні великих навчальних вибірок, що містять сотні тисяч розмічених примірників даних. Причина, по якій системи глибокого навчання для досягнення прийнятного результату вимагають навчальних вибірок великого розміру, криється в ітеративній природі навчання - модель поступово оновлює множину ваг на своїх синапсах для кожного навчального примірника, використовуючи методи локальної оптимізації, найпоширенішим з яких є стохастичний градієнтний спуск. Людина ж демонструє здатність вивчати нові шаблони і класифікувати образи по невеликих вибірках - дитині для запам'ятовування і подальшої класифікації досить побачити кількох раз екземпляр нового класу [ 4, 5 ]. Вважається, що людський дитина до шести років здатний класифікувати до тридцяти тисяч категорій об'єктів. Такий значний результат досягається не тільки високими обчислювальними здібностями людського мозку, але і спроможності навчання за допомогою малого числа навчальних примірників, а в деяких випадках навіть єдиного екземпляра класу досить для його успішної класифікації [ 6 ].

Методи класифікації об'єктів за допомогою малих навчальних вибірок, де кожен клас об'єктів в межі представлений одним розміченим об'єктом, дозволили б значно

прискорити час навчання для багатьох прикладних задач, зменшити витрати на обчислювальне обладнання, при цьому оптимізувавши час обчислення і об'єм зберігання даних. Крім того, застосування технік, що дозволяють скоротити навчальні вибірки, могли б сприяти застосуванню методів машинного навчання для досягнення високих показників результативності в тих областях, де раніше це було неможливо в силу того, що великі навчальні вибірки зустрічаються рідко або навіть неможливі. Задача класифікації рукописних символів є актуальною, тому що не завжди є можливість отримати велику навчальну вибірку для реалізації алгоритму класифікації. Зокрема, це стосується малопоширених алфавітів, екземпляри символів яких існують у вкрай малій кількості.

Класифікувати об'єкт на зображенні - вказати номер (або найменування класу), до якого належить даний об'єкт в залежності від його вектора ознак. У задачах класифікації рукописних символів потрібно вказати найменування символу. При навчанні нейромережі потрібно змінювати вагові коефіцієнти мережі так, щоб мінімізувати середню похибку - різницю між фактичним вихідним вектором нейромережі і заданим. Формально, щоб зробити всього один крок за методом градієнтного спуску, необхідно подати на вхід мережі послідовно абсолютно весь набір навчальних даних, для кожного об'єкта навчальних даних обчислити похибку, розрахувати необхідну корекцію коефіцієнтів мережі. Після подачі всіх даних, розрахувати суму коригування кожного коефіцієнта мережі і провести корекцію коефіцієнтів «на один крок». Очевидно, що при великому наборі навчальних даних алгоритм буде працювати вкрай повільно, тому на практиці часто проводять коригування коефіцієнтів мережі після кожного елемента навчання, де значення градієнта апроксимується градієнтом функції вартості, який обчислено тільки на одному елементі навчання. Методи класифікації об'єктів за допомогою малих навчальних вибірок, де кожен клас об'єктів представлений одним розміченим об'єктом, дозволяють значно прискорити час навчання для багатьох прикладних задач, зменшити витрати на обчислювальний обладнання, оптимізувавши час обчислення і об'єм зберігання даних.

Метою роботи є розробка і реалізація архітектури нейромережі для класифікації зображень рукописних символів з малої навчальної вибіркою. Вихідними даними для дослідження представлені зображення символів рідкісних алфавітів, що містять по 20 примірників на кожен символ. Розглянуто та проаналізовано існуючі підходи до задачі класифікації зображень: методи глибинного навчання і метричні алгоритми. Запропоновано архітектури нейронних мереж для класифікації на основі моделі порівнянних мереж, які об'єднують переваги систем глибокого навчання і метричних алгоритмів. Відображення простору введення в простір ознак здійснюється на базі рекурентної LSTM нейромережі і нейромережі зі згочними шарами.

### **Список літературних джерел**

1. Wu Y. Google's Neural Machine Translation System: Bridging the Gap between Human and Machine Translation. / Y. Wu, M.Schuter, Z. Chen, Q.V. Le. // Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR), 2016. -P. 1221-1247.
2. Hinton G., Deng L., Dong Y. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups. // IEEE Signal Processing Magazine, 2012. - Vol. 29. - Issue 6. - P. 82-97.

3. Pansharpening technology of high resolution multispectral and panchromatic satellite images /Hnatushenko V.V., Hnatushenko Vik.V., Kavats A.A., Shevchenko V.Ju./Scientific bulletin of National Mining University. - State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, 2015. № 4 (148). P. 91-98.

4. Lake B.M., Salakhutdinov R., Tenenbaum J.B. Human-level concept learning through probabilistic program induction. // Science, 2015. - Vol. 6266. - Issue 350. - P. 1332-1338.

5. Numpy. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.numpy.org/> (date of access: 15.09.2017).

6. Thorpe S.J. The Speed of Categorization in the Human Visual System. // Neuron, 2009. - Vol. 62. - Issue 2. - P. 168-170.

## **АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ ВЫБОРА КОМПЛЕКТУЮЩИХ**

**Григурко К. В.**

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

Для разбирающихся в деталях компьютера людей не составит большого труда подобрать необходимые для своих целей комплектующие и собрать полноценно работающую вычислительную машину. Но для непросвещенных в этой тематике личностей такая задача может вызвать осложнения. По причине облегчить выбор необходимых деталей компьютера с минимальными затратами времени и максимально возможной эффективностью и возникла необходимость создания интеллектуального модуля для выбора комплектующих.

Задача данного модуля состоит в сведении выполняемых действий пользователя к вводу строки на естественном языке с целевыми задачами или словесной характеристикой желаемого устройства в поле ввода и подтверждения введения, по факту, запускающее алгоритм по подбору в действие. В конечном итоге пользователю будут представлены варианты комплектующих наиболее подходящих к его запросу.

Данная задача может быть выполнена с применением нечеткой логики, которая базируется на понятии нечеткого множества, которое, в свою очередь, допускает, что функция принадлежности элемента множеству может принимать не только значения 0 или 1, а любые значения из интервала  $[0,1]$ .

На сегодняшний день нечеткая логика нашла применение во многих областях науки и техники, например, в распознавании рукописного текста, системах искусственного интеллекта, автоматических системах управления автомобилями, экономике и даже в медицинской диагностике [1].

Применение нечетких запросов к базам данных актуально и перспективно в современных системах обработки информации. Нечеткие запросы разумно использовать в базах данных, содержащих сведения об объектах, к которым применимы качественные критерии или нечетко сформулированные условия. Это позволяет излагать запросы на естественном языке. Текстовый запрос человека содержит много неточности и неоднозначности в формулировке, что обусловлено

наличием в языке множества слов, имеющих схожее значение. Нечеткие запросы помогают решить эту проблему.

С целью максимально близко привести запросы на «человеческом» языке к пониманию их системой был разработан алгоритм для обработки нечетких запросов и последующей выдачей результатов, соответствующих критериям запроса.

Работа системы начинается с получения от пользователя строки запроса, которая подвергается разбиению на подстроки и анализу каждой из них на соответствие заранее подготовленным и занесенным в базу правил термам лингвистических переменных.

После этого происходит вычисление степени принадлежности исходя из полученных на предыдущем шаге данных из базы правил и возможное агрегирование значений функции принадлежности. Среди различных видов функций принадлежности наиболее популярными являются треугольная, трапециевидная и гауссовская функции. Для вычислений было решено использовать треугольную функцию принадлежности определяемую тремя значениями (a,b,c) по формуле (1), вид которой представлен на рисунке 1.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \in (a, c) \end{cases} \quad (1)$$



Рисунок 1 — Вид треугольной функции принадлежности

С определенной степенью точности задаваемой определенным коэффициентом, отбираются подходящие под условия параметры и характеристики компьютерных комплектующих и формируются массивы включающие наборы отдельно отобранных составляющих.

Сформированные массивы комплектующих проходят проверку на взаимную совместимость, тем самым отсеиваются составляющие, которые по отдельности удовлетворяют условиям начального запроса, но для сборки готовой вычислительной машины не подходят.

Уже проверенные комплектующие выводятся пользователю в читабельном для человека виде через пользовательский интерфейс.

Таким образом представленный алгоритм, использующий в своей основе нечеткую логику, поможет человеку сделать необходимый ему выбор, общаясь с машиной на привычном ему языке.

#### Список литературных источников

1. Тимофеева О.В., Каньшин Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАПРОСАХ К БАЗАМ ДАННЫХ // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4(40). [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: [https://sibac.info/archive/technic/4\(40\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/4(40).pdf)

# **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ БУДІВЕЛЬ НА БАГАТОКАНАЛЬНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ**

**Гнатушенко В. В., Обиденний Є. О., Соколова Н. О., Шедловська Я. І.**

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

В останні роки все більшу роль відіграють матеріали космічної зйомки, одержані в результаті проведення дистанційного зондування Землі. Технічні можливості сучасних супутників дозволяють отримувати високодеталізовані зображення земної поверхні, зокрема міст. Зростаюча потреба аналізу зображень з високою просторовою роздільною здатністю немислима без використання сучасних інформаційних технологій. Завдання збільшення обсягу вилучення корисної інформації з сукупності первинних матеріалів викликає необхідність створення спеціальних програмних засобів, здатних ефективно обробляти великі обсяги комплексних різномірних і багаторівневих даних. В межах міської забудови, обробка інформації є досить складним процесом, що обумовлено великою різноманітністю об'єктів різної природи, таких як будинки, мости, дерева, тіні від висотних об'єктів. Знаходження будівель на аерознімках і супутникових знімках [1] є ключовим питанням в декількох областях дистанційного зондування зокрема, в картографії, управлінні ГІС-даними і їх оновленням, моніторингу динаміки забудови. Виникає потреба створення програмних засобів автоматичної обробки супутникових знімків з метою ідентифікації об'єктів забудови.

На перший погляд, доцільним вирішенням задачі розпізнавання будівель є здійснення порівняння об'єкта на зображенні з еталонним та за результатами визначення ступеня їх подібності прийняття рішення, чи є даний об'єкт будівлею. Ідентифікації об'єктів інтересу із застосуванням еталонної бази присвячено досить багато праць [1-4]. При цьому кожний еталонний об'єкт перед порівнянням піддається перетворенням зсуву, масштабування та обертання. Порівняння здійснюється через розрахунок наступних параметрів «схожості»: взаємної кореляції, взаємної інформації або індексу перекриття [3]. Аналізуючи величезну кількість еталонних об'єктів, необхідну для повноцінного відображення можливих форм будівель, та беручи до уваги необхідність застосування зазначених вище операцій перетворення, можна зробити висновок, що для успішного застосування даного методу необхідні значні витрати обчислювальних ресурсів та пам'яті, а відповідно й часу, що вже не є економічно вигідним. У деяких алгоритмах також пропонується знаходити і проводити аналіз тіней. Більшість методів комп'ютерного зору обмежені конкретними властивостями зображення і змістом сцени. Вони очікують, що дахи будівель мають унікальні кольори, які можуть відрізнити їх від фону, або присутні тіні будівель і можуть бути вилучені за допомогою кольору фільтрації. Все це визначає необхідність у розробленні нового методу розпізнавання будівель.

Нами розроблено інформаційну систему ідентифікації будинків на супутникових знімках високої просторової роздільної здатності. Ідея алгоритму полягає у ідентифікації будинків, використовуючи їх геометричні властивості, зокрема розмір. Для знаходження окремих елементів зображення було проведено фільтрацію та гістограмну обробку зображень. В результаті було знайдено контури, що відповідають

будинкам. У роботі були використані знімки з супутникових знімків WorldView-3 з просторовою роздільною здатністю 1,24 м у мультиспектральних каналах та 31 см у панхроматичному каналі. Основними кроками запропонованого алгоритму є:

1. Попередня обробка. За початкове зображення було взято червоний канал супутникового знімка. Червоний канал було обрано тому, що на червону ділянку спектру приходить максимум поглинання сонячного випромінювання хлорофілом зелених рослин. Це призводить до меншого віддзеркалення випромінювання, тому рослини у червоному каналі виглядають темнішими за інші об'єкти і не будуть заважати у подальшій роботі.

2. Другим кроком алгоритму є застосування градієнтного фільтру Робертса для знаходження границь об'єктів на зображенні. Границі будівель складаються з пікселів високої яскравості, тоді як, границі тіней та темних об'єктів – з пікселів низької яскравості.

3. Отримане на другому кроці зображення оброблюємо за допомогою фільтру низьких частот, щоб позбутися шумів та дрібних деталей. Потім засобами гістограмної обробки підвищуємо контрастність знімка, завдяки чому залишаються лише найбільш яскраві границі.

4. Переводимо отримане на передньому кроці зображення у бінарний формат. Методом зв'язних компонент знаходимо окремі елементи зображення (контури).

5. Розраховуємо розмір кожного отриманого контуру. Відкидаємо контури, які мають розмір менший, ніж заданий поріг. На оброблюваних зразках ці контури відповідають малим об'єктам, які за спектральними характеристиками схожі на криши будинків. Контур, який окреслює будівлю, як правило прагне до прямокутної форми, отже, кожен контур, найбільш близький до прямокутної форми є шуканим.

Результати тестування розробленої технології подано на рис.1, 2. Було проведено порівняння розробленого алгоритму з відомими підходами виявлення будівель. Обчислювалися відсоток правильно виявлених будівель і відсоток будинків, які помилково ідентифіковані. Виявлено, що відсоток правильно виявлених будівель вище в порівнянні з розглянутими алгоритмами за рахунок використання попередньої обробки. Середня точність виявлення будівель представленим алгоритмом склала близько 90%. В подальшому планується удосконалення нашого алгоритму та створення автоматизованої системи обробки супутникових знімків високого просторового розрізнення, що дозволить ефективно оброблювати великі обсяги даних. Планується розробка методів аналізу інших спектральних та просторових властивостей елементів багатоспектрального зображення високого просторового розрізнення.

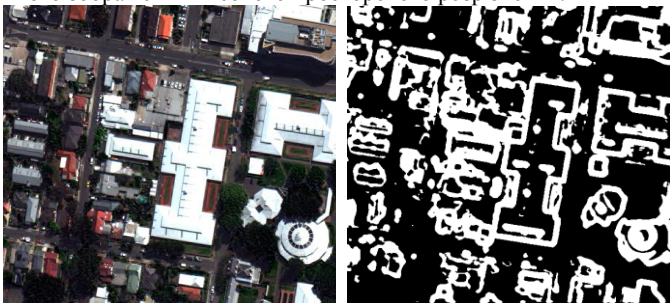


Рисунок 1 – Фрагмент вихідного зображення (ліворуч) і результат гістограмної обробки (праворуч)

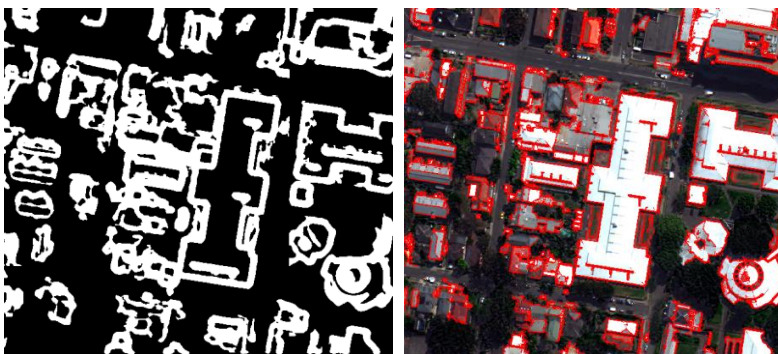


Рисунок 2 – Контури будинків (ліворуч) та результат ідентифікації будинків (праворуч)

### Список літературних джерел

1. Сушевський Д. В. Геометричні моделі ідентифікації та візуалізації змін штучних об'єктів земної поверхні за різночасовими зображеннями. Дис. ... канд. техн. наук / ДНУ ім.О.Гончара. — Дніпропетровськ, 2011. — 147 с.

2. Karantzas K. Automatic model-based building detection from single panchromatic high resolution images / K. Karantzas, N. Paragios // ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing. — Beijing, China, 2008. — Commission III, Vol. 4. — P. 164-169.

3. Di. Ruberto C. Shape matching by curve modeling and alignment / K. Di Ruberto, M. Gaviano, A. Morgera // WSEAS transactions on information science and applications. — University of Cagliari, Italy, 2009. — Issue 4, Vol. 6. — P. 567-578.

4. Гнатушенко В. В. Геометричні моделі формування та попередньої обробки цифрових фотограмметричних зображень високого просторового розрізнення. — Дис. ... докт. техн. наук / КНУБА, Київ, 2009. — 348 с.

## СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ РЕАЛЬНОГО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МІСТА

**Деркач М. В., Хишев В. О.**

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Сєвєродонецьк, Україна

Сучасна тенденція розвитку міст призводить до збільшення кількості транспортних засобів у мережах дорожнього руху. Внаслідок чого, зростає потреба в організації раціонального підходу відносно транспортних потоків. У зв'язку, з чим виникає потреба в розробці системи моделювання реального місцезнаходження транспортних засобів, яка гармонійно доповнить інтелектуальну транспортну мережу міста.

Для реалізації такої системи потрібно вирішити наступні задачі:

- безперервний автоматичний збір навігаційної інформації о місцезнаходженні транспортних засобів;
- візуальне відображення місцезнаходження транспортних засобів на карті



доріг міста в реальному масштабі часу;

- запис інформації про рух транспортних засобів в базу даних;
- інформування пасажирів про час прибуття транспортних засобів шляхом виводу повідомлення на інформаційне табло на зупинках міста.

На сьогоднішній день у місті Северодонецьк у кожному тролейбусі для контролю руху встановлено GPS-датчики, які є частиною багатофункціональної системи Wialon для моніторингу транспорту, мобільних та стаціонарних об'єктів. Завдяки чому, стає можливим відстежувати та аналізувати просторові та часові координати тролейбуса, побудувати алгоритм оцінки часу прибуття тролейбуса на зупинку міста.

Для вирішення поставлених задач були зроблені наступні кроки:

1. Налаштований безперебійний доступ до системи Wialon, завдяки бібліотеці Curl, яка використовується для отримання даних с сервера. Дана бібліотека виконує запити до API, що дозволяє одержати потрібну інформацію.

2. Розроблено структуру бази даних, реалізовано запис інформації про просторові та часові координати тролейбуса в базу даних.

Нижче приведено фрагмент коду, який реалізує запит та інтерпретує результат виконання у потрібний формат для бази даних.

```
$result = $wialon_api->login($token);
$json = json_decode($result, true);
if(!isset($json['error']))
{
$result=$wialon_api-core_search_item("{\"id\":\"14157051\",\"flags\":\"1024\"});
$jn_result = json_decode($result, true);
$jn_x = $jn_result['item']['pos']['x'];
$jn_y = $jn_result['item']['pos']['y'];
$jn_z = $jn_result['item']['pos']['z'];
$time = date('H:i:s');
$result = mysqli_query ($db, "INSERT INTO tr (id,x,y,z,time)
VALUES('14157051','$jn_x','$jn_y','$jn_z','$time')");
$wialon_api->logout();
}
else echo WialonError::error($json['error']);
```

3. Для розрахунку найкоротшої відстані між двома географічними координатами було застосовано формулу гаверсинусів:

$$\Delta\sigma = 2 \arcsin \left\{ \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \left( \frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right\} \quad (1)$$

Де  $\varphi_1, \lambda_1; \varphi_2, \lambda_2$  – широта та довгота двох точок відповідно,  $\Delta\lambda$  – різниця координат за довжиною,  $\Delta\sigma$  – кутова різниця.

Фактично відстань розраховується за формулою 2.

$$d = \Delta\sigma * R \quad (2)$$

Де  $d$  – відстань між двома точками,  $R$  – радіус Землі,  $\Delta\sigma$  – кутова різниця.

4. За допомогою алгоритму Форда-Фалкерсона на карті доріг міста Северодонецьк виконано пошук максимально можливої пропускної здатності транспортної мережі, який надає можливість прийняти оптимальне рішення відносно розміщення інформаційних табло на зупинках, що в свою чергу дозволяє знизити

фінансові витрати, за рахунок розташування їх на найбільш навантажених ділянках дороги.

В Северодонецьку вже реалізовано візуальне відображення місцезнаходження транспортних засобів на карті доріг міста в реальному масштабі часу, технічне рішення та обслуговування представлено на сайті [www.globalposition.org](http://www.globalposition.org).

Наступні напрямки роботи включають в себе дослідження, пов'язані з вибором найкращого алгоритму пошуку логістичної карти маршрутів та реалізацією алгоритму оцінки часу прибуття транспортного засобу.

#### **Список літературних джерел**

1. Максимей И.В. Определение интегрального максимального потока в региональной сети с помощью имитационного моделирования / И.В. Максимей, Е.И. Сукач, П.Л. Гируц // Математичні машини і системи. — 2008. — № 2. — С. 128 — 136.

2. Yao B. Path Optimization Algorithms Based on Graph Theory / B. Yao, J. Yin, H. Zhou, W. Wu // International Journal of Grid and Distributed Computing. – 2016. - Vol. 9, No. 6. - pp. 137-148.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ**

**Захарова И. А., Михалёв А. И.**

Национальная металлургическая академия Украины

С каждым годом в мире количество текстовой документации увеличивается по экспоненциальному закону. Проблема наличия в сети идентичной или «схожей» информации становится все более актуальной. Повсеместно наблюдается нарушение авторских прав, Интернет-ресурсы переполнены «дубликатами», неуникальной информацией или же одной и той же информации от «разных» авторов. Отсюда особенно важной является задача сохранения авторской (интеллектуальной) собственности.

Вместе с тем стоит дать определение, что можно считать, т.н. «плагиатом». Существует несколько определений плагиата как явления нарушения интеллектуальной собственности:

- буквальное заимствование из чужого произведения без ссылки на источник [1];
- незаконное использование под своим именем чужого произведения или изобретения, без указания на источник[2];
- самоплагиат – повторная публикация своих текстов без ссылок на них.

Для того, чтобы эффективно бороться с этим явлением, необходимо найти критерии, по которым можно определять выявить и классифицировать плагиат по существующим его видам:

- `copy&paste` – дубликат текста, без ссылки на источник;
- прямое использование переводов с иностранных языков. Этот вид плагиата, к сожалению, является наиболее распространенным;
- копия текста с внесением технологических изменений (для того, чтобы программа не могла распознать плагиат на техническом уровне);
- перестановка слов;

- введение синонимов;
- морфологические изменения (замена окончаний, рода, количества букв в словах);
- сокращение оригинального текста и т.п.

При этом, анализ на плагиат, не должен ограничиваться лишь проверкой текстовой части информации. Плагиат относится также к диаграммам, рисункам, программному коду.

В то же время, анализ текстов по-прежнему остается самой распространенной задачей, имеющей значение не только в прикладных науках, а и в гуманитарных, СМИ, в области кибербезопасности, системах коллаборативной фильтрации и т.д. При этом можно выделить основные методы и направления анализа текстов выявления текстового плагиата (Рисунок 1) приведена указанная схема

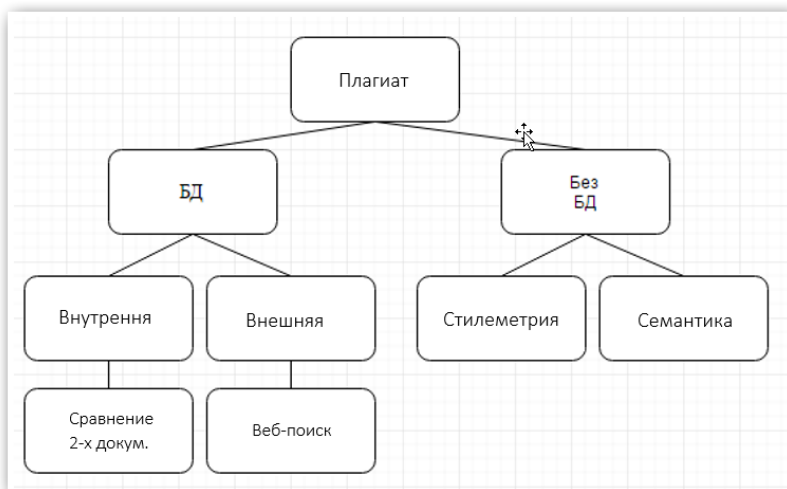


Рисунок 1 – Схема методов выявления плагиата

Следует также отметить, что при анализе текстов нужно учитывать также языковые особенности, словарный запас автора, и употребление диалектов, поговорок и т.д. Например, для анализа английских текстов был создан тезаурус WordNet – словарь, в котором указаны семантические отношения между лексическими единицами.

На предварительном этапе текст следует очистить от «переизбытка информации» в нем, т.е. убрать знаки пунктуации, характерные ошибки автора, избавиться от слов, не несущих смысловой нагрузки.

В данной работе, в ходе проведенного исследования, был сделан упор на анализ существующих программ определения степени уникальности текста. Результаты можно увидеть в табл.1.

По результатам исследования можно сделать вывод, что онлайн-ресурсы plagiarism.net, quetext, unplug та text.ru не могут быть рекомендованы к использованию, т.к. они имеют достаточно много ограничений и, вследствие этого - малоэффективны. В то же время, высокие показатели эффективности продемонстрировал онлайн-ресурс - content-watch, но и он имеет недостатки, при замене окончаний или же синонимизации

текста степень уникальности текста оценивается достаточно высоко.

В свою очередь, важно отметить, что синонимизация текста, как правило, проводится не вручную, а также через онлайн-ресурс. Таким образом, можно сделать вывод, что человек желающий, нарушить чужую интеллектуальную собственность, может синонимизировать текст за несколько минут, тем самым сделав его «уникальным», не приложив никаких интеллектуальных усилий. Данный фактор указывает, что тема анализа степени уникальности текста очень важна.

Таблица 1 –Анализ результатов исследования

Название	Замена букв	Перестановка	Синонимы	Морфологические изменения	Удаление	Вставка	Поддержкаукр. языка	Регистрация	Удобство, 1-10 б.	Скорость, 1-10 б.
Advego	0	62	86	34	39	24	+	-	7	8
Unplag	0	80	93.9	100	57.0 6	15.23	+	-	3	3
Antiplagiat.ru	0	46	77.5	95.9	32.1 2	14.76	-	+	8	4
Plagiarism.net	100	86	95	99	65	70	+	+	6	2
Quetext.com	100	85	100	100	74	31	+	+	8	8
Text.ru	3.5 4	100	49.7	14.82	100	7.96	+	-	5	2
Content-watch	<10	<10	54.9	79.7	<10	13	+	-	9	9
Pr-cy.ru	23	84	61	75	61	52	+	+	8	9
Etxt	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0

В свою очередь, следует отметить, что большинство антиплагиатных программ работают на так называемом «частотном методе». В то же время, исходя из данных таблицы, можно увидеть, что частотные характеристики на данный момент не могут выявлять плагиат текстов на высоком уровне. Отсюда следует, что для более эффективного определения степени уникальности текста необходимо использовать более комплексный подход, т.е. помимо определения частотных характеристик текста, применять также семантический анализ, стилеметрию и т.п.

### Список использованной литературы

1. Синельников С.М. и др. Энциклопедия предпринимателя.– Санкт-Петербург, 1994.
2. Сухарев А.Я., Крутских В.Е. Большой юридический словарь. – М.: 2002.
3. Оценивание степени уникальности текста с использованием ПО ADVEGO PLAGIATUS /Захарова И.А., научн. рук. проф. Михалёв А.И. /Тези Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів та молодих вчених “МОЛОДА АКАДЕМІЯ 2017”, НМетАУ. - С.165.

# ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ

**Запасчиков А. С., Коротка Л. І.**

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

Системи, які базуються на нечітких множинах розроблені та використовуються у різних предметних областях. Згідно теореми про нечітку апроксимацію любую математичну систему можна апроксимувати системою, що базується на нечіткій логіці [4].

Для формалізації неповної інформації основоположником теорії нечітких множин Л. Заде було запропоновано використовувати функції належності [1, 2, 4]. Однак побудова або завдання їх представляє собою окремих процес, який і буде розглянуто в роботі.

Як відомо існують прямі та непрямі методи побудови функції належності [3]. У свою чергу останні використовують кілька підходів побудови, а саме: метод парних порівнянь, по ранговим оцінкам, за статистичними даними та інші.

Робота в цілому присвячена реалізації непрямих методів. Відзначимо, що прямі методи використовують експертні оцінки і, як правило, в них застосовуються класичні функції належності [2, 4]. З огляду на те, що побудова функцій належності за прямими експертними оцінками не представляє собою ніякої складності, далі в роботі будуть розглядатися тільки непрямі методи. Очевидно, що від суб'єктивної оцінки експерта залежить вибір тієї чи іншої функції належності.

В роботі створено інформаційну підсистему, яка реалізує і прямі, і деякі непрямі методи. Існує класифікація розглянутих підходів, автори пропонують класифікацію, наведену в [3] (рис. 1).

Як відомо, непрямі методи побудови функцій належності використовуються, в тих випадках, коли немає елементарних вимірних властивостей, через які визначаються нечіткі множини. Крім того, значення функції належності вибираються таким чином, щоб заздалегідь задовольнити сформульованим умовам і вимогам, які до них пред'являються. Очевидно, що інформація експертів є тільки вхідною інформацією для подальшої обробки даних.

В роботі реалізовано один з простих (на думку авторів) методів побудови функції належності з використанням статистичних даних. Процес побудови функції належності не представляє ніякої складності. Однак, слід зазначити, що в тому випадку, коли в кожен інтервал шкали потрапляє неоднакове число експериментів, то тоді потрібна додаткова обробка експериментальних даних за допомогою матриці підказок [3].

Ще один метод, який реалізований в роботі - метод парних порівнянь, заснований на обробці матриці оцінок. Відзначимо, що для реалізації цього підходу необхідно вирішувати системи для знаходження власних значень і власних векторів.

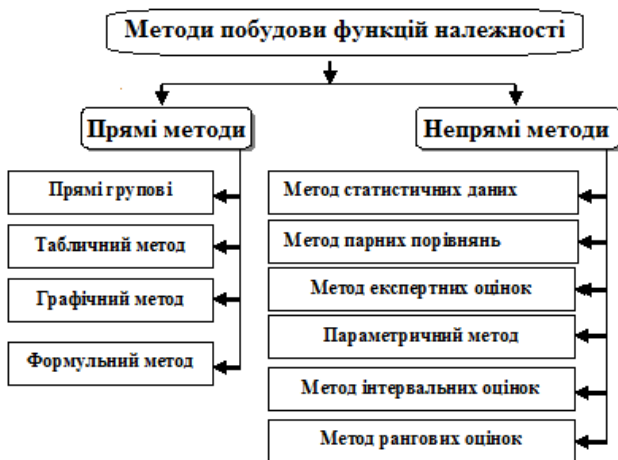


Рисунок 1 – Класифікація методів побудови функцій належності

Очевидно, що для використання непрямих методів необхідно також застосовувати експертні оцінки, але при таких підходах відбувається їх опосередковане використання.

Зазначимо, що у тих ситуаціях, коли немає можливості отримати додаткові дані, наприклад, статистичні, або додаткову інформацію від експертів, тоді застосовують прямі методи побудови функцій належності.

Таким чином, створена інформаційна підсистема реалізує методи побудови функцій належності, що в свою чергу дозволяє формалізувати нечітку інформацію. Вибір конкретного методу залежить від розв'язуваної задачі, вхідної інформації та від особи, яка приймає рішення.

#### Список літературних джерел

1. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближённых решений [Текст] / Лотфи Заде. – М: Наука. – 1976. – 163 с.
2. Нікольський, Ю.В. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник. / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербіна – Львів: «Магнолія-2006», 2013. 279 с.
3. Каид В. А. А. Методы построения функций принадлежности нечетких множеств [Текст] / В.А.А. Каид Известия Южного федерального университета. Технические науки. Раздел IV Методы искусственного интеллекта – Уфа. 2013. С. 144-153.
4. Штовба, С.Д. Введение в теорию нечётких множеств и нечёткую логику [Электронный ресурс] / Винницкий технический университет. Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php> – Заголовок з екрану

# УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФРАГМЕНТІВ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

## Зубенко В. М.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Вступ.** Задача порівняння звуку на даний момент може знайти використання в багатьох галузях. Одним з найбільш очевидних є розпізнавання аудіо записів – це знаходження назви невідомого музикального твору з невеликого відрізка композиції, яку записали на диктофон. Крім того, розпізнавання або ідентифікація аудіо запису може бути корисним для таких завдань, як виявлення плагіату, класифікація жанру. Загалом, методи ідентифікації аудіо файлів можуть бути корисні в багатьох алгоритмах, які вирішують проблемні завдання в цій галузі, що робить задачу з розпізнавання фрагментів музичних творів актуальною.

**Матеріали і методи.** Суть алгоритму полягає в тому, що нам необхідно отримати зі звукозапису спектрограму та на основі цієї спектрограми створити хеш таблицю.

Для алгоритму ідентифікації аудіо треба використати частотну розподільну здатність високої якості (наприклад, 10.7Гц) для зменшення спектральної втрати та зберігання найважливіших нот в пісні.

Для знаходження спектрограми нам спочатку необхідно зконвертувати стерео 44.1кГц аудіо в моно [1]. Це можна зробити, генеруючи середнє значення між лівим та правим динаміком. Далі треба рісемпльовати аудіо до 11.025кГц, щоб збільшити швидкість генерації спектрограми. Далі необхідно використати віконну функцію Хеммінга для сигналу:

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n}{N-1}\right)$$

Віконна функція Хеммінга

Після чого треба застосувати FFT [2] (Швидке перетворення Фур'є) для кожних 1024 семплів. Таким чином, кожне FFT аналізує 0.1 секунди музики. Це дає на виході спектрограму:

- 3 діапазоном частот від 0 Гц до 5000 Гц (теорема Котельникова)
- 3 розміром біну (10.7 Гц)
- 512 можливих частот

Щоб алгоритм був стійким до шуму, необхідно зберігати тільки найбільш гучні частотні біни.

Замість прямого порівняння пікових точок, алгоритм буде шукати множину точок.

Для генерації цільових груп в спектрограмі необхідно для кожної відсортованої в часі частотно-часової пікової точки створити групу, яка складається з 5 точок після неї. В результаті, ми отримаємо приблизно таку ж кількість цільових груп, що і пікових точок (Рис. 1).

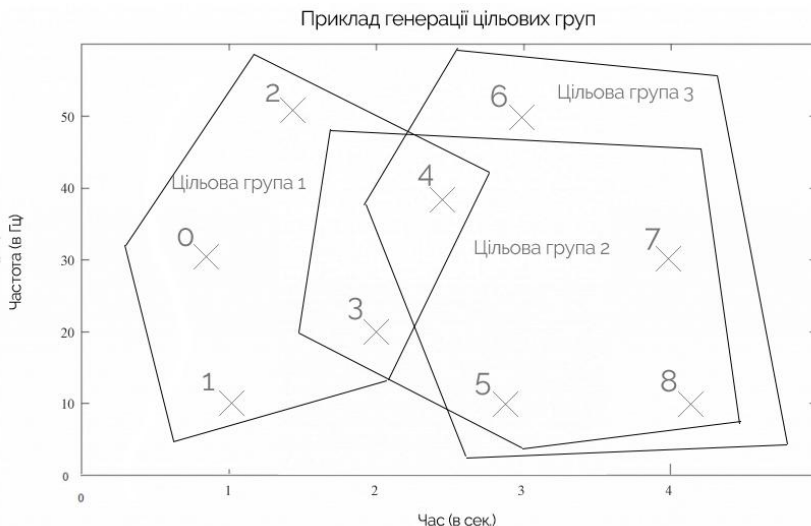


Рисунок 1 – Приклад генерації цільових груп

Причина генерації такої великої кількості цільових груп в тому, що таким чином значно підвищується стійкість до шуму та звукових артефактів.

На основі цільових груп формується хеш таблиця по якій створюється пошук співпадінь запису з оригінальним треком.

**Висновки.** Алгоритм розпізнавання аудіо запису дозволить вирішити проблему пошуку аудіо копій, неліцензованого аудіо контенту, пошуку мета-даних для модифікованих уривків аудіо.

#### Список літературних джерел

1. Robust Audio Hashing for Content Identification [Електронний ресурс] // Jaap.Haitsma, Ton.Kalker. – 2000. – Режим доступу до ресурсу: [https://isis.poly.edu/memon/pdf/2004\\_Robust\\_Audio\\_Hashing\\_for\\_Audio\\_Identification.pdf](https://isis.poly.edu/memon/pdf/2004_Robust_Audio_Hashing_for_Audio_Identification.pdf).

2. Mathematics of the Discrete Fourier Transform (DFT), with Audio Applications --- Second Edition [Електронний ресурс] // W3K Publishing. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: [https://ccrma.stanford.edu/~jos/st/DFT\\_Definition.html](https://ccrma.stanford.edu/~jos/st/DFT_Definition.html).



# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ В ЗАДАЧАХ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ДАНИХ

Каштан В. Ю., Гнатушенко В. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Актуальною областю сучасних наукових досліджень є синергетична обробка фотограмметричних даних декількох каналів з метою одержання штучного зображення із покращеними показниками інформативності у порівнянні із первинними знімками та їх подальший аналіз [1]. Під підвищенням інформативності аерокосмічного зображення в даній роботі розуміється підвищення його роздільної здатності для того, щоб на ньому було можливим бачити те, що не видно на знімках низького розрізнення. Для вирішення задачі підвищення інформативності багатоканальних зображень існує безліч методів, зокрема: метод HSV (Hue, Saturation, Value-тон, насиченість, інтенсивність); метод PCA (Principal Component Analysis); різновиди вейвлет-перетворення (Wavelet Transform) [2].

Дана робота присвячена дослідженню звичайних та пакетних вейвлет-перетворень для обробки та аналізу багатоканальних даних [3]. Порівняння проведено з використанням показників інформативності: ентропія за Шенноном, сигнальна ентропія та середньоквадратичне відхилення.

При аналізі отриманих результатів за інформативною характеристикою (IX) «ентропія за Шенноном» спостерігається поява глобального максимуму (на рівні 6,95 – 7,0), характерного для пакетних вейвлет-перетворень на базі таких фільтрів як *biog 2.2*, *db4*, *sym4*, та максимального значення на останньому рівні розкладу, характерного для інших зазначених вейвлет-фільтрів. Для таких вейвлет-фільтрів, як *biog 6.8*, *coif2*, *db12*, *sym12*, значення критерію на останньому рівні розкладу також знаходиться у межах 6,95 – 7,0. Для звичайних вейвлет-перетворень спостерігається поява максимуму на другому рівні розкладу та мінімуму на шостому рівні розкладу, характерних для всіх вейвлет-фільтрів, за винятком *biog 6.8*, для якого максимум та мінімум спостерігається відповідно на третьому та четвертому рівнях розкладу. Динаміка показника вказує на збільшення його абсолютного значення при зростанні рівня розкладу не залежно від типу та класу вейвлет-фільтра (рис.1).

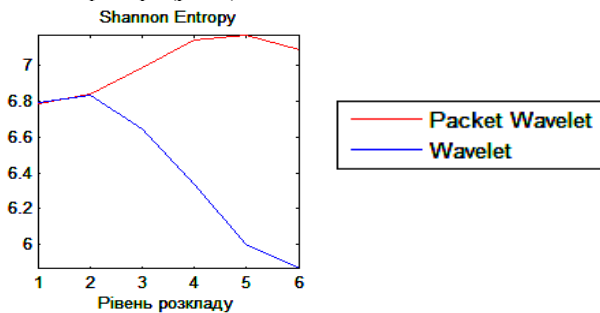


Рисунок 1 – Результати за IX «ентропія за Шенноном»

При аналізі отриманих результатів за IX «сигнальна ентропія» як й у випадку

попереднього критерію якості для поточного спостерігається поява глобального максимуму (на рівні 7,8 – 7,82), характерного для пакетних вейвлет-перетворень на базі таких фільтрів, як *biog* 2.2, *db4*, *sym4*, та максимального значення на останньому рівні розкладу, характерного для інших зазначених вейвлет-фільтрів. Для таких вейвлет-фільтрів, як *biog* 6.8, *coif2*, *db12*, *sym12*, значення критерію на останньому рівні розкладу також знаходиться у межах 7,8 – 7,82. Для звичайних вейвлет-перетворень спостерігається мінімуму на шостому рівні розкладу, характерних для всіх вейвлет-фільтрів. Динаміка показника вказує на збільшення його абсолютного значення при зростанні рівня розкладу не залежно від типу та класу вейвлет-фільтра (рис.2).

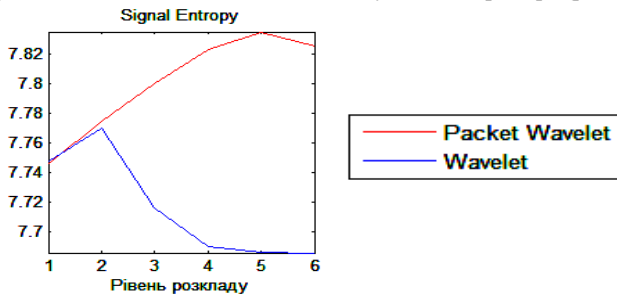


Рисунок 2 – Результати за ІХ «сигнальна ентропія»

При аналізі отриманих результатів за ІХ «середньоквадратичне відхилення» для пакетних вейвлет-перетворень в межах даного критерію спостерігається поява глобального максимуму (на рівні 69,5 – 69,65) та мінімального значення на останньому рівні розкладу (на рівні 67,95 – 68,0) для *biog* 6.8, *coif2*, *coif4*, *db12*, *sym12* або глобального мінімуму на п'ятому рівні розкладу для *biog* 2.2, *db4*, *sym4*. Для останніх вейвлет-фільтрів спостерігається поява максимального значення показника на останньому рівні (*biog* 2.2) або його збільшення у порівнянні із значення глобального мінімуму (*db4*, *sym4*). Для звичайних вейвлет-перетворень у межах даного критерію спостерігається поява максимуму (на рівні 69,35 – 69,47) на другому рівні розкладу або його максимальне значення на останньому рівні розкладу (*coif4*) та поява мінімуму (65,95-65,0) на п'ятому рівні розкладу для всіх вейвлет-фільтрів (рис.3).

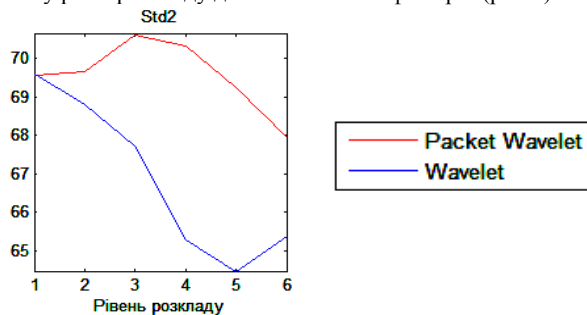


Рисунок 3 – Результати за ІХ «середньоквадратичне відхилення»

У таблиці 1 наведено порівняння абсолютних значень інтегральних

характеристик: ентропія за Шенноном (Shannon Entropy), сигнальна ентропія (Signal Entropy) середньоквадратичне відхилення (Std2). Результати досліджень дозволили встановити наступний рейтинговий ряд серед методів об'єднання (в порядку збільшення ефективності): методи на базі звичайних вейвлет-перетворень; методи на базі пакетних вейвлет-перетворень. Порівняльний аналіз коефіцієнтів лінійних форм на базі звичайних та пакетних вейвлет-перетворень визначив, що отримання оптимальних коефіцієнтів пакетних вейвлет-структур спостерігається починаючи з 4 рівня розкладу для вейвлет-базисів з найменшою потужністю коефіцієнтів, що також підтверджується появою більших значень IX починаючи з зазначеного рівня.

Таблиця 1 – Результати об'єднання на базі звичайних та пакетних вейвлет-перетворень

Критерій якості	Вейвлет-перетворення		Пакетне вейвлет-перетворення	
	Мінімальне значення	Максимальне значення	Мінімальне значення	Максимальне значення
Shannon Entropy	6.0	6.9	6.8	7.2
Signal Entropy	7.76	7.76	7.75	7.73
Std2	67	69.5	71.5	68

Таким чином, використання пакетного вейвлет-перетворення дозволяє визначити рівень розкладу, на якому спостерігається поява максимального значення відповідного критерію якості, який в залежності від типу вейвлет-фільтра, складає 5-6 рівень декомпозиції. На відміну від пакетного, звичайне вейвлет-перетворення дає змогу визначити мінімальне значення критерію якості та унеможливує визначити однозначний максимум, оскільки збільшує своє значення за більш глибокого рівня розкладу після досягнення глобального мінімум.

### Список літературних джерел

1. Schowengerdt R. (2007), Remote sensing: models and methods for image processing, New York: Academic Press. P.560.
2. Orchard M. T, Schwartz S. C and Zhu. Y, (2001): 'Wavelet Domain Image Interpolation via Statistical Estimation', in Proc. Int. Conf. Image Processing, Vol. 3, pp. 840–843.
3. Гнатушенко В.В. Інформаційна технологія підвищення інформативності багатоканальних даних на основі пакетних вейвлет-перетворень / В.В Гнатушенко, В.Ю. Каштан // Науковий журнал "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво". – Луцьк, 2016. – С.77-83.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВОЇ АКТИВНОСТІ НЕБАЖАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Кліщ С. М., Гуда А. І.

«Національна металургійна академія України», Дніпро, Україна

В останні два десятиріччя в інформаційних технологіях відбувся значний прорив. Зберігання та передача інформації в електронному вигляді стала невід'ємною частиною нашого існування. Інформаційний прогрес надає нові можливості як для користувачів так і для зловмисників. В результаті питання захисту інформації стає на перше місце.

Одним із перших самостійно розповсюджуваних програмних творінь став «CREEPER»[1]. Створений на початку 1970-х Бобом Томасом. Принцип роботи відповідав схемі: запустити себе на комп'ютері та розповсюдити на якомога більшу кількість інших комп'ютерів в мережі. Аналогічна програма «REAPER» була створена невідомим для пошуку та видалення «CREEPER».

Вже сьогодні, майже через 50 років, такі програмні творіння набули значного розвитку, та отримали безліч імен та категорій. Нещодавно від масивної хакерської атаки постраждали десятки українських компаній і установ. Вірус-вимагач «Petya.A» атакував банки, поштових та телеком-операторів і енергетичну систему країни. За словами Ніла Уолша, голови Глобальної програми Організації Об'єднаних Націй по кіберзлочинності, програмне забезпечення використане під час атаки було значно складнішим, ніж «WannaCry», але має схожість з ним.

Реверс інжиніринг коду «Petya.A» виконали спеціалісти компанії ISSP (Information Systems Security Partners)[2]. На думку експертів центром розповсюдження зараження стало українське програмне забезпечення для електронного документообігу «М.Е.Дос». Невідомі, отримавши доступ до серверів оновлення програмного забезпечення, змогли розповсюдити між клієнтами шифрувальник. Після зараження для розповсюдження було використано вразливості аналогічні для «WannaCry». А саме вразливість у протоколі SMB (Server Message Block)[3] – мережевий протокол для віддаленого доступу до файлів та принтерів. Microsoft випускає поновлення для даного протоколу, але для підтримання сумісності залишає підтримку попередніх версій. Для успішної атаки достатньо мати ввімкнений протокол SMBv1, вихід до інтернету та відсутність встановленого патча «MS17-010-Critical». Після оновлення програмного забезпечення для електронного документообігу «Petya.A» редагує MBR розділ. Таким чином при наступному завантаженні операційної системи починає діяти шкідливий код. Для шифрування інформації використовується асиметрична криптографія. Дій вірусу піддаються файли певного типу, а після успішного шифрування з'являється банер з вимогами до переказу певної суми коштів.

Оскільки рахунки для переказу коштів та поштова скринька для спілкування з вимагачами були представлені у відкритій формі, то їх було майже одразу заблоковано. За думкою Миколи Білогорського (підприємець, громадський діяч із Кремнієвої долини, займається захистом корпорацій від кібератак) основною метою вірусу не є вимагання коштів. Таку ж думку мають багато інших експертів. Метт Сьюз з компанії кібербезпеки «Comae» охарактеризував даний вірус як «Cleaner», метою якого є руйнування та знищення. Попередня версія 2016 року залишала можливість відновити інформацію на жорсткому диску, в той час як версія 2017 не дає таких можливостей.

Можна зробити висновок, що «Petya.A» можна розцінювати як варіант кібер-зброї, а Україну як полігон для тестування.

Виконання вірусу «WannaCry», вдалося зупинити за допомогою британського дослідника «MalwareTech», який знайшов в коді аварійний вимикач, що припиняв роботу шкідливого коду за наявності домену <iuqerfsodp9ifjaposdfjhgosurijfaewrwegwea.com» (домен працює і на момент створення даної роботи). «Petya.A» не має такого вимикача, або його ще не знайдено. Але вже через це можна спостерігати, що в пошуках зберегти свої дані вже було виконано реєстрацію домену, тобто, якщо буде потрібно зареєструвати ще один домен для припинення роботи вірусної програми це буде зроблено, тим самим виконано приховану вимогу кіберзлочинців.

Для запобігання зараження необхідно встановити всі останні оновлення безпеки, після попередньої ситуації Microsoft випустила оновлення також для Windows XP та Windows Server 2003. У твіттері представники компанії «Symantec» представили варіант захисту від «Petya.A», додавши зображення дизасембльованого коду. Текст твітту: «#Petya checks for preexisting infection by looking for its own filename, usually C:\windows\perf.Creating this file may help as a killswitch» [4]

У подальшій роботі буде детальніше розглянуто порівняння «WannaCry» та «Petya.A». Після підготовки віртуальної лабораторії, що надаватиме можливість виконати перераховане вище небажане програмне забезпечення під наглядом, буде зафіксовано за якими властивостями можна виявити наявність програмного забезпечення даного типу в мережі. Для цього будуть використовуватися готові рішення для створення тестової мережі такі як «VMware Workstation». До мережі буде входити серверна частина, та декілька клієнтів Windows. Далі одного із клієнтів буде заражено. Для аналізу трафіку буде використано спеціальне програмне забезпечення типу «Wireshark», або використані інструменти з дистрибутиву «Kali linux»[5]. Також буде розроблено прототип одного з вище перерахованих типів небажаного ПЗ, та відповідна програма для запобігання розповсюдження даного прототипу. Для реалізації основним буде використано C++ та фреймворк Qt.

Результуюча розробка буде представлена як free license та може бути використана в учбових цілях.

#### **Список літературних джерел**

1. AbsolutService История компьютерных вирусов. – [www.absservice.ru/computer-world/101-virushistory](http://www.absservice.ru/computer-world/101-virushistory)
2. Malware used for Massive Coordinated Cyber Invasion in Ukraine «Petya» - «NotPetya» reverse analysis. – [https://issp.ua/issp\\_system\\_images/Petya-NotPetya-Reverse-by-ISSP-Labs.pdf](https://issp.ua/issp_system_images/Petya-NotPetya-Reverse-by-ISSP-Labs.pdf)
3. Бузов Г.А. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учебн. пособие / Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В.- М.: Горячая линия - Телеком, 2005. - 416 с. Максимов Н.В., Попов И. И., Компьютерные сети, - 6 издание, 2016
4. «Symantec» Security Response in twitter. – <https://twitter.com/threatintel/status/879821695292276736>.
5. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение. – второе издание. - УДК 004.065 32.973 26-018.2. – ДМК Пресс, 2017.

# **ПРИМЕНЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ МИКРОСЕРВИСОВ И МОДЕЛИ TF-IDF ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ В РЕКРУТИНГЕ**

**Кошкин К. В., Ворона М. В., Василенко В. В.**

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова,  
Николаев Украина

Важным компонентом успешной деятельности любой компании является эффективная и слаженная работа ее коллектива, что обеспечивается качественным управлением человеческими ресурсами. Следует отметить, что процесс подбора персонала (рекрутинг) требует значительных временных и материальных затрат, а также обработки большого объема информации, чтобы подобрать максимально соответствующего позиции кандидата. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений информационных технологий, используемых для организации поддержки принятия решений по управлению персоналом компаний, является интеллектуальный анализ данных.

Таким образом актуальной является задача повышения эффективности управленческой деятельности компании при подборе персонала за счет применения информационных технологий, основанных на использовании архитектуры микросервисов и TF-IDF модели анализа текстовых документов для построения приложения сбора и предварительного анализа резюме кандидатов под конкретную вакансию.

Все компоненты инфраструктуры сбора и анализа данных резюме для заявленной вакансии должны работать в едином комплексе. Это может быть реализовано путем организации набора небольших, в основном автономных сервисов(микросервисов), взаимодействующих посредством HTTP-протокола.

Такие сервисы строятся вокруг бизнес-потребностей и развертываются независимо с использованием полностью автоматизированной среды. Существует абсолютный минимум централизованного управления сервисами, которые могут быть написаны на разных языках и использовать разные технологии хранения данных.

Архитектура микросервисов может использовать библиотеки, но основным способом разбиения приложения является деление его на сервисы. Преимущество последнего в том, что сервисы выполняются в отдельном процессе и взаимодействуют между собой через веб-запросы или remote procedure call (RPC) [1, 2].

Концепция предлагаемого подхода состоит следующем:

- на начальном этапе в систему загружаются данные о вакансии с необходимым набором требований (текстовая информация);

- на следующем этапе, после получения вакансии (см. рис.1), выполняется поиск подходящих кандидатов с различных платформ-агрегаторов резюме (баз резюме, находящихся на специализированных сайтах вакансий, поиска работы или базы резюме компании). Для этого веб сервис по HTTP протоколу посылает запрос на все микросервисы, краулеры, представляющие собой отдельные программы, сборщики информации, которые выполняются в отдельном процессе, взаимодействуют между собой через веб-запросы и собирают данные, каждый со своего ресурса. Полученная необходимая информация помещается в виде текстовых документов в базу данных.

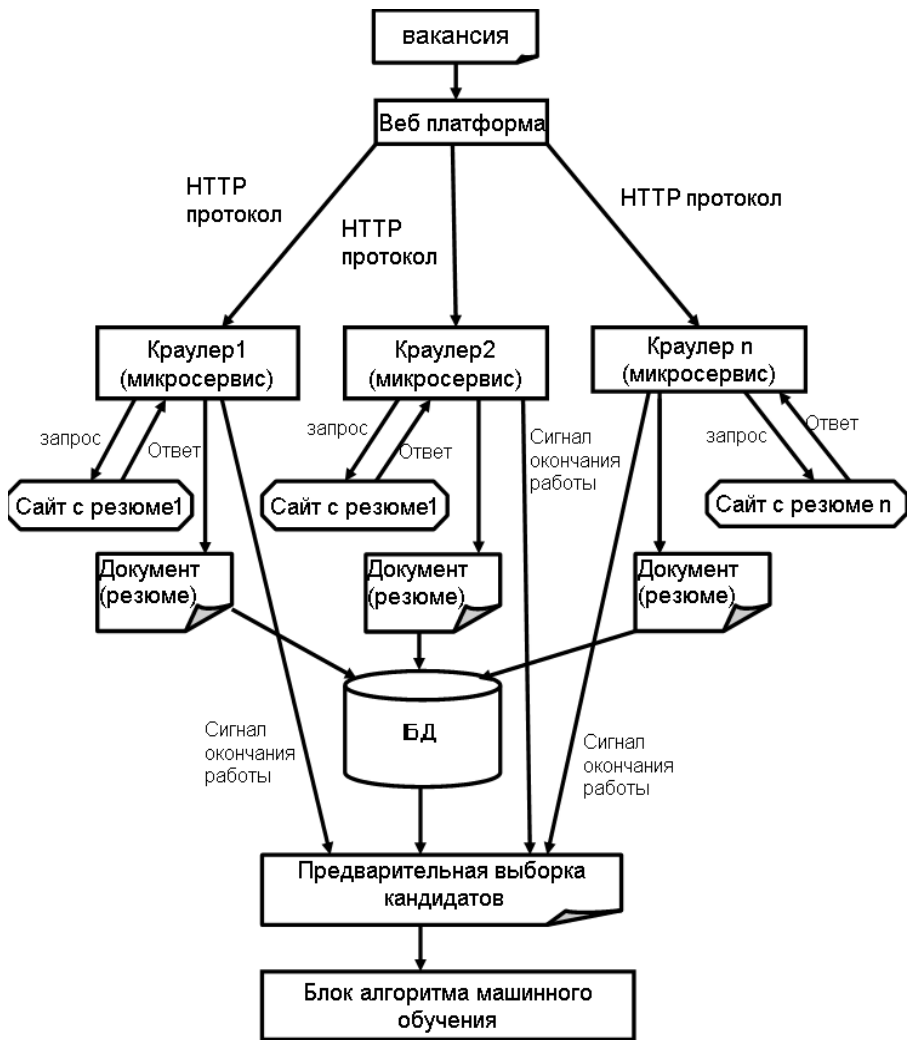


Рисунок 1 – Инфраструктура сбора и анализа данных резюме для заявленной вакансии

- далее, производится отсев кандидатов в соответствии с алгоритмом TF-IDF модели анализа текстовых документов [3]. Этот процесс реализует микросервис TF\_IDF, после получения сигнала окончания работы всех краулеров;

- на заключительном этапе, результаты передаются для обработки микросервису, реализующему поиск по специальному алгоритму машинного обучения. На выходе формируется набор кандидатов, наиболее подходящих под требования вакансии, которые были определены на начальном этапе.

Использование архитектуры микросервисов, является механизмом повышения эффективности построения и тестирования программных продуктов ИТ сферы и подходом к гибкому прототипированию приложений различных стартапов, по сравнению с монолитными программными комплексами.

Предложенный подход, основанный на использовании алгоритмов машинного обучения и распределенных сетей, проходит апробацию при разработке комплексной системы подбора и адаптации персонала в IT-компаниях «Morbox». Его внедрение позволит повысить эффективность управленческой деятельности компании за счет сокращения времени поиска и отбора подходящих кандидатов на вакансии, а также снижения затрат, связанных с рекрутингом.

#### **Список литературных источников**

1. M. Fowler, "Microservices. A definition of this new architectural term" [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http // martinfowler.com/articles/microservices.html](http://martinfowler.com/articles/microservices.html).

2. Berkunskiy, Y. Using Microservices in Educational Applications of IT-Company. [Текст] / Y. Berkunskiy, T. Farionova, K. Knyrik, T. Smykodub // 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON). – 2017. – С. 1208 – 1211.

3. Чалай, Л.Э. Метод векторно-графовой кластеризации документов в системах обработки текстовой информации [Текст] / Л. Э. Чалай, Ю. Ю. Харитоновна // Системи обробки інформації. – 2015. – № 10 (135) – С. 145 – 151.

## **РОЗВ'ЯЗАННЯ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ З НЕЧІТКИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ**

**Коротка Є. А.**

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, Україна

При вивченні фізичного або технічного процесу інженер стикається з проблемою виявлення закономірності та отримання аналітичного виразу функціональної залежності між змінними та параметрами цього процесу. Більшість задач для встановлення такого зв'язку зводиться до розв'язання рівнянь, які містять похідні або диференціали невідомих функцій. Як відомо, є відповідна класифікація диференціальних рівнянь та методи їх розв'язання.

У роботі розглядаються лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами першого порядку. Відмінною особливістю роботи є те, що коефіцієнтами є не сталі величини, а їх значення задані інтервально. На практиці дуже часто можуть траплятися ситуації, коли інформація, зокрема і про значення коефіцієнтів, є неповною, нечіткою або розмитою. У цьому випадку класичні методи розв'язання без додаткових математичних операцій та підходів застосувати дуже складно.

Як відомо, для формалізації нечіткої інформації дуже добре себе зарекомендували такі підходи: теорія нечітких множин та інтервальный аналіз. Саме вони і будуть використані у роботі.

Постановка задачі Коші. Нехай маємо лінійне диференціальне рівняння першого порядку з інтервально заданими коефіцієнтами:

$$y'x - [a] \cdot y = [b] \cdot f(x),$$



де  $[a] = [a; \bar{a}]$  та  $[b] = [b; \bar{b}]$  – значення коефіцієнтів, які задані відповідно найбільшим та найменшим значенням;  $f(x)$  – деяка задана функція. Початкові умови:  $y(x_0) = y_0$ . Необхідно знайти значення функції:  $y(x_k)$ .

Для того, щоб отримати наближений розв'язок диференціального рівняння можна, наприклад, отримати його для середнього значення коефіцієнтів. У зв'язку з тим, що система, яка описується рівнянням є нелінійною, то такі підходи не можна використовувати.

В роботі пропонується, як зазначалося вище, два підходи, розглянемо кожен з них окремо.

При використанні теорії нечітких множин інтервальні коефіцієнти розглядаються як нечіткі змінні з заданими функціями належності [1-3,5]. Причому використовуються прямі методи побудови функцій належності, але звісно, що можна застосовувати і непрямі методи, наприклад, статистичних даних, рангових оцінок, попарних порівнянь та ін.

У тих випадках, коли використовуються прямі експертні оцінки, як правило, застосовуються традиційні типи функцій належності. Без обмеження досліджень було використано «колоколоподібні» функції [5]. У цьому випадку необхідно застосовувати  $\alpha$  – рівневий принцип узагальнення для роботи з нечіткою інформацією [1, 5]. Зауважимо, що немає суворих математичних рекомендацій щодо вибору кількості  $\alpha$  – рівнів. У роботі було їх шість та відповідно елементів кортежу значень коефіцієнтів одинадцять. Таким чином, отримано інтервальний розв'язок диференціального рівняння, а завдяки операції дефазифікації [5] було одержано експертну оцінку – ступінь впевненості експерта у предметній області.

Альтернативним підходом до теорії нечітких множин є використання інтервального аналізу. Цей підхід не потребує функцій належності та надає можливість працювати тільки з нижньою та верхньою границею нечіткої величини. Звісно, що це є суттєвою перевагою методів інтервалів. При такому підході використовуються різноманітні інтервальні арифметики, зауважимо лише, що у роботі було використано класичну арифметику [4]. У цьому випадку отримано значення шуканої функції (окремий розв'язок) у вигляді інтервалу.

Слід зауважити, що подібні задачі можна розв'язувати за допомогою чисельного інтегрування, але тоді слід використовувати інтервальні або двосторонні чисельні методи. Вказані підходи є окремою темою та виносяться за границі даної роботи.

Проведення чисельних експериментів, які отримані при використанні  $\alpha$  – рівнів та інтервального аналізу надає можливість порівняти отримані результати та зробити наступні висновки. Використання запропонованих підходів, щодо формалізації нечіткої інформації дає можливість отримати розв'язок диференціального рівняння у інтервальному вигляді. Очевидним є те, що при застосування описаних у роботі підходів формалізації нечіткої інформації обчислювальні витрати суттєво зростають, але це є так звана «плата» за неповноту інформації. Зауважимо, що інтервали, на відміну від теорії нечітких множин, не потребують побудови чи використання функцій належності. Однак при використанні теорії нечітких множин є можливість отримувати результат зі ступенем впевненості експерта. Таким чином, вибір методу формалізації неповної інформації залишається за людиною, що приймає рішення.

#### **Список літературних джерел**

1. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к

принятию приближённых решений [Текст] / Лотфи Заде. – М: Наука. – 1976. – 163 с.

2. Круглов, В. В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети [Текст] / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.

3. Нікольський, Ю. В. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник. [Текст] / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербіна – Львів: «Магнолія-2006», 2013. 279 с.

4. Шарый, С. П. Конечномерный интервальный анализ [Текст] / С. П. Шарый – Издательство «XYZ», 2010. – 597 с.

5. Штовба, С. Д. Введение в теорию нечётких множеств и нечёткую логику [Электронный ресурс] / Винницкий технический университет. Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php> – Заголовок з екрану.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ СТОКІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ЯК ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ**

**Куликов Д. С., Манко Г. І.**

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

Дніпро, Україна

Задля зменшення негативного впливу хімічних виробництв на навколишнє середовище, необхідно покращувати ефективність нейтралізації стоків.

Зміна витрати поступаючих на нейтралізацію кислих стоків негативно відображається на якості регулювання. Великі зміни витрати стоків вимагають збільшення розмірів реакторних ємностей, звичайно в межах економічних міркувань. Однак, не тільки розміри реакторних ємностей полегшують регулювання. Необхідно забезпечити також і відповідний гідравлічний режим перемішування в реакторному баку. Виникає потреба автоматизації процесів нейтралізації стічних вод.

Управління процесом нейтралізації стічних вод суттєвим чином залежить від способу виміру концентрації, вибору місця розташування сприймаючого елемента вимірювача концентрації, місця розташування регулюючого органу, параметрів змішувачів і реакторів та властивостей середовища, що нейтралізується.

Створення автоматизованої системи управління процесом нейтралізації стічних вод вимагає ретельного вибору датчика кислотності, оскільки метрологічні характеристики датчика визначають якість виконання наказаної функції регулювання кислотності.

Для оцінки можливості використання як такого датчика рН-метра були проведені експериментальні дослідження, в ході яких вимір кислотності однієї і тієї ж проби стоків здійснювався двома способами, : лабораторним шляхом титрування і апаратурним за допомогою рН-метра. Експериментальні дані оброблялися засобами програмного середовища MATLAB [1].

Створюємо матрицю  $A$ , стовпцями якої є статистичні вибірки значень кислотності, отримані лабораторним (стовпець 1) і апаратурним (стовпець 2) методами. Спочатку виконаємо якісне порівняння вибірок з використанням функції `qplot`, яка є зручним інструментом для відповіді на питання, чи належать дві вибірки до одного і того ж (необов'язково гаусового) розподілу. На графіку, що будується цією функцією, експериментальні точки, відмічені знаком "+", мало розсіваються відносно прямої лінії, тобто можна зробити висновок, що розподіли вибірок мало відрізняються один від

одного.

Далі перевіряємо гіпотезу про однорідність двох вибірок з використанням функції `ganksum`. Функція повертає індикатор прийняття гіпотези. Його значення, рівне 0, говорить про те, що немає підстав відкинути нуль-гіпотезу про однорідність вибірок при заданому рівні значущості 0,05.

Для ухвалення остаточного рішення про можливість використання рН-метра виконаємо дисперсійний аналіз експериментальних даних. Дисперсійний аналіз є статистичним методом оцінки впливу окремих чинників на результат експерименту і може бути використаний для виявлення систематичних відмінностей між результатами вимірів, виконаних за тих або інших умов, що міняються. Використовуємо двохфакторну схему дисперсійного аналізу: перший фактор – вимірювана величина, другий – метод виміру.

Стовпці нашої матриці  $A$  можна розглядати як значення кислотності, отримані для двох рівнів фактора. Гіпотеза  $H_0$  полягає в тому, що результат не залежить від методу виміру.

Виконаємо команду `anova1(A)`. На екран виводяться два вікна. Перше містить таблицю результатів дисперсійного аналізу, друге – графічну інтерпретацію результатів. На підставі наведених в таблиці даних можна зробити висновок про те, що з вірогідністю 0,737 гіпотезу  $H_0$  можна прийняти, тобто результат дійсно не залежить від методу вимірів.

Це підтверджується і графічно в другому вікні – "ящики з вусами" (діаграми розмаху) двох вибірок мало відрізняються один від одного.

Таким чином доведена можливість використання рН-метра в автоматизованій системі управління процесом нейтралізації стічних вод.

Подальші дослідження показали, що в процесі автоматичної нейтралізації властивості реагуючих речовин проявляються по-різному. У випадку, коли наступ хімічної рівноваги відбувається повільно, необхідно контур регулювання розміщувати таким чином, щоб реакторна ємність знаходилась за ним, тобто з зовнішньої сторони, де практично і буде завершуватись хімічна реакція. При нейтралізації сильно кислотних або лужних розчинів, у яких зміст компонентів значно коливається, найкращих результатів можна добитись розділом процесу нейтралізації на дві або більше стадій.

Результати проведений досліджень будуть використані при проектуванні автоматизованої системи управління процесом нейтралізації стічних вод.

### **Список літературних джерел**

1. Иглин, С.П. Теория вероятностей и математическая статистика на базе MATLAB: Уч. пособ. / С.П. Иглин. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. – 612 с.

# РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ДОПОВНЕННЯ ОРГАНАЙЗЕР ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

**Мойсак П. Ю., Науменко Н.Ю.**

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

Щоденник у сучасному розумінні – діловий блокнот, призначений для щоденного ведення записів про справи, плани, результати та інших записах, пов'язаних з щоденною діловою діяльністю людини або компанії/організації.

Для світу скажених швидкостей органайзер став незамінним девайсом як для ділової людини, так і для просунутої домогосподарки. І, звичайно, він придбав електронний вигляд.

На сьогоднішній день існує більше ста різних доповнень як на мобільні пристрої, так і для комп'ютерів, оснащених багатофункціональними доповненнями. Одними з позитивних якостей щоденника є:

1. Компактність – можливість використовувати електронний щоденник не виділяючи для нього додаткового простору в портфелі. Практично всі щоденники розміром з п'ятисоту надруковану книгу. Використання електронного щоденника дозволить вам заощадити місце, а так само можливість запису на ходу.

2. Нагадування – відмінний спосіб тримати під контролем замітки з термінами або завданнями. Зручно для запланованих важливих зустрічей або інформації, що несе важливість її виконання. Повідомлення можуть бути як голосові, так і проходити листом на пошту.

3. Багатофункціональність. Щоденник – це не тільки замітки або планування справ. Так само це календар, калькулятор та телефонна книга тощо. Можливість розміщувати у своєму органайзері електронних малюнків, gif-зображень або ж відео.

4. Велика пам'ять дозволяє вміщати величезні масиви інформації, які не будуть важити ні грама.

5. Електронний органайзер дає можливість швидкого редагування потрібної інформації, можливість дублювання і видалення заміток, справ, планів тощо.

6. Щоденник можна роздрукувати і/або зробити необхідну кількість копій потрібної інформації для масового використання.

7. Електронні щоденники є безкоштовними, що є важливим фактом в наш час. Його можна оновлювати нескінченну кількість разів, не витрачаючи на це грошей і часу.

8. Щоденники призначені як для роботи так і для повсякденних справ з індивідуальним для себе інтерфейсом.

9. Синхронізація – дає можливість синхронізувати ваш мобільний пристрій з комп'ютером чи планшетом за допомогою електронної пошти.

10. Загальнодоступність – можливість поділитися інформацією зі свого щоденника, надавши доступ до нього іншій людині, використовуючи e-mail пошту.

Але не кожен щоденник вміщує в себе перераховані вище якості. Одним з недоліків є те, що щоденники спрямовані на певну сферу діяльності людини, що не завжди є зручним, адже при використанні щоденника як для роботи, так і для особистого використання, людині швидше за все доведеться користуватися декількома доповненнями, що значно зменшить простоту їх використання.

Ще одні з негативних, але важливих, якостей є те, що доповнення на

комп'ютер або мобільний не є крос-платформеними. Можливість користуватися додатком на Windows, Ubuntu, MacOS, Android або iOS є тільки у web-додатків. Цей факт не дає можливості використовувати електронний органайзер в повній мірі, у наслідок чого людина користується паперовим блокнотом.

Так само, власникам електронних щоденників варто враховувати можливість злому або пошкодження програми, якщо ваш комп'ютер підхопив шкідливе програмне забезпечення. Для вирішення цієї проблеми ви можете скористатися синхронізацією з вашим e-mail. Більшість втрачених даних буде відновлено і ви не будете змушені вводити все вручну, адже так дуже часто трапляється з паперовим щоденником. Навіть просту телефонну книгу простіше занести один раз в електронний щоденник, ніж при кожному оновленні паперового щоденника заносити всі телефонні контакти ручкою.

Одним з недоліків web-додатків є потреба їх в інтернет з'єднанні. При незапланованому відключенні, вся робота зупиняється на невизначений термін. У зв'язку з такою проблемою людина віддає перевагу паперовому органайзеру. Так само такі додатки піддають вас великому ризику втрати необхідної інформації, якщо ви її задалегідь не збережете.

UI-інтерфейс. Користувач завжди шукає додаток спочатку за зовнішнім виглядом, і тільки потім починає вникати в його функціональність. Нерідко електронні щоденники не можуть поєднати в собі дружній інтерфейс і зручність використання. Через це активні користувачі органайзерів віддають переваги паперовим, розгортаючи на них всі свої ідеї ручкою або олівцем, розмальовуючи сторінки різними кольорами або малюнками. Але можливість розміщувати у своєму органайзері електронних малюнків, gif-зображень або ж відео іноді також є перевагою. Деякі люди навіть перетворюють свій щоденник у мікро-блог, де розповідають іншим про свої плани на майбутнє.

Електронний щоденник компактний, завжди під рукою, швидкий у використанні і дає можливість миттєвого редагування інформації, але не завжди це є перевагою перед паперовим органайзером.

Метою даної дипломної роботи є поєднати позитивні якості електронного щоденника в додаток на робочий стіл комп'ютера так, щоб він був простий у використанні і багатофункціональний як для ділової діяльності, так і для особистих записів.

#### **Список літературних джерел:**

1. 5 причин, чому бумажный блокнот удобнее электронных планировщиков [електронний ресурс]: електронний журнал. – Режим доступу: <https://liferhacker.ru/2013/10/22/5-prichin-pochemu-bumazhnyj-bloknot-udobnee-elektronnyx-planirovshikov/> – Заголовок з екрану.
2. Электронный ежедневник [електронний ресурс]: електронний журнал. – Режим доступу: <http://womanadvice.ru/elektronnyy-ezhednevnik> – Заголовок з екрану.

# РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОГО МОДУЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ТОРГІВЛІ АВТОМОБІЛЯМИ

## Ніклес С. В., Хорошилов С. В.

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

Під час загальної комп'ютеризації та інтенсивного росту користувачів мережі, сайт з продажу автомобілів є ефективним інструментом, за допомогою якого можна залучати потенційних покупців автомашин. Сайт є віртуальною вітриною, яка моментально формує думку про продавця і якість автомобілів, які там представлені.

Експертний модуль для спеціалізованої комп'ютерної системи розроблено з використанням нечітких запитів до реляційної бази даних, що містить інформацію про систему торгівлі автомобілями.

Зародження теорії нечітких множин відбулося в кінці 60-х років. Нечіткий підхід до моделювання отримав визнання у всьому світі. На даний момент нечітка логіка застосовується в автомобільній, аерокосмічній і транспортній промисловості, в області виробів побутової техніки, у сфері фінансів, аналізу і прийняття управлінських рішень. Існують пакети програм для побудови нечітких експертних систем [1].

Нечіткі запити до баз даних - перспективний напрямок в сучасних системах обробки інформації. Даний інструмент дає можливість формулювати

запити на природній мові, наприклад: "Вивести список автосалонів з невисокими цінами поряд зі станцією метро Вокзальна", що неможливо при використанні стандартного механізму запитів. Для цієї мети розроблена нечітка реляційна алгебра і спеціальні розширення мов SQL для нечітких запитів [2]. Велика частина досліджень в цій області належить західноєвропейським вченим Д. Дюбуа і Г. Праді.

Механізми нечітких запитів до реляційних баз даних базуються на теорії нечітких множин Заде, що були вперше запропоновані в 1984 році.

Більша частина даних, які обробляються в сучасних комп'ютерних системах, носять чіткий, числовий характер. Однак в запитах до баз даних, які намагається формулювати людина, часто присутня невизначеність. Наприклад, коли на запит в пошуковій системі Інтернету користувачеві видається безліч посилань на документи, упорядкованих за ступенем релевантності (або відповідності) запиту. Тому що текстовій інформації від початку властива нечіткість, причиною якої є семантична неоднозначність мови, наявність синонімів і т.д [3].

Продемонструвати обмеженість чітких запитів можна наступним чином. Нехай потрібно отримати відомості про автомобілі ціна яких не перевищує 100 000 гривень при цьому пробіг менше 50 000 км. даний запит можна записати на мові SQL наступним чином: "SELECT FROM cars WHERE cars.price<100000 AND cars.mileage<50000". Автомобіль з пробігом 51 000 км та ціною 101 000 гривень не потраплять в результат запиту, хоча їх характеристики майже задовольняють вимогам запиту.

Нечіткі запити допомагають уникнути з подібними проблемами "пропажі" інформації. Для прикладу формалізуємо нечітке поняття "Ціна автомобіля". Це буде назвою відповідної лінгвістичної змінної. Задамо для неї область визначення  $X = [10\ 000; 500\ 000]$  і три лінгвістичних терма - "Низька", "Середня", "Висока". Далі необхідно побудувати функції належності для кожного лінгвістичного терма. Виберемо

трапецеїдальні функції приналежності з наступними координатами: "Низька" = [10 000, 10 000, 60 000, 75 000], "Середня" = [60 000, 75 000, 150 000, 180 000], "Висока" = [150 000, 180 000, 500 000, 500 000].

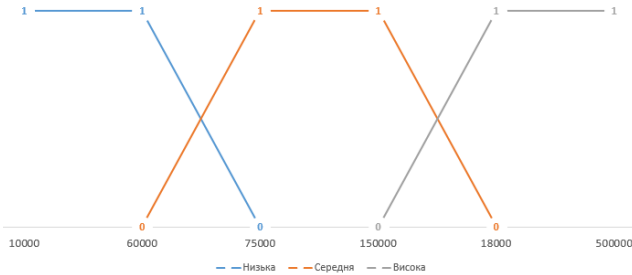


Рисунок 1 – Функції приналежності лінгвістичних термів змінної "Ціна автомобіля"

Тепер можна обчислити ступінь приналежності автомобіля ціною 67 500 гривень до кожного з нечітких множин з трапецевидною функцією приналежності за допомогою формули.

$$MF = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ 1 - \frac{x-c}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (1)$$

MF[Низкий](67 500)=0,5; MF[Средний]( 67 500)=0,5 ; MF[Высокий](67 500)=0.

Наведених вище відомостей достатньо для побудови і виконання нечітких запитів. Розрахувавши для кожного запису агреговане значення функції приналежності MF (За допомогою операції нечіткого "I"), отримаємо результат нечіткого запиту. Використовуючи нечіткі модифікатори, можна формувати і більш складні запити. На практиці зазвичай вводять порогове значення функції приналежності, при перевищенні якого запис включається в результат нечіткого запиту. Можна сказати, що нечіткі запити дозволяють розширити область пошуку відповідно до заданих людиною обмеженнями.

**Список літературних джерел:**

1. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
2. Дюбуа Д., Прад Г. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике – М.: Радио и связь, 1990.
3. Леоленков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003

# ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ОЦЕНИВАНИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Олейник Л. А., Кравец М. Ю.

Днепровский государственный технический университет

Одним из важных вопросов при автоматизации учебного процесса в учебном заведении есть оптимальное распределение рейтинговой оценки всех видов учебной деятельности так, чтобы суммарная оценка студента за семестр составляла 100 баллов. Оценки, выставляемые преподавателем за тот или иной вид учебной деятельности должны определённым способом трансформироваться в суммарный семестровый рейтинговый балл по изучаемой дисциплине. Для моделирования данной проблемы осуществлена достаточно детальная классификация видов учебной деятельности студента, как в аудитории, так и при самостоятельном изучении определённых разделов учебной дисциплины.

Предполагается, что существует некий набор статистических данных, который является отображением временных параметров, выделенных на тот или иной вид учебной деятельности, множество баллов составляющих рейтинговую оценку учебной деятельности.

В данной работе предлагается использование нейронных сетей прямого распространения. Построенная нами нейронная сеть будет обучаться на существующем наборе статистических данных. Цель — построить (подобрать архитектуру и обучить) такую нейронную сеть, которая будет аппроксимировать нелинейное преобразование временных параметров в распределение рейтинговой оценки наиболее оптимально. Для упрощения задачи примем следующие ограничения, а именно, в исследуемой модели студент осуществляет 8 видов учебной деятельности: посещение занятий разных типов (лекции, практических, лабораторных, семинарских), выполнение аудиторных и домашних контрольных работ, прохождение модульных контролей.

Нейронная сеть будет состоять из одного входного слоя, одного выходного и нескольких скрытых слоев.

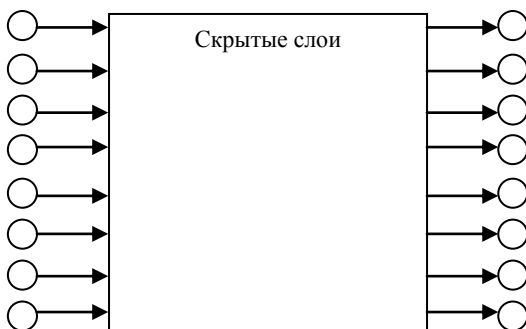


Рисунок 1– Архитектура нейронной сети

Рассмотрим  $k$  –тый нейрон скрытого слоя сети.



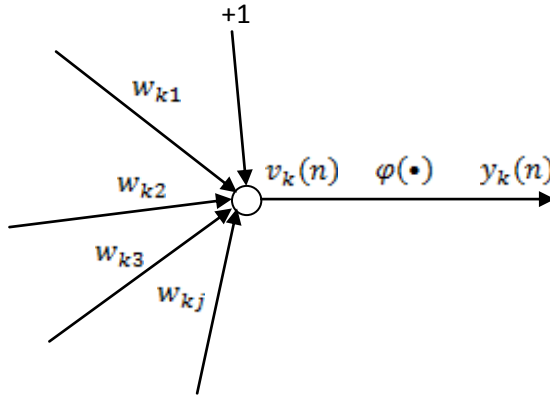


Рисунок 2 –  $k$  –тый нейрон скрытого слоя сети

Где  $w_{kj}$  – синаптический вес от нейрона  $j$  предыдущего слоя до нейрона  $k$ ,  $v_k(n)$  – индуцированное локальное поле нейрона  $k$ ,  $\varphi(\bullet)$  – функция активации,  $y_k(n)$  – выходной сигнал нейрона.

Через входной слой сети подается информация, описывающая виды учебной деятельности. В качестве функции активации будем использовать  $\varphi(x) = \tanh(x)$ . Для каждого нейрона из скрытого слоя вычисляется его значение  $y_k(n)$  и передает его следующему слою, как входное значение. Выходной слой возвращает вектор, который является решением задачи.

Индуцированное локальное поле нейрона  $k$  имеет вид:

$$v_k(n) = \sum_{j=1}^m w_{kj}(n)y_j(n). \quad (1)$$

Выходной сигнал нейрона  $k$  имеет вид:

$$y_k(n) = \varphi_k(v_k(n)). \quad (2)$$

Сигнал ошибки нейрона  $k$  выходного слоя на итерации  $n$  определяется соотношением:

$$e_k(n) = d_k(n) - y_k(n). \quad (3)$$

где  $d_k(n)$  – желаемый отклик нейрона  $k$  выходного слоя на итерации  $n$ .

Общая энергия ошибки (функция стоимости) сети имеет вид:

$$E(n) = \frac{1}{2} \sum_{k \in C} e_k^2(n), \quad (4)$$

где множество  $C$  включает все нейроны выходного слоя.

Задача состоит в том, чтобы корректировать синаптические веса  $w_{ij}$  нейронов сети так, чтобы минимизировать энергию ошибки сети. То есть

$$E(n) \rightarrow \min. \quad (5)$$

Пусть  $f(x_1, \dots, x_n)$  — функция, возвращающая распределение всех видов учебной деятельности так, чтобы суммарная оценка студента за семестр составляла 100 баллов. Тогда из теоремы Вейерштрасса [1] следует, что существует такая функция

$$F(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \varphi \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j + b_i \right), \quad (6)$$

где  $\varphi$  — ограниченная, монотонно возрастающая непрерывная функция,  $\alpha_i, w_{ij}, b_i$  — действительные константы, которая является аппроксимацией функции  $f(x_1, \dots, x_n)$ . То есть

$$|F(x_1, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_n)| < \varepsilon. \quad (7)$$

Но из теоремы Вейерштрасса не следует, что данная аппроксимация будет оптимальной. Для поиска оптимальной аппроксимации будем использовать статистический метод перекрестной проверки (cross-validation).

Для обучения сети воспользуемся алгоритмом обратного распространения ошибки. Алгоритм обратного распространения ошибки в краткой форме состоит в следующем [3]:

1. Инициализируем синаптические веса нейронов случайными числами из небольшого промежутка.

2. Прямой проход: вычисляем выходные сигналы нейронов сети, для каждого нейрона из последнего слоя сети вычисляем сигнал ошибки.

3. Обратный проход: вычисляем локальные градиенты нейронов сети по следующей формуле:

$$\delta_k^{(l)} = \begin{cases} \varphi_k' (v_k^{(l)}(n)), & \text{для нейрона } k \text{ выходного слоя } L \\ \varphi_k' (v_k^{(l)}(n)) \sum_j \delta_j^{(l+1)}(n) w_{jk}^{(l+1)}(n), & \text{для нейрона } k \text{ скрытого слоя } l \end{cases} \quad (8)$$

Изменяем синаптические веса в соответствии с дельта-правилом Видроу-Хоффа:

$$w_{jk}^{(l)}(n+1) = w_{jk}^{(l)}(n) + \eta \delta_j^{(l)}(n) y_j^{(l-1)}(n). \quad (9)$$

4. Повторяем процесс итеративно, предъявляя сети примеры обучения, пока не будет достигнут критерий останова.

Также остро стоит вопрос об уменьшении сложности сети. Одним из способов уменьшить сложность нейронной сети является упрощение ее структуры.

Воспользуемся процедурой оптимальной хирургии мозга (optimal brain surgeon) [2]. Необходимо выполнить обнуление одного из синаптических весов для минимизации приращения функции стоимости  $E$ . То есть

$$\Delta E = E(\mathbf{w} + \Delta \mathbf{w}) - E(\mathbf{w}) \rightarrow \min, \quad (10)$$

при условии  $\mathbf{1}_i^T \Delta \mathbf{w} + w_i = 0$ , где  $\mathbf{1}_i^T$  — единичный вектор, все элементы которого равны нулю за исключением  $i - \text{го}$ , который равен единице.

Разложим первое слагаемое в ряд Тейлора. После некоторых преобразований получим:

$$\Delta E = \frac{1}{2} \Delta \mathbf{w}^T \mathbf{H}(\mathbf{w}) \Delta \mathbf{w}, \quad (11)$$

где  $\mathbf{H}(\mathbf{w})$  — матрица Гессе.

Лагранжиан для этой задачи условной оптимизации будет иметь вид:

$$S = \frac{1}{2} \Delta \mathbf{w}^T \mathbf{H}(\mathbf{w}) \Delta \mathbf{w} - \lambda (\mathbf{1}_i^T \Delta \mathbf{w} + w_i). \quad (12)$$

Дифференцируя Лагранжиан  $S$  по  $\Delta \mathbf{w}$ , находим, что

$$\Delta \mathbf{w} = - \frac{w_i}{[\mathbf{H}^{-1}]_{ii}} \mathbf{H}^{-1} \mathbf{1}_i, \quad (13)$$

где  $[\mathbf{H}^{-1}]_{ii}$  — элемент с индексом  $i, i$  обратной матрицы Гессе.

А соответствующее оптимальное значение Лагранжиана для элемента  $w_i$

$$S_i = \frac{w_i^2}{2[\mathbf{H}^{-1}]_{ii}}, \quad (14)$$

$S_i$  называется степенью выпуклости элемента  $w_i$ .

Чем меньше степень выпуклости элемента, тем меньшее влияние этот элемент оказывает на функцию стоимости нейронной сети. То есть если  $S_i < \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — некая константа, то синаптическая связь  $w_i$  удаляется. Процедура останавливается, когда больше не остается синаптических связей, подлежащих удалению.

### Список литературных источников

1. Weierstrass K. "Über die analytische Darstellbarkeit sogenannter willkürlicher Funktionen einer reellen veränderlichen", Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1885, p. 633-639, 789-905.
2. Hassibi B., D. G. Stork and G. J. Wolff. "Optimal brain surgeon and general network pruning". IEEE International Conference on Neural Networks, 1992, vol. 1, p. 293-299, San Francisco.
3. Саймон Хайкин. «Нейронные сети. Полный курс», второе издание. ISBN 978-5-8459-2069-0.

# РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «РОЗРАХУНОК ІНДЕКСІВ З'ЄДНАННЯ АРОМАТИЧНИХ І ГЕТЕРОАРОМАТИЧНИХ СПОЛУК»

Опоицев О. І., Науменко Н. Ю., Герасименко В. О.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

Дніпро, Україна

Сьогодні, точності розрахунків деяких задач в різних сферах діяльності, неможливо досягнути беззастосування сучасних інформаційних технологій, які зберігають багато часу для аналізу великого обсягу інформації. Складність обробки цієї інформації потребує обов'язкового використання ефективних методів реалізації для складних алгоритмів рішення.

Для успішної реалізації програмного продукту (ПП) розрахунку індексів зв'язності, алгоритм був детально описаний, були побудовані повні і несуперечливі функціональні й інформаційні моделі [1]. Крім того, у процесі створення і функціонування програми потреби користувачів змінювалися та уточнювалися, що ще більш ускладнювало розробку і супровід такого ПП. Для цього використовувався CASE-засіб структурного проектування BPWin, який дозволяє візуально відобразити алгоритм.

На рисунку 1 зображена контекстна діаграма, яка є вершиною ієрархічної структури діаграм і являє собою саме загальний опис системи та її взаємодії із зовнішнім середовищем.

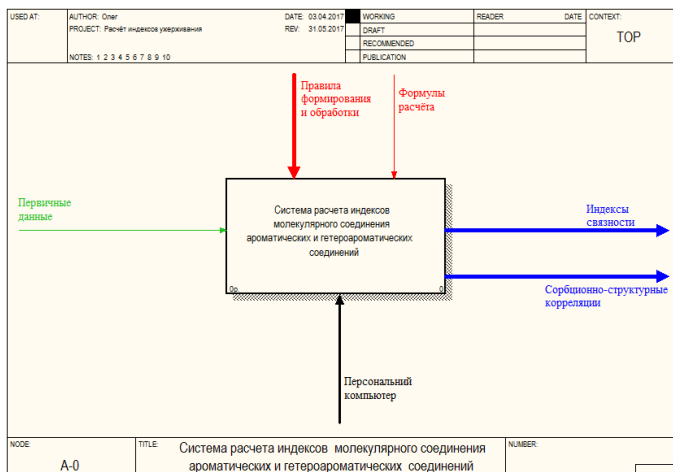


Рисунок 1 – Контекстна діаграма «Система расчета индексов молекулярного соединения ароматических и гетероароматических соединений»

Розробка ПП розрахунку індексів зв'язності здійснювалася з використанням мови програмування C++ в середовищі розробки Microsoft Visual Studio (MVS). C++ дозволяє автоматизувати багато операцій для розрахунку і спростити підсистему розрахунку замінивши паперові документи на їх електронні копії (довідник елементів).

За допомогою MVS було використано інструменти для створення інноваційних і якісних додатків з привабливим інтерфейсом, які перевершили очікування користувачів.

На рисунку 2 представлено роботу програми безпосередньо у процесі розрахунку. Виконувалось введення первинних даних, розрахунок індексів, збереження інформації елемента у довідник, розрахунок множинної регресії та побудова графіку.

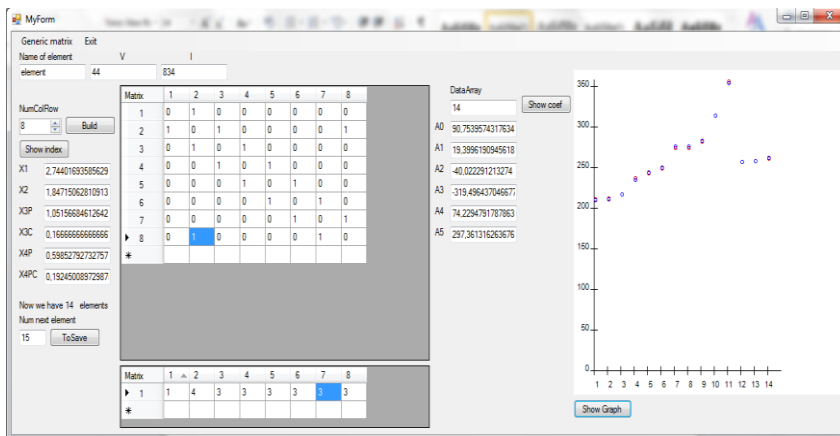


Рисунок 2 – Тестування програми

Таким чином, створене ПП дозволяє автоматизувати розрахунок індексів молекулярної зв'язності – введення даних (матриця молекулярного графа), розрахунок індексів, виведення даних на екран.

Розроблене ПП є прикладом досить простої автоматизованої підсистеми розрахунку. Дана розробка відрізняється, перш за все, простим та інтуїтивним інтерфейсом і невисокою вартістю. Ці переваги досягаються за рахунок використання сучасних методів та інструментів розробки програмного забезпечення.

Розроблений програмний продукт може застосовуватися для нестандартної ідентифікації продуктів синтезу поліалкілбензолів.

### Список літературних джерел

1. Опойцев О.І. Математичні моделі «Структура-утримання» для газової хроматографії / О.І. Опойцев, Н.Ю. Науменко, А.В. Євсєга, В.О. Герасименко// П'ятий том збірника тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології», (УДХТУ, Дніпро, Україна, 26-28 квітня 2017) – Д.: 2017. – Т. V. – 152 с.

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНЦІВ Стровська К. Ю., Біловий В. А.

Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

Однією з основних завдань в електроенергетиці є прогнозування майбутніх значень електроспоживання, короткострокове прогнозування вільної ціни на електроенергію і її собівартості. У даній роботі розглядається рішення задачі короткострокового прогнозування ціни на електроенергію, і споживання в Дніпропетровській області за допомогою різних методів інтелектуального аналізу даних (ІАД) з попереднім відбором інформативних ознак з допомогою самостійну конфігурацію генетичного алгоритму.

На українському ринку технології інтелектуальних обчислень роблять лише перші кроки. Це можна пояснити їх високою вартістю, але, як показує історія розвитку інших галузей комп'ютерного ринку України, сам по собі цей фактор навряд чи є визначальним. Скоріше тут виявляється дія деяких специфічних для України негативних факторів, що різко зменшують ефективність застосування аналітичних технологій. Спробуємо визначити ці фактори, проаналізувати ступінь притаманних їм різних класів систем ІАД та обчислень, а також виділити властивості таких систем, що полегшують українським покупцям їхнє застосування.

Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень, можуть ґрунтуватися на двох підходах. Перший, більш традиційний, полягає в тому, що в системі фіксується досвід експерта, який використовується для вироблення, оптимального в даній ситуації, рішення. Системи інтелектуальних обчислень в основному реалізують другий підхід. Вони намагаються знайти рішення на основі аналізу історичних даних, що описують поведінку досліджуваного об'єкта, прийняті в минулому рішення, їхні результати і т.д. Усі ці дані можуть включати, наприклад, часові ряди цін на різні комунальні послуги, витрати електроенергії, статистику споживання тієї чи іншої продукції. Зрозуміло, щоб застосування цих систем у практиці виявилось виправданим, необхідно мати досить вагомую множину цих даних – інакше прийняті на їхній основі рішення будуть безпідставними.

Енергетична галузь має дворівневий ринок - оптовий і роздрібний. Оптовий ринок - сфера обігу двох товарів - електроенергії і потужності, які розглядаються як два самостійно об'єкта. Потужність, як товар, є зобов'язанням підтримки в стані готовності генеруючого обладнання для задоволення потреби даного споживача в електроенергії [1].

Для учасників ринку необхідною умовою нормальної роботи є забезпечення короткострокового прогнозування погодинного електроспоживання (попиту), і короткострокового прогнозування рівноважної ціни «ринку на добу вперед» (PCB), так як попит і ціна є важливими компонентами для енергетичного планування, розробки стратегій і рекомендацій політики в області енергетики [2].

В даній час діє найважливіший принцип формування надійної та ефективної роботи Єдиної енергетичної системи - забезпечення системного балансу виробництва та споживання електричної енергії. Планування очікуваного електроспоживання є першочерговим завданням при управлінні режимами роботи електроенергетичних систем і енергокомпаній. Погодинні обсяги «кількості», які вказуються в заявках на купівлю, відображають величини бажаного попиту учасників ринку. Процес

формування прогнозу планового погодинного споживання є досить непростим завданням, так як електроспоживання є нестаціонарний випадковий процес, який залежить від різного роду факторів [2]. Складність прогнозування цін РСВ полягає в тому, що розрахункова модель ринку, яка визначає ці ціни, часто змінюється в ході становлення цільової моделі оптового ринку електроенергії і потужності (ОРЕМ).

Погодинні графіки цін оптового ринку РСВ являють собою складний процес, який залежить також від великої кількості факторів: величини попиту на електроенергію, якості поданих планів суб'єктами, пори року і різких змін погодних умов, аварій в енергосистемі, позапланових перемикачів і інших чинників. У даній роботі короткострокове прогнозування електроспоживання і ціни здійснювалося за допомогою різних методів ІАД.

База даних включає в себе енергетичні показники на прикладі реальних погодинних показників РСВ оптового ринку, взятих за період з 2013 по 2016 роки.

ІАД - це не тільки використання інструментів або програмного забезпечення баз даних. Інтелектуальний аналіз даних можна виконати з відносно скромними системами і простими інструментами, включаючи створення своїх власних, або з використанням готових пакетів програмного забезпечення. Складний інтелектуальний аналіз даних спирається на минулий досвід і алгоритми, визначені за допомогою існуючого програмного забезпечення і пакетів, причому з різними методами асоціюються різні спеціалізовані інструменти [3].

Попередній відбір ознак сприяє збільшення точності прогнозування енергетичних показників. Одним з подальших перспективних напрямків розвитку можна вважати застосування колективів автоматично сформованих нейронних мереж, які можна. Це дозволить отримати більш точний прогноз у порівнянні з іншими методами.

### **Список літературних джерел**

1. Полякова А.С. Эффективность методов интеллектуального анализа данных при решении задачи прогнозирования // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – С.362 – 364
2. Дзюба А. П. Прогнозування та облік показників середовища оптового ринку в процесі формування прогнозних графіків електроспоживання // Молодий вчений. 2013. № 8. С. 180-188.
3. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP.: Изд. «БХВ-Петербург», 2007.

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Палагин А. В., Петренко Н. Г.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины Киев, Украина

Развитие и применение интеллектуальных информационных систем в различных областях человеческой деятельности привели к созданию указанных систем нового класса, сочетающих в себе свойства трансдисциплинарности, онтологического управления, объединенных концепциями целеустремленного развития и виртуальности. Это – класс трансдисциплинарных развивающихся онтолого-управляемых систем исследовательского проектирования (СИП). Кроме задач инфраструктурной поддержки научных исследований здесь на первый план выходят задачи их *методологического сопровождения* и обеспечения процессов интеграции, конвергенции и др. Существенную роль играет системологическая подготовка навыков и расширение диапазона мировоззрения научных исследователей с целью обеспечения двуединства концепций углубления знаний в конкретной предметной области, с одной стороны, и расширения охвата проблемы, исходя из реальности единства мира и необходимости формирования единой системы знаний о мире, – с другой [1].

Одной весьма важной разновидностью научных исследований является исследовательское проектирование. Характерной особенностью исследовательского проектирования является тот факт, что основные его этапы связаны с процессом описания облика проектируемого объекта новой техники при отсутствии самого объекта [2]. Сам процесс проектирования строится как ряд интерактивных процедур привлечения дополнительной информации и формирования промежуточных гипотетических вариантов технического решения, начиная с общей концепции (концептуальный этап проектирования), технического предложения и технического задания, (предпроектный этап проектирования) и заканчивая сравнением этих вариантов и выбором наилучшего.

На рис.1 представлена архитектура СИП, в которую заложен механизм саморазвития базы знаний предметной области (ПдО). Этот механизм основан на онтологическом управлении процессами поиска релевантной информации во внешнем информационном пространстве и построении формализованной базы знаний. При этом развитие формализованной базы знаний осуществляется тремя путями [2]:

- за счет извлечения новых фактов и знаний из внешней информационной среды (Интернет);
- за счет вывода новых знаний на основе существующих с использованием механизма вывода;
- за счет генерации, целенаправленного творческого процесса пользователя.

Особенность СИП, в частности развивающейся СИП, состоит в том, что процесс проектирования заданного класса объектов новой техники с использованием этой системы происходит на фоне сопровождающего его процесса развития в реальном времени самой системы СИП и ее функциональных подсистем.

В докладе рассматриваются основные онтолого-управляемые функции развивающихся СИП.





Рисунок 1 – Архитектура системы исследовательского проектирования

Создание и внедрение онтолого-управляемых информационных систем является одной из главных тенденций развития отрасли информатики.

*Онтологический подход* предоставляет пользователю целостный системный взгляд на предметную область либо сложный исследовательский проект. Онтологические модели знаний позволяют строить классы, объекты, функциональные процедуры и, наконец, формальные теории, а онтологические технологии обеспечивают построение научно-исследовательских и ряд других систем.

Жизненный цикл процесса исследовательского проектирования в общем случае можно представить состоящим из следующих этапов:

1. Сбор материала, представляющего предметную область.
2. Формирование цели исследовательского проекта.
3. Анализ материала и онтологическое описание ПдО.
4. Выявление противоречий и формулирование проблемной ситуации.
5. Постановка задачи исследовательского проекта.
6. Уточнение проблемной ситуации: выделение внешних и внутренних противоречий (внешние – в виде совокупности подзадач главной задачи, внутренние – расширение функциональности проектируемого изделия как системы).
7. Выявление аналогов-прототипов, формирование совокупности их технических признаков.
8. Формирование совокупности технических признаков и облика проектируемого изделия.
9. Выполнение эскизно-технического этапа проектирования и подготовка

материалов к патентованию.

Большинство этапов (исключая интуитивные процессы субъекта творчества) могут быть поддержаны информационными технологиями, основанными на онтологическом подходе и концепции семантического пространства, опирающейся на современные методы синтактико-семантического анализа естественно-языковых текстовых документов.

Центральным пользователем развивающихся информационных систем, как чисто исследовательских, так и проектных является исследователь в лице научного сотрудника либо инженера. Поэтому необходимо обеспечить комфортную информационно-технологическую и методологическую поддержку именно этому классу пользователей. Одной из основных подсистем современной СИП является *персональная база знаний* (ПБЗ) исследователя-проектировщика. В ней можно выделить четыре типа информационных файлов:

- документация, относящаяся к классу проектируемых объектов новой техники;
- информация о предметной области (статьи, монографии, патенты и их интегральное описание на уровне научных теорий);
- публикации автора (пользователя);
- хранилище идей, гипотез, набросков.

Каждому типу соответствует свой функциональный блок ПБЗ, но все они обслуживаются единым механизмом онтологического управления, контентно-семантического анализа и онтологической репрезентации и разметки текстов. Этот механизм реализуется комплексом информационно-программных и методологических средств управления знаниями, функционирующим на основе трансдисциплинарного подхода, онтологических методов анализа и синтеза информации, интернет-ресурсов. Содержимое ПБЗ является личной собственностью пользователя, и доступ к ее файлам в сетевом режиме работы регламентируется в соответствии с установками пользователя.

Далее рассматриваются основные функции ПБЗ.

В качестве примера в докладе рассматривается онтологическая структура ПдО “Научно-техническое творчество” и ее один из основных разделов – “Изобретательство”. Онтология указанной ПдО разделена на три составляющие – множества объектов, процессов и совокупность задач (алгоритмов), решаемых в процессе создания изобретения [3].

Таким образом, СИП, построенная на основе изложенных выше концепций (ноосферной парадигмы, трансдисциплинарности, эволюционизма, виртуальности, онтологического управления, многоуровневого представления знаний), представляет собой инструмент проектирования сложных объектов новой техники и технологий, прежде всего в области информационных технических и программных средств и технологий. С другой стороны, ее проекция на интересы научных исследователей и инженеров может значительно расширить возможности последних за счет интеллектуальной поддержки его профессиональных функций и навыков, а также эффективного знание-ориентированного пользовательского интерфейса. Возможность эволюционирования системы во времени, накопления знаний об окружающем мире, предметной области и самом пользователе открывает широкие перспективы для ее применения в научных исследованиях и наукоемких инженерных разработках, выдвигая на первый план вопросы проблемной ориентации и тиражирования.

### **Список литературных источников**

1. Палагин А.В. Проблемы трансдисциплинарности и роль информатики / А.В. Палагин//Кибернетика и системный анализ. – 2013. – №5. – С. 3–13.
2. Палагин А.В. Введение в класс трансдисциплинарных систем исследовательского проектирования / А.В. Палагин//УСиМ. – 2016. – №6. – С.3-11.
3. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А.В. Палагин, С.Л. Крывый, Н.Г. Петренко. – [Монография]. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с.

## **НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ У БАНКІВСЬКОЇ СФЕРІ**

**Панчук В. О., Коротка Л. І.**

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

Для кредитування, як фізичних так і юридичних осіб існує достатня кількість підходів та методів реалізації. Як правило, вони називаються класичними, але існують і неklasичні підходи. Останнім часом системи обчислювального інтелекту, і штучні нейронні мережі (НМ) в тому числі, досить широко використовуються при вирішенні багатьох завдань в різних предметних областях, зокрема і у банківській сфері.

НМ отримали широке застосування при вирішенні задач класифікації/ кластеризації. Як відомо, завдання класифікації являє собою процес віднесення зразка до одного з декількох множин, які попарно не перетинаються. Наприклад, завдання визначення кредитоспроможності клієнта банку, визначення життєздатних і схильних до банкрутства фірм тощо.

Як відомо, кластеризація – це навчання без вчителя. При цьому кластеризація виконує схожі з класифікацією завдання. Однак, на відміну від класифікації, кластеризація виявляє групи в наборі об'єктів різними способами. Об'єкти групуються, виходячи з їх подібності, або близькості [1].

У роботі пропонується використовувати нейронну мережу Кохонена [2] для кластерного аналізу в банківській сфері, а саме в області кредитування фізичних та юридичних осіб. Пропонований метод є альтернативою статистичному підходу, так як НМ генерують фактично велике число регресійних моделей, які використовуються в рішенні задач класифікації статистичними методами.

Постановка задачі полягає в формуванні системи оцінки спроможності видачі кредиту клієнту (фізична або юридична особа).

Оцінюючи потенційного клієнта, банки намагаються визначити рівень ризику, з яким вони можуть піддатися, видавши кредит позичальнику. Банк повинен бути впевнений в тому, що позичальник погасить кредит точно в строк [3].

Вся процедура оцінки платоспроможності клієнта називається скоринг. В процесі скорингу банк присвоює позичальникові певну кількість балів. Чим більше клієнт набере балів, тим більше у нього буде шансів на отримання кредиту. Для того щоб визначити кількість балів того чи іншого клієнта буде використовуватися метод кластеризації або кластерного аналізу.

Отже, процес функціонування задачі в цілому буде представляти собою взаємодію підсистем, які наведемо далі.

Перша підсистема «Підсистема реєстрації даних» призначена для формування

бази даних, в якій зберігається інформація про клієнта та надалі надається розрахунковим підсистемам.

Друга «Підсистема розвитку на кластери вхідних даних» використовує інформацію, надану підсистемою реєстрації даних. Користувач авторизується, після чого в нейронну мережу передаються персональні данні клієнта, на підставі яких проводиться аналіз на можливість видачі кредиту. На виході даної підсистеми буде результат роботи нейронної мережі.

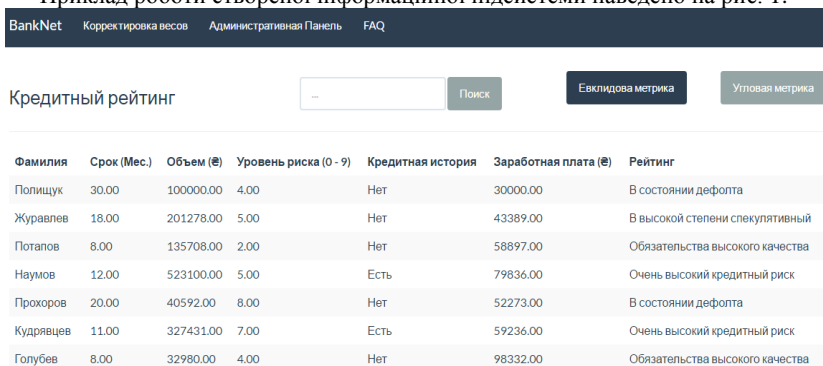
Потрібно розбити вибірку на підмножини (класи), так, щоб кожен клас складався з об'єктів, близьких за метрикою, а об'єкти різних класів істотно відрізнялися. При цьому кожному об'єкту приписується номер класу. Як зазначалося раніше, у роботі застосовується мережа Кохонена, у якій використано для визначення міри близькості евклідову та кутову метрики.

Вхідними даними є кількість класів (дорівнює п'яти), відстані між об'єктами та вхідні параметри (дані про клієнта) для мережі.

Вихідними даними є віднесення клієнта до одного з можливих кластерів.

У даній роботі розроблено web-орієнтований додаток з використанням фреймворку Django, відкритої крос-платформної системи управління базами даних SQLite та мови програмування Python.

Приклад роботи створеної інформаційної підсистеми наведено на рис. 1.



Фамилия	Срок (Мес.)	Объем (€)	Уровень риска (0 - 9)	Кредитная история	Зароботная плата (€)	Рейтинг
Полищук	30.00	100000.00	4.00	Нет	30000.00	В состоянии дефолта
Журавлев	18.00	201278.00	5.00	Нет	43389.00	В высокой степени спекулятивный
Потапов	8.00	135708.00	2.00	Нет	58897.00	Обязательства высокого качества
Наумов	12.00	523100.00	5.00	Есть	79836.00	Очень высокий кредитный риск
Прохоров	20.00	40592.00	8.00	Нет	52273.00	В состоянии дефолта
Кудрявцев	11.00	327431.00	7.00	Есть	59236.00	Очень высокий кредитный риск
Голубев	8.00	32980.00	4.00	Нет	98332.00	Обязательства высокого качества

Рисунок 1 – Головне вікно створеної підсистеми

У дипломній роботі розроблена підсистема розрахунку кредитоспроможності клієнта банку. У ході виконання роботи було запропоновано для реалізації процесу кластеризації використовувати нейронну мережу Кохонена; побудована база даних клієнтів за допомогою відкритої крос-платформної системи управління SQLite та проведено її тестування; реалізовано нейромережевий модуль кластеризації на скрипковій мові програмування Python.

#### Список літературних джерел

1. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». / П. Г. Круг – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
2. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. / Т. Кохонен М., «Бином», 2008. – 656с.
3. Оцінка кредитоспроможності позичальника [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://studentam.net.ua/content/view/5003/132/> – Заголовок з екрана.

# НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗЛИЧЕНИЯ, ИНТУИЦИИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Прокопчук Ю. А.

ИТМ НАНУ и ГКАУ, ГВУЗ «ПГАСА», Днепр, Украина

За последние 15 лет получены четыре Нобелевские премии по экономике за разработку проблематики «ограниченной рациональности» при принятии решений (Ричард Талер – 2017г., Роберт Шиллер – 2013 г., Израэль Ауман – 2005 г., Даниэль Канеман – 2002 г.). Данные премии присуждены за изучение экономического поведения и за понимание того, какую роль психология играет в экономике. Это отражает растущее среди специалистов понимание того факта, что люди далеко не всегда действуют рационально, поэтому господствовавшие среди экономистов в течение долгих десятилетий теории рационального выбора и эффективного рынка нуждаются в серьезной корректировке. Следствием этого стал неуклонно растущий интерес к натуралистическим, интуитивным методам принятия решений [1]. Отмечается, что классические методы принятия решений являются *антиинститутивными* и потому мало используемыми на практике. В более широком контексте на международных форумах все более активно обсуждаются вопросы создания «Unified Theory of Cognition (UTC)» и даже «Standard Model of the Mind».

Несмотря на высокую исследовательскую активность в области изучения натуралистических методов познания и принятия решений, фундаментальные природные механизмы, которые лежат в основе данных феноменов, остаются, во многом, нераскрытыми. Рассмотрению этой проблемы посвящена книга [2]. В ней показывается, что UTC должна состоять из множества набросков разной степени обобщенности (глубости). Примером может служить механика (наброски: механика Ньютона, квантовая механика, специальная теория относительности и т.д.).

Новая парадигма построения *естественной логики* различения, принятия решений и управления должна быть направлена на поиск возможной природы и фундаментальных закономерностей информационного синтеза в процессе познания, восприятия и творчества. Она должна учитывать множественность описания и множественность путей влияния разных факторов на любой параметр. Кроме того, новая парадигма должна обеспечить естественный синтез знаковых моделей, формируемых на основе онтологий, и эволюционно возникающих интуитивных авто/гетеро-ассоциативных моделей знаний. На первый взгляд, выдвигаемые требования кажутся противоречивыми, однако парадигма предельных обобщений (ППО) показывает эффективный путь интеграции разных подходов [2].

В рамках ППО к первичным сущностям ментальной (смысловой) сферы, играющих важную роль в природных механизмах интуиции и глобальной когерентности, можно отнести [2]:

орграфы значений и доменов тестов (квалиа), орграфы набросков образов, орграфы переходов между значениями тестов и набросками образов (теория двойного кодирования), канонические орграфы (результат девербализации орграфов значений и доменов – важнейшая операция бессознательного мышления), орграфы метаморфозов, системопаттерны, идеальные закономерности и предвестники, задачно-индукторное пространство, пространство событий, «коннектом» структурную энергию.

В орграфы значений, доменов, набросков вложена система автоматических интуитивных интерпретаций явлений предметной области, т.е. семантический уровень.

Интерпретируемость данных и результатов обработки данных в системе понятий предметной области является необходимым условием получения полезного результата.

Кроме системы интерпретации, оргграфы значений, доменов, набросков отвечают за порождение сверхизбыточности и сверхразнообразия данных, которые в процессе категоризации (субъективной самоорганизации) позволяют природным путем выявить предельно сжатый смысл. Воплощенная когерентность на множестве всех данных (собственная функция знаниевой среды) является важнейшим механизмом интуиции.

Согласно биосинергетике, когнитивные системы, включая человека, обладают способностью автоматически определять субъективные параметры порядка произвольных ситуаций действительности и использовать эти параметры для управления. Найденные параметры порядка могут рассматриваться как внутренние коды «модели мира» субъекта, которые формируют «тонкий срез». Их использование является ключевой чертой живых разумных систем. Сложная ситуация понята, если она представлена (интерпретирована) во внутренних кодах. Внутренние коды срабатывают, только если имеет место когерентность на множестве всех данных.

В работе [2] описан процесс автоматического и имплицитного формирования «искусственного коннектома» на основе банка тестов и потока данных (термином «коннектом» обозначили полное описание структуры связей в нервной системе человека). «Искусственный коннектом», как и био-коннектом, иллюстрирует авто/гетеро-ассоциативность, распределенность, робастность и активность памяти. Задачи «вшиты» в «коннектом» и генерируются автоматически (аналог «подсознательной» активности мозга).

Естественная логика имплицитного порождения и решения задач различения приводит к зарождению рациональности как адаптивного инструмента, который не идентичен правилам формальной логики или вероятностного исчисления. Представленные модели и алгоритмы позволяют приблизиться к целостному пониманию в теории интеллекта фундаментальных процессов объединения, синтеза и появления новой (субъективной) информации, которая и обуславливает действие механизмов интуиции при принятии решений.

### **Список литературных источников**

1. Klein G. A naturalistic decision making perspective on studying intuitive decision making / G. Klein // Journal of Applied Research in Memory and Cognition 4, 2015. - P. 164–168.

2. Прокопчук, Ю. А. Набросок формальной теории творчества / Ю. А. Прокопчук. – Днепр : ПГАСА, 2017. – 452 с.

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ SEO-ТЕКСТІВ ТА КЛЮЧОВИХ СЛІВ ADWORDS

**Сердюк В. О.**

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Розвиток апаратних і програмних технологій призвів до великої популярності мережі Інтернет та дозволив їй зайняти лідируюче положення серед основних інструментів ведення бізнесу, зокрема, електронної торгівлі. Присутність торгової компанії в Інтернеті необхідно не тільки з метою отримання і нарощування бажаного прибутку, а й для успішної конкурентної боротьби в сучасних умовах.

Задля цього багато власників своїх компаній, підприємств, магазинів та інтернет-магазинів, а також інших видів бізнесу, маючи власні інтернет-ресурси, намагаються просувати і рекламувати власну продукцію, або продукцію, вироблену на їх підприємствах / компаніях, в мережі інтернет в системах пошуковиків (Yandex-метрика, GoogleAdwords - ті що більш затребувані і популярні для регіонів нашої країни). Тобто seo-просування

Ключовим фактором у даному просуванні є розміщення оголошень від тієї, чи іншої компанії / підприємства / web-магазину, з певним підбором ключових слів і слів-мінусів.

Ключові слова мають свою вагу і популярність в пошукових запитах. На цьому і ґрунтується стратегія пошукових систем, адже більшість користувачів шукають потрібну інформацію за допомогою тих же ключових слів. І пошукові системи надають відповідну інформацію по введеним ключовим словам.

Даним типом seo-просування активно користуються майже всі власники своїх компаній, підприємств, магазинів та інтернет-магазинів, адже всі хочуть, щоб користувачі інтернет-мережі відвідували саме сторінки їхнього web-ресурсу в мережі.

Пошукові системи, бачачь такий прогрес, вводять природно цінні ставки на ключові слова для оголошень їх власників, чиї оголошення публікуються в пошуковій системі на перших сторінках. Чим ключове слово більш популярно в пошуковому запиті, тим природно воно має вищу ставку (зазвичай це 4, 5, 6 грн / розміщення на першій сторінці / день).

Все ніби й добре, пошукові системи показують можливі варіанти, пропонують природні ставки за ключові слова, а власники бізнесу з цим погоджуються. Ніхто начебто в цій справі і не програє.

Але якщо придивитися глибше, і проаналізувати ситуації, то можна запідозрити, що всі пошукові системи «грають» за своїми правилами. Тобто гранична ставка за ключові слова, яка виставляється різними пошуковими системами, є всього лише фіксована ціна за статистичну вірогідність появи певного потрібного слова.

Наприклад певні слова, які «обожнює» пошукова система і ставить їх в вершині рейтингу пошукових запитів, рекомендуючи тим самим власникам бізнесу застосовувати саме ці слова, і платити саме таку «потрібну» ціну за клік, можуть бути на ділі не зовсім релевантні для всіх тих власників бізнесу. А лише для певної кількості. Наприклад 30-40% власників матимуть успіх за цією системою. Решта ж зазнають невдачі.

Проведення інтелектуального аналізу даних за допомогою Data Mining [1] по ключових запитах в мережі дасть змогу виявити неузгодженість статистичних даних в пошукових системах.

Data Mining стратегії - це вид seo-стратегій, реалізація яких ведеться з використанням технологій Data Mining: збору, аналізу даних і отримання нового знання роботами автоматично. На даному етапі розвитку інформаційних технологій такі роботи здатні, ґрунтуючись на всьому доступному їм масиві даних, створювати оригінальний контент, а також передбачати запити та інтереси користувачів.

Просування сайту з використанням Data Mining - інноваційна і малодосліджена область. Вже зараз даний аналіз становить інтерес для учасників ринку: в цьому напрямку розвивають свої стратегії найбільш далекоглядні гравці в SEO.

У широкому сенсі під Data Mining мається на увазі інтелектуальний, поглиблений аналіз даних із метою виявлення раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності.

Подібне масштабне дослідження, за заданими людиною параметрами і алгоритмами, здійснює штучний інтелект, «машина»: тільки вона здатна за короткий термін опрацювати величезний масив даних в пошуках прихованих закономірностей.

Існує ряд вимог, відповідно до яких пошук інформації можна вважати Data Mining. Здобута інформація має бути:

- новою, не підтверджувати якихось раніше отриманих відомостей;
- нетривіальною, тобто її не можливо побачити просто при візуальному аналізі даних або при розрахунках простих статистичних даних;
- корисною, мати цінність для наукового дослідника або кінцевого споживача;
- доступною для інтерпретації, тобто її можна узяти в наочній для споживача формі та легко об'яснити в термінах даної предметної області.

Такий збір даних, заснований на поведінці людини, на історії його запитів, на особистій інформації, більше іменується як Web Mining [2] - «видобуток даних у Web». По суті це полювання за уподобаннями користувача. Алгоритми Web Mining можуть відповісти на багато питань: наприклад, хто з відвідувачів є потенційним клієнтом інтернет-магазину, яка група клієнтів приносить йому найбільший дохід, яка група товарів запрошена у певній категорії користувачів.

Фактично робота Data Mining агрегаторів - це сплав статистики і штучного інтелекту. Він здатний до збору, класифікації інформації, до її аналізу. Він вміє добувати інформацію з документів різних типів, таких як текст, зображення, аудіо, відео, метадані та гіперпосилання.

Можливості Data Mining і сфера його застосування будуть, безумовно, зростати. Вже зараз варто задуматися про застосування Data Mining, адже це сприяє більш ефективній взаємодії з пошуковими системами, які, у свою чергу, вже активно використовують технології Data Mining, зокрема, при індексації.

#### **Список літературних джерел**

1. Чубукова И. А. Data Mining: учебное пособие. — М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. — 382 с.
2. Sivaramakrishnan J., Balakrishnan V. Web Mining Functions in an Academic Search Application. — Dubai: BITS – PILANI, 2009. — С. 132-139.



# **ОБНАРУЖЕНИЕ ФРОДА И ТЕХНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СЕТЯХ VOIP Смидович Л. С.**

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ», Харьков, Украина.

Задачей исследования является выявление признаков фрода и технических неисправностей в сети виртуального оператора IP-телефонии. IP-телефония (VoIP) – это передача голосового трафика по сетям передачи данных. В настоящее время чаще всего реализуется с использованием сигнального протокола SIP [1]. Особенностью виртуального оператора является то, что он не имеет собственной сети передачи данных, абоненты и операторы-партнеры подключаются через общедоступные сети (Интернет). Поэтому, как правило, отсутствует возможность мониторинга технических характеристик каналов связи и прямого тестирования.

В этом случае мониторинг качества услуг и выявление фродовых атак возможны на основе статистического анализа записей о вызовах абонентов. Исходными данными являются записи CDR об успешных и не успешных вызовах, поступающие с коммуникационного оборудования и содержащие информацию о дате и времени вызова, номерах или SIP-адресах вызываемого и вызывающего абонента, длительности установления соединения и самого соединения, коды завершения протокола SIP [2]. В зависимости от типа используемого коммуникационного оборудования, CDR может содержать и другие данные, например значения метрик качества канала, такие как потери, задержка и ее вариация – джиттер, или даже MOS (Mean Opinion Score – субъективная оценка качества).

Статистический анализ CDR позволяет рассчитать ряд характеристик трафика, таких как суммарная нагрузка за единицу времени (в секундах и количестве вызовов), средняя длительность звонков (Average Call Duration, ACD), среднее время удержания (Average Hold Time, АНТ), доля успешных звонков (Answer Seizure Ratio, ASR) и др. [3] в разрезе абонентов, внешних каналов и тарифных направлений.

Фрод и ухудшение качества можно рассматривать как аномальные изменения трафика и его статистических характеристик. Возникает задача обнаружения таких изменений. Сложность состоит в разнообразии существующих видов фрода и неисправностей, а так же в возможности появления новых, еще не классифицированных. Необходим алгоритм, который позволяет определять известные признаки фрода/ухудшения качества, и сигнализировать об аномальном изменении характеристик трафика.

Были проанализированы [4] виды неисправностей и разновидности фрода, специфичные для услуг VoIP, проведена их классификация и выделены их основные признаки. В частности, для услуг VoIP характерны виды фрода, основные из которых рассмотрены ниже. Взлом абонента, характеризующийся аномальным ростом трафика, особенно на «фродоопасные» направления, при этом способ взлома остается за рамками анализа (внешний фактор). Абонентский спам (например, т.н. прозвонка) – большое количество коротких звонков, которые выявляются по низкому значению ACD. FAS (False Answer Supervision) на внешних каналах, когда при невозможности обслужить вызов внешний оператор имитирует ответ абонента (автоответчик, IVR) – характеризуется снижением значения ACD и одновременно рост ASR выше среднего значения (т.к. неуспешные вызовы подменяются ложными ответами). Позднее завершение вызова (later disconnect), выражающееся в добавлении ложной

длительности к каждому состоявшемуся звонку, наоборот характеризуется увеличением ACD.

Для выявления признаков классифицированных неисправностей и фродовых атак предлагается использовать алгоритм на основе правил (rule-based), и инициировать события разной степени критичности в зависимости от суммарного веса сработавших правил. Дополнительно к этому предлагается определять аномальные изменения в профилях входящих и исходящих нагрузок. Это позволит выявлять любые резкие изменения в характеристиках трафика. Анализ проводится в разрезе абонентов, внешних каналов и тарифных направлений.

Для анализа профиля нагрузки могут использоваться различные подходы, включая использование генетических алгоритмов, управляемых и не управляемых нейронных сетей, нечеткой логики, методы профилирования нагрузки и пр. Не все из них подходят для эффективного решения поставленной задачи в силу сложности и необходимости наличия большого количества данных для первоначального обучения.

Для выявления изменения профилей входящей (от абонентов) и исходящей (к операторам-партнерам) нагрузки предлагается использовать прогнозирования по методу экспоненциального сглаживания с трендом и учетом сезонности (метод Хольта-Винтерса).

Применение предлагаемого подхода к мониторингу услуг IP-телефонии позволит ускорить обнаружение и диагностику неисправностей, ухудшения QoS и фродовых атак, что повысит эффективность и качество предоставления услуг.

#### **Список литературных источников**

1. Rosenberg, Jonathan; Schulzrinne, Henning; Camarillo, Gonzalo; Johnston, Alan; Peterson, Jon; Sparks, Robert; Handley, Mark; Schooler, Eve. SIP: Session Initiation Protocol. RFC 3261. // IETF. – 2002 – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc3261>.
2. Holmberg, Christer. Session Initiation Protocol (SIP) Response Code for Indication of Terminated Dialog. RFC 6228. // IETF. – 2011 – Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc6228>.
3. E.411: International network management - Operational guidance. // ITU. – 2000 – Режим доступа: [https://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.411-200003-I!!PDF-E&type=items](https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.411-200003-I!!PDF-E&type=items).
4. Смидович Л.С., Рева А.А. Фрод на виртуальных сетях VoIP и его признаки. // Четверта міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації», Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Полтава, 3-4 листопада 2016. – Полтава, 2016. – С. 15.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОШУКУ ДЛЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ**

**Сокол А. О.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Пошук потрібної інформації пов'язан з тим, що користувач не завжди відразу може знайти необхідні йому електронні ресурси, тому необхідна система для вирішення даної задачі. Здатність визначати інтереси і переваги кожного відвідувача, спостерігаючи за його поведінкою, є серйозною і критичною перевагою конкурентної

боротьби на ринку електронної комерції, тому дослідження інтелектуального пошуку для веб – додатків на сьогоднішній день - актуальна тема.

Ціль роботи – це аналіз та розробка методів та технології інтелектуального пошуку, знайти найкращі варіанти та розробити алгоритм реалізації систем інтелектуального пошуку для веб-додатків. Головна мета пошукової системи полягає в тому, щоб максимально швидко знайти доречну і актуальну інформацію, як відповідь на введені пошукові терміни, також звані ключовими словами. Тому центральним аспектом для будь-якої пошукової системи, яка бажає видати дійсно корисний результат, є поняття мети пошуку, того, як саме люди шукають.

Пошукові системи здійснюють пошук серед документів бази чи інших масивів машиночитаемих даних, що містять задані слова. Електронні пошукові системи за допомогою звичайних або інтелектуальних терміналів (ПЕОМ) дають можливість користувачам робити пошукові запити за допомогою формальних запитів і описують зміст елементів і з застосуванням спеціальних логічних операторів. Пошукові системи дозволяють здійснювати тільки пошукові процедури і пов'язані з ними процеси [2].

З точки зору використання комп'ютерної техніки "інформаційний пошук" - сукупність логічних і технічних операцій, що мають кінцевою метою знаходження документів, відомостей про них, фактів, даних, релевантних запиту споживача [1].

Функціонування сучасних ІПС базується на двох припущеннях:

- 1) документи, необхідні користувачеві, об'єднані наявністю певної ознаки або комбінації ознак;
- 2) користувач здатний вказати цю ознаку [3].

Обидва ці припущення на практиці не виконуються, і можна говорити тільки про ймовірність їх виконання. Тому, процес пошуку інформації зазвичай є послідовність кроків, що призводять при посередництві системи до деякого результату, і дозволяють оцінити його повноту. При цьому поведінка користувача, як організуючий початок управління процесом пошуку, мотивується не тільки інформаційною потребою, а й різноманітністю стратегій, технологій і засобів, що надаються системою.



Рисунок 1 – основні компоненти пошуку

Для зменшення обсягу відібраних матеріалів здійснюють фільтрацію результатів пошуку за типом джерел (сайтів, порталів), тематиці і інших підстав.

Інтелектуальний пошук має включати в себе наступні процеси: сканування, індексування та позиціонування[3].  
Всі вищеописані процеси можна зобразити за допомогою схеми:

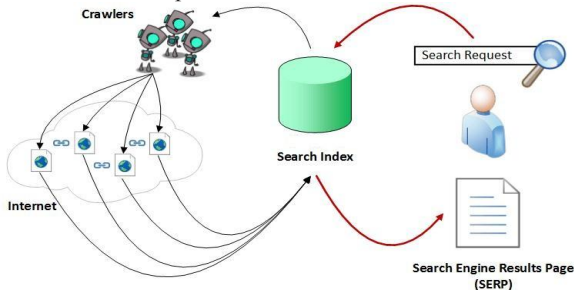


Рисунок 2 – схема процесів інтелектуального пошуку

Розроблений алгоритм пошуку по індексній базі має єдиний недолік: індексна база займає місце. Залежно від структури індексної бази, вона може займати майже такий же обсяг, який займає сайт з усіма сторінками. В даних межах отримуємо подвоєння розміру на хостинговому майданчику, що критично для сайтів з величезною кількістю сторінок (наприклад, більш ніж 65000 сторінок).

Для кожного знайденого файлу виробляються 3 операції:

- читання файлу ( $x$  тимчасових тактів);
- видалення всіх html-тегів ( $2 * x$ );
- пошук в останньому тексті цільового запиту за шаблоном ( $2 * x$ );

Застосуємо таку формулу:

$$n * (x + 2 * x + 2 * x) = 5 * x * n \quad (1),$$

де  $n$  - кількість сторінок, які потрібно перевірити по даному алгоритму [4].

Робота алгоритму пошуку по індексній базі:

- читання індексної бази ( $10 * x$  тактів, причому, всього 1 раз)
- пошук в окремих рядках бази цільового запиту ( $2 * x$ )

Використовуючи формулу (1), отримаємо:

$$10 * x + n * (2 * x) \quad (2),$$

де  $n$  - кількість записів в індексній базі. Для 1000 записів отримаємо:

$$10 * x + 2000 * x = 2010 * x \text{ (тактів часу)} \quad (3).$$

Висновок: Подальші дослідження пов'язанні з удосконаленням алгоритму, зміненням уповільнюючих факторів роботи інтелектуальної пошукової системи. Удосконалення алгоритму інтелектуального «помічника» до можливості аналізувати сенс веденого запиту.

#### Список літературних джерел

1. Елманова Н. Краткий обзор технологий для Интернет-приложений. //КомпьютерПресс № 2, 2003.
2. Соколов Е. Технологии Java для разработки веб-приложений. 2003 [http://www.techinfo.net.ru/docs/web/iavawebdev.html.5 I.Neal Ford. Art of Java Web

Development. Manning, 2004. ]

3. Beansoftware. Tutorials. Validating ASP. Validating User Input In ASP.NET 2.0 Web [<http://www.beansoftware.com/>]- Validating User Input In ASP.NET 2.0 Web

4. Rod Stephens. Essential Algorithms. A practical approach to computer algorithms. Wiley, 2016. – 536.

## **БАЗА ДАННЫХ «ШЛАК» - ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА ДЛЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ**

**Степаненко Д. А., Лихачев Ю. М., Цюпа Н. А., Андриевский Г. А.**

Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАНУ, Днепр, Украина

Фундаментальная и прикладная наука о металлургических расплавах накопила огромное количество экспериментальных данных, которые характеризуют физико-химические свойства расплавов, а также их поведение в различных металлургических процессах. На сегодняшний день вычислительная техника предоставляет Пользователю широкий сервис, позволяющий не только рационально хранить такие данные, но и удобно оперировать ими – это базы данных (БД).

Базы данных, которые содержат результаты экспериментальных исследований различных свойств (вязкость, электропроводности, температуры плавления, поверхностного натяжения и т. д.) металлургических расплавов, в том числе шлаков и других оксидных систем, служат информационной основой для теоретической и прикладной металлургии при разработке путей совершенствования существующих и принципиально новых технологий получения металлопродукции необходимого качества при снижении затрат на ее производство и улучшении экологических показателей.

Созданная в Институте черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины (ИЧМ НАНУ) база экспериментальных физико-химических данных о свойствах шлаковых расплавов «Шлак» в рамках «Банка данных «Металлургия» (БДМет) [1, 2] ориентирована на удовлетворение информационных нужд теоретической и прикладной металлургии [2] и в течение более 20 лет находится в стадии постоянной эксплуатации и активного пополнения новыми экспериментальными данными.

Для ведения базы данных разработана на языке программирования C# и постоянно развивается информационно-поисковая система (ИПС), обеспечивающая автоматизацию подготовки, ввода и корректировки данных, поиск и логико-синтаксический контроль входной информации. Для быстрого доступа к любому документу базы автоматически строится индексный файл, содержащий информацию о местоположении соответствующих характеристик в документах.

В системе предусмотрена автоиндексация по текстовым полям документа или любой их составной части в соответствии с «маской». Диалоговые средства комплексного просмотра информации в базе обеспечивают ее просмотр согласно со структурой как в объеме всех полей базы, так и любого его усечения по цепочке: Схема → Запрос → Документ.

Специальные программные средства обеспечивают сканирующий поиск информации по любому указанному признаку или их комбинации и выгружать найденную информацию в файлы Excel.

В целом база данных «Шлак» содержит информацию о свойствах шлаков

различного назначения: доменных, мартеновских, конвертерных, рафинировочных для выпечной обработки чугуна и стали, ферросплавного производства, для разливки стали и др. База данных избавляет исследователя от необходимости проводить длительные, трудоемкие и дорогостоящие эксперименты, ускоряет поиск необходимой информации, а также позволяет провести путем вычислительного эксперимента выбор составов оксидных материалов с необходимым уровнем свойств в требуемом температурном интервале.

К настоящему времени база данных «Шлак» пополнена информацией о фазовом составе систем:  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ,  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ ,  $\text{SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2\text{-CaO-MgO}$  в процессе их кристаллизации и о свойствах образующихся при этом минералов и данных о вязкости стапеплавильных шлаков (рис. 1 и 2).

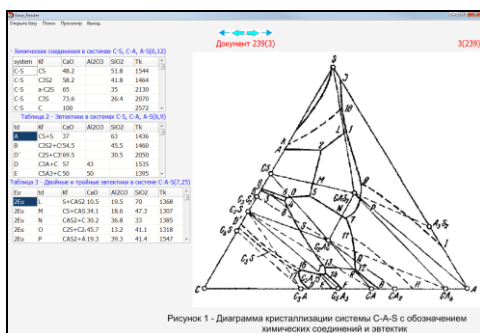


Рисунок 1 – ПЭД базы данных «Шлак» в ИПС, содержащий информацию о фазовом составе системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

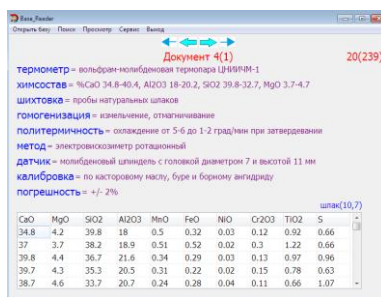
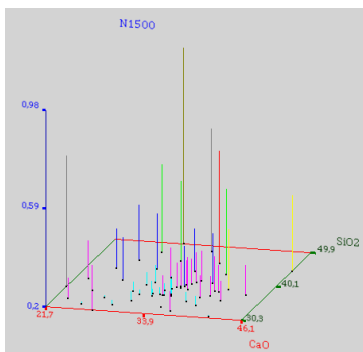


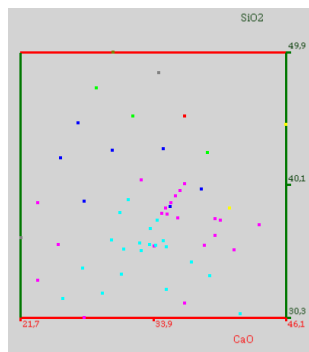
Рисунок 2 – ПЭД базы данных «Шлак» в ИПС, содержащий информацию о вязкости стапеплавильных шлаков

Параллельно с накоплением информационного фонда экспериментальных данных базы данных «Шлак» поддерживается системный сервис обработки данных для формирования корректных выборок, оценки степени изученности систем на основе широкого использования сервиса проецирования данных (рис. 3) [2].

Проблема многомерности при анализе физико-химической информации инициирует подключение программ многомерного сравнительного анализа более сложных методов выявления «скрытых» закономерностей – факторного анализа и таксономии. Первый выявляет взаимосвязанные параметры, их взаимное влияние и объединяет в отдельный интегральный фактор. Таксономия – агрегирует данные по их схожести (подобие структур, процессов межатомного взаимодействия и т.д.). На основе факторного анализа можно выявить параметры, оказывающие влияние на рассматриваемый отклик и определяющие, в этом смысле, направленное формирование расплавов и результатов их взаимодействия с учетом конкретных сырьевых и технологических условий.



а) Сталеплавильные шлаки –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}$ - $\text{MgO}$ . Изученность системы для вязкости при  $1500^\circ\text{C}$ .



б) Сталеплавильные шлаки. Проекция на плоскость вязкости при  $1500^\circ\text{C}$

Рисунок 3 – Видеокадры проецирования данных

На основании этих методов решается задача автоматизированной классификации данных и выявления в «зашумленных» совокупностях скрытых закономерностей, не поддающихся непосредственному измерению и выявлению другими методами. На базе методов многомерного сравнительного анализа (факторного анализа и таксономии) решается задача агрегирования данных за счет уменьшения (сворачивания) размерности пространства признаков (числа варьируемых параметров), или числа наблюдений, с максимальным сохранением информационной способности исходного массива данных.

На основе базы данных «Шлак» разработаны модели для прогнозирования различных физико-химических свойств (вязкости, электропроводности, поверхностного натяжения, энтальпии, температуры плавления, серопоглотительной способности и др.) шлаковых расплавов и методика оценки их кристаллизационной способности [2].

Таким образом, разработанная ИПС позволяет выполнить экспертную оценку свойств шлаковых расплавов и осуществить научно-обоснованный выбор рационального состава металлургических шлаков различного технологического назначения.

Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Д. Н. Тогобицкой.

### Список литературных источников

1. Приходько Э. В. Прогнозирование физико-химических свойств оксидных систем / Э. В. Приходько, Д. Н. Тогобицкая, А. Ф. Хамхотько, Д. А. Степаненко // Днепропетровск: «Пороги», 2013. – 344с.
2. Тогобицкая Д. Н. Создание баз физических данных о свойствах шлаковых расплавов, в рамках банка данных «Металлургия», создание, развитие, перспектива / Д.Н. Тогобицкая, А.Ф. Хамхотько, Ю.М. Лихачев //Сб. VII Всесоюзной конференции. – Челябинск. – 1990. – Т.3. – Ч.2.

# ПРОГРАММА ВИБОРУ ЦИФРОВОГО ПРОЦЕСОРУ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ЗА ПАРАМЕТРАМИ

Урасов С.Р.

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

У процесі проектування та побудови аудіосистем з цифровою обробкою сигналів одним з основних питань є вибір процесора (DSP). Сьогодні на ринку цифрових процесорів обробки сигналів (далі в тексті ЦСП) представлені багато фірм (Texas Instruments, Analog Devices, Motorola та інші) з широким асортиментом процесорів, таке різноманіття дуже ускладнює вибір. Перелік основних параметрів ЦСП наведено у таблиці 1 [1].

Таблиця 1 – Параметри DSP

Параметр	Одиниці вимірювання
Обсяг флеш-пам'яті	Байти
Ширина шини даних	Біт
Швидкодія	MIPS/FLOPS
Об'єм оперативної пам'яті	Байти
Напруга входу/виходу	В

Для створення програми вибору ЦСП потрібно вирішити 2 задачі:

- створити базу даних актуальних процесорів, що можна придбати у роздріб;
- створити алгоритм сортування та вибору процесору за заданими параметрами.

Для створення бази даних можна використати дані з декількох інтернет-магазинів. Данні можливо збирати в автоматизованому режимі, використовуючи скрипт перегляду, парсингу та збереження інформації, або зробити запит до інтернет-магазинів з проханням надати данні. У базі даних ЦСП доцільно створити 2 таблиці: таблицю параметрів, з ключовим полем ID, та таблицю цін, у якій зберігатимуться ціни з інтернет-магазинів та офіційного сайту виробника, якщо така інформація надається.

Для створення алгоритму треба проаналізувати як параметри ЦСП пов'язані між собою та впливають на його привабливість у споживачів і встановити як кожен з них впливатиме на результат роботи програми. Приймемо умовну шкалу впливу параметру на кінцевий результат від 1 до 5, та проведемо аналіз:

- Флеш-пам'ять відповідає за збереження програми. Якщо невідомо, скільки буде займати програма, прийнято рахувати найбільший можливий обсяг коду, що досить часто є надмірним (до декількох разів). Отже оцінку впливу для об'єму флеш-пам'яті встановимо рівною 2.
- Ширина шини даних майже завжди визначається точністю, з якою треба обчислювати дані, що відомо заздалегідь. Багато сучасних ЦСП підтримують операції з подвійною точністю, що дає більший вибір. Отже оцінку впливу ширини шини даних встановимо рівною 3.
- Швидкодія, що потрібна ЦСП для обробки даних, обирається відповідно до точності, кількості каналів та складності алгоритмів обробки, що будуть



використовуватися. Отже оцінку впливу швидкодії ЦСП встановимо рівною 4.

- Об'єм оперативної пам'яті впливає на загальну продуктивність системи. Важливо правильно оцінити потрібний обсяг оперативної пам'яті, але навіть при невеликому об'ємі пам'яті система буде працювати ефективно за рахунок розвинутої технології кеш-пам'яті, що використовується у більшості сучасних ЦСП. Отже оцінку впливу об'єму оперативної пам'яті встановимо рівною 3.

- Напруга входу/виходу важливий технічний параметр і його дійові значення впливають на подальшу принципову схему. Теоретично, чим більше його значення, тим менше шуму буде на вході/виході, але при низьких значеннях напруги можна використовувати схематичні та/або мікросхематичні рішення для приведення значення напруги до робочого. Отже оцінку впливу напруги входу/виходу встановимо рівною 3.

- Хоча процесор повинен задовольняти усім заданим технічним вимогам, але головним параметром завжди була ціна. Отже у алгоритмі програми ціна буде обмежуючим параметром, зі значенням на 5-15% більшим ніж заданий, для більш широкого охоплення доступних ЦСП, та матиме оцінку впливу 5.

Враховуючи все різноманіття параметрів ЦСП, представлених на ринку, введемо також додатковий фільтр для параметрів обсяг флеш-пам'яті, швидкодія, об'єм оперативної пам'яті та напруга входу/виходу з відносними значеннями 2/3 – 4/3 від вказаного значення. Виходячи з цих міркувань загальний алгоритм програми матиме такі етапи:

1. Введення користувачем потрібних параметрів.
2. Фільтрація за ціною.
3. Фільтрація за технічними параметрами.
4. Розрахунок оцінки відповідності критеріям з використанням вагових коефіцієнтів.
5. Виведення результатів користувачу.

Результатом роботи програми буде список ЦСП, що задовольняють умовам пошуку, відсортованому відповідно значенню оцінки відповідності критеріям.

#### **Список літературних джерел**

1. Сперанский, В.С. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники Учебное пособие для вузов. / В.С. Сперанский // М.: Горячая линия - Телеком, 2008. - 168 с.

## **КОНТЕНТ-АНАЛІЗ РЕЗЮМЕ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ Фаріонова Т. А., Пачесний І. В.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
Миколаїв, Україна

Завдання, з яким зіткнулися HR менеджери багатьох компаній – складність в аналізі великої кількості резюме, інформації яка міститься в них, і подальшого вибору підходящих кандидатів, що тягне за собою величезні витрати часу, людських і матеріальних ресурсів. Варіант вирішення проблеми – це комбінація машинного навчання і групового експертного оцінювання даних [1].

Метою роботи є підвищення ефективності управлінської діяльності компаній,

пов'язаної із набором персоналу, шляхом автоматизації процесу аналізу вмісту резюме з використанням методів машинного навчання та групових експертних оцінок, що дозволить скоротити час та витрати на пошук кандидатів на вакансії.

Машинне навчання — це термін, який за останні кілька десятиліть став розповсюдженим практично у всіх галузях. В рамках процесу рекрутингу та управління персоналом машинне навчання дає багатообіцяючі результати в процесі роботи з кандидатами. Це особливо помітно, коли компанії обробляють велику кількість резюме в стислі терміни. Використовуючи машинне навчання, HR менеджери, які працюють з великою кількістю різноманітних резюме, можуть приймати більш швидкі і точні рішення не тільки для найму нових співробітників але й для аналізу особистих характеристик кандидата.

Основною ідеєю вирішення проблеми вибору необхідних кандидатів для HR фахівців є навчання нейронної мережі аналізувати велику кількість неструктурованої інформації, з подальшою її структуризацією, а саме виявлення об'єктів і ознак і подання їх у вигляді таблиці [2], що дозволить використовувати цей набір даних для вибору кращих варіантів за певними критеріями, які визначені експертами (навички, особистісні характеристики, мета, стаж роботи та ін.).

Подальше використання обраних даних дозволить експертам надати свою оцінку найбільш підходящим альтернативам, використовуючи методи системного аналізу, та відібрати необхідних кандидатів [3].

3. Застосування методів машинного навчання для аналізу великої кількості резюме, на підставі критеріїв отриманих на попередньому етапі.

4. Отримання результатів відсіювання за заданими критеріями.

5. Аналіз і оцінювання експертами обраних резюме, підрахунок групових експертних оцінок за допомогою методу медіани рангів. Вибір відповідних кандидатур на основі підрахованих оцінок.

Алгоритм виконання такої обробки даних:

1. Визначення переліку експертів, які беруть участь в оцінці.

2. Визначення експертами необхідних критеріїв:

– побудова матриць парних порівнянь критеріїв (проводиться задання пріоритетів для кожного критерію на думку кожного з експертів);  
– обчислення рівня значущості критеріїв для кожної особи, яка приймає рішення;

– обчислення пріоритетів;

3. Використання методів та алгоритмів машинного навчання для аналізу великої кількості резюме, на підставі критеріїв отриманих на попередньому етапі.

4. Отримання результатів відсіювання за певними критеріями.

5. Аналіз і оцінювання експертами обраних резюме, підрахунок групових експертних оцінок з допомогою методу медіани рангів. На основі підрахованих оцінок, вибір відповідних кандидатур.

*Висновки:* 1. Запропоновано механізм підвищення ефективності управлінської діяльності компаній, пов'язаної із набором персоналу, який базується на використанні використанням методів машинного навчання та групових експертних оцінок для аналізу вмісту резюме та подальшого вибору кандидатів на посади.

2. Напрямок подальших досліджень пов'язаний із розробкою, на базі запропонованого підходу, системи підтримки прийняття рішень, яка дозволить

автоматизувати процес вибору кандидатів на вакансії компанії HR спеціалістом.

### **Список літературних джерел**

1. Могилёвкин, Е.А. HR-инструменты: практическая оценка. Как определить сотрудников, которые могут дать максимальный результат [Текст]/ Е. А. Могилевкин, А.С. Новгородов, С.В. Клиников – СПб: Изд-во «Речь», 2012. – 320 с.
2. Коэльо, Луис П. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / Луис П. Коэльо, В. Ричарт. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.: ил.
3. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

## **МЕТОД ПАКЕТНОГО НАВЧАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ НЕЛІНІЙНОЇ АВТОРЕГРЕСІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ПРИБУТКУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ**

**Федоров Є. Є., Патрушев В. О., Патрушева О. І.**

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,  
Покровськ, Україна

В даний час однією з найважливіших проблем, з якою стикаються сучасні інтернет магазини є відсутність вбудованих механізмів, які дозволяють виконувати аналіз і подальше прогнозування результатів господарської діяльності, спрямованих на підвищення прибутку. Це призводить до того, що господарська діяльність власника інтернет-магазину, спрямована на збільшення прибутку, може бути неефективною. Тому розробка способів прогнозу прибутку інтернет-магазину є актуальною.

*Метою роботи* є розробка методу дослідження високо динамічного процесу зміни прибутку інтернет-магазину. Для досягнення мети були поставлені і вирішені наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів прогнозу;
- вибрати штучну нейронну мережу прогнозу;
- визначити структури моделі штучної нейронної мережі;
- вибрати критерій оцінки ефективності нейромережевої моделі прогнозу;
- навчити моделі штучної нейронної мережі;
- виконати чисельні дослідження.

Оскільки NAR (нейромережа нелінійної авторегресії) найкраще піддається розпаралелюванню, ця мережа вибирається для вирішення завдань прогнозування.

У якості вхідних даних для навчання NAR були використана вибірка значень отриманого прибутку від продажів.

У якості критерій оцінки ефективності нейромережевої моделі прогнозу був обраний мінімум середньоквадратичної помилки

### *Висновки*

1. Для вирішення проблеми підвищення прибутку інтернет-магазину досліджені існуючі методи прогнозу. Дані дослідження показали, що на сьогоднішній день найбільш ефективним є використання штучних нейронних мереж.

2. Для підвищення якості прогнозу була обрана нейромережа NAR і визначена структура її моделі. Проведені експерименти показали, що при десяти прихованих нейронах, значення середньоквадратичної помилки істотно не змінюється, і обрана мережа дає результати прогнозу з мінімальним відхиленням.

3. Використання запропонованого пакетного режиму навчання дозволило зробити прискорення прямого ходу приблизно в  $P(N^{(1)}+N^{(2)})$  разів, а зворотного ходу приблизно в  $P$  разів, де  $N^{(1)}$  – число нейронів у  $k$ -му шарі,  $P$  – потужність навчальної множини

## **НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ СИТУАЦІЙ НА ВАЛЮТНОМУ РИНКУ**

**Холошня Д. М., Коротка Л. І.**

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

В останні роки у світі бурхливо розвивається нова прикладна область штучного інтелекту, яка спеціалізується на використанні для вирішення інтелектуальних задач штучних нейронних мережах (ШНМ).

Нейронна мережа не передбачає майбутнє, вона прагне «розпізнати» в поточному стані ринку ситуацію, що раніше зустрічалася, і максимально точно відтворити реакцію ринку [1, 2, 4]. Проблеми прогнозування пов'язані з недостатньою якістю й кількістю вхідних даних, змінами середовища, у якому протікає процес, впливом суб'єктивних факторів. Прогноз завжди здійснюється з деякою похибкою, що залежить від використовуваної моделі прогнозу й повноти вхідних даних.

Задачі прогнозування в останній час набули особливої актуальності у сфері економіки з огляду на нестабільність її – і не тільки в нашій державі, а й у всьому світі. Різкі коливання курсів валют та дороговісних металів вимагають більш ефективних засобів прогнозування, ніж ті, що використовуються традиційно. Є успішні рішення з побудови прогнозу із використанням імовірнісних методів і суб'єктивних знань експертів [3].

Однак використання ШНМ для вирішення завдань прогнозування часових рядів і дотепер недостатньо розвинене – і в теоретичному, і в практичному аспектах. Так, наприклад, досі немає однозначної думки щодо використання тих чи інших алгоритмів навчання ШНМ, що, безумовно, є дуже важливим питанням з огляду на те, що вибір правильного алгоритму навчання фактично і визначає точність прогнозування.

Постановка задачі полягає в створенні системи нейромережевого прогнозування фінансових ситуацій на валютному ринку.

Одним з напрямів валютної політики є прогнозування валютного курсу, яке здійснюють банки, фірми. Метою прогнозування є поліпшення страхування валютних ризиків і підвищення ефективності рішень у галузі міжнародного фінансового менеджменту.

Як відомо з теорії нейронних мереж, в залежності від розв'язуваної задачі обирається та чи інша архітектура мережі. У роботі для прогнозування було використано слоїсту двошарову нейронну мережу прямого розповсюдження. Для цього реалізовано алгоритм зворотного поширення помилки (back propagation)

Слід зауважити, що вибір архітектури мережі залежить від її проектувальника. Звісно, що розмір вхідного шару залежить від вхідного вектору навчальної вибірки. Кількість нейронів прихованого шару визначалася згідно відомих формул [1, 2]. Початкові дані вагових коефіцієнтів (синапсів) обирались відповідно до [4].

Похибка нейронної мережі, як відомо [1], обернено пропорційно залежить від об'єму навчальної вибірки. Тому цей факт враховано при створенні інформаційної

підсистеми.

У даній дипломній роботі розробка додатку здійснена з використанням високопродуктивної мови для технічних розрахунків в середовищі Matlab. Для створення графічного інтерфейсу використано середовище Guide.

Проведено порівняльний аналіз з вбудованими у середовище пакетами, наприклад, nntool та результатами, що отримані запрограмованим алгоритмом зворотного поширення помилки.

Фрагменти роботи програмного продукту наведено на рис. 1.

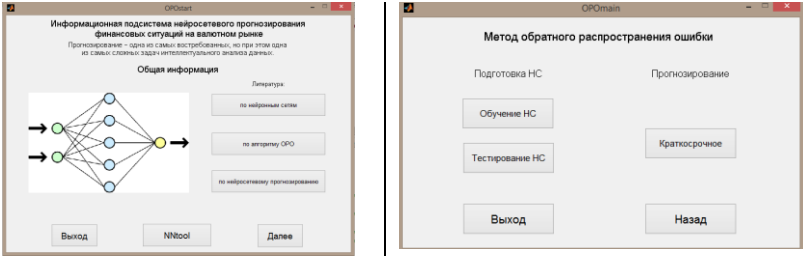


Рисунок 1 – Фрагменти роботи програми

Реалізовано візуалізацію процесу навчання та тестування навченої нейронної мережі.

У роботі розроблена підсистема нейромережевого прогнозування фінансових ситуацій на валютному ринку.

Таким чином, на основі всебічного дослідження і аналізу існуючих програмних продуктів для моделювання штучних нейронних мереж, виявлення їх переваг та недоліків проводиться робота з проектування та реалізації нейроемулятора.

Програмний засіб дозволяє створювати штучні нейронні мережі різної архітектури, здійснювати візуалізацію процесу навчання, налаштовувати, робити прогнози та дослідження, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач.

Використання створеної інформаційної підсистеми можливе у банках та інших фінансових установах які взаємодіють з курсом валюти та потребують його прогнозування.

### Список літературних джерел

1. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 288 с.
2. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 221 с.
3. Матвійчук А.В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

# МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ

Царик В. Ю., Михалёв А. И.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Рассматривая ту или иную систему с конечным множеством элементов в плоскости какого-либо признака, можно разделить систему на части заданного размера и характеризовать образовавшуюся структуру с помощью таких противоположных понятий как Хаос и Порядок. При этом, чем большее разнообразие проявляют элементы по значениям признака и, соответственно, чем на большее число частей разделяется система, тем более хаотичной и менее упорядоченной является ее структура.

Дифференцированную оценку структурного хаоса и порядка в настоящее время эффективно производить с помощью синергетической теории информации [1], предметом познания которой являются информационно-количественные аспекты отражения дискретных систем в плоскости признаков их описания [3]. В свете синергетической теории информации мерами структурного порядка и хаоса являются аддитивная негэнтропия (*микроинформация*) и энтропия отражения, а отношение этих показателей именуется  $R$  (*Reflection*) - функцией. По существу  $R$ -функция является количественной характеристикой, отражающей соотношение хаотичности и упорядоченности в системе, то есть критерием, определяющим *структурную организацию* данной системы в целом. Значение данного критерия показывает, что и в какой мере преобладает в данной системе – хаос или порядок. Также выделяют функцию развития системы  $D$  (*Develop*) – критерий, значения которого определяются произведением характеристик хаоса и порядка [2].

$$R = \frac{I_{\Sigma}}{S} = \frac{\text{порядок}}{\text{хаос}}, \quad D = I_{\Sigma} \cdot S, \quad (1)$$

где  $I_{\Sigma}$  – аддитивная негэнтропия (микроинформация как мера порядка на микроуровне её запоминания), а  $S$  – энтропия отражения (мера хаоса).

Описанные информационно-синергетические функции хаоса и порядка и приведенная классификация имеют универсальный характер и могут использоваться при структурном анализе любых дискретных систем с конечным множеством элементов. В данной работе показано определение информационно-синергетических функций хаоса и порядка для ряда литературных произведений.

Любой языковой текст, от единичного слова до объемного литературного произведения, может быть представлен как система, элементами которой являются отдельные буквы, а части представляют собой совокупности одинаковых букв. Соответственно, с помощью синергетической теории информации можно проводить структурный анализ произвольных текстов со стороны их хаотичности и упорядоченности по количеству ( $M$ ) и числу встречаемости отдельных букв ( $N$ ) [3]. В таблицах 2 и 3 представлены результаты такого анализа для псевдослучайной выборки литературных произведений классиков русской и украинской литературы.

Таблица 2 – Значения  $M$ ,  $N$ ,  $I_{\Sigma}$ ,  $S$ ,  $R$ ,  $D$  псевдослучайной выборки поэтических произведений русских писателей

Поэтические произведения	$M$	$N$	$I_{\Sigma}$	$S$	$R$	$D$
<i>Лермонтов М.Ю.</i>						
<i>«Парус»</i>						
1-е четверостишие	99	23	2.56	4.07	0.63	10.42
2-е четверостишие	95	23	2.62	3.95	0.66	10.35
3-е четверостишие	110	26	2.52	4.26	0.59	10.74
<i>Цветаева М.И.</i>						
<i>«Мне нравится, что вы больны не мной»</i>						
1-е восьмистишие	259	27	3.74	4.28	0.87	16.00
2-е восьмистишие	244	29	3.79	4.14	0.92	15.69
3-е восьмистишие	250	27	3.79	4.18	0.91	15.82
<i>Пушкин А.С.</i>						
<i>«Евгений Онегин»</i>						
1-е четырнадцатистишие	356	27	4.10	4.37	0.94	17.92
2-е четырнадцатистишие	349	28	4.12	4.32	0.95	17.79
3-е четырнадцатистишие	338	30	4.10	4.30	0.95	17.63

Таблица 3 – Значения  $M$ ,  $N$ ,  $I_{\Sigma}$ ,  $S$ ,  $R$ ,  $D$  псевдослучайной выборки поэтических произведений украинских писателей

Поэтические произведения	$M$	$N$	$I_{\Sigma}$	$S$	$R$	$D$
<i>Шевченко Т.Г.</i>						
<i>«Заповіт»</i>						
1-е восьмистишие	161	26	3.26	4.07	0.80	13.27
2-е восьмистишие	153	26	3.39	3.87	0.88	13.12
3-е восьмистишие	173	26	3.38	4.06	0.83	13.72
<i>Ліна Костенко</i>						
<i>«Страшні слова, коли вони мовчать»</i>						
1-е четверостишие	132	27	2.93	4.12	0.71	12.07
2-е четверостишие	133	29	2.91	4.14	0.70	12.05
3-е четверостишие	141	26	2.96	4.17	0.71	12.34
<i>Сергій Жадан</i>						
<i>«Я знав священика, який був у полоні»</i>						
1-е восьмистишие	335	32	4.06	4.33	0.94	17.58
2-е восьмистишие	394	29	4.42	4.2	1.05	18.56
3-е восьмистишие	389	32	4.36	4.26	1.02	18.57

Анализ результатов показывает, что у всех исследованных классических поэтических произведений значения  $R$ -функции (меры порядка отраженной в хаосе информации) с увеличением длины текста, статистически возрастают, приближаясь к единице. При этом интерес также представляет анализ  $D$ -функции (меры развития системы - характеристики её стремления к максимуму информационной ёмкости), которую для рассмотренных поэтических произведений классиков мирового уровня можно рассматривать как меру духовности - степени практически неизменной во

время информационной ценности этих уникальных литературных произведений и, что особо следует подчеркнуть, написанных на разных языках.

В свою очередь, следует отметить, что в целом методы синергетической теории информации являются универсальными для структурного анализа произвольных дискретных систем, в качестве которых можно рассматривать, в частности, и музыкальные произведения [4].

#### **Список литературных источников**

1. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации. Часть 1. Синергетический подход к определению количества информации // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №44(10).

2. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации: общая характеристика и примеры использования. // Наука и оборонный комплекс – основные ресурсы российской модернизации. Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – С. 361-390.

3. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем. // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №41(07).

4. Царик В.Ю., Михалёв А.И. Структурный подход в анализе временных рядов. // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2017: тези доповідей Дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 28 – 30 березня 2017 р.). – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 162 с.

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ У ПРІКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ**

**Шелудько А. О., Коротка Л. І.**

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

Розробка та реалізація інвестиційних проектів є вирішальними умовами соціального і економічного розвитку підприємств та зайнятості населення. Особливої уваги потребує вивчення інвестиційних стратегій в соціально значущих галузях регіональної економіки. В обставинах, що склалися для підприємств, які зіштовхнулися з новими для них умовами конкуренції, проблеми ефективної інвестиційної політики стають вирішальними для їх життєдіяльності.

Інвестиційна діяльність в тій чи іншій мірі властива будь-якому підприємству та являє собою один з найбільш важливих аспектів функціонування будь-якої комерційної організації. Причинами, що зумовлюють необхідність інвестицій, є відновлення наявної матеріально-технічної бази, нарощування обсягів виробництва, освоєння нових видів діяльності.

Об'єкт розгляду роботи є моделювання деяких соціальних та інвестиційних процесів в умовах невизначеності.

Відомо, що Дніпропетровська область є інвестиційно привабливим регіоном, адже на території області знаходиться чимало корисних сировинних ресурсів. З року в рік вона знаходиться на лідируючих позиціях серед інших областей по залученню іноземних інвестицій. Тема інвестування в нашому регіоні являється дуже актуальною, але проблемам створення інформаційних систем, які б дозволяли моделювати процес інвестування з нечіткими вхідними даними приділяється замало уваги. Саме тому в



роботі запропоновано розробити підсистему, що дозволяє виконувати імітаційне моделювання та розраховувати чисту наведену вартість всіх грошових потоків в майбутньому для певного інвестиційного проекту.

Для моделювання процесів соціального характеру, наприклад, розповсюдження епідемії (особливо у зимовий період), необхідно мати можливість роботи з інформаційною підсистемою для подальшого розвитку та прогнозування ситуацій.

У роботі для моделювання інвестиційних та соціально-епідеміологічних процесів розглядається дві не пов'язані між собою системи: статична система інвестування та динамічна система розповсюдження епідемії. Але ці системи мають нечіткі/інтервальні вхідні дані та розв'язуються за допомогою математичних методів інтервального аналізу та теорії нечітких множин.

Постановка підзадачі інвестування. Інвестиційний проект триває  $N$  років з певними інвестиціями для кожного року. Отримання прибутку від проекту починається відразу ж після закінчення проекту та закінчується через  $N$  років. Ставка дисконтованого відсотка залишається постійною протягом всього інвестиційного циклу. Інвестиції, прибуток і ставка дисконтованого відсотка є невизначеними параметрами, заданими нечіткими/інтервальними змінними. Знайти чисту наведену вартість всіх грошових потоків, пов'язаних з цим проектом.

Математичну модель підзадачі інвестування можна представити:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^{t_c} \frac{KV_t}{(1+d)^t}, \quad (1)$$

де  $T$  – час реалізації інвестиційного проекту, роки;

$t_n$  – рік початку виробництва продукції, роки;

$d$  – норма дисконтування, %;

$P_t$  – чистий потік платежів (доходів) у році  $t$ , грн;

$t_c$  – рік закінчення робіт по проекту, роки;

$KV_t$  – інвестиційні витрати (капітальні вкладення) в році  $t$ , грн

Прийняття рішень інвестиційного характеру, як і будь-який інший вид управлінської діяльності, ґрунтується на використанні різних формалізованих і неформалізованих методів. У вітчизняній і зарубіжній практиці відомий цілий ряд формалізованих методів, розрахунки, за допомогою яких можуть бути основою для прийняття рішень в області інвестиційної політики [1].

Використання методу чистої поточної вартості (дисконтованого доходу) обумовлено його перевагами в порівнянні з іншими методами оцінки ефективності проектів, які будуються на використанні періоду відшкодування витрат або річної норми надходжень, оскільки він враховує весь термін функціонування проекту і графік потоку грошових коштів. Метод має достатню стійкість при різних комбінаціях вихідних умов, дозволяючи знаходити економічно раціональне рішення і отримувати найбільш узагальнену характеристику результату інвестування [2]. Особливо це має вагомe значення, коли вхідні дані є інтервальними величинами.

В роботі запропоновано для формалізації нечіткої вхідної інформації застосувати два підходи, а саме, класичну інтервальну арифметику та альфа-рівневий принцип узагальнення. Створена інформаційна підсистема дозволяє отримувати дані інвестиційного проекту до десяти років. Вибір того чи іншого описаного підходу

залежить від особи, що приймає рішення. Зауважимо, що чисельні результати, які отримано за допомогою цих підходів практично збігаються, але при використанні нечітких множин є можливість отримати степінь впевненості експерта (тобто значення функції належності). У роботі для отримання чіткого (дефазифікованого) значення інтервальної змінної використано центроїдний метод.

Постановка підзадачі розповсюдження епідемії (у роботі динамічна система). Припустимо, що в одному з мікрорайонів міста, виникла епідемія та з'явилися інфекційні хворі. Для мікрорайону існує характерний приріст хворих людей. Припускалось, що приріст хворих за день пропорційний добутку числа здорових (ще не перехворілих та не маючих імунітету) на число хворих людей, тобто коефіцієнт пропорційності (коефіцієнт розповсюдження епідемії) [3]. Коефіцієнт включає різного роду профілактичні заходи, прийняті під час епідемії. Необхідно визначити, як розвивається епідемія і яке буде число хворих через певний період часу.

Математична модель процесу розповсюдження епідемії у вигляді системи диференціальних рівнянь першого порядку:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = x \cdot (K \cdot y - 1) \\ \frac{dy}{dt} = -K \cdot y \cdot x \end{cases}, \quad (2)$$

$x$  – кількість хворих людей на даний момент часу;

$y$  – кількість здорових людей на даний момент часу;

$K$  – швидкість розповсюдження епідемії.

Принципи моделювання соціальних і епідеміологічних процесів істотно відрізняються від моделювання в природничих науках. Тут немає твердо встановлених експериментом і практикою залежностей, які завжди залишаються справедливими і не змінюються. При побудові моделей таких процесів необхідно враховувати початкову неточність завдання всіх даних, відсутність чіткого математичного опису змінних і параметрів, використовуваних при моделюванні [3].

Людство постійно стикається з раніше невідомими епідеміями, тому необхідні нові методи для зменшення темпів їх поширення. При моделюванні поширення епідемії можна використовувати кілька підходів: клітинні автомати, диференціальні рівняння, імітаційне моделювання тощо. Вони дозволяють досліджувати динаміку процесу розповсюдження, а також залежність тривалості епідемії, кількості перехворілих особин і інших показників від параметрів моделювання.

Розглянуті моделі недостатньо відображали імовірнісний характер поширення інфекції: в диференціальних моделях це явище уявлялося як детермінований процес, а в клітинних автоматах випадковість зараження особин при контактах враховувалася за допомогою найпростішого вибору заражених сусідів методом Монте-Карло. Підсумкові імовірнісні характеристики поширення захворювання при цьому не розраховувалися.

Тому з'явився новий підхід, який використовує для моделювання поширення інфекцій марківські випадкові процеси. Він дозволяє природним чином врахувати випадковий характер і оцінити відповідні параметри досліджуваного явища. За рахунок введення таких характеристик, як інтенсивності переходів між стадіями захворювання, з'являється можливість аналізувати причини тих чи інших змін в ході захворювання. Ступінь відповідності прогнозу і спостережень оцінюється за статистичним критерієм

Пірсона.

Для імітаційного моделювання розповсюдження епідемії достатньо часто використовують універсальне середовище *GPSS World*. Процес розвитку епідемії представляють у вигляді системи двох (або трьох) диференційних рівнянь. Розв'язання системи відбувається за допомогою методу Рунге-Кутти-Фольберга [4]. Результати моделювання представляються в вигляді графіка для моделі розповсюдження епідемії. Але слід зазначити, що для роботи з цим середовищем користувач повинен вміти програмувати в середовищі, зокрема знати мову програмування *PLUS*. Як правило працівники облдержадміністрації не мають такої спеціальної освіти.

Альтернативою середовищу *GPSS World* для моделювання розповсюдження епідемії можна вважати систему *Matlab*. Процес розповсюдження задається диференційним рівнянням із запізнюючим аргументом. Найпростіший метод для вирішення такої задачі є метод послідовного інтегрування. Зазначений підхід до вирішення диференціальних рівнянь дозволяє покроково простежити сам хід розв'язання та оперативно вносити зміни на кожному кроці. Звичайно, такий метод добре працює тільки при великих запізненнях і при невеликому числі кроків, так накопичення похибок при чисельному розв'язанні диференціальних рівнянь і апроксимації його розв'язку на кожному кроці призведе до великих відхилень від точного.

Зауважимо, що ні середовище імітаційного моделювання *GPSS World* ні система *Matlab* не надає можливості працювати з нечіткою інформацією.

У роботі запропоновано для формалізації нечіткої вхідної інформації застосувати інтервальні та двосторонні чисельні методи інтегрування. При розв'язанні інтервальної системи диференціальних рівнянь реалізована можливість, коли всі вхідні змінні є нечіткими величинами, або якась частина з них, або всі вони взагалі можуть бути чіткими величинами. Проведено чисельні експерименти, як у чіткій так і нечіткій постановках.

В результаті виконання роботи було: для формалізації нечіткої вхідної інформації у прикладних задачах запропоновано використовувати два підходи: математичний апарат теорії нечітких множин та інтервального аналізу; зроблено огляд та аналіз існуючих методів та засобів вирішення поставлених задач; проведено імітаційне моделювання задач інвестування та розповсюдження епідемії; реалізовано чисельні експерименти у чіткій та нечіткій постановках вказаних прикладних задач; зроблено аналіз отриманих результатів чисельних експериментів.

### Список літературних джерел

1. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов [Текст] / В.В. Ковалев. – М. : Финансы и статистика, 2000. – 144 с.
2. Дилигенский Н.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология : монограф. [Текст] / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М. : «Издательство Машиностроение – 1», 2004. – 397 с.
3. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Текст] / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
4. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS [Текст] / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.

# ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ

**Шпитко В. Ю.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
Миколаїв, Україна

Забезпечення ефективної протидії різним загрозам інформаційної безпеки автоматизованої системи обробки даних (АСОД) є актуальною задачею.

Під загрозою інформаційної безпеки АСОД зазвичай розуміють потенційно можливу подію, дія, процес або явище, які можуть чинити небажаний вплив на систему, а також на інформацію, яка в ній зберігається і обробляється. Такі загрози, впливу на інформацію безпосередньо або опосередковано через інші компоненти АСОД (програмно-технічні засоби, обслуговуючий персонал, користувачів) можуть призвести до знищення, спотворення, копіювання, розкрадання, несанкціонованого поширення інформації, до обмеження або блокування доступу до неї [3].

Будь-яка загроза, що викликає такі негативні наслідки, як порушення цілісності, конфіденційності або доступності інформації, являє собою процес, що протікає в просторі і часі [1]. Для їх передачі і поширення використовуються відповідні канали обміну даними. Все це вимагає систематизованої оцінки та класифікації з метою вироблення обґрунтованих вимог до системи захисту, здатної протидіяти існуючим чи можливим загрозам.

Класифікація загроз інформаційної безпеки АСОД може бути проведена по ряду ознак.

По цілі реалізації загрози:

порушення конфіденційності інформації (несанкціоноване використання інформації іншими особами завдає значної шкоди інтересам власника);

порушення цілісності інформації (повна або часткова дезінформація - цінна інформація може бути втрачена або знецінена шляхом її несанкціонованого видалення або модифікації);

часткове чи повне порушення працездатності АСОД може суттєво вплинути на її роботу.

За характером впливу на АСОД:

активний вплив (завжди пов'язане з виконанням користувачем дій, що виходять за межі його обов'язків і порушують існуючу політику безпеки - доступ до певних наборів даних, програмами, розкриття пароля іт. д.);

пасивний вплив здійснюється шляхом спостереження побічних ефектів та їх аналізу, наприклад, підслуховування лінії зв'язку між двома вузлами мережі).

За об'єктом атаки:

– в цілому на систему;

– на об'єкти АСОД (програми в оперативній пам'яті або на зовнішніх носіях, самі пристрої системи, канали передачі даних - отримання доступу до вмісту носіїв інформації або порушення їх функціональності);

– на суб'єкти АСОД - процеси і під процеси користувачів (цілі: припинення, зміна привілеїв чи характеристик; використання зловмисником привілеїв чи характеристик тощо);

– на канали передачі даних, що передаються по каналу зв'язку пакети даних

і самі канали (порушення конфіденційності, підміна або модифікація повідомлень, порушення цілісності інформації, зміна топології і характеристик мережі, порушення доступності мережі тощо).

По використовуваних засобах атаки:

- використання стандартного програмного забезпечення;
- використання спеціально розроблених програм.

За станом об'єкта атаки:

– об'єкти зберігання (носії інформації знаходяться в пасивному стані - вплив здійснюється з використанням доступу);

– об'єкти апаратури передачі даних по лініях зв'язку між вузлами мережі або усередині вузла;

– об'єкти обробки даних (об'єктом атаки є процес користувача).

Організація забезпечення безпеки інформації в автоматизованих системах обробки даних повинна носити комплексний характер і ґрунтуватися на аналізі можливих негативних наслідків, який передбачає ідентифікацію можливих джерел загроз, факторів, що сприяють на їх прояву.

Пропонована класифікація загроз інформаційної безпеки АСОД виконана системно з точки зору ймовірності виникнення, а також з урахуванням тих наслідків, до яких призводить їх реалізація.

Застосування класифікації загроз інформаційної безпеки АСОД на практиці дозволить формувати обґрунтовані вимоги до системи захисту, здатної протидіяти існуючим чи можливим загрозам.

#### **Список літературних джерел**

1. Семененко В.А. Информационная безопасность: Учебное пособие. 4-е СЗО изд., стереот. - М.: МГИУ, 2010. – 277 с.
2. Гуль А. Ю. Классификация угроз информационной безопасности автоматизированных систем / А. Ю. Гуль, И. Ю. Гуль // Системы обробки інформації. — 2004. — № 12. — С. 36-42.

## ***СЕКЦІЯ 4***

### **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ**

- **теорія та методи автоматичного управління**
- **автоматизовані системи управління технологічними процесами**
- **інформаційно-метрологічне забезпечення**
- **інформаційно-економічні системи в промисловості та фінансовій сфері**

# DYNAMIC DECREASING METHOD WITH SOCIAL MEDIA EFFECTIVENESS

**Metin AKBULUT, Prof.Dr.Cemal OKUYAN**

Online trading firms have to get involved in some kinds of marketing and promotion activities in the new World that appears with Electronic trade. Increasing and decreasing pricing is a new kind of dynamic pricing method. In this study it is explained that Dynamic Decreasing Pricing with Social Media Effectiveness (S-DDP) benefits both psychologically and strategically as a method of pricing. With this method, buying decreases the prices, even the costumers are forced to buy or advice the product. It is going to be formulated mathematically, designed with storedprocedure and it is going to be practicable in database.

**Keywords:** e- commerce, social media marketing, dynamic pricing, storedprocedure.

## SOSYAL MEDYA ETKİNLİĞİYLE DİNAMİK AŞAĞIYA FİYATLAMA YÖNTEMİ

*Metin AKBULUT \**

*Prof.Dr.Cemal OKUYAN\*\**

Elektronik ticaretin gelişmesiyle oluşan yeni dünyada, internette ticaret yapan firmaların artık, rekabet ve hayatta kalmak için çeşitli pazarlama ve tutundurma faaliyetlerinin içine girmesi zorunludur. Aşağıya ve yukarıya fiyatlama, yeni dinamik fiyatlama yöntemlerinden biridir. Bu çalışmada satın alındıkça fiyat düştüğü, sürekli müşteriyi satın almaya, hatta tavsiye etmeye zorladığı, hem psikolojik hem stratejik fiyatlama yöntemi olarak Sosyal Medya Etkinliğiyle Dinamik Aşağıya Fiyatlama (S-DAF)' nın bir avantaj sağladığı gösterilmekte ve incelenmektedir. Matematiksel olarak formüle edilerek, storedprocedure ile tasarlanıp veri tabanında kullanılabilir durumda gösterilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** E-ticaret, sosyal medya pazarlama, dinamik fiyatlama, storedprocedure

\*Bandırma Onyedil Eylül University, Turkey, metinaktr@yahoo.com, Tel:+90 533 3319930

\*\* Balıkesir University.Turkey, cemalokuyan@hotmail.com. Tel:+90 532 3423299

# **MATHEMATICAL MODEL FOR ESTIMATING OF THE QUALITY OF OPTICAL ELECTRONIC IMAGES OF THE EARTH'S SURFACE OF THE VISIBLE WAVE RANGE**

**Puleko I. V.**

Zhytomyr Military Institute named after S.P. Korolev, Zhytomyr, Ukraine

When conducting remote sensing of the Earth the most widespread are optical-electronic systems (OESs), which do photo shooting in the visible range of the spectrum. When developing OES developer is trying to consider connections in dependency processes and effects which influence on collecting of the information. Developer takes into account ratio of brightness between remote object and environment and/or difference of the object contrast with a time when determining the structural elements of the OES. Real object contrast is getting worth because of the atmosphere on the remote object and OES lenses.

In the exploitation time there is a need for OES to be configured for specific shooting conditions. This process requires: atmosphere characteristics specification, parameters of the lighting, underlying surface parameters, and time of the day. Ignoring of this parameters will cause a reducing of the photography quality. This is why, for conducting of the operational calculations for specific shooting time it is necessary to do photography quality forecast for specific settings of the equipment. This task can be resolved with using of the mathematical modeling of the processes that happen in OES elements and combining them into total system.

To assess the quality of the aerospace images, has been developed a mathematical model based on a modeling of photo shooting conditions and technical characteristics of the OES itself.

The input parameters of the model are: the angle of rise of the Sun, the state of cloudiness and humidity of the atmosphere in the area of shooting (according to the meteorological forecast), the type of surface, the height of the equipment carrier, focal length, the angle of deviation of the optical axis, exposure, the fundamental dimensions of the CCD receivers, the coefficient of energy conversion into electrons, coefficient of transformation of electrons into voltage, amplification factor of amplifier signals of CCD receivers, temperature at which the amplifier works, equivalent of the input resistance of the amplifier, the size of the CCD matrix.

The main physical factors to be modeled will be: the magnitude of the flux of solar radiation scattering; absorption of light in the atmosphere; reflection from objects on the Earth's surface; technical characteristics of the OEC itself.

When modeling the earth's surface object, is taken an array of identical, regularly spaced elements (pixels) of a reference image in the form of an array of reflection coefficients from the given materials of the object of the earth's surface.

It is assumed that the object is located on the background of the same material. This corresponds to the worst case: when the contrasts that make up the shape of the object are formed only by differences in the illumination of the various sides of the object (the contrast "lighting with the sun - the shadow"). It is also believed that the size of the smallest element of the reference object is equal to the reduced detail of the shooting OES when taken to the nadir from the planned height of the carrier.

The shape of the reference object may be different, but for the purpose of estimating the loss of the detail of the image in the cavities of the optical axis, it is advisable to select a reference object in the form of a radial measure. In this case, the light levels of the measure



correspond to the areas of the earth's surface, which are lit by direct sunlight, and the dark areas of the measure correspond to the areas of the earth's surface, illuminated by the sky and separated clouds. Material measures are taken identical.

The quality indicators of photographs are scale, geometric, and radiometric distortions and noise, contrast, resolution, detail. To test performance and evaluate the effectiveness of the method of forecasting the quality of space images of the visible range, software for calculating the quality indicators of aerospace images was developed with a high-level programming language.

The adequacy of the model was checked by forecasting the quality indicators of the images from the spacecraft and unmanned aerial vehicles and comparing them with the figures actually taken. Statistically determined difference of the indicators did not exceed 7%.

Applying of the developed model will provide the opportunity to obtain as much useful information as possible from the aerospace observation process.

In the future is planned to develop more precise model of the OES that will include: the geometric specifications of the photo shooting sensor, turbulent atmosphere influence, and lenses aberrations on the detailed photos and features of the spectral reflection characteristics from the object.

## **BENEFITS OF ANGULAR 2.0 SPECIFICATION**

**Pyliaiev V. V.**

Ministry of Education and Science of Ukraine

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Angular 2.0 is a new multipurpose tool of development, full freedom of Actions and total flexibility. It can make an applications architecture, a data structure, components, different abstractions etc. It is so good for naturalization.

For starting to work on a project is necessary: to create file structure of application, to establish work with patterns, to establish work with styles, preprocessor, to tune build for development, debugging, production, to tune process of testing, etc.

In the second version of the framework we receive tool of command line that can generate applications, modules, components, directives, filters(pipes – new name), execute tests, check code etc. For doing this we need to execute one command: “ng new app-name”. All necessary infrastructure will be built in the best performance at now.

This environment is ready to work. Nothing excess. This command could receive additional arguments. For example, if is planned to use CSS preprocessor Stylus: “ng new app-name –style=stylus”. Compilation will be automatically tuned and build of styles with accordance to chosen preprocessor.

Generated code of application will use TypeScript that everybody scares because of mistaken realizing it. In a real case it is the same JavaScript (ECMAScript 6)[1], but with some pleasant and benefit additions like: interfaces, typification, enumeration, modifiers (public, private, static), decorators(@). All of that give us opportunity to write more stable and beautiful code, escape us of necessity to write bad JSDoc[2] everywhere.

Started to use TypeScript, wanting to write only with it, you are not understand how is to be so incompetent before. Angular does not have controllers just components. Create new is possible with that way: “ng generate component playground/player”. This command creates directory “player” in “playground with component minimum code: creation file, pattern file, style file with extension used before CSS preprocessor, unit-tests file.

No copies – sources of evil and mistakes! Generated code of component creation will be like this: “

```
import { Component, OnInit } from '@angular/core';
@Component({
  selector: 'app-player',
  templateUrl: './player.component.html',
  styleUrls: ['./player.component.styl']
})
export class PlayerComponent implements OnInit {
  constructor() {}
  ngOnInit() {}
}
```

“@ +” Component here is an example of decorator. In the end, it is a simple function, which receives constructor as an argument and changes it in accordance to described configuration, in our case it is: “selector” describes how element of component in application patterns will be named. (<app-player></app-player>), “template Urls” is a way to file of current component pattern, styleUrls is an array of files to component styles. Besides of mentioned parameters another parameters exist that give us possibility to write code of pattern in this file and configure encapsulation styles of this component etc.

Key this of Angular – two-way binding. How is it created in Angular 2?

<app-player[(position)]="playerPosition"></app-player> That note regives in pattern value of property “playerPosition” of current component and it will be measure it with changing of property “position” inside component “player”. It is two-way binding. But why is it so strange writing?

Angular 2 obtained new syntax that could regive value of properties to siblings (one-way binding). It uses square brackets: <app-player [position]="playerPosition"></app-player> It possible to subscribe to events that happens in siblings. Using round brackets: <app-player (positionChange)="onPositionChange(\$event)"></app-player>[3]. That writing means that component “player” has property positionChange, that is part of class EventEmitter. So when component “player” executes “this.positionChange.emit(newValue)”, executing code “onPositionChange(\$event)”, that noted in pattern. “\$event” will contain value newValue.

This way Angular 2 is creates two-way binding: transferring to input value of property, subscription to event with name <<property name inside sibling component>> + <<Change>>, changing property in parental component in case while event appears. Writing “[[(position)]=«playerPosition»” is just syntax sugar, which makes that all written automatically and saves time.

Thanks to this realization, Angular 2 has got no watchers, that has been source of much problems with performance. Now all is more natural.

SOLID principles is used in current projects, which make support and continuous developing of application more effective and pleasant process.

Angular 2 solves a lot of problems connected with high level binding of code, new powerful creation Dependency Injection and possibility to abstract from creations different bound components, using interfaces(TypeScript)

Wanting to say that Angular 2 is professional and quality framework. Working with it, seems to writing by people, who have big experience of practical development but sometimes

we can use first version instead.

### Sources

1. Ecma Intenational Geneva : Rue du Rhone 114, 1961-2017.[www.ecma-international.org](http://www.ecma-international.org) – Ecma Intenational.
2. Angular JS Google : [Googleplex](http://Googleplex.com), [Mountain View, California, U.S](http://Mountain View, California, U.S), 2010-2017. [www.angularjs.org](http://www.angularjs.org) – Angular JS.
3. Angular Google : [Googleplex](http://Googleplex.com), [Mountain View, California, U.S](http://Mountain View, California, U.S), 2010-2017. – Режим доступу: [www.angular.io](http://www.angular.io) – Angular.

## ОСНОВНІ ЕТАПИ ПОБУДОВИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

**Белінський І. В., Лемешко В. А.**

Інститут геофізики ім. С.І. Суботіна НАН України, Київ, Україна

**Вступ.** Неможливо уявити собі фізичний модельний експеримент без використання комп'ютерів. На зміну літературі з числових методів та програмування, з появою персональних комп'ютерів, прийшли книги з фахового використання цієї техніки, з побудови експертних систем, тощо. Поза увагою не залишилось і використання комп'ютерів в експериментах [1,2]. Наприклад, в книзі [2] подані листинги програм, корисних для експериментатора.

Метою цієї роботи є аналіз основних етапів побудови лабораторної експериментальної фізичної модельної установки. Відразу відмітимо, що наш матеріал не базується на будь-яких мовах, чи системах програмування. Розбираючи по “цеглині” сучасну експериментальну установку ми акцентуємо увагу на “блоки”, з яких вона складається.

**Основний матеріал.** Спочатку формувалась мета експерименту. Потім вибирались елементи для моделювання процесів. Наступним етапом був вибір початкового збурення і, як наслідок, вибір перетворювача, узгоджувальних підсилювачів, узгоджувальної апаратури та програм обробки інформації в комп'ютері. А згодом, коли вже побудована експериментальна установка, до програми обробки підключалась база даних.

В якості прикладу розглянемо експериментальне дослідження залежності динаміки блокових середовищ від їх статичного навантаження [3]. Метою цих досліджень було експериментальне визначення амплітудно-часових характеристик коливання стрижня, їх логарифмічний декремент згасання в залежності від статичного навантаження стрижня. Досліджуваний блок – це стрижень з Богуславського гранітного кар'єру довжиною 499 мм, шириною 59мм та висотою 69 мм. Орієнтовно, для того, аби вибрати сенсор, підрахуємо очікувальну власну частоту коливань стрижня:

$$f_e = \frac{C_m}{2l} = \frac{5099}{2 \cdot 0.499} \approx 5109 \text{ (Гц)},$$

де  $l$  – довжина стрижня, м;  $C_m$  – швидкість пружних хвиль в стрижні, м/с. З наявних датчиків вибираємо акселерометр В&К №4384. Цей сенсор має робочий діапазон від 0.2 до 12000 Гц при резонансній частоті 35000 Гц. Враховуючи рекомендації [1]

вибираємо час дискретизації  $dt = 0.5$  мкс.

В літературі [4] було наведено значення коефіцієнта поглинання поздовжньої хвилі в граніті  $\theta = 0.13$  1/м. Зміна амплітуди пружних коливань в залежності від відстані  $x$  також підпорядковується експонентному закону.

Введемо кількісний критерій поглинання – зменшення амплітуди збурення в 1000 разів, тобто до значення 0.1% від початкової, і використовуємо  $\theta = 0.13$  із літератури [4], вирахуємо необхідний час згасання коливань. Він становить 0.01с. Враховуючи час, загублений на контактах, вибираємо час запису процесу  $t_3 = 0.1$ с. Тоді кількість фіксованих точок повинна дорівнювати 200000.

Сучасні швидкодіючі запам'ятовуючі осцилографи, скоріш за все, мають глибину запису: 2500, 5000, 10000 точок. Дуже коштовні, наприклад, LeCroy, мають глибину запису більше (і до 3 млн. точок).

Ми використовуємо швидкодіючий аналого-цифровий перетворювач NI-5102, який забезпечує час запису ( $t_{зан} = 0.1$  с) при  $dt = 0.5$  мкс.

Таким чином ми вибрали для експериментальної установки: датчик фірми В&К №4384 та швидкодіючий аналого-цифровий перетворювач фірми National Instruments №5102.

Організація початкового збурення також потребує уваги. Ми вирішили, що за початкове збурення буде механічний удар. Перевірили дві конструкції генерації удару: кулі, яка скочується з гірки та кулі, яка розташована на консолі маятника. При повторенні удару кращу (меншу) похибку має другий варіант. Тому ми вибрали маятниковий механізм удару.

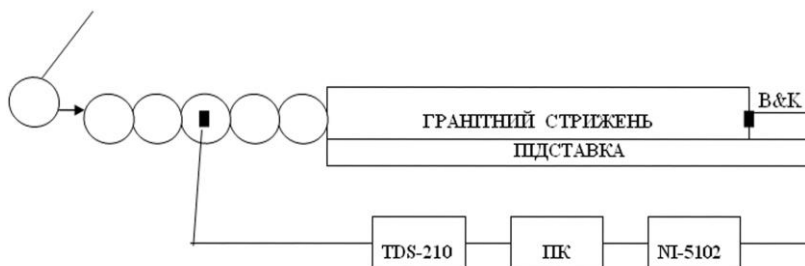


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки (TDS-210 – цифровий запам'ятовуючий осцилограф, NI-5102 – швидкодіючий аналого-цифровий перетворювач, ПК – персональний комп'ютер, В&К – акселерометр фірми Брюль&К'єр № 4384

Загальна схема установки приведена на рис. 1. Причому, канал Датчик → TDS-210 → ПК призначений для контролю початкового збурення, а канал В&К → NI-5102 → ПК є основним інформаційним.

Ми не ставимо собі за мету розповісти про цей експеримент більш детально, разом з методикою він описаний в [3]. Відмітимо, що за допомогою цієї експериментальної установки було проведено два експерименти: перший – стрижень встановлювався на різну підставку (папір, гуму, пісок, а також підвішувався в повітрі),

а другий – стрижень, встановлений на пісок, навантажувався зверху вагою, кратною своїй вазі. Приклад загального виду осцилограм коливань гранітного стрижня представлено на рис. 2.

До цього ми більше говорили про апаратну частину. Програмна частина поділяється на:

1. Керуючі програми вводу інформації з зовнішніх приладів (в нашому прикладі з осцилографа TDS-210 та аналого-цифрового перетворювача NI-5102).

2. Програми обробки інформації (в нашому прикладі – це зв'язка сигналу по першому ланцюгу (датчик → TDS-210 → ПК) з еталоном, це обробка даних по другому ланцюгу (датчик V&K → NI-5102 → ПК)).

Обробка включає в себе підрахування логарифмічного декременту згасання  $\delta$  по

експериментальній залежності  $A(t) = A_0 \cdot e^{-\frac{\delta t}{T}} \sin t$ .

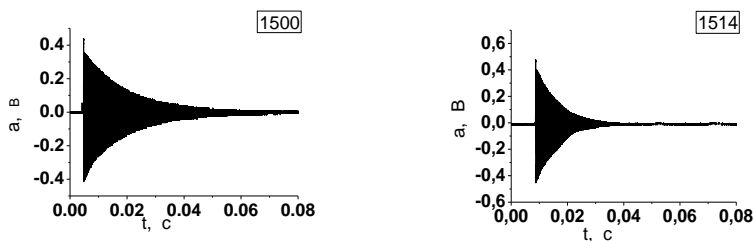


Рисунок 2 – Осцилограми коливань гранітного стрижня, встановленого на піску (праворуч) і підвішеного в повітрі (ліворуч)

Крім того, для зберігання в сховищі, формується строчка запису: дата, № експерименту в день, матеріал основи, швидкість удару кулі (кут відхилення маятника),  $\delta$ ,  $A(t)$ , осцилограма коливань. В даному разі відхилення маятника на заданий кут робилось людиною, в більш складних експериментах початкове збурення робиться автоматично, по заданій програмі, тоді в програмну частину входить і програма завдань початкового збурення, і, як наслідок, в строчці запису сховища відображається характеристика початкового збурення. Більш детально експериментальна установка описана в нашій роботі [5].

**Висновки.** Окреслюючи етапи побудови апаратно-програмного комплексу для фізичного модельного експерименту та послідовного вирішення завдання кожного етапу, експериментатор збільшує вірогідність не лише достовірного результату, а й продовження досліджень на побудованій установці.

### Список літературних джерел

1. Учи Г. Персональные компьютеры для научных работников: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 268 с.: ил.
2. Заднов В.Н., Пономарев Ю.В. Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации. М.: Наука, 1988. – 376 с.
3. Белінський І. В., Лемешко В.А. Експериментальне дослідження залежності

динаміки блокових середовищ від їх статичного навантаження //Науково-технічний журнал Київського науково-дослідного Інституту будівельних конструкцій “Наука та будівництво”, Київ. – 2015. – №1. – С.36-38.

4. Нагорний В.П., Денисюк І.І. Імпульсні методи інтенсифікації видобутку вуглеводнів. – Київ, фірма “Ессе”. – 2012. – 323 с.

5. Белинский И.В., Гржибовский В.В., Лемешко В.А. Построение лабораторной физической модели структурированной среды для исследования эволюции нелинейных волн //Вісник НТУУ “КПІ”. Серія “Гірництво”: Зб.наук.праць. – Київ: НТУУ “КПІ”: ЗАТ “Техновибух”. 2008. – Вип.17. – С.40-46.

## **РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ ЧИТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КНИГ З МОЖЛИВІСТЮ МИТТЄВОГО ПЕРЕКЛАДУ**

**Білокінь Ю. А., Борисов М. Ю.**

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Вирішується завдання максимального полегшення процесу читання англійської літератури. Кожен, хто займався вивченням іноземної мови, знає, що це дуже трудомісткий процес, що вимагає величезних зусиль і часу. Актуальність завдання полягає в тому, що в наш час знання іноземних мов – це ключ до успіху в сучасному світі, де спілкування іноземними мовами та обробка величезних обсягів інформації набуває все більшу значущість. Більшість існуючих додатків для читання електронних книг з можливістю перекладу не надають варіанти перекладу, відповідні контексту, і не пропонують користувачеві можливість вказати переклад слова, що найбільш підходить в конкретному контексті.

При вирішенні зазначеної задачі використовуються когнітивні системи з метою максимізувати якість перекладу. Когнітивні системи – це технології, які частково повторюють особливості роботи мозку людини і здатні до самонавчання. Когнітивні системи навчаються за допомогою штучних нейронних мереж. Це складні математичні моделі, які (поки тільки в загальних рисах) імітують принципи роботи та клітинну організацію природної нервової системи. Так, штучні нейронні мережі складаються з подібності нейронів - нервових клітин мозку, представлених математичними функціями. Взаємодія цих функцій дозволяє комп'ютерним системам багатогранно аналізувати зображення, мову та інші дані, навчатися за допомогою них, будувати гіпотези і приймати рішення, подібно тому, як обмін сигналами між органічними нейронами дозволяє здійснити аналогічні процеси людям [1].

Для вирішення даного завдання використовується когнітивна система IBM Watson, яка застосовує глибоку обробку природної мови. Під час аналізу певного питання, для того, щоб дати правильну відповідь, система намагається оцінити якомога ширший контекст. Система вміє розділяти певні висловлювання природною мовою і знаходити зв'язки між цими висловлюваннями. При цьому Watson справляється із завданням, у багатьох випадках, навіть краще людини, обробка даних йде набагато швидше, робота ведеться з набагато більшими обсягами. При цьому використовується не тільки інформація питання, але і дані бази знань. Система працює в наступному порядку:

1. Отримавши питання, Watson виконує його синтаксичний аналіз, щоб виділити основні особливості питання.

2. Система генерує ряд гіпотез, переглядаючи корпус в пошуках фраз, які з деякою часткою ймовірності можуть містити необхідну відповідь.

3. Система виконує глибоке порівняння мови питання і мови кожного з можливих варіантів відповіді, застосовуючи різні алгоритми логічного виведення.

4. Кожен алгоритм логічного висновку виставляє одну або кілька оцінок, які показують, якою мірою можлива відповідь впливає із запитання, в тій області, яка розглядається даним алгоритмом.

5. Кожній отриманій оцінці присвоюється ваговий коефіцієнт за статистичною моделлю, яка фіксує, наскільки успішно впорався алгоритм з виявленням логічних зв'язків між двома аналогічними фразами з цієї області в "період навчання" Watson. Ця статистична модель може бути використана згодом для визначення загального рівня впевненості системи Watson в тому, що можливий варіант відповіді впливає із запитання.

6. Watson повторює процес для кожного можливого варіанту відповіді доти, поки не знайде відповіді, які будуть мати більше шансів опинитися правильними, ніж інші [2].

Додаток розроблений мовою програмування Java в середовищі розробки Android Studio з використанням шаблонів проектування "Layered Design" [3] та MVP (Model-View-Presenter). Це надає можливість повторно використовувати представлення, допомагає писати підтримуваний і тестуємий код та модернізувати його з мінімальними витратами. Для зберігання інформації призначеної для користувача використано хмарний сервіс Google Firebase, який надає хмарну NoSQL БД для real-time додатків як сервіс. Firebase служить базою даних, яка змінюється в реальному часі і зберігає дані в JSON. Будь-які зміни в базі даних відразу синхронізуються між усіма клієнтами, або девайсами, які використовують одну і ту ж базу даних, тобто оновлення в Firebase відбуваються миттєво. Використання Firebase дозволяє користувачеві зберігати прогрес читання книг та обрані слова та мати доступ до них з будь-якого пристрою.

В результаті розроблений додаток надає можливість читання електронних книг з можливістю миттєвого перекладу слів. Користувач має змогу занести слово в обране для того, щоб краще запам'ятати значення незнайомих слів. Це дозволяє читачеві з легкістю збільшувати словниковий запас, що сприятиме вільному спілкуванню англійською мовою в майбутньому. Також здійснюється синхронізація книг одного користувача на різних пристроях.

### **Список літературних джерел**

1. Когнитивные вычисления – работа быстрее мысли [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/276855/>, вільний. – Дата доступу 20.09.2017.

2. Когнитивная система IBM Watson [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/ibm/blog/266015/>, вільний. – Дата доступу 20.09.2017.

3. Layered Application Guidelines [Електронний ресурс] – Режим доступу: [msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658109.aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658109.aspx), вільний. – Дата доступу 20.09.2017.

# РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ОБЛІКУ ЗАМОВЛЕНЬ ПІДПРИЄМСТВА

**Вовк К. І., Ляшенко О. А.**

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

В даний час в сфері підприємницької діяльності глобальна конкуренція, швидкі зміни, та ще більш швидкі потоки інформації і комунікації, складність бізнесу та глобалізація відносин обумовлюють необхідність автоматизації діяльності, вдосконалення бізнес-процесів.

В цих умовах інформаційні технології стають рушійною силою стратегії компанії, а інновації – невід’ємною частиною бізнес-стратегії. Глобальні управлінські рішення розглядаються як основний інструмент консолідації та побудови бізнес-процесів. Компанії націлені шукати постачальників рішень, що здатні запропонувати надійну, масштабовану та гнучку платформу, яка б задовольнила її потреби. Саме інформаційні технології будуть визначати здатність компаній змінюватись, дозволяючи покращувати керованість, гнучкість і прозорість бізнес-процесів.

Проблемою багатьох організацій є неспроможність справлятися зі значними обсягами власної інформації, значною кількістю рутинних операцій з її обробки, що в решті-решт проявляється на діяльності організації [1].

Метою даної роботи є створення інформаційної підсистеми з обліку договорів та ефективного контролю виконання проектних робіт в товаристві з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «СоюзСпецБуд-Плюс». Діяльність компанії пов’язана з проектуванням об’єктів будівництва, промисловості, цивільного та сільського напрямків.

В ході дослідження предметної області було розглянуто систему обліку договорів підприємства, проаналізовано існуючі автоматизовані системи. Було наведено організаційну структуру підприємства та сформульовано функції, які повинна виконувати розроблювана система. Виконано постановку задачі та сформульовано вимоги до проєктованої системи з метою конкретизації подальшого плану дій. Було виконано проєктування діяльності компанії ТОВ «СоюзСпецБуд-Плюс» за допомогою структурного підходу [2].

Розроблювана система направлена на автоматизацію діяльності та скорочення навантаження на комерційного директора підприємства та його співробітників, вирішення ряду завдань по внутрішнім комунікаціям, зменшення значної частки рутинних задач.

Розроблена інформаційна підсистема забезпечує виконання наступних функцій:

- введення, перегляд персональної інформації та можливість редагування доступних даних клієнтів та співробітників;
- введення, перегляд, редагування інформації по договорам;
- пошук та фільтрація інформації;
- відслідковування договорів, до яких прив’язаний певний співробітник;
- відслідковування договорів, до яких прив’язаний певний клієнт;
- відслідковування стану договорів;
- здійснення доступу до сервісу незалежно від географічного положення;
- здійснення аналізу ефективності по дебіторської заборгованості та контроль термінів виконання робіт;



– створення звітів по клієнтам.

Для реалізації проекту використовуються середовище програмування PhpMyAdmin, Apache HTTP-сервер, фреймворки та бібліотеки: Boostrap, JQuery, CodeIgniter.

У роботі визначена архітектури розробленої інформаційної системи, побудовано її схему (рис.1). Основним сховищем інформації даної підсистеми є реляційна база даних. Для роботи з цією базою використовується система керування базами даних. Для організації обміну даних між іншими частинами даної ІС використовується Web-сервер.

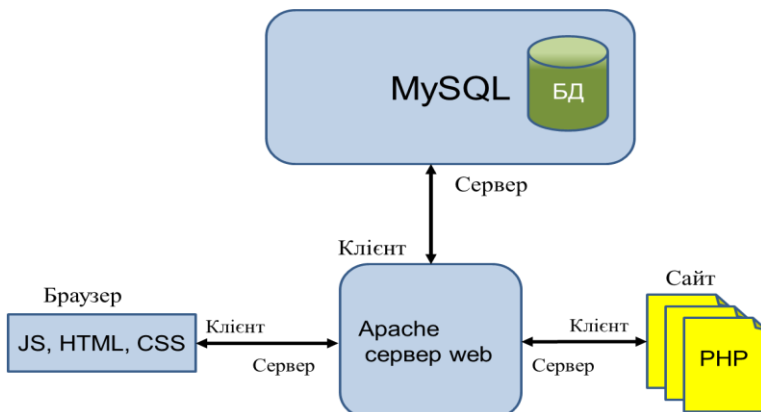


Рисунок 1 – Архітектура ІС

Дана інформаційна підсистема має перспективи розвитку, зокрема за рахунок додавання нового функціоналу та інтеграції з іншими корпоративними системами і web-сервісами.

#### Список літературних джерел

1. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Интернет-технологии. Математическое моделирование. Системы управления. Компьютерная графика / С.В. Емельянов. – М.: Ленанд, 2012. – 96 с.

2. Вовк, К.І. Методологія проектування баз даних при розробці інформаційної підсистеми обліку замовлень підприємства / К.І. Вовк, О.А. Ляшенко // П'ятий том збірника тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології», (УДХТУ, Дніпро, Україна, 26-28 квітня 2017) – Д. 2017. – Т.V. – С. 44.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МОНОЕТАНОЛАМІНОВОГО ОЧИЩЕННЯ КОКСОВОГО ГАЗУ З МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Волошина К. О., Манко Г. І.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

Дніпро, Україна

Процес моноетаноламінового очищення газів від  $H_2S$  і  $CO_2$  базується на їх хемсорбційній взаємодії з утворенням солей, що легко розкладаються при нагріванні. Моноетаноламінове очищення горючих газів ведеться на установках, що складаються з абсорбера і десорбера колонного типу (обладнаних відповідно 20 і 15 тарілками) і допоміжного обладнання. Для підтримки оптимального складу робочого розчину моноетаноламіну і виведення з системи роданистих і інших солей використовується вакуум-розгінна установка. Газ, що підлягає очищенню від  $H_2S$  і  $CO_2$ , промивається 15%-им водним розчином моноетаноламіну; при цьому відбувається зв'язування  $H_2S$  і  $CO_2$ . Крім основних реакцій, в зв'язку з присутністю в коксовому газі цінного водню і кисню, в процесі абсорбції утворюються побічні важкорегеновані і нерегеновані з'єднання, часткове руйнування яких відбувається на вакуум-разгінці.

Коксовий газ проходить перший ступінь очищення в насадочному абсорбері, де відбувається уловлювання сірководню і вуглекислоти на 80-85%. Остаточне очищення коксового газу відбувається на другому ступені в тарілчастому абсорбері до залишкового вмісту сірководню і вуглекислоти до 0,1%. Насичений сірководнем розчин моноетаноламіну направляється в десорбер, де регенерується водяною парою з отриманням на виході виробленого розчину. Гази регенерації, що містять сірководень і вуглекислоту, використовуються для отримання сірчаної кислоти.

Для забезпечення надійного і якісного очищення коксового газу при мінімальних економічних затратах необхідне створення вискоелективної автоматизованої системи управління технологічним процесом очищення. Це вимагає отримання точного математичного опису процесу моноетаноламінового очищення коксового газу. Основу такого опису складають алгебраїчні рівняння статички і диференціальні рівняння динаміки.

Повний опис двохступінчатого очищення коксового газу вимагає врахування 25 факторів, які впливають на кінцевий вміст  $H_2S$  і  $CO_2$ . Така задача є складною навіть для сучасної комп'ютерної техніки. Тому було прийнято рішення задіяти проміжні параметри, від яких залежать вихідні параметри процесу. Як проміжні параметри були використані вміст  $H_2S$  в насиченому і виробленому розчинах моноетаноламіну, позначені відповідно  $R_n$  та  $R_b$ , а також приведені параметри:  $\phi_1$  – відношення фактичного значення  $R_n$  до розрахованого за емпіричним рівнянням;  $\phi_2$  – відношення фактичного значення  $\phi_1$  до розрахованого за емпіричним рівнянням. Це дало можливість виконати декомпозицію задачі математичного моделювання. Спочатку математично описується залежність проміжних параметрів від впливаючих на них факторів, потім проміжні параметри використовуються для побудови загальної моделі.

З метою отримання рівнянь статички і динаміки були проведені експериментальні дослідження технологічного процесу. Методом пасивного експерименту були досліджені залежності вмісту  $H_2S$  у насиченому розчині моноетаноламіну від наступних параметрів технологічного процесу:

- a) витрата розчину на зрошення абсорбера;

- б) кількість газу, що надходить у абсорбер;
- в) концентрація моноетаноламіну;
- г) середня температура абсорбції.

Вміст  $H_2S$  у виробленому розчині розглядався в залежності від наступних параметрів:

- а) максимальна температура десорбції;
- б) концентрація моноетаноламіну;
- в) навантаження десорбера по розчину;
- г) витрата пари на десорбер.

Дані експерименту були оброблені нами комп'ютерними методами в середовищі MATLAB. Побудовані кореляційні поля для досліджуваних залежностей, побудовані лінії регресії в цих полях, а саме: побудовані кореляційне поле залежності  $R_n$  від витрати розчину і кореляційне поле залежності  $R_v$  від температури десорбції та отримані відповідні рівняння регресії; кореляційне поле залежності приведенного параметра  $\phi_1$  від концентрації розчину моноетаноламіна; кореляційне поле залежності  $\phi_2$  від питомої витрати пари на десорбцію.

За методом Брандона [1] отримане загальне рівняння регресії, яке описує залежність вмісту  $H_2S$  в насиченому розчині моноетаноламіна від параметрів процесу. З усіх параметрів процесу найбільший вплив на вміст  $H_2S$  в насиченому розчині надає питома витрата циркулюючого розчину на зрошення, тому в першу чергу була визначена кореляційна залежність витрати розчину на зрошення абсорбера від кількості газу, що надходить в абсорбер.

Експериментально була досліджена і динаміка процесу очищення. В цьому експерименті були визначені динамічні характеристики абсорбера при нанесенні різних за величиною збурюючих впливів і отримані передатні функції, які необхідні для синтезу систем автоматичного регулювання рівня і синхронізації витрат розчину на абсорбер і відгінну колону. Для розв'язання цієї задачі в середовищі MATLAB створені скрипт-файли обробки даних досліджень динаміки процесів. Методом найменших квадратів з використанням вбудованої в MATLAB функції мінімізації `fmincon` розраховуються параметри переданої функції досліджуваного об'єкта. Це дозволяє здійснювати розрахунки оптимальних параметрів налаштування системи автоматичного регулювання.

Отримані статичні і динамічні математичні моделі з достатньою точністю описують процес моноетаноламінового очищення коксового газу і можуть бути використані для розробки алгоритму оптимального управління і синтезу систем автоматичного регулювання.

### Список літературних джерел

1. Brandon, D.B. Developing mathematical models for computer control / D.B. Brandon // ISA Journal. – 1959. – V. 6. – P. 70–74.

# ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Волянский Р. С.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

**Введение.** Современные микропроцессорные и микроконтроллерные устройства имеют в своем составе несколько вычислительных ядер [1]. Такая структура позволяет повысить скорость обработки информации путем выполнения параллельных вычислений. Указанный факт создает предпосылки не только для разработки высокопроизводительного программного обеспечения, выполняющего параллельную обработку информации, но и приводит к необходимости математического обоснования методов, используемых при его разработке.

Существенного снижения времени вычислений путем перехода к параллельной обработке информации на нескольких ядрах можно добиться при выполнении численных расчетов [2], связанных с решением систем дифференциальных уравнений, описывающих движение различных динамических систем. Однако в большинстве случаев решение таких систем уравнений сложно поддается распараллеливанию вследствие зависимости одних переменных состояния от других. Таким образом, возникает актуальная задача преобразования передаточной функции линейной динамической системы к виду, удобному для выполнения параллельных вычислений.

**Цель работы.** Целью настоящей работы является разработка методики преобразования передаточных функций линейных динамических объектов к параллельному виду.

**Материалы исследования.** Будем считать, что движение объекта управления описывается системой линейных дифференциальных уравнений вида [3]

$$p y_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} y_i + m_n U, \quad j \in [1, n], \quad (1)$$

где  $y_i$  - компоненты вектора состояния объекта управления,  $U$  - управляющее воздействие,  $b_{ij}, m_n$  - параметры объекта управления,  $n$  - порядок объекта управления.

Для нахождения передаточной функции объекта управления представим систему (1) в матричной форме [4]

$$pY = BY + MU. \quad (2)$$

Вектор состояния  $Y$  и матрицы коэффициентов  $B, M$  определяются следующим образом

$$Y = (y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_n)^T, \quad (3)$$

$$M = (0 \quad \dots \quad m_n)^T; \quad (4)$$

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & b_{2n} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Передаточная функция для объекта (1) относительно  $j$  - ой переменной

состояния  $y_j$  и управляющего воздействия  $U$  может быть представлена в виде [5]

$$W(p) = \frac{y_j(p)}{U(p)} = \frac{\det(\mathbf{B}_j)}{\det(p\mathbf{E} - \mathbf{B})}, \quad (6)$$

где  $\mathbf{E}$  - единичная матрица  $n$ -го порядка, матрица  $\mathbf{B}_j$  определяется в результате замены  $j$ -ого столбца матрицы  $\mathbf{B}$  матрицей-столбцом  $\mathbf{M}$ .

В соответствии с правилами преобразования структурных схем передаточная функция (6) может быть представлена в виде различных комбинаций передаточных функций элементарных динамических звеньев [4]. Наибольший интерес из этих комбинаций имеет линейная комбинация, соответствующая параллельному соединению динамических звеньев. Поэтому представим передаточную функцию (6) в виде суммы передаточных функций динамических звеньев

$$W(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p), \quad (7)$$

где  $W_i(p)$  - элементарные передаточные функции.

Система уравнений, составленная на основании передаточной функции (7), принимает следующий вид

$$x_i = W_i(p)U; \quad i \in [1, n], \quad y_j = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (8)$$

где  $x_i$  - некоторые фиктивные координаты объекта (1), формирующие  $y_j$ -ую переменную состояния объекта.

Одним из вариантов определения передаточных функций  $W_i(p)$ , которые являются операторами, образующими правые части уравнений (8), является использование разложения дроби на элементарные дроби [6]. Такой подход позволяет представить выражение (7) в виде

$$W(p) = \sum_{i=1}^{m_0} \frac{k_i}{p^i} + \sum_{i=1}^{m_1} \frac{a_i}{p + \lambda_i} + \sum_{i=1}^{m_2} \frac{b_i p + c_i}{(p + \mu_i \pm j\nu_i)^2}, \quad m_0 + m_1 + m_2 = n, \quad (9)$$

где  $m_0, m_1, m_2$  - число нулевых, вещественных ненулевых и комплексно-сопряженных корней,  $k_{ij}, a_i, b_i, c_i$  - коэффициенты разложения,  $\lambda_i$  и  $\mu_i + j\nu_i$  - вещественные и комплексно-сопряженные корни характеристического уравнения

$$\det(p\mathbf{E} - \mathbf{B}) = 0. \quad (10)$$

Выражение (9) описывает разложение передаточной функции (6) на элементарные дроби для самого общего случая, который характеризуется наличием  $m$ -кратных нулевых корней уравнения (10). В случае ненулевых корней характеристического уравнения передаточная функция (9) упрощается

$$W(p) = \sum_{i=1}^k \frac{a_i}{p + \lambda_i} + \sum_{i=1}^{n-k} \frac{b_i p + c_i}{(p + \mu_i \pm j\nu_i)^2}, \quad (11)$$

где  $k$  - число вещественных корней характеристического уравнения.

Анализ выражений (9) и (11) показывает, что при использовании для построения параллельной модели разложения на простые множители, число

параллельных слагаемых соответствует порядку объекта управления.

С методологической точки зрения такое решение является исчерпывающим и позволяет привести уравнения (1) к виду

$$\begin{aligned} p^i x_i &= k_i U, \quad i \in [1, m_0]; \\ px_i &= -\lambda_i x_i + a_i U, \quad i \in [1, m_1]; \\ px_i &= x'_i + b_i U; \quad i \in [1, m_2]; \\ px'_i &= -2\mu_i x'_i - (\mu_i^2 + \nu_i^2) x_i + c_i U. \end{aligned} \quad (12)$$

Однако с точки зрения технической реализации сложной параллельной математической модели большое количество параллельных каналов может вызвать ряд затруднений, связанных с тем, что одно вычислительное ядро микроконтроллера должно будет выполнять расчет динамики нескольких параллельных каналов. Аналогичная картина, но с точностью до наоборот может наблюдаться при технической реализации параллельной модели динамического объекта малого порядка. В этом случае число параллельных каналов может оказаться меньше числа ядер используемого микроконтроллера, что приведет к недоиспользованности его возможностей. К тому же определение управляющего воздействия объектом исходя из принципа симметрии [3] диктует вполне определенные требования хотя бы к одному из параллельных каналов. Поэтому число слагаемых в выражении (7) в общем случае может отличаться от порядка объекта, как в большую, так и меньшую стороны.

Обобщением изложенного выше подхода к построению параллельных математических моделей объекта управления является использование выражения, аналогичного выражению (7)

$$W(p) = \sum_{i=1}^m W_i(p), \quad (13)$$

где  $m$  - число желаемых параллельных каналов модели.

В качестве передаточных функций  $W_i(p)$  в выражении (13) могут быть приняты передаточные функции элементарных динамических звеньев: интегрирующего

$$W_e(p) = \frac{k}{p} \quad (14)$$

и/или апериодического

$$W_e(p) = \frac{k}{p + \lambda}. \quad (15)$$

В случае, если линейной комбинацией указанных передаточных функций невозможно получить передаточную функцию (6), то выражение (13) следует трансформировать следующим образом

$$W(p) = \sum_{i=1}^{m-1} W_{e_i}(p) + W_0(p), \quad (16)$$

где

$$W_0(p) = \frac{\det(p\mathbf{E} - \mathbf{B}_j)}{\det(p\mathbf{E} - \mathbf{B})} - \sum_{i=1}^{m-1} W_{e_i}(p). \quad (17)$$

Таким образом, использование правил структурного преобразования динамических моделей позволяет сформировать математическую модель с желаемым

количеством параллельных каналов.

**Выводы.** Приведенные выкладки позволяют сделать вывод, что разложение передаточной функции линейного динамического объекта на элементарные дроби позволяет построить высокоточную параллельную математическую модель рассматриваемого объекта. В отличие от последовательной модели, внутренние переменные состояния в параллельной модели в общем случае могут не иметь физической интерпретации. Однако при этом эти переменные состояния не зависят друг от друга и могут определяться на различных вычислительных ядрах, что позволяет повысить производительность расчетов и в случае использования параллельных моделей в составе систем управления электромеханическими объектами увеличить ее быстродействие.

#### **Список литературы:**

1. K.Olukotun. Chip multiprocessor architecture – techniques to improve throughput and latency. – Morgan and Claypool Publ., 2007.-154p.
2. Suli E. and Mayer D. An introduction to numerical analysis, Cambridge university press, New York, 2003.- 445p.
3. Садовой А. В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами/ А. В. Садовой, Б. В. Сухинин, Ю. В. Сохина. – К.:ИСИМО, 1996. – 298с..
4. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы / Д.П.Ким. – М.: Физматлит, 2003. – 288с.
5. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства /Н.Т.Кузовков// М.: Машиностроение. – 1976. – 184с.
6. Кудрявцев Л.Д., Математический анализ.- М.: Высшая школа, 2003.-Т.1.-704с.

## **АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

**Дробот А.В., Науменко Н.Ю.**

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

**Постановка проблеми.** Нова парадигма економічної системи, що формується в Україні в сучасних умовах і характеризується подальшим розвитком ринкових відносин, становленням конкурентного середовища в національній економіці, потребує активізації теоретичних досліджень та розробки практичних рекомендацій щодо вирішення проблеми забезпечення ефективного фінансового менеджменту на вітчизняних підприємствах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Задачам оцінки економічної безпеки підприємства присвячена значна кількість досліджень. Серед засновників даного напрямку: В. Абрамов, В. Вітлінський, Т. Клебанова, Т. Ковальчук, Д. Ляпін, І. Мазур, О. Малиновська, В. Мунтян, Т. Хайлова, В. Шлемко та інші.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Функціонування підприємств та їх позиції на ринку визначаються не лише особливостями їх виробничо-господарської діяльності, специфікою організаційно-правових форм, але й можливостями забезпечення та використання конкурентних переваг. Таким чином, ефективність діяльності сучасного підприємства значною мірою залежить від рівня його адаптованості до умов ринкової конкуренції, що обумовлює необхідність

запровадження відповідної системи управління фінансами, адекватної ринковим вимогам. Стратегічними завданнями розробки та реалізації ефективної системи управління фінансами підприємства є досягнення стратегічних та тактичних цілей його діяльності на основі використання ринкових механізмів залучення фінансових ресурсів, оптимізації структури капіталу та забезпечення фінансової стійкості, максимізації прибутку та підвищення ринкової вартості підприємства. При цьому визначального значення набуває забезпечення прозорості інформації стосовно фінансово-економічного стану підприємства як для власників, так і для потенційних інвесторів.

Аналіз показників економічної діяльності ТОВ «ФЕРІТ» за 2013-2016 рр. показав, що об'єм реалізованої продукції знизився на 32,59% порівняно з аналогічним показником за 2015 р., темп росту витрат на 1 грн. продукції у 2016 р. склав 104,3%, темп росту тривалості повернення оборотних коштів склав 132,8%, темп росту рентабельності виробництва – 127,28%, темп росту рентабельності оборотних коштів – 132,7% (більше даних у табл. 1)

Таблиця 1 - Динаміка об'єму реалізованої продукції та прибутку за 2013-2016 рр.

Рік	Об'єм реалізованої продукції, тис. грн.				Прибуток, тис. грн.			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
2013	38,8	42,9	58,5	47,2	10,8	14,8	18,9	15,9
2014	40,4	48,7	108,9	123,6	16,3	19,7	23,9	23,7
2015	155,54	178,7	166,4	136,25	22,6	25,7	24,3	19,7
2016	156,2	136,75	107,5	101,85	22,7	19,97	15,46	14,8

Вся продукція підприємства конкурентоспроможна і користується постійним попитом як на внутрішньому ринку України, так і за її межами, в країнах ближнього і далекого зарубіжжя, оскільки основним принципом роботи є якість, ціна і терміни виконання замовленої продукції.

Отже, підприємство має задовільні показники рівня рентабельності продукції, капіталу, відносить до обмежено кредитоспроможного підприємства, здатність самостійно фінансувати свою діяльність, проте у підприємства спостерігається тенденція до зниження його прибутку, ділової активності.

Графік функції тренду, показники якості прогнозної функції та інтервал зміни прогнозованого рівня прибутку підприємства наведений на рисунку 1.



Рисунок 1 - Графік функції тренду, показників якості прогнозної функції  
Побудована функція тренду достатньо якісною та придатною для



прогнозування, про що свідчать значення коефіцієнта детермінації – 0.8246, F – критерію, коефіцієнту автокореляції -0,09, середньої похибки апроксимації (МАРЕ) - 0.41%, критерію Дарбіна-Уотсона – 2,14.

**Висновки.** Згідно з отриманим прогнозом на перший квартал 2017 р. величина прибутку буде знаходитися у проміжку між 9,028 грн. та 11,094 грн. з імовірністю 95%.

Для покращення фінансово-економічного стану ТОВ «ФЕРІТ», необхідно провести комплекс заходів, направлених підвищення ефективності використання виробничих потужностей та збільшення основних засобів виробництва, для цього необхідне раціональне розподілення отриманого прибутку на закупівлю нового обладнання та встановити оптимальний об'єму виробництва продукції, що забезпечить достатній рівень рентабельності виробництва.

Згідно з результатами отриманих розрахунків зі зниження ризиків економічної діяльності ТДВ «Феріт» було встановлено, що рівень прибутку у плановому кварталі 2015р. може збільшитися на 16,5% порівняно з попереднім кварталом, що може стати базою для подальшого розширення виробництва.

Проведені заходи з покращення ефективності економічної діяльності підприємства мають забезпечити стійке зростання рівня прибутку, об'ємів виробництва, підвищення конкурентоспроможності та зниження рівня ризику економічної діяльності.

Результати проведених у роботі досліджень можуть бути використані для підвищення ефективності діяльності підприємства, за рахунок покращення структури асортименту продукції, що випускається.

#### **Список літературних джерел.**

1. Акулич І.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособ. для студентов эконом. спец. вузов / И.Л. Акулич. – М.: Высш. Шк., 1986. – 319 с.
2. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.
3. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М. : Наука, 1978. – 439 с.

## **ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ «ГІПЕР-РИНКУ» В РАМКАХ КРЕАТИВНОЇ ЕКОНОМІКИ : АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНО- МАРКЕТИНГОВОЇ СИСТЕМИ**

**Дубницький В. І, Дігтярьов А. В**

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

Актуальним завданням для успішного функціонування економічних аспектів в умовах креативної економіки є застосування інформаційно-маркетингових систем (ІМС). В окремих джерелах цей напрямок також іменується як гіпер-маркетинг, в якому префікс «гіпер» підкреслює розширений характер ринку в середовищі інтернет.

Під ІМС слід розуміти систему сервісних і управлінських функцій , з допомогою яких організують і керують комплексом дій , пов'язаних з оцінкою купівельної спроможності споживачів , з її перетворенням в реальний попит на товари , послуги . а також наближенням цих товарів і послуг до споживачів для отримання

прибутку з допомогою засобів глобальної мережі інтернет. Основою ІМС є постійна взаємодія попиту і пропозиції, що є безперервним процесом задоволення і відтворення потреб і бажань окремих економічних об'єктів або їх груп.

Комплексне застосування моделей і методів знайшло своє застосування в інформаційно-аналітичних системах і системах управління економічними об'єктами. При обробці економічної інформації в економічних системах (в т. ч. в рамках креативної економіки) використовуються економіко-математичні моделі та методи прийняття управлінського рішення.

Інформаційно-маркетингові системи (ІМС) на рівні окремих підприємств, фірм, корпорацій спрямовані на організацію діяльності відповідних служб щодо створення маркетингово-орієнтованого ринку, який задовольняє потреби наявних і потенційних споживачів. тому ІМС – це система впливу на ринок та управління ринковими процесами:

- основні принципи ІСМ включають необхідність:
- постійного вивчення стану і динаміки ринку;
- пристосування до його умов з урахуванням вимог.

Активного впливу на ринок для формування його в необхідних для організації напрямках.

Пропонується класифікація ІМС за видами, основним методам побудови і способів взаємодії за допомогою інформаційних систем та мереж комунікації (рис.1.)

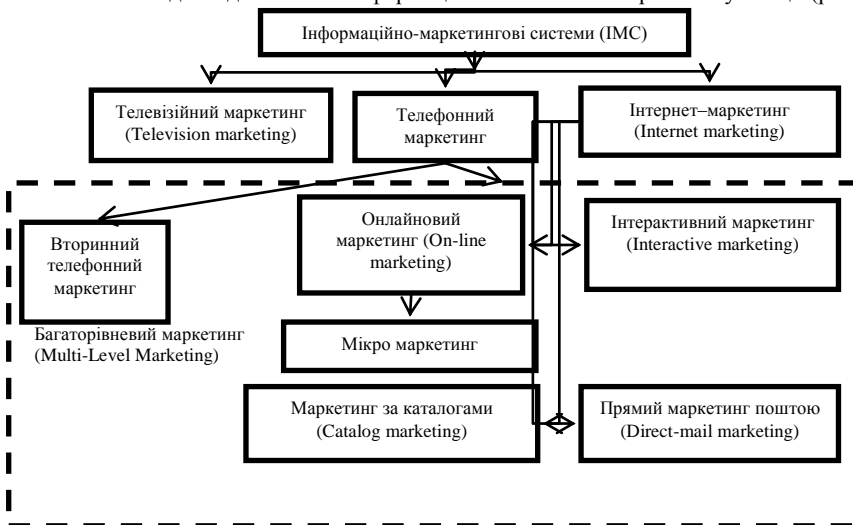


Рисунок 1 - Класифікація інформаційно-маркетингових систем (ІМС)

При цьому, складовою зростання, а також розвитку ІМС став процес розвитку інформаційних систем і, насамперед, інформаційних систем управління економічними об'єктами. Необхідно виділити три основних напрями у цій галузі:

- розвиток методології управління економічними об'єктами ;
- розвиток загальних можливостей комп'ютерних систем;
- розвиток підходів реалізації ІМС.

Теорія управління підприємством являє собою досить великий предмет для вивчення і вдосконалення. Це зумовлено широким спектром постійних змін ситуації на світовому ринку. Постійно зростаючий рівень конкуренції змушує керівників компаній шукати нові методи збереження своєї присутності на ринку і утримання рентабельності своєї діяльності. Такими методами можуть бути диверсифікація, децентралізація, управління якістю і багато інші. Сучасна інформаційна система повинна відповідати всім нововведенням в теорії і практиці менеджменту. Безсумнівно, це самий головний фактор, так як побудова розвинутої в технічному відношенні системи має сенс тільки за умови, що вона відповідає всім сучасним вимогам по функціональності.

Все сказане вище також дає можливість зрозуміти, що для ефективного управління економічним об'єктом мають бути використані сучасні інформаційні технології, які проводять до зниження витрат, де розгорнуті системи ІМС.

Пропонується концепт-модель побудови ІМС управління економічним об'єктом (рис. 2.), яка включає не тільки дослідження ринку товарів, а й ресурсів з можливостями аналізу і прогнозування.

Для опису набору множин вихідної інформації в економіко-математичній моделі оцінок споживчої ефективності, визначені безліч  $P = \{P_i, i = \overline{1, n}\}$  – експертні оцінки корисності товару.

Тоді поправочний коефіцієнт вартості корисності товару можна записати:

$$K = \{K_i = (K1, K2, K3) \in [0,1], i = \overline{1, N}\} \quad (1)$$

де  $K1, K2, K3$  - ознаки споживача готового платити за корисність додатково, зацікавленість і споживач не платитиме за корисність

Рисунок 2 - Концепт-модель побудови ІМС в управлінні економічним об'єктом

Моделі визначення корисності та споживчого ефекту товару на цільовому ринку має такий вигляд [1]

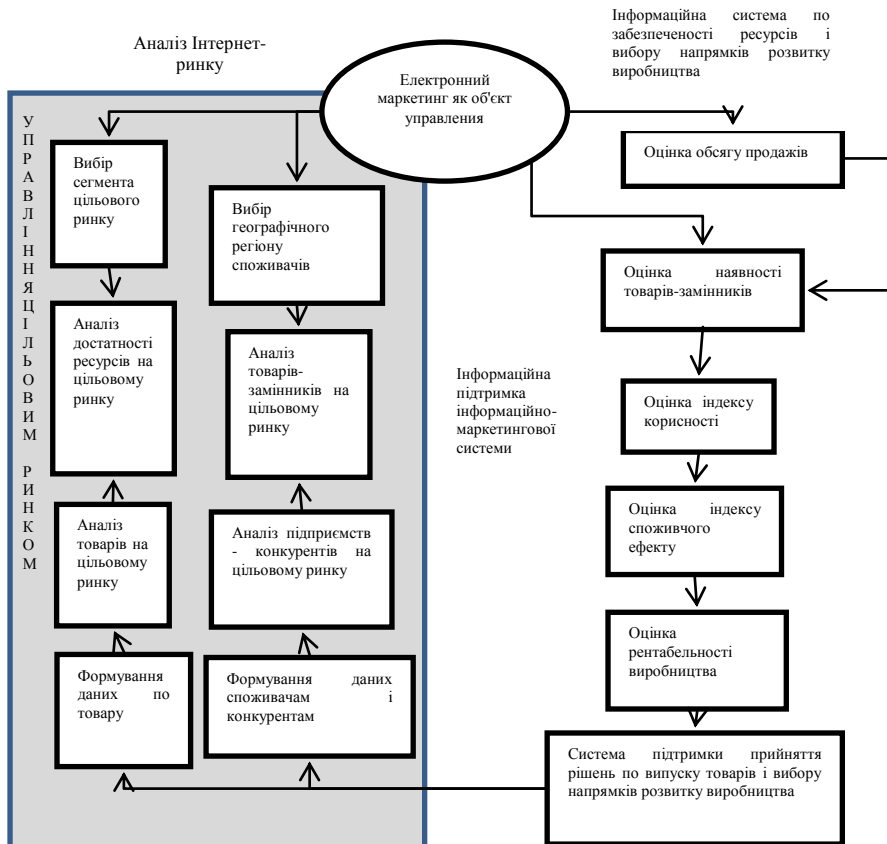
$$E = \{E_{ij} = (\prod_{i=1}^N X_{ij} Y_{ij} / \sum_{i=1, j=1}^N (\prod_{i=1}^N X_{ij} Y_{ij})) \in [0,1], i = \overline{1, N}, j = \overline{0, 9}\} \quad (2)$$

$$B = \{B_{ji} = (\prod_{i=1}^N X_{ji} Y_{ji} / \sum_{i=1}^N (\prod_{i=1}^N X_{ji} Y_{ji}^{\max})) \in [0,1]\},$$

де  $X_{ji}$  - відносний рейтинговий показник корисності товару,  $Y_{ji}$  - оцінка сили впливу j-го товару на i-го вигоду.

В даній концепт – моделі застосовано метод оцінок споживчої ефективності, запропонований Н. Н. Івановим [1], в основу якого покладено використання рейтингових оцінок, отриманих на основі ранжирування експертної думки за кількома шкалами порядку. Експертами можуть бути як споживачі, так і підприємство. Застосування експертних оцінок є необхідним, в умовах інформаційної непрозорості

даних цільового ринку ,в рамках креативної економіки.



В цілому, запропоновані : класифікація ІМС, концепт-модель побудови ІМС управління економічним об'єктом спрямовані на управління економічними об'єктами і дозволяють їх використовувати в умовах ринку і в рамках креативної економіки.

### Список літературних джерел :

1.Іванов Н. Н. Інформаційно-аналітичні системи в управлінні економічними об'єктами / Н. Н. Іванов // Бізнес - інформ,-243,-N10(425).-С. 141-145

## ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ В РАМКАХ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Дубницький В. І., Науменко Н. Ю., Діденко О. В.

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

Економічні проблеми, соціально-екологічні ситуації в господарській діяльності суб'єктів регіону, з якими стикаються керівники промислових підприємств в Україні є складними і багатосторонніми, які залежать від множини різни зовнішніх і внутрішніх факторів, які можуть впливати різнонаправленими діями на економічну ефективність функціонування підприємства і швидко міняються в часі.

В роботі Р. Н. Лепи [ 1 ] уточнюється, що проблемна ситуація може виникнути у випадку, коли ефективність підприємства залишається на тому ж рівні, тоді як рівень цільових установок був завищений. Така ситуація в умовах промислового підприємства визначається як позитивно проблемна і може супроводжуватись втраченими можливостями підприємства.

Проблемна ситуація може поєднувати в собі особливості двох вище розглянутих категорій, коли відбувається протилежна зміна поточного та бажаного стану підприємства зі збільшенням розриву між ними. В такому випадку повинні бути розглянуті два аспекти такого роду проблем – терміновість та значимість.

Складність виявлення проблемних ситуацій на підприємстві полягає в тому, що на ранніх стадіях проблеми дані моніторингу про погіршення ефективності діяльності підприємства носять фрагментарний характер. Звідси витікає задача відновлення цілісної картини ситуації і обстановки на основі фрагментарних даних і дати якісну інтерпретацію отриманому образу ситуації з позиції її впливу на стан підприємства в процесі її розвитку. Для розв'язання такої задачі використовуються методи інтелектуального аналізу даних, прикладної статистики, нечислової статистики, апарати теорії нечітких множин, генетичних алгоритмів, нейронних мереж, імітаційного моделювання.

На рис. 1 представлена схема механізму виявлення проблемних ситуацій в загальній схемі ситуаційного механізму підготовки і прийняття управлінських рішень на підприємстві. Виділені сірим кольором прямокутники вказують на основні інструменти, які можуть бути використані в розташованих поряд з ними блоках механізму виявлення проблемних ситуацій на підприємстві.

Механізм проблемних ситуацій є адаптивним управлінським механізмом. Його адаптивність забезпечується за допомогою настройки об'єктної моделі  $\Omega_1$  у відповідності до організаційної та функціональної структури підприємства і можливість реалізації різних підходів до моніторингу і аналізу ефективності діяльності підприємства. В настоящій роботі використовується гібридний підхід, який поєднує ситуаційний підхід до управління і технології функціонального і прогресивного аналізу ефективності підприємства (Balanced Scorecard, KPI).

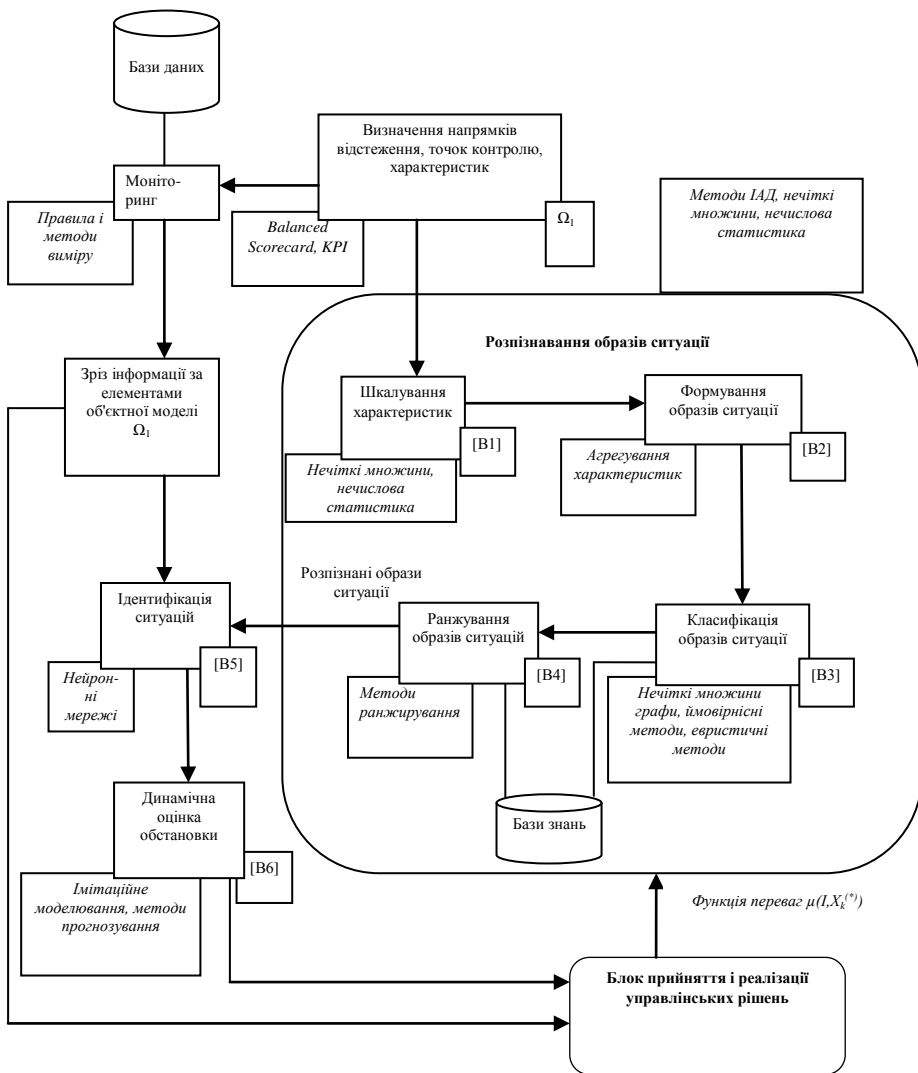


Рисунок 1 – Схема механізму виявлення проблемних ситуацій на підприємстві в загальній схемі ситуаційного управління

Блок моніторингу діє у відповідності до правил вимірювання показників, які вибрані згідно об'єктної моделі  $\Omega_1$  [2], з метою забезпечення адекватності ті порівнянності даних, і використовуються методи вимірювання даних числової та нечислової природи. Кожний інформаційний зріз по показникам об'єктивної моделі

$\Omega_1$  заноситься в базу даних.

Зріз інформації по елементам об'єктної моделі  $\Omega_1$  поступає в [ B5 ] – блок ідентифікації ситуації. За допомогою апарату нейронних мереж відбувається представлення отриманого зрізу інформації у вигляді образу ситуації і зіставлення останнього з розпізнаними образами, які зберігаються в базі знань контуру «Розпізнавання образів ситуацій».

Контур «Розпізнавання образів ситуацій» в механізмі виявлення проблемних ситуацій складається з блоків:

[B1] – шкалування характеристик на основі методів нечітких множин і нечислової статистики.

[B2] – формування образів ситуацій за допомогою агрегування характеристик до рівня напрямків відстеження діяльності підприємства.

[B3] – класифікація образів ситуацій.

[B4] – ранжування образів ситуацій.

Отриманий результат в [B5] відображає статичну оцінку стану підприємства на основі ретроспективного аналізу функціонування («як було і як стало»), посиляючись на досвід експертів. Він вказує на наявність проблемної ситуації на підприємстві, до якого класу проблем вона відноситься, її масштаб, типовість і ступінь важливості для підприємства.

Результатами блоків [B5] і [B6] – динамічна оцінка обстановки – є сигнали до ініціалізації програми дій в заданому напрямку з метою запобігання або виходу з проблемної ситуації.

Блоки розпізнавання образів ситуацій ([B1], [B2], [B3], [B4]), ідентифікації ([B6]) і блок прийняття і реалізації управлінських рішень утворюють замкнутий цикл процесу навчання бази знань образів ситуацій на підприємстві. В рамках блоку прийняття і реалізації управлінських рішень порівнюються очікуваний образ ситуації (її характер з фактичної ситуацією, з якою зіткнулося підприємство, яке проводило певну управлінську програму. Якщо відхилення істотно, то в механізмі виявлення проблемних ситуацій відомі образи ситуацій коригуються, що підтримує гнучкість всієї системи підготовки і прийняття управлінських рішень на підприємстві.

Таким чином, механізм виявлення проблемних ситуацій враховує повторювані, логічно очікувані і нові зміни з різною частотою настання, визначає ступінь загрози даних змін, підвищуючи швидкість реагування на ті зміни, які можуть негативно вплинути на діяльність підприємства.

### **Список літературних джерел**

1. Лепа Р. Н. Ситуационный механизм подготовки и принятия управленческих решений на предприятии: методология, модели и методы: [Монография] / Р. Н. Лепа. – Донецк: ИЭП НАН Украины, «Юго-Восток Лтд», 2006. – 308 с.

2. Jantzn J. Nurofuzzy Modelling: Tech. report №98-H-874. – Denmark: Technical University of Denmark, 1998. – 130 p.

# **ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ МОДУЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ КЕРУВАННЯ ПРИВОДАМИ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

**Задорожня І. М., Яковлев О. М., Кортун В. М., Посоха Є. Г.**  
Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасний електропривод виступає основним структурним елементом автоматизації і визначає перспективи подальшого розвитку значної частини галузей виробничої діяльності у промисловості. Протягом останніх десятиліть відбулися істотні якісні зміни в структурі сучасного електроприводу, який інтегрував в собі безліч досягнень електромашинобудування, перетворювальної техніки, електроніки, систем управління, зокрема, був здійснений перехід на нову елементну базу побудови силового каналу (IGBT-транзистори, інтелектуальні силові модулі IPM) і нову елементну базу каналу управління - високопродуктивні мікроконтролерні системи прямого цифрового управління обладнанням.

В умовах швидкої адаптації процесорної техніки до завдань управління частотно-регульований електропривод змінного струму, в першу чергу асинхронний двигун, став головним типом регульованого промислового електроприводу, що серійно випускається провідними вітчизняними та зарубіжними електротехнічними фірмами. Основним силовим перетворювачем енергії такого електроприводу є напівпровідникові перетворювачі частоти на повністю керованих комутованих елементах типу силових транзисторів (IGBT) і тиристорів (IGCT), що замикаються, тобто простежується тенденція до об'єднання інтелектуальних і технічних можливостей світових лідерів у виробництві перетворювальної техніки, хоча більшу конкуренцію системам управління на базі перетворювачів частоти становить вентильно-індукторний електропривод.

В рамках досліджень аналізуються діючі методи та здійснюється пошук оптимального методу проектування системи автоматичного керування з можливістю векторного керування асинхронним двигуном на основі сучасних мікропроцесорних компонентів. Високі динамічні та експлуатаційні характеристики електроприводів забезпечуються за рахунок розробки та використання нових алгоритмів управління з реалізацією на сучасній мікроелектронній базі - сигнальних процесорах (DSP), спеціалізованих для математичних операцій маніпулювання цифровими даними, виробленими сигнальними перетворювачами, основним завданням яких є проведення технологічних операцій обробки даних в режимі реального часу. Світовим лідером у виробництві цифрових сигнальних мікропроцесорів і мікроконтролерів є «Texas Instruments», що пропонує найбільш повну номенклатуру сигнальних мікроконтролерів для управління двигунами. Контролери даного виробника орієнтовані на використання в приводах побутової техніки, в приводах загальнопромислового призначення, в тому числі в перетворювачах частоти, а також в відповідальних прецизійних приводах роботів, маніпуляторів і верстатів з числовим програмним управлінням.

Для дослідження можливостей керування електродвигуном на основі сучасних мікропроцесорних компонентів розроблено стенд (рисунок 1), що включає



асинхронний електродвигун, двигун постійного струму (використовується в якості навантаження).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд лабораторного стенду

До асинхронного двигуна приєднаний імпульсний датчик швидкості - енкодер типу G40B-6-400-2-24. Сигнал з датчика подається на вхід перетворювача J10 в ланцюг зворотного зв'язку для обчислення поточної швидкості обертання ротора двигуна. Обмотка збудження двигуна постійного струму отримує живлення від зовнішнього джерела постійного струму, який складається з автотрансформатора ТН39-127/220-50 і діодного мосту. Первинна обмотка трансформатора підключається безпосередньо в побутову мережу 220 В, а його вторинна обмотка підключена до діодного мосту. Випрямлена напруга з діодного мосту живить безпосередньо обмотку збудження. Двигун постійного струму працює в режимі динамічного гальмування для створення гальмівного моменту, тому до обмотки якоря підключений реостат, за допомогою якого проводиться зміна моменту. Для реалізації концепції модульного керування електроприводом необхідні сигнальний процесор, програмне забезпечення, периферійні пристрої, що дозволяють реалізувати необхідні алгоритми управління, що об'єднує в собі перетворювач TMDSHVMTRPFCKIT «Texas Instruments» на базі контролера серії C2000 F28335 [1, 2].

Стенд TMDSHVMTRPFCKIT дозволяє досліджувати роботу мікроконтролерів Piccolo або Delfino і їх аналогів в умовах високої напруги. Мікроконтролер дозволяє управляти двигуном з корекцією його коефіцієнта потужності (PFC) [3]. При корекції коефіцієнта потужності допустима вхідна напруга становить від 110 до 240 В, потужність - до 750 Вт, із замкненою системою управління. Двигуном можна керувати і без корекції коефіцієнта потужності, при цьому вхідна напруга може досягати 400 В, вихідна потужність до 1,5 кВт. За допомогою даного обладнання можна керувати найбільш поширеними типами двигунів: асинхронним двигуном, безщітковим двигуном постійного струму і синхронним двигуном з постійним магнітом. Мікроконтролер дозволяє керувати кожним типом двигуна, використовуючи різні методи управління із замкнутим контуром (трапецієвидна, U/f або FOC) за допомогою датчика і без датчиків. Також в набір обладнання входить повне забезпечення вихідним кодом на мові програмування C. Для програмування DSP TMS320F28335

використано програмне забезпечення Code Composer Studio [3], що включає емулятори та підтримку JTAG-орієнтованого налагодження, за допомогою якого створена програма векторного керування АД, що додається до стенду TMDSHVMTRPFCKIT «Texas Instruments» і включає блоки – складові частини структурної схеми векторного керування асинхронним двигуном з доступністю для налагодження шести рівнів проекту, в кожному з яких перевіряються нові блоки [3].

Для ідентифікації параметрів системи управління і оцінки характеристик електромеханічної системи стенду була також розроблена імітаційна модель в середовищі пакета Matlab Simulink, що дозволяє в подальшому аналізувати різні режими функціонування стенду і оцінювати їх реально і віртуально, отримувати статистичні дані для ідентифікації перехідних процесів.

Таким чином, в процесі створення векторної системи управління був обраний метод модульної налагодження програмного коду, що дозволяє на кожному етапі створення програми досліджувати роботу окремих блоків структурної схеми і отримати в кінцевому результаті працездатну систему управління асинхронним двигуном [4]. Значна перевага модульної концепції керування електроприводом полягає в тому, що при виявленні помилок в програмі, при поетапному налагодженні можна легко виявити блок, в якому вона знаходиться, а оскільки програма розбита на модулі полегшується перетворення системи векторного керування без датчиків в систему з використанням зворотного зв'язку за швидкістю і положенням.

#### **Список літературних джерел**

1. Анучин, А.С. Практический курс разработки и отладки программного обеспечения сигнальных микроконтроллеров TMS320x28xxx в интегрированной среде Code Composer Studio: учеб. пособие / А.С. Анучин, Д.И. Алямкин, А.В. Дроздов, В.Ф. Козаченко // М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – 270 с.
2. High Voltage Digital Motor Control Kit Quick Start Guide.
3. Козаченко, В.Ф. Применение DSP-микроконтроллеров фирмы «Texas Instruments» в преобразователях частоты «Универсал» с системой векторного управления / В.Ф. Козаченко, Н.А. Обухов, С.А. Трофимов, П.В.Чуев // Электронные компоненты. – № 4. – 2002. – С. 61-64.
4. Олеярник, А. В. Особенности управления электроприводами на основе методики модульного программирования / А. В. Олеярник, И. Н. Задорожня // Научный Вестник ДГМА. – 2016. – № 3 (21Е). – С. 141-148.

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ ПРОГРАМУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ**

**Кліндухов В. С.**

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

У процесі проектування прикладного ПЗ [1] чималу роль грає вибір мови програмування на якій буде написано проект. Сучасні мови програмування дуже різняться за багатьма характеристиками, якісними та кількісними. Наприклад, додатки на мові програмування С витрачають мінімальну кількість процесорного часу та пам'яті, проте при побудові складних систем частіше використовують мови вищого рівня, які дозволяють значно підвищити швидкість розробки в збиток швидкодії такого ПЗ.

Кількісні характеристики зазвичай можна обмежити процесорним часом, що витрачається на виконання програми та фізичною пам'яттю, яку виконистає програма під час виконання. Якісних властивостей набагато більше, часто до програмного забезпечення висовуються спецефічні вимоги, з-за яких при проектуванні буде надано перевагу мові, яка має не найкращі кількісні характеристики серед інших розглянутих засобів.

Для створення бази даних можна використати дані з декількох інтернет-магазинів. Данні можливо збирати в автоматизованому режимі, використовуючи скрипт перегляду, парсингу та збереження інформації, або зробити запит до інтернет-магазинів з проханням надати данні. У базі даних ЦСП доцільно створити 2 таблиці: таблицю параметрів, з ключовим полем ID, та таблицю цін, у якій зберігатимуться ціни з інтернет-магазинів та офіційного сайту виробника, якщо така інформація надається.

Так, для ПЗ інформаційних систем, що працюють у реальному часі, більше підійде мова C, так як написані на ній програми швидко виконуються та, наприклад, збирач сміття не почне чистити пам'ять у самий невідповідний момент, як часто буває в мовах програмування високого рівня. Для великих додатків частіше застосовуються мови, що дозволяють добре документувати код адже такими продуктами займається велика кількість розробників і дуже важливо підтримувати читаність коду, в такому випадку краще використати мову Java адже JavaDoc є хорошим рішенням цієї проблеми. В деяких випадках віддається перевага мові с великою спільнотою розробників та широким вибором різноманітних бібліотек у відритому доступі.

Отже, у загальному випадку порівняти ефективність мов програмування можна лише порівнявши час виконання програми або пам'ять, яку буде виділено для «купи». Для цього було обрано одну з тривіальних задач — підрахування n-го числа ряду Фібоначчі. Для дослідження було обрано декілька мов, частина з них стала популярною вже давно, інші набрали популярність за останні роки, деякі тільки набирають оберти.

На рисунку 1 показано стовпчасту діаграму, що відображає швидкість підрахування тридцятого числа ряду Фібоначчі у секундах.

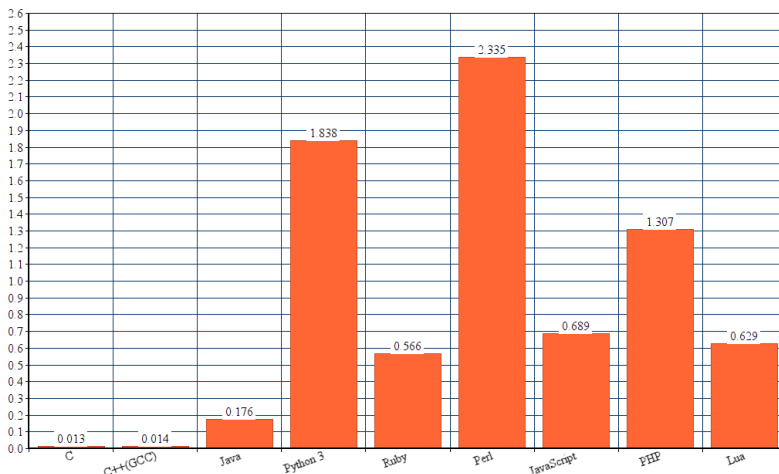


Рисунок 1 – Час виконання тестового додатку написаного на різних мовах програмування (у секундах).

Як видно з досліджу, по швидкодії найкращим серед розглянутих мов є мова С, С++ також має приблизно такі ж самі показники. Деякі мови високого рівня дуже відстають від конкурентів, деякі компілятори оптимізують обчислювальний процес, що займає чимало часу.

Також на діаграмі видно, що найбільшу швидкодію мають старі мови програмування, винятком з цього правила є лише скриптова мова Perl, який у свій час здобув популярність завдяки своїм регулярним виразам та вільним синтаксисом. Це пояснюється тим, що у сучасних реаліях частіше значну роль відіграє швидкість та ціна розробки програмного забезпечення, на практиці лідер досліджу, мова С, використовується переважно для низькорівневої розробки, найбільше рядків коду написано на JavaScript, що зовсім не має конкурентів як мова сценаріїв веб-сторінок, тому можна припустити, що більшу роль грають саме якісні властивості цих інструментів, насамперед їх спеціалізація.

За вживанням системних ресурсів можна особливо виділити мову Java — вона може використовувати до десяти разів більше фізичної пам'яті у порівнянні з тим самим С++. З іншої сторони, скрипти Lua потребують чи не найменшу кількість пам'яті серед усіх скриптових мов програмування, серед компільованих мов першим, як було написано раніше, є С.

Досліджу було проведено на ПК з ОС Linux, Ubuntu 17.03, 4Гб оперативної пам'яті, процесором Intel Core i3-6100.

#### **Список літературних джерел**

1. Грекул, В.И. Проектирование информационных систем / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина // М.: ИНТУИТ, 2005. – 240 с.

## **АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ АНАЛІЗІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МАШИНАМИ**

**Коваленко С. О., Пономарьов Д. С., Задорожній М. О.**

Донбаська державна машинобудівна академія

У зв'язку з підвищенням якості і збільшенням обсягів промислової продукції, що випускається, до сучасних технологічних машин пред'являються високі вимоги. Удосконалення технічного рівня машин без дослідження характеристик практично неможливо. Основним структурним елементом сучасних технологічних машин є автоматизований електропривод, тенденції розвитку якого визначають розв'язання питання аналізу та синтезу електромеханічних систем з пружними ланками. На характер перехідних процесів в механічній системі значно впливає перехідний процес в двигуні, і повну уяву про роботу машини можна отримати тільки в результаті ретельного вивчення процесів, що протікають в кожному з елементів системи (електричні, пружні, магнітні, інерційні, пружно-дисипативні зв'язки), із з'ясуванням взаємного зв'язку цих процесів.

Для дослідження систем автоматичного управління, особливо істотно нелінійних, для яких ускладнено використання аналітичних або графоаналітичних

методів дослідження динаміки застосовують методи математичного моделювання. В даний час практично не існує інженерів і проєктувальників, які не стикалися з задачею математичного моделювання та послідуною ідентифікації об'єктів і систем. Цей підхід стає особливо зручним та доцільним при появі таких програмних пакетів як Matlab (Simulink), Adams та ін.

Актуальною є розробка математичних моделей замкнутих систем автоматичного управління із змінною структурою, що дозволяють проводити аналіз їх роботи в динамічних і сталих режимах при змінних параметрах. Для цих цілей може бути обрано середовище розробки MATLAB GUI (Graphical User Interface) [1], основна зручність якого полягає в поєднанні середовища розробки Windows-додатків (власне сам MATLAB GUI) з потужними обчислювальними і математичними можливостями основного ядра MATLAB і його пакетів розширення [2]. Важливим є і те, що робота в цьому середовищі досить проста, оскільки елементи управління (кнопки, списки, що розкриваються) розміщуються за допомогою миші, а потім програмуються події, які виникають при зверненні користувача до даних елементів управління. З багатьох способів дослідження для типової двомасової електромеханічної системи можна використати аналіз характеристичного полінома, представленого в узагальнених параметрах, який отримано шляхом розрахунку передавальної функції електромеханічної системи (ЕМС) за керуючим впливом для узагальненої структурної схеми електропривода з лінійною механічною характеристикою двигуна [3]. Використання узагальнених показників дозволяє здійснити більш компактний запис виразу, спростити аналіз двомасової ЕМС і дає можливість судити про властивості ЕМС в цілому за властивостями її окремих підсистем (механічної та електричної). Для оцінки показників якості перехідних процесів при зміні параметрів типової двомасової електромеханічної системи в середовищі MATLAB GUI була написана програма (рисунк 1), де користувачеві пропонується ввести чотири змінних, що є визначальними для характеристичного полінома.

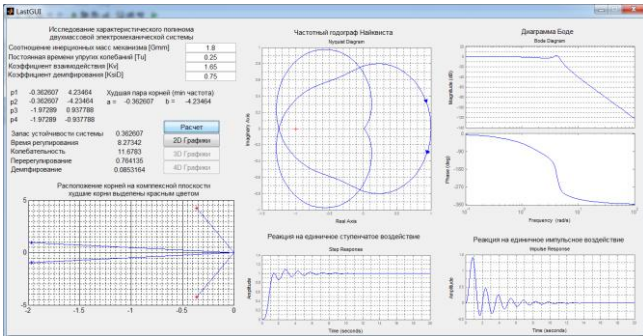


Рисунок 1 – Вікно оцінки показників якості перехідних процесів типової двомасової електромеханічної системи

Після натискання кнопки «Розрахунок» розраховуються основні показники якості (графік розташування коренів характеристичного полінома на комплексній площині і частотний годограф Найквіста для оцінки стійкості системи, діаграма Боде, реакція системи на одиничний вплив, реакція на одиничний імпульс). Шляхом зміни вихідних даних і натискання кнопки «Розрахунок» користувач має можливість

спостерігати зміни основних показників якості та графічної частини вікна. Це дозволяє зрозуміти, наскільки і в який бік відбудеться відхилення показників якості електромеханічної системи від оптимальних при зміні параметрів. При натисканні кнопки «2D Графіки» користувачеві пропонується вибрати межі і крок параметрів, що варіюється, з додатковою побудовою графіків залежностей показників якості електромеханічної системи від обраного змінного параметра (запас стійкості, коливальність, перерегулювання, час регулювання)

Подальше удосконалення програми орієнтоване на можливість дослідження показників якості перехідних процесів типової двомасової електромеханічної системи в просторі (3D, 4D-графіка).

#### **Список літературних джерел**

1. Дьяконов В. П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с: ил.
2. Иглин С.П. Математические расчеты на базе MATLAB. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 640 с.: ил.
3. Особенности реализации принципа электромеханической совместимости для технических оптимальных систем. / Н. А. Задорожний, В. В. Зеновский, И. Н. Задорожня // Вестник ХГПУ. Сб. «Электротехника, электроника и электропривод». – Вып. 113. – Харьков, 2000. – С. 129-130.

## **КРИПТОВАЛЮТА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИКУ**

**Коваль Д. Г.**

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

Рынок криптовалют на сегодняшний день дает шанс бизнес-сообществу поучаствовать в успешных проектах цифровой экономики. Актуальными в наше время являются электронные деньги, которые способствуют удобному движению товаров в интернет-магазинах, скорости проведения транзакций. Наблюдая за ситуацией, которая происходит вокруг нас, заметно, что одним из наиболее перспективных видов электронных денег является криптовалюта.

Криптовалюта (от англ. слова «cryptocurrency») это вид цифровой валюты, защищённой от подделки, которую можно хранить в электронных кошельках, а также переводить из одного кошелька в другой. Данная валюта имеет большой ряд фундаментальных отличий от обычных электронных денег, главным из которых является их пиринговая архитектура (P2P) т.е. вся система функционирует децентрализованно в распределенной компьютерной сети и на абсолютном равноправии участников. Этих денег нет в банкнотах, которые можно было бы потрогать руками. Они существуют в цифровом мире [1].

На текущий момент лидирующей, по объему стоимости, криптовалютой является биткоин (bitcoin). По данным статистического сайта криптовалют «Cryptocurrency Market Capitalizations» цена за один биткоин на девятое октября текущего года составляет 4669.49 \$ (рис. 1).



Рисунок 1 – Статистический график роста цены за один биткоин

Платёжная система Bitcoin (Биткоин) была разработана в 2009 году, а позже появились другие независимые от Bitcoin криптовалюты Litecoin, PPCoin и др. Преимуществом биткоина является не только децентрализация, но и анонимность совершения транзакции, так как в кошельках биткоин нет привычных нам логинов и паролей, а также не требуется указывать любого рода личные данные отправителя и получателя средств. На данный момент самым главным влиянием на экономику является не только их добыча, но и майнинг (от англ. Mining – добыча полезных ископаемых), который предполагает собой процесс записи транзакций с биткоином в блокчейн, общедоступную базу данных по всем операциям с Bitcoin, которая отвечает за подтверждение транзакции. Узлы сети используют блокчейн, чтобы отличить реальные транзакции от попыток потратить одни и те же средства дважды. Кроме того, майнинг – это единственный способ эмиссии биткоинов, которые начисляются в качестве вознаграждения за решение майнером определенных математических задач с помощью компьютерного оборудования. Работа майнеров заключается в подборе правильного хэша, который подойдет ко всем транзакциям, находящимся в сети, и обеспечит получение секретного ключа. Возможных комбинаций – миллионы, поэтому процесс, как правило, занимает много времени и требует наличия мощного оборудования [2].

Видеокарты являются самым популярным оборудованием для майнинга. В конце весны 2017 года биткоины начали интенсивно расти в цене, это привело к большой популярности их майнинга. Началась массовая скупка новых видеокарт, при этом кардинально начал увеличиваться спрос на рынке, покупая по 200-600 видеокарт за раз.

Все это привело к увеличению цены на устройства в 1,5-2 раза во всех магазинах. Такое большое количество устройств стоимостью в десятки тысяч долларов требуется для создания майнинг фермы. Что такое майнинг ферма? В традиционном исполнении это каскады из видеокарт, подключённые к одному или нескольким компьютерам. С увеличением количества видеокарт растёт потребность в более мощном блоке питания и заботе об охлаждении. Популярность майнинга криптовалюты привела к увеличению потребления электричества, а использование майнинг ферм в домашних условиях приводило к различным перенапряжениям и полному отключению света всего дома, что привело к запрету майнинга в некоторых регионах России и Украины. Проблему высоких расходов на оборудование майнеры решают, объединяясь в так называемые пулы и арендуя видеокарты там, где есть дешёвое электричество [3].

На данный момент исследования указывают на то, что уже сейчас активно используются криптовалютами более 5,8 миллионов человек. Ранее считалось, что это число не превышает 1,3 миллиона человек. Если взять в учет то, что совокупная рыночная стоимость такой валюты превышает 40 миллиардов долларов, окажется, что криптовалюта несмотря на небольшие обороты оказывает действительно серьезное влияние на мировую экономику. Несмотря же на свою значимость, данная валюта не может облегчить напряжение на рынке труда, на данный момент известно менее тысячи человек, которые действительно заняты в этой области.

#### **Список литературных источников**

1. Руденко Е.О. Возможности и перспективы развития криптовалют / Е.О. Руденко, Е.В. Красова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 4-3.
2. Как Происходит Процесс Майнинга Криптовалют: Добыча криптовалют [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cryptohelp.ru/Mayning/kak-proishodit-process-mayninga-kriptovalut>
3. Продажи видеокарт рванули вверх: украинцы строят фермы для криптовалют [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ain.ua/2017/05/22/ukraincy-stroyat-bitkoin-fermy>

## **МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЛЕКСУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ГАЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЙОГО ПАРАМЕТРІВ**

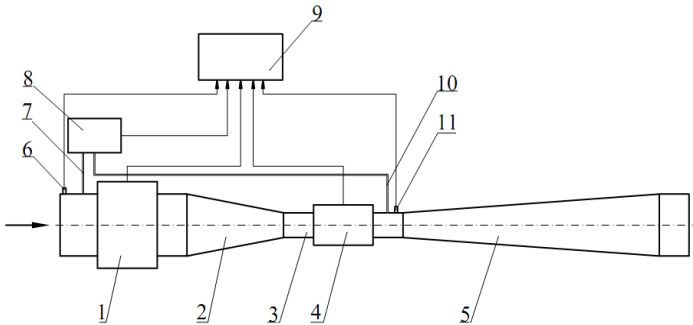
**Коробко І. В., Драчук О. О.**

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

Дефіцит енергоресурсів обумовлює особливу актуальність проблеми раціонального їх споживання і заощадження. Однією із складових комплексного розв'язання задачі енергозбереження є створення ефективної системи реєстрації витрати паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що базується застосуванні засобів виміру із високими метрологічними та експлуатаційними характеристиками.

Дослідження направлені на розв'язання надзвичайно важливої задачі сьогодення - вимірювання об'єму та об'ємної витрати природного газу із високими метрологічними показниками, а саме, підвищення точності вимірювальних перетворювачів витрати (ВІВ) при розширеному діапазоні та їх само діагностиці. Для розв'язання поставленої задачі запропоновано застосувати дублювання засобів виміру, які ґрунтуються на різних фізичних засадах (рис. 1). Це надає можливість отримувати надлишкову вимірювальну інформацію і організувати самодіагностику складових засобів вимірювання та комплексу у цілому.





1 - турбінний витратомір; 2 - пристрій звуження потоку; 3 - пряма ділянка; 4 - ультразвуковий витратомір; 5 - пристрій розширення потоку; 6 - датчик тиску; 7 та 10 - імпульсні трубки; 8 - диференційний манометр; 9 - блок обробки вимірюваної інформації; 11 - датчик температури.

Рисунок 1 – Комплекс вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу.

Важливий вплив на коректність роботи системи мають правильність компонування комплексу вимірювання та обопільна взаємодія елементів конструкції та потоку вимірюваного середовища.

Дослідження вимірювального комплексу здійснювалися на базі методів сучасної обчислювальної гідрогазодинаміки *CFD-технологій* (*Computational Fluid Dynamics*), завдяки яким можна проводити експерименти з комплексних досліджень обопільної взаємодії потоків вимірюваного середовища і елементів конструкції засобів вимірювання за різних режимів та експлуатаційних умов.

На метрологічні показники ВВП природного газу значний вплив мають газодинамічні характеристики потоку, які формуються при проходженні по технологічній магістралі за умов вимірювання. Тому моделювання роботи комплексу здійснювалися для кожного вузла окремо і всієї системи в цілому, з метою врахування взаємного впливу приладів один на одного.

Методи досліджень, що покладені в основу роботи, базуються на використанні математичного моделювання фізичних процесів, основних законах гідро- газодинаміки, методах сучасних інформаційних технологій. Математичне моделювання роботи вимірювального комплексу та побудова його розрахункових схем ґрунтуються на теорії похибок, теорії імовірностей, теорії невизначеності у вимірюваннях, та на методах структурного аналізу похибок. Необхідні точність і надійність досягаються шляхом опрацювання надлишкової інформації за розробленими спеціальними алгоритмами.

Однією з основних задач було формування максимально симетричного профілю потоку газу на вході засобів вимірювання та визначення впливу конфігурації вузла обліку на втрату тиску у потоці і, як результат, отримання оптимальних параметрів геометричної форми елементів системи, які забезпечують максимальне відновлення падіння тиску на комплексі. Для дослідження було використано програмному пакеті *Alsys CFX* (рис.2).

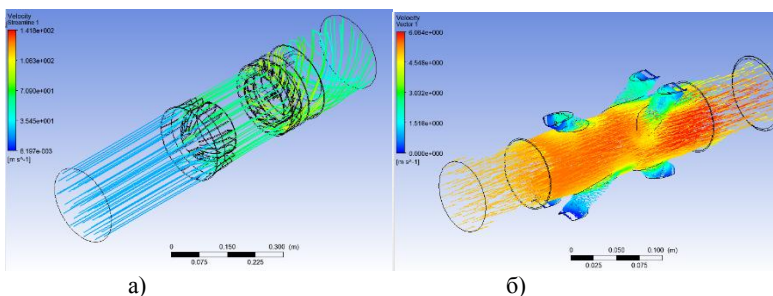


Рисунок 2 – Моделювання проходження потоку газу крізь ВПВ  
а) турбінний; б) ультразвуковий

Знаходження оптимальної геометричної форми та відстаней між приладами являється головною задачею досліджень приладового комплексу, можливо багато інтерпретацій розташування елементів системи і все це потребує довготривалого дослідження. Але запропонована система в результаті відкриває можливості реалізації ефективної системи енергозбереження з достовірними результатами вимірювання та високою надійністю роботи.

За результатами проведених досліджень окреслені геометричні параметри просторової форми комплексного вузла вимірювання та визначені локальні місця встановлення приладів на технологічній магістралі.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЦІНОУТВОРЕННЯ

**Кошелєва В. Ю.**

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

Ціна – це грошове вираження вартості товару. В умовах товарного виробництва і обертання продукти праці виробляються і реалізуються як товари. Як зазначав відомий український економіст М. І. Туган-Барановський, "ціна вільно виробленого товару визначається тими видатками на його виробництво, які дають змогу виробити товару стільки, скільки його потребує ринок"[2].

Ціноутворення – це процес встановлення цін на товари та послуги. При ринковому ціноутворенні реальний процес формування цін відбувається не на виробництві, не на підприємстві, а у сфері реалізації продукції, тобто на ринку під дією попиту і пропозиції, товарно-грошових відносин.

Ціна товару та його користь проходять перевірку ринком і остаточно формуються на ринку. Кожна фірма ставить до проблем ціноутворення по-своєму. В дрібних фірмах ціни зазвичай встановлюються головним керівником. У великих компаніях проблемами ціноутворення, як правило, займаються керівники середнього рівня.

Етапи процесу ціноутворення:

1. Визначення цілей ціноутворення;
2. Аналіз попиту на товар;
3. Аналіз витрат;
4. Аналіз цін конкурентів;

5. Вибір методу ціноутворення;
6. Вибір цінової стратегії;
7. Встановлення остаточних цін (адаптація цін)[3].

За типами моделей утворення усі ціни поділяються на дві великі групи: виробничі та споживчі.

Виробничі ціни – це ціни, за якими реалізується продукція і надаються послуги іншим підприємствам та організаціям.

Споживчі ціни – ціни на товари та послуги що реалізуються населенню.

На практиці підприємствами можуть бути застосовані такі методи ціноутворення:

1) Витратний метод. Ціна розраховується, виходячи із суми постійних і змінних витрат на одиницю продукції й запланованого прибутку з урахуванням нижнього порогу ціни. Цей метод не враховує ринкових факторів (характер попиту, рівень платоспроможності попиту, політику конкурентів), а ціна, визначена за таким методом, практично завжди завищена і в конкурентній ситуації чревата негативними наслідками для продавця. Але якщо в рамках однієї галузі всі виробники використовують витратний метод ціноутворення, цінова конкуренція мінімальна, а ціни більш реальні й виключають наживу за рахунок покупців.

$$Ц = C + П \quad (1)$$

де Ц – ціна одиниці товару, грн;

C – собівартість одиниці товару, грн;

П – величина прибутку, яку бажає отримати підприємство від реалізації одиниці товару, грн.[1].

2) Метод на основі цільової норми прибутку. Ціна встановлюється таким чином, щоб можна було досягти бажаної норми прибутку на вкладений капітал. Необхідно взяти до уваги, що розрахунки ціни в цьому випадку залежать від обсягу виробництва та реалізації, у зв'язку з чим необхідно визначити критичну точку обсягу виробництва.

$$Ц = 3В + \frac{ПВ + П_{зар}}{К} \quad (2)$$

де 3В – змінні витрати на одиницю продукції, грн/шт;

ПВ – постійні витрати за певний період часу, грн;

П<sub>зар</sub> – загальна сума прибутку, яку можна отримати від продажу продукції за той самий період, грн;

К – обсяг продажу продукції, шт.[1].

3) Метод встановлення ціни на основі відчутної цінності товару обумовлений специфічними підходами до роботи на ринку. Розрахунок робиться на певну категорію покупців, які погоджуються платити гроші не тільки за вартість товару, а й за комплекс інших послуг: доплати, пов'язані з доставкою, обслуговування тощо. Тут доречно вести мову про престижні товари, про особливі послуги, за які за різних обставин і різних умов покупець погоджується платити будь-які гроші.

4) Вибір ціни на основі рівня поточних цін орієнтує діяльність фірм щодо ціноутворення передусім не на власні витрати, а на ситуацію на ринку, на цінову політику фірм-конкурентів. Поведінка фірм адекватна їхньому становищу на ринку. Фірма-лідер, як правило, диктує свої умови. Метод ціноутворення, що орієнтується на рівень поточних цін, досить поширений. Він створює атмосферу справедливого підходу до встановлення ціни в цілому по галузі. А це дає змогу підприємствам отримувати певну норму в прибутку.

5) Установлення ціни на основі торгів. У процесі торгів кожна фірма

конкурсант призначає ціну пропозиції, стежачи за тим, щоб вона була дещо нижчою, ніж у конкурентів, але й не опускалася нижче рівня собівартості. Остаточна ціна на товар встановлюється з урахуванням таких факторів: цінова політика фірми, психологія ціносприйняття, вплив ціни на інших учасників ринкової діяльності.

Отже, ціноутворення – це важливий процес встановлення цін на товари та послуги. Усі підприємства ретельно ставляться до формування ціни та моделюють її за вказаними вище етапами використовуючи потрібні методи ціноутворення стосовно сфери діяльності.

#### **Список літературних джерел**

1. Мазур О. Є. Ринкове ціноутворення. Навчальний посібник – К.: «Центр учбової літера- тури», 2012. – 480 с.
2. Шкварчук Л. О. Ціни і ціноутворення: Навч. посібник. 3-тє вид., виправл.— К.: Кондор, 2005. —214 с.
3. Гаркавенко, С. С. Маркетинг [Текст] : підручник / С. С. Гаркавенко. - 7-е видання. - К. : Лібра, 2010. - 720 с.

## **РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ ДОДАТКА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЕЛЬ ЛІКІВ ДЛЯ ХВОРИХ НА ГІПЕРТОНІЮ**

**Крук О. Д., Хорошилов С. В.**

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

Концепція оптимального обсягу закупівель базується на мінімізації витрат, що виникають в процесі замовлень і закупівель. При цьому вона охоплює витрати як безпосередньо процесу закупівель, так і витрати, пов'язані з надходженням товару на склад[1].

Рациональна політика закупівель передбачає, що на підприємстві повинна бути визначена достовірна потреба в сировині і матеріалах для випуску запланованого обсягу виробництва. Якщо потреби відомі, необхідно відповісти на наступні питання:

- Чи вся необхідна сировина замовлятися на початку періоду?
- Якщо немає, то коли (з розбивкою за періодами) і в яких обсягах?

В основі розрахунку економічно оптимального розміру закупівель лежать два фактори:

- Заготівельні витрати
- Складські витрати і процентні витрати

Методи закупівлі:

- Закупівлі товару великими партіями;
- Регулярні закупівлі дрібними партіями;
- Закупівлі за котирувальному відомостями (дешеві товари);
- Отримання товару в міру необхідності.

Вибір методу закупівлі визначається: складністю і характеристиками закуповуваних матеріалів, рівнем розвитку закупівельної діяльності, стійкістю зв'язків м / у постачальником і покупцем, фінансовим становищем партнерів.

Методи прогнозування обсягу продажів можна розділити на три основні групи:

- Методи експертних оцінок;
- Методи аналізу та прогнозування часових рядів;

- Казуальні (причинно-наслідкові) методи (спроба знайти чинники, що визначають поведінку прогнозованого показника).

Для вирішення поставленого завдання було прийнято рішення використовувати метод часових рядів. Гіпертоніки мають потребу в регулярному застосуванні препаратів для лікування, профілактики. Також у гіпертоніків спостерігаються сезонні загострення в осінньо-весняний період. Ці фактори дозволяють сформулювати тренд, який буде враховуватися в прогнозуванні. Але є одна проблема - для ефективної роботи даного методу необхідна історія закупівель і чим ця історія більше, тим точніше буде прогнозування.

Спочатку необхідно визначити загальну динаміку продажів: тобто для наявного ряду минулого попиту  $S_i$  треба побудувати лінійний тренд - довготривалу тенденцію зміни часового ряду, що виражається прямою лінією. У Microsoft Excel його рівняння можна отримати, додавши на діаграму тимчасового ряду лінійний тренд, а значення тренда для будь-якого місяця  $T_i$  – використовуючи функцію ТЕНДЕНЦІЯ. Саме завдяки цим значенням ми зможемо розрахувати коефіцієнти сезонності  $K_i$  для кожного  $i$ -того місяця в минулому. Для цього треба розділити значення фактичного попиту за кожен місяць на значення лінійного тренда за цей же місяць [2]:

$$K_i = \frac{S_i}{T_i}, \quad (1)$$

Тоді при наявності статистики хоча б за два-три роки з'являється можливість розрахувати коефіцієнти сезонності для кожного місяця року  $K^m$ , де:  $K^1$  – коефіцієнт сезонності січня,  $K^2$  – коефіцієнт сезонності лютого,  $K^3$  – коефіцієнт сезонності березня, і так далі. Робиться це за рахунок усереднення всіх отриманих коефіцієнтів сезонності за всі роки для відповідного місяця:

$$K^m = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{L_m}, \quad (2)$$

де  $L_m$  – кількість відповідних місяців в історії попиту.

Тепер, коли у нас є ці коефіцієнти, ми можемо отримати прогноз попиту  $P_i$  на будь-який майбутній  $i$ -тий місяць, помноживши відповідний цьому місяцю коефіцієнт сезонності  $K^m$  на значення  $T_i$  для цього місяця:  $= K^m \cdot T_i$ .

### Список літературних джерел:

1. The Economy – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://theconomy.ru/opredelenie-obyomov-zakupok-i-prodazh-tovarov-metody-ix-sushhnost-i-prognozirovanie.html>
2. Управление запасами – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://upravlenie-zapasami.ru/statii/pomesyachniy-prognoz-sprosa-na-god-s-uchyotom-sezonnosti>.

# **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КАФЕДРИ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ, МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ ТА БІОСТАТИСТИКИ ДЗ «ЛДМУ»**

**Мацегора Ю. С.**

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,  
ДЗ «Луганський державний медичний університет», Рубіжне, Україна

На даний час розвиток сучасного навчального процесу на основі впровадження інформаційних технологій дуже швидкий. До таких технологій відносять: електронні тести, електронні презентації для лекцій, електронні журнали тощо.

Все частіше у різних ВНЗ стали впроваджувати «електронний журнал». Не винятком стала і кафедра медичної та біологічної фізики, медичної інформатики та біостатистики ДЗ «ЛДМУ». По-перше, для зручності студентів, а по-друге, для викладачів, деканатів, навчальної частини. Деканати матимуть змогу робити щомісячний звіт пропусків студентів, при цьому не використовуючи паперові журнали, навчальна частина матиме змогу контролювати педагогічне навантаження викладачів.

Планується розробити пробний електронний журнал на мові програмування PHP, який буде функціонувати на сайті ВНЗ, на вкладці кафедри. Для кожної групи буде окремий журнал, окремою вкладкою. Він матиме три режими праці: для студентів – режим перегляду, для викладачів, деканатів – режим редагування, режим формування щомісячного звіту пропусків. При успішному використанні журналу кафедрою медичної та біологічної фізики, медичної інформатики та біостатистики ДЗ «ЛДМУ» надалі планується розробити подібні журнали для кожної кафедри ВНЗ.

На даний час журнал реалізовано в програмі MS Excel. Він дуже актуальний серед викладачів кафедри вже декілька років поспіль. Таким чином з'явилася потреба реалізувати аналогічний журнал в мережі Інтернет.

Журнал матиме спрощений вигляд форми № Н-5.01.2 (рисунок 1), тобто список студентів академічної групи, дати проведення практичних занять, тема заняття за календарно-тематичним планом, робоче поле, де будуть відображатися оцінки та пропуски студентів, викладач який проводить заняття. Остання колонка – «Загальна оцінка» буде заповнена тільки тоді, коли студент виправить всі незадовільні оцінки, закрийє всі пропущені практичні заняття та успішно складе «Змістовий модуль 1», «Змістовий модуль 2», «Підсумковий модуль».

Так як студенти не охоче застосовують календарно-тематичні плани, тепер буде змога бачити тему та дату пропущеного заняття. Студент не буде змушений звертатися за цією інформацією до викладача.

Спочатку у пробному варіанті кожній академічній групі буде присвоєно логін і пароль, далі планується ввести в систему особистий кабінет для кожного студента. Деканат так само, як і інші викладачі, матимуть згоду переглядати журнал академічної групи повністю. Інформація в журналі має оновлюватися кожні два дні, наприкінці місяця в той самий день, для зручності формування звіту пропусків студентами практичних занять. Обов'язковим є підведення підсумків з дисципліни та розміщення результатів у системі «Електронний журнал».



# ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АУТЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ОДНОРАЗОВИХ ПАРОЛІВ

**Михальов О. І., Станчиць Г. Ю., Кочетков А. В.**

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Сьогодні, коли вже важко представити роботу сучасної організації без комп'ютерних мереж і баз даних, все більшого значення набувають питання інформаційної безпеки. В базах даних сконцентровані Державні, комерційні і особисті секрети, які довіряються комп'ютерам, що підключені до мереж передачі даних.

За результатами останніх досліджень, одна з найбільш важливих для компаній проблем в області інформаційної безпеки - несанкціонований доступ до комп'ютерних систем.

За даними вітчизняного департаменту кіберполіції, за 8 місяців 2016 року було зафіксовано понад 40 випадків кібератак на українські підприємства, був проведений ряд цілеспрямованих атак на користувачів українського сегменту Інтернет, з 5 грудня 2016 року, в результаті кібератак в Україні послідовно були виведені з ладу найважливіші для функціонування фінансової системи держави організації - Держказначейство і Мінфін, підприємства «Укрзалізниця» і «Київенерго».

З цієї причини електронні способи ідентифікації людини, які застосовані в системах забезпечення санкціонованого допуску в зони, що охороняються, а також до матеріальних і інформаційних ресурсів, одержали в цей час широке поширення.

На даний час існує декілька принципів ідентифікації користувачів, кожен з яких має свої переваги й недоліки, тобто відсутня єдина технологія для використання в усіх системах. Тому перед розробниками програмного забезпечення встає питання вибору способу ідентифікації.

Звичайний спосіб ідентифікації користувачів - введення імені при вході в систему. У свою чергу, система повинна перевірити дійсність особистості користувача, тобто що він є саме тим, за кого себе видає. Стандартний засіб перевірки дійсності (аутентифікації) - пароль, хоча в принципі можуть використатися також різного роду особисті картки, біометричні пристрої (сканування райдужної оболонки ока або відбитків пальців) або їхня комбінація [1].

Ідентифікація користувача паролем найбільш проста у реалізації і у використанні, сутність якої зводиться до наступного. Кожний зареєстрований користувач будь-якої системи отримує набір персональних реквізитів (звичайно використовуються пари логін-пароль). Далі при кожній спробі входу людина повинна вказати свою інформацію. А оскільки вона є унікальною для кожного користувача, то на її підставі система й робить висновок про особистість.

Існуючі паролі методи перевірки дійсності користувачів при вході у обчислювальну систему можна розділити на дві групи [2]:

- методи перевірки дійсності на основі простого пароля;
- методи перевірки дійсності на основі динамічного пароля, що змінюється у часі.

У той же час алгоритми аутентифікації, засновані на багаторазових паролях є дуже уразливими. Такі паролі можуть бути підглянуті, розгадані або викрадені. Більш надійними виявляються схеми з одноразовими паролями. До того ж одноразові паролі набагато дешевше і простіше біометричних систем аутентифікації, таких як сканери сітківки ока або відбитків пальців. Все це робить системи, засновані на одноразових



паролів, дуже перспективними. [1].

Одноразовий пароль (ОТР) практично невразливий для атаки мережевого аналізу пакетів, що є істотною перевагою перед звичайними довготривалими пароллями.

Технології одноразових паролів були розроблені в 2004 році в рамках галузевої ініціативи Open Authentication (OATH), висунутої компанією VeriSign. Суть цієї ініціативи полягає у розробці стандартної специфікації дійсно надійної аутентифікації для різних інтернет-сервісів. Причому мова йде про двофакторні визначення прав користувачів, в процесі якого він повинен "висунути" смарт-карту або USB-токен і свій пароль. Таким чином, технологія ОТР з часом може стати стандартним засобом аутентифікації в різних системах [3].

Сутність схеми одноразових паролів полягає у використанні різних паролів при кожному новому запиті на надання доступу. Одноразовий динамічний пароль дійсний тільки для одноразового входу у систему, і потім його дія закінчується. Тому динамічний механізм надання пароля - один з кращих способів захисту процесу аутентифікації від загроз ззовні.

Генерація одноразових паролів може здійснюватися апаратним або програмним способом. Деякі апаратні засоби доступу на основі одноразових паролів реалізуються у вигляді мініатюрних пристроїв з вбудованим мікропроцесором, що нагадують пластикові платіжні картки. Такі картки, звані ключами, можуть мати клавіатуру і невелике дисплейне вікно.

Технологія одноразових паролів вважається досить надійною. Однак у неї є і свої недоліки, до яких схильні всі системи, що реалізують принцип ОТР у чистому вигляді. Подібні уразливості можна розділити на дві групи [4].

До першої групи відносяться потенційно небезпечні прогалини, властиві всім методам реалізації. Найбільш серйозною з них є можливість підміни сервера аутентифікації. При цьому користувач відправляє свої дані до зловмисника напряму. Останній, на жаль, може одразу ж використовувати їх для доступу до цього сервера.

До другої групи належать вразливості властиві тільки синхронним методам реалізації одноразових паролів, оскільки має місце ризик рассинхронізації інформації на сервері і в програмному і в апаратному забезпеченні користувача. Наприклад, в системі початковими даними є свідчення внутрішніх таймерів. І з якоїсь причини вони починають не збігатися один з одним. В цьому випадку всі спроби користувачів пройти аутентифікацію будуть невдалими (помилка першого роду).

Отже, концепція одноразових паролів разом з сучасними криптографічними методами можуть використовуватися для реалізації надійних систем віддаленої аутентифікації. При цьому дана технологія має ряд серйозних переваг.

Перш за все, це надійність. Сьогодні бракує способів дійсно "сильної" аутентифікації користувачів з передачею інформації по відкритих каналах зв'язку. Тим часом таке завдання потребує реалізації все частіше і частіше. І одноразові паролі - один з найперспективніших її рішень.

Наступна перевага, це використання "стандартних" криптографічних алгоритмів. Так що для реалізації системи аутентифікації з їх застосуванням прекрасно підходять вже існуючі розробки. Власне кажучи, це наочно доводить той же eToken NG-ОТР, сумісний з вітчизняними криптопровайдерами. У той же час це тягне за собою можливість використання таких токенів в уже існуючих системах корпоративної безпеки без їх перебудови [5].

Ще один плюс одноразових паролів полягає в низькій залежності захисту від

людського фактора. Однак, це відноситься не до всіх її реалізацій. Як ми вже говорили, надійність багатьох програм для створення одноразових паролів залежить від якості використовуваного користувачем PIN-коду. В апаратних генераторах на базі USB-токенів використовується повноцінна двофакторна автентифікація.

І нарешті, не менш важлива перевага концепції OTP є зручність її для користувачів. Отримувати доступ до необхідної інформації за допомогою одноразових паролів не складніше ніж застосовувати для цієї мети статичні ключові слова.

Таким чином, впровадження технології одноразових паролів задля підвищення інформаційної безпеки можна провести з відносно невеликими витратами.

#### **Список літературних джерел**

1. Давлетханов М. «Что такое аутентификация» [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.infobez.ru/article.asp.ob\\_no=2161](http://www.infobez.ru/article.asp.ob_no=2161).
2. Коржов В. Пароль на минуту // Computerworld.– 2005. – №1.
3. Леонид Шапиро, Аутентификация на основе одноразовых паролей: Теоретические основы. // «Системный администратор» № 9 -2012 г.
4. Дшхунян В.Л., Шаньгин В.Ф. «Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты» — М.: ООО "Издательство АСТ": Изд-во "НТ Пресс", 2004.
5. В.Столингс «Криптография и защита сетей. Принципы и практика», 2-е изд. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001- 672с.

## **БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Науменко Н. Ю., Науменко Т. С.**

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

В современных рыночных условиях хозяйствования одним из главных конкурентных преимуществ и основой для конкуренции являются знания и корпоративные способности. Кратко рассмотрим базовые методы анализа КС предприятия (фирмы).

1. Метод анализа Ж.-Ж. Ламбена [1]. Как выше было рассмотрено, конкурентные преимущества – это те характеристики, свойства товара или марки, которые создают для предприятия определенное превосходство над главными конкурентами. Эти атрибуты или характеристики, могут быть различными. Они могут относиться как к самому товару (базовой услуге), так и к дополнительным услугам, сопровождающим базовую услугу, к формам организации труда, сбыта или продаж, являющимся специфическими для предприятия или товара.

Конкурентное преимущество может быть внешним, если оно основано на отличительных качествах товара, которые образуют ценность для покупателя за счет, либо сокращения издержек, либо повышения эффективности. Внешнее конкурентное преимущество увеличивает силу предприятия в том смысле, что она может заставить рынок принять цену продаж выше, чем у главного конкурента (конкурент, занимающий наилучшую позицию на целевом рынке товара или сегменте рынка), не обеспечивающего соответствующего отличительного признака качества [ 2 ].

Стратегия, вытекающая из внешнего конкурентного преимущества, – это стратегия дифференциации, которая опирается на маркетинговые «ноу-хау» фирмы, ее

превосходство в выявлении и удовлетворении ожиданий покупателей, недовольных присутствующими на целевом рынке товарами [ 2 ].

Конкурентное преимущество является внутренним, если оно базируется на превосходстве предприятия в отношении издержек производства фирмы или товара, которое создает «ценность для изготовителя» и позволяет добиться себестоимости меньшей, чем у конкурента. Внутреннее конкурентное преимущество является следствием более высокой производительности труда, которая обеспечивает предприятию большую рентабельность и большую устойчивость к снижению цены продаж, навязываемому рынком или конкуренцией. Стратегия, основанная на внутреннем конкурентном преимуществе, – это стратегия доминирования по издержкам, которая базируется в основном на организационном и производственном «ноу-хау» предприятия.

Одним из важнейших вопросов анализа конкурентоспособности предприятия Ж.-Ж. Ламбен считает анализ реакции конкурентов. Он предлагает проводить анализ по трем факторам: цене товара, рекламе и качеству. С позиции стратегического маркетинга к этим факторам следует отнести еще два: качество сервиса и затраты в сфере потребления товаров. Эти пять факторов определяют конкурентоспособность товара и по ним можно построить матрицу эластичности конкурентной реакции [ 2 ] (табл. 1).

Таблица 1 – Матрица эластичности конкурентной реакции

Показатель	Обозначение	Эластичности реакции главного конкурента по товару марки «В» на действия фирмы по товару марки «А» по следующим факторам				
		$K_r$	$K_c$	$C$	$Z_3$	$P$
Действия фирмы по факторам конкурентоспособности марки «А»		$K_r$	$K_c$	$C$	$Z_3$	$P$
Повышение качества товара	$K_r$	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_6$	$\mathcal{E}_{11}$	$\mathcal{E}_{16}$	$\mathcal{E}_{21}$
Повышение качества сервиса	$K_c$	$\mathcal{E}_2$	$\mathcal{E}_7$	$\mathcal{E}_{12}$	$\mathcal{E}_{17}$	$\mathcal{E}_{22}$
Снижение цены при сохранении качества	$C$	$\mathcal{E}_3$	$\mathcal{E}_8$	$\mathcal{E}_{13}$	$\mathcal{E}_{18}$	$\mathcal{E}_{23}$
Снижение эксплуатационных затрат	$Z_3$	$\mathcal{E}_4$	$\mathcal{E}_9$	$\mathcal{E}_{14}$	$\mathcal{E}_{19}$	$\mathcal{E}_{24}$
Усиление рекламы	$P$	$\mathcal{E}_5$	$\mathcal{E}_{10}$	$\mathcal{E}_{15}$	$\mathcal{E}_{20}$	$\mathcal{E}_{25}$

2. Метод анализа «PIMS» (Profit Impact of Market Strategy) [28]. Этот метод анализа влияния рыночной стратегии на прибыль был разработан в середине 1960-х годов в компании «General Electric». Метод PIMS представляет собой попытку обобщить все переменные, которые влияют на долгосрочную прибыльность компании. Считается, что эта модель, использующая около 30 переменных, позволяет выявить около 67% факторов успеха компании.

Модель состоит из базы данных, охватывающих почти 3000 предприятий, главным образом североамериканских и европейских компаний. Возможность сравнить данные, характеризующие деятельность предприятий, функционирующих в

соответствующей отрасли, с данными эмпирического материала является ее огромным достоинством, так как это позволяет сократить разрыв между абстрактным (теоретическим) и конкретным (практическим).

Большое преимущество модели PIMS состоит в том, что ее авторы пытаются измерить относительное качество продукта. Оно является решающим условием успеха в бизнесе при удовлетворении потребностей покупателей. В модели предпринята попытка оценить степень соответствия структуры производства структуре потребностей рынка.

3. Метод анализа «111-555» [ 1 ]. В 1996 г. Экспертным институтом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации под научным руководством И. В. Липица была осуществлена оценка конкурентоспособности российской экономики.

Для изучения факторов, влияющих на конкурентоспособность, было выбрано 114 промышленных предприятий, в том числе машиностроительных – 34, промышленности строительных материалов – 33, текстильной – 25, нефтепереработки – 2 с численностью свыше 200 работающих для предприятий промстройматериалов и свыше 500 для остальных отраслей. Оценка проводилась экспертным методом, на основе мнений руководителей 114 предприятий.

Оценивались конкурентоспособность, качество и цена продукции. Интервалы оценок – от 1 до 5. Один балл присваивался экспертной группой при низком уровне фактора. Для конкурентоспособности и качества один балл – наихудший, для цены – наилучший.

При этом были определены стандартные сочетания:

551 – традиционное: высокая конкурентоспособность, высокое качество, низкая цена (характерно для многих товаров японских и американских фирм, некоторых европейских фирм). Это лучшее сочетание.

555 – европейское (все высокое).

511 – восточно-азиатское (высокая конкурентоспособность при низком качестве и цене).

4. Метод анализа Мак-Кинси (McKinsey analysis) «7S». Название метода определено в соответствии с первыми буквами названий семи факторов, по которым проводится анализ: стратегия; структура; системы; стиль; штат; умение (навыки); ценности.

Специфика метода заключается в выборе областей исследования. При этом методы и средства анализа и оценки каждого фактора выбираются согласно специфике и условиям оцениваемого объекта и , сферы его деятельности [ 3 ].

5. Метод анализа «GAP» [2]. Он разработан Стэнфордским исследовательским институтом Калифорнии и применяется в рамках разработки стратегии, направленной на повышение конкурентоспособности предприятия.

Основными этапами проведения анализа являются:

- предварительное формулирование целей деятельности на 1, 3, 5 лет;
- прогноз динамики нормы прибыли в соответствии с установленными целями для существующих предприятий;
- определение разницы между целевыми и прогнозными показателями;
- определение альтернатив осуществления инвестиций для каждого предприятия и прогноз результатов;
- определение общих конкурентных позиций для каждого предприятия и

прогноз результатов;

- анализ инвестиций и альтернатив ценовой стратегии для каждого предприятия;
- согласование целей стратегии каждого предприятия с перспективами портфеля заказов;
- установление разрыва между предварительными целями деятельности и прогнозными показателями для каждого предприятия;
- уточнение профиля возможных приобретений новых предприятий;
- определение ресурсов, необходимых для таких приобретений, и характера их возможного влияния на имеющиеся в портфеле предприятия;
- пересмотр целей и стратегии существующих предприятий в целях создания этих ресурсов.

Анализ по этой системе может проводиться как для группы предприятий, так и для отдельного предприятия. Таким образом, анализ GAP направлен на минимизацию целевых и прогнозных показателей деятельности предприятия.

6. Метод анализа «LOTS» [2]. Он явился результатом разработки комплексной системы анализа бизнеса. Метод разработан в 1980 г. и получил название LOTS (перевод со шведского – лоцман). Метод базируется на том положении, что компания стремится приспособить свои действия к требованиям покупателей. Метод включает детальный последовательный анализ и оценку проблем бизнеса на разных уровнях и различной степени сложности: от корпоративной миссии компании в целом до индивидуального проекта внутри предприятия.

Метод реализуется в девять этапов по следующим направлениям анализа и разработки конкурентной стратегии:

- 1) существующее положение;
- 2) стратегии;
- 3) долгосрочные цели;
- 4) краткосрочные цели;
- 5) методы и объекты анализа;
- 6) кадровый потенциал;
- 7) план развития;
- 8) организация менеджмента;
- 9) отчетность.

Обоснование выбора наиболее целесообразного метода анализа достигнутого уровня конкурентоспособности предприятия должно возлагаться на специалиста, хорошо подготовленного в данной сфере научного знания.

#### **Список литературных источников**

1. Ламбен Жан-жак. Менеджмент, ориентированный на рынок/ Ж.Ж Ламбен. – СПб.: ПИТЕР, 2006.
2. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление/ Р.А. Фатхутдинов. – М.: Инфа-М, 2000.
3. Ларин В. Оценка уровня конкурентоспособности предприятий: возможный подход/ В. Ларин// Власть. – 1999. – №10.
4. Конкуренция, конкурентоспособность, рыночная конъюнктура: Учебное пособие / В. И. Дубницкий, В. В. Комирная, Н. Ю. Науменко, О. В. Овчаренко; под науч. и общ. ред. д.э.н., проф. В. И. Дубницкого. – Днепропетровск: ГВУЗ «УГХТУ», 2016, - 400 с.

# МОДЕЛЬ ВИБРАЦИОННОГО ДАТЧИКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ДАЛАМБЕРА

Олейник О. Ю.

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

В ряде работ описаны теоретические исследования таких резонаторов. Большинство работ [1, 2] посвященных исследованиям резонаторов в виде камертона, заполненного жидкостью представляют собой аналитическое описание, которое ограничивается случаем бесконечной пластины, совершающей гармонические колебания в бесконечной вязкой среде. При таком подходе невозможно корректно описать поведение датчика в реальных условиях его работы.

Для построения математической модели вибрационного датчика динамической вязкости с чувствительным элементом в виде трубчатого одинарного камертона, ветви которого заполнены контролируемой жидкостью в работе была использована расчетная схема, приведенная на рис.1.

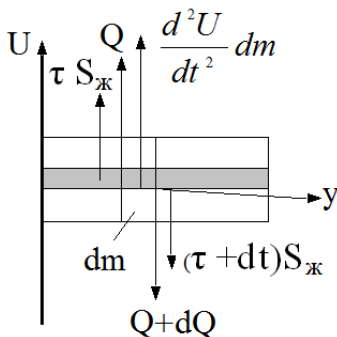


Рисунок 1 – Расчётная схема математической модели ветви камертона датчика динамической вязкости жидкости

С учетом принципа Даламбера [3] уравнение равновесия резонатора будет иметь вид:

$$\gamma_c S_c + \gamma_{ж} S_{ж} \frac{d^2 U}{dt^2} + \frac{d\theta}{dy} + S_{ж} \frac{dt}{dy} = 0, \quad (1)$$

где  $\gamma_c$  – плотность стержня,  $S_c$  – площадь сечения резонатора,  $\gamma_{ж}$  – плотность жидкости,  $S_{ж}$  – площадь сечения жидкости,  $U$  – амплитуда колебания на первой гармонике на длине ветви резонатора l.

Определим граничные условия для каждого конца резонатора в виде:

1. Защемлённый конец, когда прогибы и углы поворота равны нулю:

$$U(y)=0, \text{ при } y=0$$

$$\frac{dU}{dy} = 0, \text{ при } y=0.$$

2. Свободный конец (при  $y=l$ ) когда изгибающий момент равен нулю, поперечная и продольная перерезывающие силы равны нулю:

$$\frac{dU}{dy} = 0, \quad \text{при } y=l;$$

$$\frac{d^3U(y)}{d^2y} = 0, \quad \text{при } y=l.$$

С учётом граничных условий получим выражение:

$$E_c J_c \frac{d^4U}{dy^4} + \kappa_0 S_{жс} \frac{d^3U}{dy^3 dt} + (\gamma_c S_c + \gamma_{жс} S_{жс}) \frac{d^2U}{dt^2} = 0, \quad (2)$$

где  $E_c$  – комплексный модуль упругости материала резонатора,  $J_c$  – статический момент инерции резонатора.

Подставим для первой формы колебаний ( $n=1$ ) решение в исходное уравнение (1). С учетом приведения системы к концу ветви камертона эквивалентные параметры сосредоточенной модели имеют вид:

$$m_s = \frac{\gamma_c S_c + \gamma_{жс} S_{жс}}{U_1^2(l)} \int_0^l U(y) dy = 0,25m, \quad (3)$$

где  $m$  – масса стержня резонатора с жидкостью;

$$c_s = \frac{E_c J_c}{U_1^2(l)} \int_0^l \frac{d^4U_1}{dy^4} U_1 dy = \frac{E_c J_c \lambda_0^4}{4l^3} = 3,09 E_c J_c l^{-3}, \quad (4)$$

$$h_s = \frac{\kappa_0 S_{жс}}{U_1^2(l)} \int_0^l U_1 \frac{d^2U_1}{dy^2} dy = 0,054 \kappa_0 S_{жс} l^{-1}. \quad (5)$$

### Список литературных источников

1. Matsiev L.F. Application of flexural mechanical resonators to high throughput liquid characterization / Matsiev L.F. // IEEE International Ultrasonics Symposium, San Juan. –2000. –№8. –Р.78–82.
2. Степанов А.С. Динамика микромеханического гироскопа с резонатором в виде упругих стержней на вибрирующем основании / А.С. Степанов, Е.С. Сбытова, В.В. Подалков // Машиностроение и инженерное образование. –2015. –№2(43). –Р.15–21
3. Живаго Э.Я. Решение технических задач с использованием принципа Даламбера/ Э.Я. Живаго, Н.И. Михайленко // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. –№3(13). –Р.22–29 .

## МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МЕЗОЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ Олефіренко О. С., Білоброва О. В.

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

Центральною ланкою системи національної безпеки є поняття регіональної економічної безпеки, яке формується під впливом зовнішнього та внутрішнього середовища, системи загроз та інтересів держави, а її дотримання є основною метою реалізації державної політики по забезпеченню економічної безпеки [1, с.418].





Таблиця 1 - Система індикаторів оцінки економічної безпеки регіонів України

Блок індикаторів	Показники і порогові значення (критерії)
Енергетична безпека	Рівень забезпеченості у паливно-енергетичних ресурсах, наявність стратегічних запасів енергетичних ресурсів (природний газ, нафта, вугілля), частка потреби у паливно-енергетичних ресурсах, що забезпечується за рахунок імпорту з однієї країни (природний газ, нафта) надійність експлуатації об'єктів паливно-енергетичного комплексу, рівень використання існуючих виробничих потужностей нафтопереробки, рівень використання існуючих потужностей з транспортування нафти, газу, рівень використання існуючих потужностей зі зберігання газу (порогові значення)
Фінансова безпека	Валова додана вартість, доходи бюджетів (без трансфертів), видатки бюджетів (з урахуванням трансфертів), сума фактичних надходжень податків і зборів (обов'язкових платежів) до бюджетів та до державних цільових фондів, обіг цінних паперів, дебіторська заборгованість кредиторська заборгованість, витрати на виробництво продукції (робіт, послуг). <i>Порогові значення</i> - видатки бюджету в цілому до ВДВ з урахуванням трансфертів, відношення обсягу трансфертів із державного бюджету до ВДВ
Інвестиційна безпека	Інвестиції в основний капітал, інвестиції в основний капітал на одну особу, прямі іноземні інвестиції, прямі іноземні інвестиції на одну особу, первісна (переоцінена) вартість основних засобів, знос основних засобів, заборгованість за позиками, наданими банками в економіку. <i>Порогові значення</i> - обсяг інвестицій в основний капітал, % від ВДВ, обсяг прямих іноземних інвестицій, % від ВДВ
Інноваційна безпека	Фінансування інноваційної діяльності, кількість промислових підприємств, що впроваджували інновації, обсяг наукових та науково-дослідних робіт, виконаних власними силами, впровадження прогресивних технологічних процесів на промислових підприємствах, кількість підприємств, що випускали нові види продукції машинобудування, кількість промислових підприємств, що не впроваджували інновації. <i>Порогові значення</i> - частка нової продукції в обсязі машинобудівної продукції, частка інноваційної продукції до всієї промислової продукції, частка машинобудування і металообробки у промисловому виробництві

Продовження таблиці 1

Блок індикаторів	Показники і порогові значення (критерії)
Соціальна безпека	Середньомісячна заробітна плата, грошові доходи населення, кількість зайнятого населення, забезпеченість населення житлом, забезпеченість вчителями середніх шкіл, книжковий фонд бібліотек, кількість місць у закладах культури клубного типу, кількість лікарняних ліжок, кількість безробітного населення, навантаження на одне вільне робоче місце, заборгованість із заробітної плати. <i>Порогові значення</i> - співвідношення доходів населення в розрахунку на одну особу відносно середнього значення по Україні, частка не зайнятих трудовою діяльністю громадян, які шукають роботу, у загальній чисельності економічно активного населення, природний приріст (скорочення) населення

Зазначена система індикаторів дає змогу визначити стан, тенденції та кількісні параметри економічної безпеки в територіальному вимірі, а також провести характеристику окремих суб'єктів господарювання (доходи місцевих бюджетів (без трансфертів) характеризують загальний стан економічного розвитку регіону, інвестиції в основний капітал – інвестиційну діяльність) та виявити динаміку змін в часовому вимірі.

Регіональні загрози національній й економічній безпеці обумовлені особливостями регіонів. Спостерігається економічне відособлення окремих регіонів, відбувається зайва концентрація продуктивних сил. Зростає диференціація рівнів соціально-економічного розвитку регіонів, збільшується незалежність розвитку економічно багатих регіонів.

Державна регіональна політика повинна сприяти вирішенню наступних задач:

- сповільнити розбіжність регіонів країни за рівнем розвитку;
- стримати збільшення диспропорцій у територіальній структурі виробництва.

**Список літературних джерел**

1. Данилишин Б.М. Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка: Навч. посібник для аспірантів (докторантів) і здобувачів наукового ступеня зі спец. 08.00.05 РПС і регіональна економіка / Б.М. Данилишин, Д.Н. Клиновой, Т.В. Пепа. – Ніжин: вид-во «Аспект – Поліграф», 2007.-688с.

# ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПАКЕТУ BLENDER ДЛЯ РОЗРОБКИ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ПІДЗЕМНОЇ ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ШАХТИ

Островська К. Ю., Юрченко А. Г.

Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

Blender - це безкоштовне ПЗ для створення і редагування тривимірної графіки. У міру розвитку програми її вибирають в якості робочого інструменту для все більш серйозних проєктів. По суті, це додаток практично не поступається за кількістю можливостей і функціоналу більш просунутим пакетам 3D графіки.

Програма Blender поєднує в собі набір опцій, які окремо зустрічаються в професійних тривимірних редакторах.

Blender позиціонується, як додаток для створення і редагування тривимірної графіки, візуалізації, анімації, створення комп'ютерних ігор і навіть скульптінга.

На сьогоднішній день це повноцінний 3D редактор, в якому користувача зустрічає повністю програмований інтерфейс і унікальна внутрішня файлова система. Оболонка програми на перший погляд може здатися незручною і незрозумілою, але після налаштування гарячих клавіш працювати в Blender стає просто і зручно. В якості мови програмування додаток використовує Python, володіючи яким ви можете створювати власні інструменти, редагувати інтерфейс і сам принцип роботи програми. Також є доступність пакета на різних операційних системах обох розрядностей: освоїти програму зможуть власники комп'ютерів з ОС Windows, GNU / Linux і Mac OSX [1].

Створення тривимірних моделей використовують на більшості великих підприємств. Завдяки цій виставі, будь-якого об'єкта у вигляді тривимірної моделі можна, позбавитися від зайвих етапів при створенні реального об'єкта.

Однією з головних завдань тривимірного моделювання є анімацію моделі, або ж імітація руху серед інших об'єктів. Наочне уявлення поведінки дрібних деталей моделі полегшує створення безпосередньо реального об'єкта.

Крім представлення тривимірних об'єктів, проводиться моделювання сцен (віртуального простору моделювання), що включає кілька категорій об'єктів:

1. Геометрія - побудована за допомогою різних методів (наприклад, створення сітки багатокутників), наприклад, будівля;

2. Матеріали - інформація про візуальні властивості моделі, наприклад, колір стін і відбиває / відбивна здатність вікон;

3. Джерела світла - настройка напрямки, потужності, діапазону освітленості;

4. Віртуальні камери - вибір точки і кута створення проєкції;

5. Сили і впливу - настройки динамічних спотворень об'єктів, воно зазвичай застосовується в анімації;

6. Додаткові ефекти - об'єкти, що імітують атмосферні явища: світло в тумані, хмари, полум'я [2].

Графічне зображення тривимірних об'єктів відрізняється тим, що воно включає в себе побудову геометричної проєкції на площину за допомогою спеціалізованих програм [2].

Шляхи оптимізації параметрів транспортного устаткування і технологічної схеми переміщення різних вантажів енергоємних виробництв розглянемо в умовах складних гірничих підприємств, що здійснюють видобуток корисних копалин

підземним способом.

Транспортна система кожної шахти характеризується розташуванням усіх її транспортних виробок, застосовуваними в цих виробках видами транспорту і прийнятою технологією їхньої роботи, тобто технологічною схемою транспортування.

Конфігурація мережі підземних транспортних виробок, що з'єднують очисні і підготовчі вибої зі стовбуром і поверхнею, залежить від кількості, довжини і взаємного розташування горизонтальних і похилих виробок, а також від кількості і розташування навантажувальних і обмінних пунктів [3].

Схема транспортних виробок шахти визначається конкретними гірничо-геологічними і гірничотехнічними умовами розроблювального родовища залежно від наступних факторів: кількості одночасно розроблюваних пластів, їхнього кута падіння, потужності і газоносності, розмірів шахтного поля, схеми розкриття і підготовки, системи розробки і порядку відпрацювання виймкових полів, кількості, розташування і продуктивності очисних і підготовчих вибоїв.

У зв'язку з розмаїттям гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов вугільних родовищ схеми транспортних виробок різні. Схема виробок кожної діючої шахти має свої індивідуальні особливості і у більшому або меншому ступені відрізняється від схем інших шахт, що перебувають у тому самому районі. Схеми транспортних виробок шахт, що розробляють родовища зі схожими гірничо-геологічними умовами, часто мають і загальні ознаки, що характеризують в основних рисах тип схеми. До таких ознак у першу чергу ставляться: східчастість, пов'язана з наявністю міжгоризонтних похилих виробок, розкиданість або компактність схеми, викликана відповідно деконцентрацією або концентрацією гірничих робіт шахти, а також однолінійність або розгалуженість розташування горизонтальних виробок на основних горизонтах

#### **Список літературних джерел**

1. Джеймс Кроніестер Основы Blender учебное пособие 4-е издание / Blender Basics 2.6 (рус.). - 2012. - С. 416.
2. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2002.
3. Проектування транспортних систем енергоємних виробництв. / В.О. Будішевський, В.О. Гутаревич, О.О.Пуханов, А.О. Суліма, Я.О. Ляшок. Під. ред. В.О. Будішевського, А.О. Суліми, – Донецьк, 2008.– 439 с.

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ**

**Петренко К. М., Манко Г. І.**

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

Побудова якісної автоматизованої системи управління починається з ідентифікації об'єкта управління. Необхідно створити математичну модель, перехідний процес якої найкраще б співпадав з кривою розгону реального об'єкта. Найчастіше використовується модель у вигляді передатної функції  $n$ -го порядку.

Щоб експериментально дослідити об'єкт управління, необхідно побудувати криву розгону, для чого подається ступінчастий вплив на вхід об'єкта. Стрибком змінюють відну дію на 10–20 відсотків ходу виконавчого механізму і спостерігають за

зміною регульованої величини.

Виникає задача максимально автоматизувати процес знаходження та корекції коефіцієнтів передатної функції математичної моделі об'єкта управління, при цьому забезпечивши порівняльну оцінку адекватності моделей, щоб обрати кращу з них.

Теорія ідентифікації динамічних об'єктів широко представлена в науковій літературі. Загальні питання філософії та методології процесів ідентифікації і адекватності математичних і комп'ютерних моделей розглянуті в [1].

У статті Стрижньова А.Г. [2] отримані аналітичні вирази, що дозволяють визначити динамічні характеристики об'єктів управління по параметрах перехідних функцій замкнутих систем. Проте автоматизація такого процесу є вкрай затрудненою.

Манко Г.І і Мальцевим Н.Н. в статті [3] була запропонована універсальна інформаційна оцінка адекватності, яку можна застосовувати при будь-якому методі ідентифікації.

У задачах синтезу систем автоматичного регулювання звичайно виконується експериментальне дослідження динаміки об'єкта управління з побудовою розгонної характеристики. Графік зміни регульованої величини апроксимують моделлю у вигляді передатної функції певного порядку з чистим запізненням.

У середовищі MATLAB нами створений Graphical User Interface (GUI) – інструментальний комп'ютерний засіб автоматизації розв'язування задач ідентифікації динамічних об'єктів управління з використанням інформаційного критерію адекватності. GUI оформлений як вікно, що містить кнопки управління, текстові поля для введення і виведення даних, слайдери для плавної зміни даних пересуванням повзунків, підвікна для побудови графіків.

Для підвищення точності дослідження проводяться кілька експериментальних досліджень динамічного об'єкта. Результати досліджень заносяться у текстовий файл. Кожен рядок файлу містить відлік часу і ряд значень регульованої величини, отриманих при різних значеннях вхідних тестових сигналів. Всі числа у рядку розділяються комами. У першому рядку додатково указуються значення вхідних сигналів.

По натисненні кнопки GUI «Ввести» з текстового файлу, ім'я якого вказане у відповідному полі, вводяться дані досліджень об'єкта. У підвікно для графіку «Крива розгону» виводяться стільки кривих, скільки досліджень динамічного об'єкта проведено. Натисненням кнопки «Усереднення» здійснюється усереднення даних усіх досліджень. За допомогою кнопки «Нормалізація» усереднений графік переноситься у початок координат і нормується діленням на коефіцієнт передачі об'єкта. Далі можна виконати апроксимацію кривої розгону передатною функцією (ПФ) першого, другого, третього або четвертого порядку натисненням на відповідну кнопку, позначену цифрою 1, 2, 3 або 4.

Апроксимація здійснюється використанням функції мінімізації з обмеженнями  $fmincon$ . Інформаційний критерій адекватності розраховується на основі поняття корисної інформації Бонгарда [4].

Як результат отримуємо параметри перехідних функцій першого, другого, третього та четвертого порядку.

Пересуванням слайдерів GUI можна коректувати модель, домагаючись бажаного виду кривої відгуку і контролюючи значення критерію адекватності.

Використання спроектованого комп'ютерного засобу автоматизації забезпечує побудову високоточних моделей з мінімальними витратами часу. Використання

інформаційного критерію адекватності дозволяє вибрати найбільш адекватну модель. Наочність та простота графічного інтерфейсу користувача робить його використання зручним та інтуїтивно зрозумілим.

#### **Список літературних джерел**

1. Concepts of Model Verification and Validation / Thacker B.H., Doebbling S.W., Nemez F.M. et al. – Los Alamos : LANL, 2004. – 41 p.
2. Стрижнев А.Г. Идентификация объекта управления по переходной характеристике замкнутой системы / А.Г. Стрижнев, А.В. Марков, А.Н. Русакович // Доклады БГУИР. – 2012. – № 5 (67). С. 65–72.
3. Мальцев, Н.Н. Информационная оценка адекватности математических описаний технологических процессов / Н.Н. Мальцев, Г.И. Манко // Вопросы химии и химической технологии. – Харьков: Вища школа, 1977. – Вып. 47. – С. 140–143.
4. Бонгард М.М. Проблемы узнавания / М.М. Бонгард. М. : Наука. – 1967. – 320 с.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІТИЧНОЇ ІЕРАРХІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЙТИНГУ БАНКІВ**

**Писарькова В. Р., Науменко Н. Ю.**

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

У клієнтів існує потреба щодо об'єктивної інформації про фінансовий стан банку, який його цікавить задля прийняття економічно обґрунтованих рішень про співпрацю з тим чи іншим комерційним банком. Кожен клієнт, який зацікавлений в оцінці та порівнянні фінансового стану комерційного банку, завдяки рейтингам банків має можливість це зробити не проводячи будь-якого самостійного аналізу діяльності банків.

Згідно з цим, у наш час актуальною проблемою є розгляд та вивчення різноманітних підходів до визначення рейтингової оцінки комерційних банків й розробка шляхів їх удосконалення, приділяючи увагу та ураховуючи функціонування нашої банківської системи.

Рейтингові моделі ґрунтуються на:

- 1) визначенні системи показників;
- 2) їх стандартизації (приведення до порівняльної шкали та надання ваги окремим показникам);
- 3) розрахунку єдиного інтегрального показника;
- 4) ранжування об'єктів, що порівнюються, за величиною рейтингу та визначення його місця (статусу) в межах певної сфери діяльності або реле-вантного ринку. Найважливішим аспектом розробки хорошої рейтингової системи є відбір показників та визначення «ваги» того чи іншого показника в загальній рейтинговій оцінці. [1]

Рейтинг банку — це метод порівняльної оцінки діяльності кількох банків. В основі рейтингу лежить узагальнена характеристика за певною ознакою, що дозволяє групувати банки у певній послідовності за ступенем убавання даної ознаки. [2]

Кожна розглянута ознака комерційного банку, може відобразити базові операції банку (депозитні, кредитні, інвестиційні), операції та дії, які спрямовані на задоволення

потреб клієнтів та отримання прибутку (емісійні операції, операції з валютними цінностями, операції, пов'язані з цінними паперами), діяльність банку в цілому (імідж банку, надійність).

Аналізуючи реальну систему, маємо перед собою велике число елементів та їх взаємозв'язків, що зменшує можливість експертів сприйняти інформацію у повному її обсязі.

Метод аналізу ієрархій(MAI) базується на ієрархічному представленні елементів, що визначають суть проблеми. Проблема розбивається на більш прості складові з наступним оцінюванням особою, що приймає рішення (ОПР), відносного ступеня взаємодії елементів одержуваної ієрархічної структури. У методі використовуються тверді оцінки в шкалі відносин. [3]

Метод аналізу ієрархій був розроблений математиком Томасом Л. Сааті і застосування цього методу передбачає побудову моделі з використанням ієрархічних мереж, яка призначена для розрахунку імовірностей виникнення кожних можливих сценаріїв в майбутньому.

У MAI відбувається попарне порівняння елементів задачі відносно їх дій, отриманні порівняння оформляються у вигляді матриці та відображають масив чисел. В підсумку отримується квадратна матриця шляхом порівняння складових проблеми.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

Нехай  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – множина  $n$  елементів і  $w_1, w_2, \dots, w_n$  – їх пріоритети. При використанні методу, порівнюється пріоритет елементу з пріоритетом будь-якого іншого елементу згідно з їх спільної мети.

$$\begin{pmatrix} & A_1 & A_2 & A_3 & \dots & A_n \\ A_1 & \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ A_2 & \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ A_3 & \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_n & \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \frac{w_n}{w_3} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

Ураховуючи, що  $w_1, w_2, \dots, w_n$  невідомі, порівняння елементів відбуваються на основі суб'єктивних думок, що обчислюються за шкалою.

При вирішенні політичних, економічних та інших задач, парні порівняння проводяться з використанням суб'єктивних думок, які виражаються у чисельному вигляді за допомогою розробленої шкали відносної важливості (таблиця 1.)

Таблиця 1 – Шкала відносної важливості

Значення	Відносна важливість
1	рівна важливість
3	помірна перевага одного над іншим
5	істотна перевага одного над іншим
7	значна перевага одного над іншим
9	дуже сильна перевага одного над іншим
2, 4, 6, 8	відповідні проміжні значення

Для здобуття результатів, відповідних дійсності в МАІ рекомендується перевіряти узгодженість заповнених матриць.

Під узгодженістю матриці розуміється її чисельна узгодженість і транзитивність. Досконалу узгодженість важко досягти при вимірюванні навіть найбільш точними інструментами на практиці, тому потрібний спосіб оцінки погодженості. Якщо при обчисленні відхилень від узгодженості вони перевищуватимуть допустимі межі, то судження потрібно перевірити ще раз.

По заповнених матрицях парних порівнянь критеріїв при подальшій математичному обробці формуються вектори пріоритетів, що виражають відносну силу, величину, бажаність, "цінність" кожного окремого об'єкту.

Ієрархія є певним типом системи, заснованим на припущенні, що елементи системи можуть групуватися в окрему множину. Елементи кожної групи знаходяться під впливом елементів деякої цілком визначеної групи і, у свою чергу, впливають на елементи іншої групи, але елементи в кожній групі незалежні.

Тобто, розглядаючи діяльність комерційних банків, рейтинговий підхід передбачає розробку системи значень показників. Ця система включає кілька рівнів фінансового стану банків. Кінцевим результатом є віднесення аналізованого банку до тієї чи іншої групи.

Одна з проблем рейтингових методик полягає у тому, що аналіз рейтингу не може гарантувати визначену ефективність чи надійність. Існує безліч чинників, які впливають на діяльність комерційних банків і немає можливості їх спрогнозувати. Тому жодна методика для визначення рейтингу не є універсальною. Іншою проблемою ж є те, що при реалізації будь-якої рейтингової моделі ми можемо наштовхнутися на нестачу необхідної інформації, через те, що інформація про фінансовий стан є банківською таємницею. Через це вибір методики повинен ґрунтуватися на тому, чи буде у відкритому доступі інформація щодо розрахунків рейтингової оцінки.

Поєднання різноманітних підходів може бути основою для удосконалення методик рейтингового оцінювання діяльності комерційних банків.

Діяльність будь-якого комерційного банку базується в значній мірі на тому, чи довіряють клієнти, та чи вважають надійною саме цю фінансову установу, тому що вони розпоряджаються значною частиною капіталу. Через це пріоритетними характеристиками в проведенні рейтингу можуть бути саме стабільність та надійність.

Рейтингова оцінка розглядається як індикатор надійності та ефективності комерційного банку. Проведення рейтингу діяльності банків за різними ознаками має змогу сприяти на визначення місця розглянутого банку щодо усіх інших банків; розгляд активності та надійності банку; формування репутації та визначення привабливості банку. Розробка та застосування рейтингових оцінок може сприяти на інвестиційну привабливість національної економіки та зниження системних ризиків за рахунок незалежної професійної оцінки надійності позичальників.

#### **Список літературних джерел**

1. Батковський А. Рейтингова оцінка діяльності банків [Текст] / Фінанси України. – 2004. – С. 145-150
2. Кириченко О.А., Гіленко І.В., Роголь С., Сиротян С.В., Немой О. Банківський менеджмент. Навчальний посібник / К.: Знання-Прес, 2002.- 438 с.
3. Хомяков В.І. Менеджмент підприємства Навчальний посібник. - Київ, 2009.- 430 с.



# **ВХОДЯЩИЕ ФАКТОРЫ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УКРАИНЫ**

**Пришляк Е.В.**

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие  
«Опти», Днепр, Украина

Статьей 8 Конституции Украины определено: «В Украине признается и действует принцип верховенства права».

На основе Конституции составляются Кодексы, а также законы, указы, постановления и т.д. Каждый законодательный акт имеет цели и задачи в той сфере, в которой он действует.

Так, например, Хозяйственный кодекс Украины имеет целью обеспечить рост деловой активности субъектов хозяйствования, развитие предпринимательства и на этой основе повышение эффективности общественного производства, его социальную направленность в соответствии с требованиями Конституции Украины, утвердить общественный хозяйственный порядок в экономической системе Украины, содействовать гармонизации ее с другими экономическими системами.

Гражданским законодательством регулируются личные неимущественные и имущественные отношения (гражданские отношения), основанные на юридическом равенстве, свободном волеизъявлении, имущественной самостоятельности их участников.

Уголовный кодекс Украины имеет задание правовое обеспечение охраны прав и свобод человека и гражданина, собственности, гражданского порядка и общественной безопасности, окружающей среды, конституционного устройства Украины от преступных посягательств, обеспечение мира и безопасности человечества, а также предотвращение преступлений.

Кодекс законов о труде Украины определяет правовые основы и гарантии осуществления гражданами Украины права распоряжаться своими способностями для продуктивного и творческого труда.

**Таким образом, целью законодательства Украины является создание правил и условий безопасной реализации своих прав и свобод гражданами, чтобы достигнуть общественного блага для всей страны.**

По данным Государственной службы статистики Украины:

- доля предприятий, получивших прибыль, растет каждый год: 2012 – 64,5%; 2013 – 65,9%; 2014 – 66,3%; 2015 – 73,7%; 2016 – 73,4;

- доля малых и микропредприятий соответственно с каждым годом также растет: 2012 – 94,3% и 78,5%; 2013 – 95,0% и 81,0%; 2014 – 95,2% и 81,8%; 2015 – 95,5% и 82,8%; 2016 – 95,0% и 80,8%;

- количество населения ежегодно сокращается: 2012 – 45553,0 тыс.лиц; 2013 – 45426,2; 2014 – 42928,9; 2015 – 42760,5; 2016 – 42584,5;

- сокращается доля населения, живущего ниже законодательно установленного прожиточного минимума, и стремительно растет количество населения, живущего ниже фактического прожиточного минимума, соответственно: 2014 – 8,6% и 16,7%; 2015 – 6,4% и 51,9%; 2016 – 51,1%;

- средняя сумма задолженности по оплате труда растет: 2010 - 1489,47 млн.грн.; 2011 – 1156,60; 2012 – 916,29; 2013 – 950,57; 2014 – 1288,88; 2015 – 1754,86; 2016 – 1959,35.

Статистическая служба предоставляет данные без учета теневых тенденций, которые существенно могут корректировать реальное состояние дел относительно каждой сферы статистических наблюдений.

**Таким образом, на первый взгляд показатели состояния макроэкономики Украины весьма неплохи, но если взглянуть на уровень благосостояния населения, то мы заметим, что он далек до уровня благонадежного.**

С одной стороны Украина имеет развитое законодательство, обеспечивающее реализацию всех прав граждан для достойного уровня жизни, с другой стороны большая часть граждан находится на уровне и за чертой бедности.

Среди причин того, что права во многих сферах граждан не реализуются, можно назвать следующие:

**1. Среди группы факторов законодательства:**

- слишком динамично меняется законодательство;
- раздутость нормативной базы в пределах одной отрасли права;
- неоднозначность нормативных документов в одной сфере, их противоречивость;
- некоторые нормативные документы по факту не работают, их реализацию необходимо отстаивать в судебном порядке.

**2. Среди группы экономических факторов:**

- теневые экономические отношения;
- скрытая безработица, нелегальное трудоустройство;
- сокрытие доходов;
- воровство;
- пассивность молодежи в трудовых отношениях;
- статистические отчеты не отображают реальное состояние дел. На основании данных статистики, например, индекса инфляции, сотрудники получают зарплату, Государственная фискальная служба Украины – налоги, Кабинет Министров Украины – государственные программы, постановления о развитии экономики и т.д.

**3. Среди группы психологических и социальных факторов:**

- нежелание граждан изучать и углубляться в законодательство, узнавать свои права и обязанности;
- пассивность в отстаивании своих прав;
- коррупция;
- представители государственных органов во многих случаях имеют низкую квалификацию и профессиональную активность;
- недоверие к судебной системе.

Каково влияние этих факторов на эффективность законодательства Украины, насколько они влияют на то, что законы не могут обеспечить условия для нормального уровня благосостояния для каждого гражданина, – полученные ответы на данные вопросы помогут определить эффективность законодательной системы.

Как мы выяснили, основной целью законодательства Украины является обеспечение условий для граждан, чтобы они могли себя реализовать во всех сферах. Основываясь на пирамиде потребностей Маслоу, мы можем говорить, что основой для всесторонней реализации своих прав и свобод является нормальный социально-

економічний рівень життя громадян, задоволення в першу чергу їх первинних потребностей, т.е. в їді, одязі, житті. Іменно тому за статистичний критерій ефективності законодавчої сфери (без урахування потенціалу) ми беремо показник співвідношення мінімальної зарплатної плати та витрат на комунальні платежі. Всі ці показники регулюються законодавством і походять з реальних економічних потребностей як людини так і суспільства в цілому. Крім того, мінімальна зарплата виступає як основа для багатьох податкових платежів, розрахунку зарплат, деяких штрафів.

**Цілью побудови нейронної мережі** для ефективності законодавчої системи передбачено отримання показника, який визначає який рівень благополуччя громадян досяжний при наявності законодавчих і економічних умов.

Крім статистичних показників і даних динаміки змін законодавства, як одні з входять факторів будуть використані також астрологічні циклічні індекси Гюшон і Ганю.

Перераховані вище зовнішні фактори, що відображають реальне становище і ставлення суспільства до соціально-економічного становища України будуть досліджені і перекладені в коефіцієнти, коректуючі офіційні дані.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІЧНИХ БІБЛІОТЕК JAVASCRIPT ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СУЧАСНОЇ WEB-РОЗРОБКИ**

**Рак О. В., Жульковський О. О.**

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Сучасні веб-сайти побудовані на різних JavaScript (JS) бібліотеках. Графіка широко використовується у веб-розробці для створення динамічних сайтів і елементів сторінок. Відомо, що одна невелика картинка може замінити цілий блок на сторінці сайту, але при цьому буде значно погіршуватися якість зображення. Для поліпшення якості об'єктів та ефектів на сторінці спеціально розроблено графічні бібліотеки. Основне призначення веб-графіки полягає в тому, аби привертати увагу до об'єктів в цілому та до окремих її фрагментів, а також представити інформацію у зручному вигляді. На базі JS було розроблено безліч графічних бібліотек для різних завдань на стороні користувача. І сьогодні, коли постає завдання створити інтерактивну графіку, вибір найчастіше падає на сучасні JS-технології.

Зараз існує велика кількість різних бібліотек для створення векторної графіки при використанні JS. У той же час актуальною проблемою залишається швидкість відображення об'єктів та оптимізація відповідного програмного забезпечення (ПЗ).

Дана магістерська робота присвячена дослідженню особливостей найпопулярніших сучасних графічних бібліотек з метою обрання більш «швидкої» та більш придатної з них для розв'язання різних графічних завдань у 3D і 2D-просторах. Зокрема розглядалися SVG (Scalable Vector Graphics – масштабована векторна графіка) [1] та Canvas (растрове двохвимірне зображення) [2]. Існує безліч різних бібліотек JS для створення графічних елементів з використанням HTML5 (HyperText Markup Language – мова розмітки гіпертекстових документів, version 5) [3].

Метою роботи є визначення найкращої JS-бібліотеки для розв'язання різноманітних завдань у 3D і 2D-просторах, яка б забезпечувала оптимальні показники швидкості роботи ПЗ по відтворенню об'єктів як на площині, так і в 3D-просторі при

мінімальних втратах якості фігури.

На відміну від інших технологій для роботи з трьохвимірною графікою (таких, як OpenGL і Direct3D), WebGL призначена для використання у веб-сторінках та не вимагає застосування спеціалізованих розширень або бібліотек. Одна з переваг WebGL – додатки конструюються як веб-сторінки, тобто одна і та ж програма буде успішно виконуватися на різних пристроях (смартфонах, планшетних комп'ютерах та ігрових консолях). Це означає, що розвиток WebGL буде посилювати вплив на співтовариство розробників і стане одним з основних інструментів програмування графіки.

Наразі велику частину web-графіки займають різноманітні JS- бібліотеки, що відрізняються від WebGL гнучкістю коду та оптимізацією ПЗ в світлі сучасних вимог до web-розробки.

SVG – це специфікація мови розмітки масштабованої векторної графіки, створена робочою групою W3C SVG Working Group, що входить у домен розширюваної мови розмітки XML, призначений для опису двохвимірної векторної або растрової графіки в форматі JS.

Canvas – елемент HTML5, призначений для створення растрового двохвимірного зображення за допомогою скриптів, зазвичай мовою JS.

Існує безліч різних бібліотек JS для малювання векторної графіки з використанням SVG Canvas. Дана бібліотека Three.js призначена для створення і відображення анімованої комп'ютерної 3D-графіки при розробці web-додатків. Three.js-скрипти можуть використовуватися спільно з елементом HTML5 Canvas, SVG або WebGL. Three.js дозволяє створювати прискорену на GPU 3D-графіку, використовуючи JS як частину сайту без підключення пропріетарних плагінів для браузера. Це можливо завдяки використанню технології WebGL. Підтримує трьохвимірні моделі формат Collada.

Перехід на HTML5 змінив web-розробку. Коли мова йде про сучасні web-додатки або навіть найпростіші сайти, розробник часто стикається з завданнями, які вимагають маніпуляцій зі створенням трьохвимірної графіки[4]. Хоча неможливо знайти розв'язання, яке ідеально працює в абсолютно будь-якій ситуації, необхідно звернути увагу на бібліотеку GraphicsJS. Вона має відкритий код і open-source ліцензію, є дуже функціональною і продуктивною, а також оснащена чудовою браузерною підтримкою і безліччю функцій. Все це робить GraphicsJS (графічна JS бібліотека) [5] цікавим, зручним і, звичайно, найефективнішим рішенням в сучасному світі web-розробки.

У даному дослідженні виявлено JS-бібліотеку, яка надає найкращу оптимізацію ПЗ для розв'язання різноманітних задач у 3D і 2D-просторах, результат якої забезпечив оптимальні показники швидкості роботи ПЗ по відтворенню об'єктів як на площині, та і в 3D-просторі при мінімальних втратах якості зображення.

#### **Список літературних джерел**

1. SVG Scalable Vector Graphics [електронний ресурс] – режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SVG>

2. Canvas (HTML) створення тривимірного зображення [електронний ресурс] – режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Canvas\\_\(HTML\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Canvas_(HTML))

3. HTML5 [електронний ресурс] – режим доступу <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTML5>

4. Тривимірна графіка в інтернеті [електронний ресурс] – режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/325646/>

5. GraphicsJS графічна бібліотека [електронний ресурс] – режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/331272/>

# ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ

Русакова К. О.

Національний гірничий університет, Дніпро, Україна

Для функціонування підприємств та управління його структурними підрозділами необхідною є обізнаність керівництва та користувачів із структурою та принципами роботи економічних інформаційних систем.

В роботі розглядається сукупність параметрів економічних інформаційних систем та аналізується можливість моделювання їх роботи.

Параметри економічних інформаційних систем (ЕІС) поєднуються в наступні категорії: структура баз даних; структура програмного забезпечення ЕІС; обмеження на доступ користувачів до компонентів баз даних та програмного забезпечення; потік даних та запитів; обчислювальна система ЕІС.

Відома велика кількість суттєво різних моделей даних, що визначається наявністю різних множин інформаційних конструкцій. З цієї точки зору принциповими відмінностями характеризуються три моделі даних: реляційна, мережна та ієрархічна [2]. Кожна з цих моделей має свої параметри, що зорієнтовані на користувача і на які першочергово звертають увагу під час вибору необхідної моделі для досягнення поставленої мети. Параметри програмного забезпечення ЕІС показують, які програми включені в задачі та підсистеми. Дані щодо розмірів файлів, які зберігаються у базі даних, та розмірів файлів, які містять програми, складають окрему групу параметрів.

Параметри потоків даних та запитів характеризують технологічні аспекти функціонування бази даних ЕІС, використання даних різними процесами обробки даних, зв'язок процесів обробки даних з необхідним обладнанням, причинно-наслідкові та часові зв'язки [1].

Окремо виділяють модель потоку даних та модель потоку запитів. Модель потоку даних містить об'ємні характеристики даних, що циркулюють у ЕІС, та динаміку зміння характеристик у часі. До параметрів потоку даних належить кількість файлів, їх тип, кількість записів та їх довжина. За допомогою типів файлів розрізняють інформацію за етапами її використання: вхідну, вихідну, проміжну та нормативну. Для кожного файлу відмічається кількість можливих коригувань.

Модель потоку запитів містить параметри потоку пакетних задач та параметри потоку інтерактивних запитів. У пакетному режимі дані у файлах накопичуються до тих пір, доки не досягнуть часового ліміту або не перевищать заданий об'єм. Після цього інформація обробляється кількома програмами у встановленій послідовності. Серед параметрів потоку пакетних задач слід виокремити загальну кількість задач за певний період часу, середню кількість задач у пакеті, об'єм необхідних для них ресурсів та пріоритети.

При інтерактивному режимі роботи відбувається обмін повідомленнями між користувачем та ЕОМ, при чому обидва не можуть діяти одночасно. ЕОМ активна від моменту завершення вводу інформації до закінчення обробки запиту. Після отримання результату користувач надає наступний запит за допомогою певних команд, послідовність введення яких не є фіксованою та залежить від отриманих раніше результатів. Серед параметрів потоку інтерактивних запитів виокремлюють: кількість користувачів та кількість терміналів; середню кількість активних терміналів; інтервали між роботою одного користувача; час реакції користувача; пріоритети та типи запитів,

які надходять; об'єм ресурсів, необхідних для реалізації запитів.

Виходячи з розглянутих параметрів економічних інформаційних систем, можна зробити ґрунтовний висновок, що процеси управління економічними об'єктами характеризуються чіткою ієрархічною структурою. Для зручності та прискорення роботи ЕІС повинна поділятися на ієрархічні компоненти, що підпорядковуються один одному. Зазвичай, у склад ЕІС входять підсистеми, які у свою чергу поділяються на задачі, у склад яких входять окремі програмні модулі.

Розподілення ЕІС на підсистеми в першу чергу пов'язане з адміністративним розподіленням обов'язків серед спеціалістів певного колективу. Наприклад, підсистемами в ЕІС можуть бути: підсистема статистичної звітності; підсистема бухгалтерського обліку; підсистема відділу кадрів.

Задачі, програмні модулі та пункти меню при виконанні програм є варіантами реалізації обчислювальних процесів у ЕІС. Таким чином, програма процесу – це впорядкований набір машинних команд, які реалізують дію, що передбачена процесом. Команди програми повинні бути цілісно представлені в обчислювальній системі. Будь-який процес характеризується наборами даних, які є початковими у процесі, та наборами даних, що утворюються в результаті завершення процесу [2].

Для моделювання процесів управління економічними об'єктами використовуються алгебраїчні моделі, що оперують векторними величинами; графічні моделі, елементами яких є позначення процесів та даних; діаграми, до складу яких входять блоки (дії у системі) та дуги (взаємозв'язок дій) [3].

Для аналізу взаємопов'язаних процесів доцільно використовувати мережі Петрі. Вони дозволяють аналізувати обчислювальні процеси довільної природи [1].

Отже, економічні інформаційні системи мають дуже важливе значення для організації процесу функціонування та управління роботою підприємства, фірми, будь-якого закладу, діяльність якого прямо чи опосередковано пов'язана з економічним інструментарієм. Обізнаність у принципах роботи та структурі ЕІС допоможе правильно організувати управління діяльністю будь-якого економічного об'єкта.

### **Список літературних джерел**

1. Мишенин, А. И. Теория экономических информационных систем [Текст] / А. И. Мишенин. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 240 с.
2. Титоренко, Г. А. Информационные системы в экономике [Текст] / Г. А. Титоренко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 463 с.
3. Топорец, А. Ю. Информационные технологии в экономике [Текст] / А. Ю. Топорец. – М.: Московский Государственный Институт Электроники и Математики, 2005. – 67 с.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ АУДИОСИГНАЛА МЕЖДУ БРАУЗЕРАМИ В ТЕХНОЛОГИЯХ WEBRTC Снежко И. Е.

Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара

Проект (технология) WebRTC [1] разрабатывается с целью осуществления трансляции аудио и видеоданных между браузерами. Для предоставления наилучших параметров сигнала необходимо автоматически адаптировать мультимедиа-поток под различные сетевые характеристики и устройства, начиная от мощных компьютеров, подключенных к скоростному каналу связи, и заканчивая мобильными телефонами в 3G сетях. Ручное тестирование весьма затруднительно, поскольку браузер Chrome, в котором данная технология реализована лучше всего, весьма часто обновляется. Также ручное тестирование не всегда может быть выполнено в данной сетевой инфраструктуре или пользовательском устройстве. Прежде всего, определимся с объектом измерений. В частности, тестирование WebRTC видео использует пиковое соотношение сигнал / шум [2] и структурное сходство [3] для выяснения, насколько видео на выходе отличается от видео на входе. Но оценка качества видео - довольно субъективна. Возможно, необходимо множество метрик для его точного определения. Однако, больше всего на качество влияют изменение частоты кадров и исходного разрешения видео. Поэтому для измерений достаточно оставить эти показатели.

Для качества аудио можно использовать аналогичные показатели. Существует специальный алгоритм Оценки Восприятия Качества Речи (Perceptual Evaluation of Speech Quality - PESQ) [4], сравнивающий идентичность двух аудиофайлов. При этом не учитываются потери, не различимые человеческим ухом. Такой алгоритм позволяет произвести измерение качества максимально точно. Конечно, существуют и другие метрики, например, задержка, которая весьма важна в аудиовызовах, однако мы сосредоточились на задаче измерения искажений при передаче сигнала.

На сегодня уже существует автоматический тест, который автоматически открывает две вкладки браузера и устанавливает WebRTC вызов между ними. При этом голос захватывается с микрофона компьютера методом `getUserMedia`, после чего устанавливается соединение, и звук воспроизводится через устройство воспроизведения на другой машине.

Однако в нашем случае необходимо загрузить референсный аудиофайл непосредственно в WebRTC сессию, поскольку весьма проблематично постоянно повторять эксперимент, произнося тестовые фразы в микрофон, а затем прослушивая их. Для решения этой проблемы использовалась загрузка файла методом `WebAudio` и проигрывание его в сессию в том же процессе рендеринга. При этом следует следить за началом и завершением проигрывания файла (давать запас “тишины”), чтобы не ухудшить PESQ метрику. После подачи аудиофайла в WebRTC сессию, используя известную степень контроля эксперимента, необходимо записать файл на выходе. Можно использовать запись через аудиовыход, либо программную ловушку, которая перехватывает данные перед выводом на аудиокарту. Мы нашли способ перенаправить аудиопоток на виртуальное записывающее устройство, а затем записать его утилитой `SoundRecorder.exe`. Для удаления “тишины”, которая подавалась в начале и конце файла использовалась утилита `sox`.

Описанный метод позволяет проводить автоматизированный тест на какой-угодно машине, без установки дополнительного ПО. Завершив запись файла, мы провели анализ его качества относительно исходного файла. Изначально результат был ошеломляюще низким - 2 из 5 PESQ, что соответствует едва различимому голосу. Это показалось подозрительным, поскольку на слух оба файла воспринимались практически одинаково. Изучив вопрос глубже, мы выяснили следующее:

- Изначально широкополосный файл 24 кГц сравнивался с узкополосным результатом 8 кГц, хотя файлы сэмплировались на частоте 48 кГц. Такое преобразование на выходе, фактически, отсекало нижние частоты, приводя к ухудшению метрики PESQ.
- Файлы имели стерео-формат, но анализ PESQ рассчитан на работу с моно-форматом.
- Файлы имели 32-битное сэмплирование, а PESQ работает с 16-битным.

Таким образом мы выяснили, что на успех эксперимента влияет формат исходного файла и файла, который получается на выходе. Очевидно, форматы должны совпадать. После приведения форматов, метрика PESQ составляла уже 4! После этого был создан автоматизированный тест, отслеживающий качество передачи голоса в любой версии браузера. Данный тест и правильно заданные начальные условия смогут гарантировать стабильно высокое качество передачи аудио в любых приложениях пользователя. Его можно применять при разработке и тестировании мультимедийных коммуникаций, работающих в браузере.

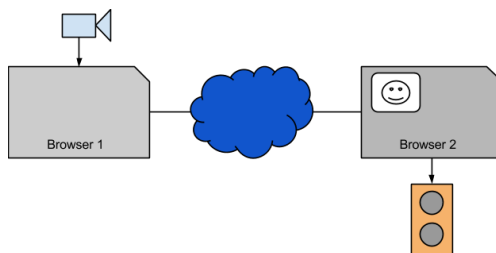


Рисунок 1. Прохождение аудиосигнала WebRTC между браузерами пользователей.

В будущем планируется создать расширение для браузера Chrome, которое будет захватывать и выгружать аудио в файл. Это простое решение, которое легко устанавливается и переносится между системами, хотя и не обеспечивает сквозное тестирование. Также мы заметили, что средства захвата аудио, используемые в эксперименте, нельзя назвать идеальными - они также вносили некоторые помехи, ухудшая метрики PESQ. В будущих экспериментах имеет смысл изучить и использовать более современный алгоритм Объективная Оценка Слышимого Качества Речи (Perceptual Objective Listening Quality Assessment - POLQA) [5], который является преемником PESQ. Он гораздо лучше подходит для анализа широкополосного аудио. Продолжается работа над симуляцией различных сетевых подключений. Симуляция сети передачи данных разного качества совместно с данным тестом будет мощным инструментом анализа удовлетворенности всех типов пользователей, а не только подключенных к широкополосным каналам связи.

Отдельный большой этап работ - проведение данного теста на мобильных устройствах.



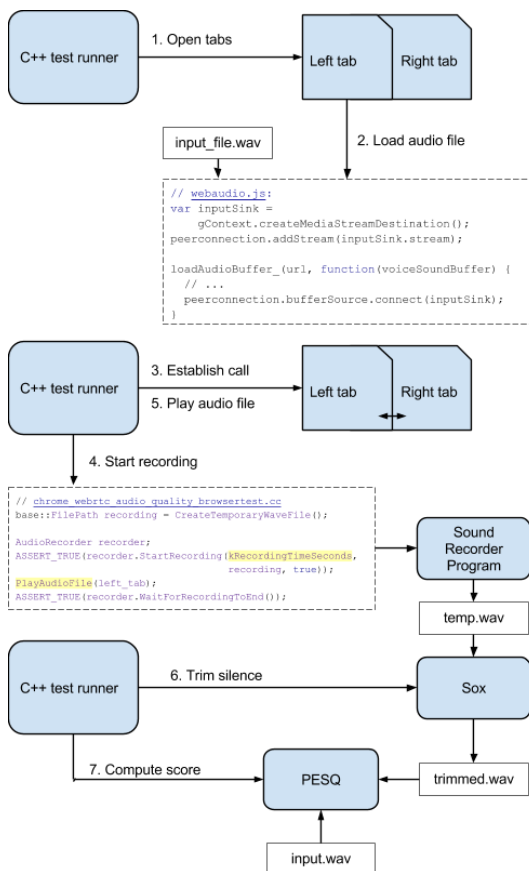


Рисунок 2. Принципиальная схема метода тестирования качества аудиосигнала WebRTC.

### Список литературных источников

1. Официальный веб-сайт WebRTC <https://webrtc.org/>
2. Welstead, Stephen T. (1999). Fractal and wavelet image compression techniques. SPIE Publication. pp. 155–156.
3. Wang, Zhou; Bovik, A.C.; Sheikh, H.R.; Simoncelli, E.P. (2004-04-01). "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity". IEEE Transactions on Image Processing. 13 (4): 600–612.
4. Официальный веб-сайт PESQ <http://www.opticom.de/technology/voice-quality-testing.php>
5. Официальный веб-сайт POLOQA <http://www.polqa.info/>

# ІНТЕГРОВАНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ «ЯКІСТЬ» ДЛЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Сніжної Г. В., Томашевський О. В., Василенко О. В.**

Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Інтегрована автоматизована система управління «Якість» для металургійного виробництва базується на інтеграції трьох автоматизованих систем управління - технологічними процесами (АСУ ТП), АСУ «Центральна заводська лабораторія» і АСУ «Метролог».

АСУ ТП призначена для моніторингу стану технологічного процесу на основі автоматизованого збору інформації з вимірювальних приладів і, при необхідності, реалізує керувальні впливи на технологічне обладнання.

При визначенні якості продукції металургійного виробництва основне і найважливіше – це точне і достовірне визначення показників якості, що виконує Центральна заводська лабораторія (ЦЗЛ). АСУ «ЦЗЛ» металургійного підприємства здійснює автоматизований збір, первинну обробку і передачу інформації дозволяє визначити фізико-механічні характеристики, зробити контроль макро- і мікроструктури металів і сплавів на всіх стадіях технологічного процесу.

АСУ «Метролог» здійснює метрологічне обслуговування задіяного технологічного та вимірювального обладнання і адаптивне підстроювання міжперевірочного проміжку часу цього обладнання до їх фактичного стану на даний момент часу.

Вимоги до автоматизованої системи «Якість» визначаються в першу чергу особливостями підприємства. Для металургійних підприємств важливим є такий зв'язок АСУ ТП з АСУ «Метролог» та АСУ «Центральна заводська лабораторія», що забезпечує керування технологічними процесами в режимі реального часу.

При виплавці певної марки сталі залучають ГОСТ, в якому наведено хімічний склад і зміст елементів. При цьому для деяких елементів вказується допустимий інтервал, верхній або нижній діапазони. Так для сталі 12Х18Н10Т згідно ГОСТ5632-72 вміст Ні відповідає інтервалу 9-11 %, а Cr – 17-19%. Перевірка на механічну міцність, пластичність і корозійну стійкість отриманої сталі здійснюється вже після завершення процесу плавки, оскільки може займати тривалий час (виготовлення зразків певної форми для ударної в'язкості, випробування на зносостійкість в млинах, знаходження зразків певний час в агресивних середовищах та ін.). Оптимальним рішенням є використання одного інтегрованого параметра (характеристики) сталі, визначення якого можливо по контрольному відливанні до завершення повного циклу технологічного процесу плавлення.

Результати досліджень, які були проведені у Запорізькому національному технічному університеті за тематичним планом 04322 “Магнітометричні дослідження аустенітних криць та стопів з метою контролю якості їх фізичних та службових властивостей” (№ держреєстрації 0112U005942) дозволили зробити висновок, що до можливості використання магнітометричного методу для визначення зносостійкості, ударної в'язкості, відносного подовження та інших механічних та службових властивостей аустенітних сталей і сплавів завдяки знаходженню питомої магнітної сприйнятливості  $\chi_0$  аустеніту і за отриманою раніше залежністю для еталонних зразків за графіком “магнітна сприйнятливості – механічний (службовий) параметр”. Використання  $\chi_0$  в якості інтегрованого параметра атомно-магнітного стану дозволяє

значно скоротити часові інтервали випробувань. Наприклад, корозійні випробування зразків у модельних оборотних водах потребують певних умов безпеки при роботі з агресивними середовищами та тривають певний час (в деяких випадках до 240 годин), а визначення  $\chi_0$  одного зразка з урахуванням статистичної обробки - до 10 хвилин.

З метою автоматизації вимірювань пропонується автоматизована установка для вимірювання магнітної сприйнятливості в основі якої лежить мікропроцесорна система [1]. Час отримання сукупності експериментальних даних залежить від кількості точок, діапазону вимірювання і складає в середньому до 10 секунд на одне вимірювання. Мікропроцесорна система передає дані на персональний комп'ютер за протоколом RS232 через систему гальванічної розв'язки та узгодження рівнів сигналів, виконану на перетворювачі фірми MAXIM.

Запис інформації здійснюється у базу АСУ ЦЗЛ яка містить градувальні залежності "парамагнітна питома сприйнятливості – ударна в'язкість [2], зносостійкість, швидкість корозії, мікротвердість, відносне подовження". Запропоновані способи контролю зносостійкості, ударної в'язкості, відносного подовження та інших механічних та службових властивостей аустенітних сталей і сплавів захищені патентами на корисну модель.

У випадку відхилення отриманих характеристик сталі від потрібних (згідно вимогам замовника продукції) корегувальна інформація поступає до АСУ ТП з рекомбінаціями (змінити режим термообробки, додати потрібний хімічний елемент та ін.).

Таким чином впровадження підсистеми "Контроль якості та фізичних властивостей аустенітних хромонікелевих і марганцевих сталей" в АСУ ЦЗЛ і АСУ ТП дозволить вивести технологічний процес на якісно новий рівень.

#### **Список літературних джерел**

1. Сніжної Г.В. Автоматизована установка для визначення магнетної сприйнятливості криць та стопів / Г.В. Сніжної, Є.Л. Жавжаров // збірник наукових праць "Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія "Радіотехніка. Радіоапаратобудування". – 2012. – №49. – С.136-141.
2. Патент на корисну модель № 73517, Україна. МПК G01N 27/76 (2006.01). Спосіб визначення ударної в'язкості аустенітних марганцевих сталей / Сніжної Г.В., Сажнев В.М. – № u201203264; заявл. 20.03.2012; опубл. 25.09.2012. Бюл.№ 18.

## **АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

**Стрельченко І. І., Іванчикова О. В.**

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

**Постановка проблеми.** Для маркетологів, директорів і власників бізнесу, ціноутворення – одна з найбільш складних і відповідальних стратегій компанії. Будь-яка компанія стикається з труднощами встановлення правильної ціни на свій продукт. Зрозуміло, що правильно встановлена ціна відіграє важливу роль: занадто низька – ви втрачаєте потенційний прибуток; занадто висока - страждають продажі і середній чек. Розвиток інформаційних технологій і поява великої кількості ПО для здійснення продажів, збору, зберігання і аналізу великого масиву даних про покупців і історії їх

покупок призводять до все більшого застосування методів і алгоритмів так званого динамічного ціноутворення в багатьох сферах ведення бізнесу. Потрібно обрати метод моделювання, що дозволить реалізувати алгоритм динамічного ціноутворення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** дослідження. Під динамічним ціноутворенням розуміється стратегія, слідуючи якій компанії встановлюють гнучкі ціни на товари і послуги на основі поточних вимог ринку (попит, ціни конкурентів, вплив зовнішніх факторів) [1]. Говорячи про динамічному ціноутворенні, потрібно мати на увазі, що зміна ціни здійснюється автоматично, без участі людини, на базі спеціальних алгоритмів. Воно контролюється спеціальними комп'ютерними програмами, які збирають і аналізують дані, а потім, відповідно до бізнес-правилами, встановлюють ціни з урахуванням таких факторів, як розташування замовника, час замовлення, день тижня, рівень попиту, ціни конкурентів, залишок товарів на складі і ін. Основна мета динамічного ціноутворення - оптимізація прибутку компанії за рахунок миттєвого реагування на зміну ринкової ситуації [2].

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Динамічне ціноутворення можна організувати за допомогою штучних нейронних мереж. Дані для навчання за рівнем попиту, в залежності від дня тижня і від часу доби, беруться за минулий період. Основна перевага нейронної мережі - це можливість навчатися і отримувати дані самостійно. Штучні нейронні мережі - це математичні моделі, які вирішують задачу нелінійної глобальної оптимізації. Концептуально штучні нейронні мережі спираються на біологічні нейронні мережі головного мозку людини. Головний мозок людини - це самоорганізована децентралізована структура по обробці інформації, що складається з дискретних функціональних одиниць - нейронів (кожен з яких володіє відносно простим пристроєм). Число нейронів в головному мозку людини вчені оцінюють, приблизно, як 1012, а загальна кількість зв'язків між усіма нейронами мозку коливається від 1014 до 1015 [3, С. 10]. Для того щоб побудувати будь-яку мережу, необхідно задати ряд важливих параметрів, які будуть безпосередньо впливати на її функціонування. По-перше, слід визначити архітектуру штучної нейронної мережі. Під архітектурою в даному випадку розуміється конструкція вузлів, через які проходить надходить в мережу сигнал, а також схема зв'язків між цими вузлами. У вузлах мережі розташовані нейрони, які відповідають за обробку та подальшу передачу інформації, а взаємозв'язок між ними забезпечується вагами. Ваги штучної нейронної мережі також виконують функцію сполучних ланок між різними ансамблями нейронів - шарами. Передбачається, що інформаційні потоки ( $x_1, x_2, \dots, x_d$ ) проходять по ним послідовно, один за іншим, і перетворюються на значення вихідного шару ( $y_1, y_2, \dots, y_m$ ). Така мережа називається мережею прямого проходу (feed-forward network). На рис. 1 зображена двошарова (вхідні дані, прихований, вихідний шари) мережа прямого проходу. Зауважимо, що наявність вхідних даних і вихідного шару - це обов'язкова умова побудови будь-якої штучної нейронної мережі, а кількість прихованих шарів можна регулювати залежно від складності оброблюваного масиву даних.

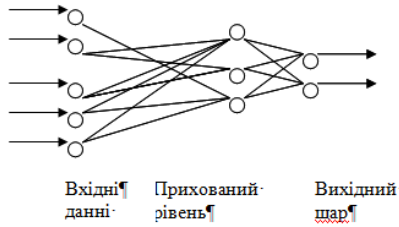


Рисунок 1 - Схема двохшарової мережі прямого проходу

Для кращого розуміння принципу побудови штучної нейронної мережі необхідно вказати, що дійсне значення кожного нейрона прихованого шару являє собою зважену за вагами суму нейронів попереднього шару (на рис. 2 зображений цей механізм для двохшарової мережі з одним прихованим нейроном). Формально це положення запишемо так:

$$S_k = \sum_{i=1}^d X_i + W_i \quad (1)$$

де  $S$  - активація нейрона в прихованому шарі;  $X$  - вхідне значення нейрона в попередньому шарі;  $w_i$  - вага нейрона;  $d$  - число нейронів в попередньому шарі;  $k$  - номер нейрона прихованого шару.

На перший погляд може здатися, що ми маємо справу лише зі складною регресією з великою кількістю коефіцієнтів, проте це не так, тому що архітектура штучної нейронної мережі містить в собі нелінійне перетворення (найважливіша характеристика нейронних мереж, про які було сказано вище). Для нашого прикладу на рис. 2 це означає, що зважена сума  $S$  нейрона прихованого шару є аргументом нелінійної функції  $f(S)$ , яка створює вихідне значення прихованого шару  $Y$ :

$$Y = f(S)$$

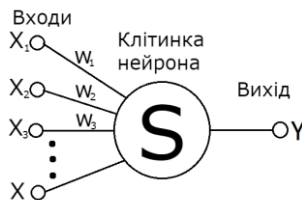


Рисунок 2 - Схема підсумовування значень нейронів в прихованому шарі

Під навчанням штучної нейронної мережі мається на увазі ітеративний процес оптимізації значень ваг (вектор  $w$  на рис. 2), які визначають зв'язок між нейронами і загальну ефективність роботи мережі (деякі базові принципи навчання розкриваються в роботі [4]). Принципово штучні нейронні мережі можна розділити на два типи: навчаються з учителем (supervised learning) і самообучаючися (unsupervised learning).

Навчання мережі з учителем означає, що нейронної мережі спочатку пред'являється деякий набір навчальних прикладів, на яких вона тренується, - таким чином програмуються потенційні вихідні значення моделі, які повинні бути максимально близькі до еталонних. Якщо перед такою штучної нейронної мережею ставиться завдання прогнозування, то традиційно мережу спочатку «натаскувати» на навчальному масиві (in-the-sample), а потім, на основі оптимізованих значень приймають рішення вже на іншому, реальному масиві даних (out-of-sample). До мереж, які навчаються з учителем, можна віднести мережі прямого і зворотного проходу, рекурентні мережі та ін. Самонавчального штучні нейронні мережі не мають ніяких еталонних прикладів і навчаються, використовуючи механізми самоорганізації і конкуренції. Це означає, що ми з самого початку не можемо поставити спільний простір вихідних значень мережі. До самонавчальним мереж відносяться, наприклад, мережі Кохонена (самоорганізуються карти), мережі Хопфілда, «машини Больцмана» і ін. Для формування контекстної бібліотеки штучної нейронної мережі пропонується задіяти модель розпізнавання образів, запропоновану відомим німецьким фізиком і засновником синергетики Г.Хакеном [5]. Слід зауважити, що Хакен в своїй роботі багато в чому спирався на результати досліджень головного мозку людини і зробив ядром своєї штучної нейронної мережі принцип асоціативної пам'яті, наявність якої є найважливішою характеристикою розумової діяльності людей. Нейронна мережа після навчання буде відслідковувати показники вартості конкурентів для аналізу і ухвалення рішення про зниження або підвищення ціни на товар. Так само враховується рівень попиту в даний період часу (на аналізі минулих періодів).

Розглянемо схему організації динамічного ціноутворення з використанням нейронної мережі (рисунок 3). Компанія в процесі своєї діяльності здійснює закупівлю товарів у постачальників за оптовими цінами і реалізує їх населенню за роздрібними. При цьому формується валовий дохід підприємства, який визначається виручкою від реалізації товарів і послуг за вирахування витрат на оплату вартості отриманих від постачальників товарів. Компанія прагне максимізувати свій чистий прибуток, яка за інших фіксованих умов, в тому числі податкових ставках, залежить від величин торговельних націнок на товари. Існують і інші фактори, наприклад, купівельний попит, конкурентоспроможність товарів і швидкість товарообігу, які також впливають на величину прибутку.



Рисунок 3 – Схема організації динамічного ціноутворення із застосуванням нейронної мережі

Нейронна мережа отримує дані від різних джерел (ціни у конкурентів, рівень попиту, ціну оптової закупівлі товару) аналізує їх встановлює оптимальну ціну на товар. Таким чином, штучну нейронну мережу можна використовувати для динамічного ціноутворення і регулювати ціну на товар в залежності від ситуації на ринку і ціни у конкурентів.

**Висновки.** Результати практичного застосування нейромережових технологій в Україні поки нечисленні. Почасти це пояснюється наступними причинами: - використання апарату штучної нейронної мережі має свої особливості, які не властиві традиційним методам; - шлях від теорії нейронних мереж до їх практичного використання вимагає адаптації методологій, відпрацьованих спочатку на модельних задачах; - обчислювальна техніка з традиційною архітектурою недостатньо пристосована для реалізації нейромережових методів.

#### **Список літературних джерел.**

1. Хомич А. Нейросетевое прогнозирование на FOREX / А. Хомич, Л. Жуков // Валютный спекулянт.– 2004. –№ 10 (60). – С. 42-45.
2. Остроухов И. Нейросети: работа над ошибками / И. Остроухов, П. Панфилов // Валютный спекулянт.– 2000. – № 8 (10). – С. 37-40.
3. Панфилов П. Нейросетевые прогнозы в техническом анализе / П. Панфилов // Современный трейдинг.– 2001. – № 3. – С. 24-28.
4. Kohonen T. Self-organizing maps. 3d ed. — New-York: Springer, 2001. — 501 p.
5. Остроухов И. Нейронные сети: карты Кохонена / И. Остроухов, П. Панфилов // Валютный спекулянт.– 2000. –№ 9. – С. 50-54.
6. Матвійчук А. В. Використання системи випереджальних індикаторів для прогнозування негативних зрушень на фінансовому ринку України / А. В. Матвійчук, І. І. Стрельченко // Фінанси України. - 2015. - № 8. - С. 74-87. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu\\_2015\\_8\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fu_2015_8_7).

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ В ЛОГИСТИКЕ И ИНФРАСТРУКТУРЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Федорович О. Е., Западня К. О., Гайденко О. А.**

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

Поставлена и решена задача исследования влияния угроз на эффективность функционирования распределённых производственных систем (РПС). Влияние угроз и появление возможных катастрофических ситуаций, а также ухудшение основных технико-экономических показателей является целью проведения исследования. Выделены три основных этапа исследования: анализ возможных угроз в логистике РПС; оптимизация затрат на проведение мероприятий по устранению угроз; моделирование логистических процессов в РПС с учетом влияния угроз.

Для исследования, на первом этапе, использованы экспертные оценки и статистические данные по появлению и проявлению возможных угроз в РПС

(энергетический сектор). Далее, с помощью виртуального полнофакторного эксперимента, эксперты оценивают влияние возникших возможных комбинаций угроз и размеры ущербов. Выявляются существенные факторы угроз, а также прогнозируется и оценивается ухудшение основных технико-экономических показателей РПС.

На втором этапе формируется множество вариантов проведения мероприятий по уменьшению влияния угроз. Каждое мероприятие оценивается с точки зрения возможного уменьшения величины ущерба в РПС, уменьшения риска появления угрозы и затрат на организацию и проведение мероприятия. Для минимизации затрат на появляющиеся угрозы использован метод лексикографического упорядочивания вариантов. Введена качественная шкала для представления основных показателей угроз, которые используются в лексикографическом упорядочивании возможных вариантов мероприятий. При появлении противоречивых экспертных оценок используется итерационная процедура для согласования мнений экспертов (метод Дельфы). Оцениваются возможные варианты проведения мероприятий по уменьшению влияния угроз, которые подробно исследуются на третьем этапе. Для этого использован метод мультиагентного имитационного моделирования. Выделены агенты: «угрозы», «ущербы», «снабжение», «производство», «сбыт», «управление логистикой», «статистика», «показатели». Представлены возможные сценарии поведения РПС с учетом появления и проявления угроз.

В результате моделирования формируются итоговые значения основных технико-экономических показателей РПС (плановые сроки выполнения заказов, временные задержки из-за проявления угроз, величина ущербов социально-экономического характера и т.д.).

Во второй части рассматриваются результаты исследования влияния рисков нарушения обеспечения РПС в распределенной инфраструктуре техногенных объектов (ИТО). Исследование проводилось по следующим направлениям:

- 1) анализ возможных рисков в работе ИТО РПС с целью выделения существенных;
- 2) моделирование СТО, с учетом функционирования обеспечивающей ИТО в условиях рисков;
- 3) оптимизация затрат по уменьшению рисков нарушения работы ИТО.

На первом этапе осуществляется выявление множества рисков ИТО РПС на основе оценок экспертов. Результатом анализа рисков является ранжирование рисков с учетом их важности и влияния на нарушение работы ИТО РПС. Для определения существенных рисков используется метод многофакторного планирования с привлечением оценок экспертов.

На втором этапе, для исследования динамических процессов в ИТО РПС, используется метод имитационного агентного моделирования. Определено множество взаимодействующих агентов для исследования ИТО РПС. В него входят: «элемент ИТО», «элемент РПС», «риск», «логистик», «сценарий», «статистика», «показатели». Взаимодействие агентов осуществляется по заранее заданному «сценарию», который является основой исследования логистических процессов в ИТО РПС.

На третьем этапе осуществляется формирование множества мероприятий, направленных на минимизацию рисков в работе ИТО РПС. Для этого, для каждого риска, формируются варианты мероприятий, исходя из особенности риска и специфики его проявления. Проводится оценка затрат для проведения каждого возможного мероприятия. Для минимизации итоговой оценки затрат, на проведение мероприятий



по уменьшению влияния рисков, сформулирована оптимизационная задача. В качестве целевой функции оптимизации, используются затраты на проведение мероприятий, а в качестве ограничений – допустимые риски. Для решения поставленной оптимизационной задачи привлечен метод булевого линейного программирования.

#### Список литературных источников

1. Федорович, О. С. Наукові основи управління великомасштабними проектами та програмами розвитку машинобудування: моногр. [Текст] / О. С. Федорович, В. М. Ллюшко, Е. Ю. Рубін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2015. – 200 с.

2. Федорович, О. Е. Исследование логистики снабжения и сбыта в разнородной транспортной инфраструктуре грузоперевозок: моногр. [Текст] / О. Е. Федорович, Э. Е. Рубин, Н. В. Еременко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2016. – 198 с.

3. Федорович, О. Е. Модели и методы обеспечения качества в жизненном цикле и логистике высокотехнологического производства продукции развивающихся предприятий: моногр. [Текст] / О. Е. Федорович, Ю. Л. Прончаков, Ю. А. Лещенко. – Х.: ФОР Лысенко И. Б., 2017. – 255 с.

## КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Чижик С. С.

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

В конкурентних умовах ринку виробничої діяльності, вдосконалення методів управління, через впровадження та використання інформаційних технологій – стає суттєвим фактором для розвитку підприємства та його функціонування. Вони дозволяють організувати ефективне планування фінансової діяльності, знизити ризики за рахунок своєчасного отримання інформації про бізнес-процеси підприємства, та оперативного реагування на неї.

Однією з проблем визначення ефективності є вибір методики оцінки. В класичному розумінні ефект від впровадження ІС розраховується за формулою 1.

$$\text{ефективність} = \frac{\text{ефект}}{\text{затрати}} \quad (1)$$

де витрати – затрати на придбання, установку і підтримку системи, втрати при простій устаткування при помилках або в період впровадження;  
ефект – результат, що набувається від впровадження ІС.

Однак через специфіку використання визначити прямий ефект від її впровадження достатньо складно. Внаслідок цього виникає проблема вибору методу оцінки, які можна розділити на:

- Витратні методи. Оцінка проводиться на основі витрачених ресурсів або сил.

- Методи оцінки прямого результату. Методика оцінює прямий вимірний результат, наприклад, зниження трудовитрат або зниження вартості володіння

- Методи, засновані на оцінці ідеальності процесу. Де ідеально вважається інформаційна система з кращими для галузі показниками витрат на одиницю виходу. Популярні також підходи на базі порівняння з альтернативним рішенням.

- Кваліметричні методи. Такі методики комплексно розглядають інформаційну систему, організують її вимір і обробляють отримані результати статистичними, соціологічними і/або експертними методами.

При виборі методу оцінки ефективності загальносистемного і офісного ПЗ необхідно враховувати наступні фактори:

- оцінка як ефекту, так і витратної компоненти ефективності; можливість визначення ефекту стосовно загальносистемному і офісного ПЗ; (Можливість оцінки фінансових і часових показників, таких як продуктивність праці, зниження собівартості продукції і т.п.)
- можливість визначення показників без проведення глибокого обстеження бізнес-процесів організації (дане обстеження є дуже витратним і трудомістким. І як правило необхідно лише для спеціалізованого програмного забезпечення);
- універсальність методики - визначається універсальністю параметрів і сили їх впливу (при зміні) на алгоритм розрахунку.

#### Список літературних джерел

1. Лобанова, Н. М. Эффективность информационных технологий : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. М. Лобанова, Н. Ф. Алтухова. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 237 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-5733-4. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/D06A1176-AF58-4BEF-9A1B-F4557A9AA413](http://www.biblio-online.ru/book/D06A1176-AF58-4BEF-9A1B-F4557A9AA413).

### АДАПТИВНИЙ ПІД-ПД-РЕГУЛЯТОР

**Швачка О. І., Тришкин В. Я., Манко Г.І., Довгополий Я. О.**

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

Значна кількість об'єктів керування має нестационарні в часі параметри. У зв'язку з цим одного разу налаштований регулятор не може забезпечити досягнення мети керування в процесі функціонування об'єкту протягом довгого часу. Всережимне налаштування стандартних регуляторів, яке забезпечує робастність (грубість) систем регулювання до зміни характеристик об'єкта управління, може бути реалізована тільки шляхом ослаблення настройок регулятора [1], що не завжди є допустимим.

Аналіз статистичних даних показує, що персонал, який обслуговує діючу в промислових умовах систему, не має часу для проведення спеціальних випробувань, необхідних для налаштування відомими методами. З іншого боку, регулятори потребують частого переналаштування, що пов'язане з добовими змінами режимів роботи керованих технологічних установок. Технологічні об'єкти достатньо складні, і використання складних з великою кількістю настройок алгоритмів є затрудненим.

Таким чином, щоб досягти заданої мети керування, необхідно постійно або періодично підстроювати коефіцієнти ПІД-регулятора під параметри об'єкта, що змінюються. Рішення цієї проблеми можливе за допомогою адаптивного керування, яке в залежності від алгоритму адаптації передбачає постійне або періодичне корегування коефіцієнтів ПІД-регулятора.

Для вирішення цієї задачі була розроблена [2] структура багатопараметричного ПІД-ПД- регулятора з передатною функцією:

$$W_o(s) = k_i + \left(k_a + \frac{1}{s}\right) \frac{1}{T_i} + (k_d s + 1) T_d s$$

де  $k_n$  – коефіцієнт підсилення пропорційної складової,  $T_i$  – стала часу інтегральної складової,  $T_d$  – стала часу диференціальної складової,  $k_d$  – коефіцієнт

підсилення додаткового диференціатора.

Такий спосіб дозволяє реалізувати керування, що не допускає значних переміщень регулюючого органу. Збільшується запас стійкості та робастність системи. Це має суттєве значення для об'єктів з обмеженим запасом керуючого навантаження.

Значна увага до багатопараметричних регуляторів викликана здатністю забезпечувати кращі показники якості. Основні труднощі пов'язані з великою кількістю параметрів налаштування. Для оптимізації такої  $n$ -мірної задачі необхідні значні технічні ресурси. Проте, з швидким нарощуванням потужностей мікропроцесорної техніки ця проблема відходить на другий план. З'являється можливість інтегрувати алгоритми багатопараметричних регуляторів в інтелектуальні системи. Багатопараметричний регулятор в порівнянні з ПД-регулятором має помітно менше значення середньоквадратичної помилки, а також меншу динамічну помилку регулювання, при цьому і час регулювання стає менше.

Для корекції параметрів регулятора передбачається використання тільки спостереження за поведінкою регульованої змінної та виконуючого механізму. Спостережувані процеси, на підставі яких проводиться переналаштування, здійснюються із запам'ятовуванням технологічних змінних в процесі нормальної експлуатації при відомих збуреннях. Збурення, введені в замкнутий контур, відповідають режиму нормальної експлуатації, який являє собою постійне «гасіння» регулятором такого типу впливів.

Запропонована адаптивна система з ідентифікатором (рис. 1), в якій ідентифікатор дозволяє отримати моделі заданої якості для управління по моделі, коли за вступними даними і результатами вимірів уточнюються параметри моделі. Додаткової уваги потребує врахування нелінійних властивостей [3], що впливають на динаміку об'єкта керування.

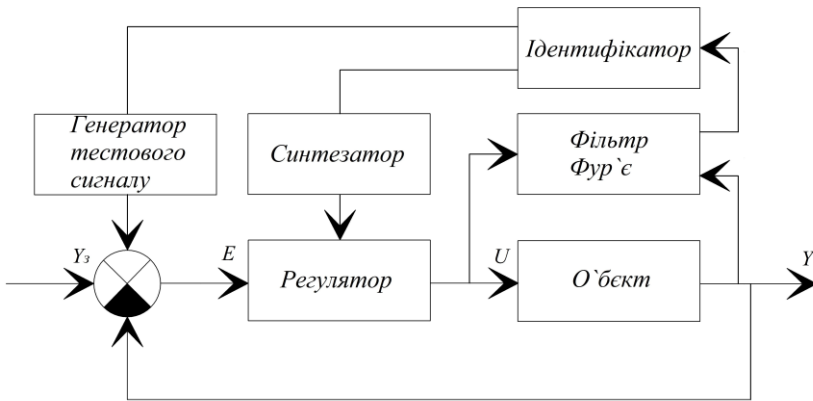


Рисунок 1 – АСР з адаптивним ПД-ПД-регулятором

Найбільш ефективними є методи автоматичного налаштування з застосуванням комп'ютера, тимчасово включеного в контур регулювання. Завдяки потужному процесору і відсутності обмежень на обсяг програми з'являється можливість створення програмного засобу з широкими властивостями і якісною математичною обробкою.

#### Список літературних джерел

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко // М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с. ил.

2. Пат. 101922 Україна, МПК (2006.01) G05B 11/36. Пропорційно-інтегрально-диференційний регулятор з додатковою керуючою дією / Петрова Н. С, Блонський (Україна); заявник та патентовласник держ. вищ навч. заклад „Укр. держ. хім.-технол. ун-т”. – № а 2011 06467 ; Бюл. № 10.

3. Oliynyk, O. Development of auto-oscillation system of frequency with mechanical resonator / O . Oliynyk, Y. Taranenko, A. Shvachka, O. Chorna // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industry control systems. – 2017. – Vol.1/2(85). – P. 56-61.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ОСНОВЫ СППР АУДИТА**

**Нескорородева Т. В.**

Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница, Украина

В настоящее время актуальной научно-технической проблемой информационных технологий финансово-экономической сферы является автоматизация анализа больших объемов данных финансово-экономической информации предприятий, хранящихся и поступающих в режиме онлайн в базы данных локальных и глобальных компьютерных систем с целью формирования рекомендаций принятия решений при аудите.

Существующие на сегодняшний день ИТ аудита позволяют автоматизировать только отдельные процедуры анализа или провести аналитические процедуры в специальных случаях [1]. Группа методов обнаружения мошенничества, основанная на применении моделей нейронных (вероятностных) сетей, логистических регрессий, деревьях решений, представлена в работах [2-3]. Т. е. существует проблема полноты, универсальности и комплексности ИТ анализа. Также существующие ИТ характеризуются следующими проблемами: автоматизации взаимосвязанного (по множествам и задачам) анализа, обратной связи о его результативности и эффективности, оптимизации анализа в соответствии с целями и ограничениями, заданными ЛПП, а также диалога с ЛПП на языке предметной области на этапах задания задачи и интерпретации результатов анализа.

Предприятие, как объект аудита, характеризуется глобальной многоуровневой иерархичной структурой разнородных, многофакторных, многофункциональных связей, взаимозависимостей и взаимодействий его подсистем, с ИТ контроля, учета, управления, ведения бизнеса, с другими системами в структуре национальной экономики. Современная методология прикладного системного анализа не соответствует данным требованиям [4]. Следовательно, существует проблема разработки методологических основ проектирования ИТ аудита.

Применение современных систем учета и управления, на предприятии которые интегрированы в глобальные, многоуровневые системы информационных компьютерных сетей дает потенциальные возможности обработки больших объемов данных, которые используются не в полной мере [4]. В [5] представлена архитектура подсистем внешнего и внутреннего аудита системы Audit 4.0, внедрение и

функционирование которых сталкивается с проблемой обработки больших объемов данных. Также на сегодняшний день в практических и научных источниках, изучающих проблемы и перспективы развития аудита рассматривается возможность принятия законодательных актов, которые позволят использовать аналитические доказательства (в частности противоречивости данных) полученные при анализе больших объемов данных в качестве обоснования судебных решений без документального исследования первичных документов [3].

Следовательно, актуальной задачей является создание методологических основ проектирования ИТ анализа данных предприятия в локальных и глобальных компьютерных системах и сетях контроля, учета, управления и ведения бизнеса предприятия, как основы многоуровневой СППР аудита. Разрабатываемая методология должна обладать фундаментальными свойствами (результативность, эффективность, масштабность) и удовлетворять принципам системной методологии [4]. Также для решения перечисленных выше проблем, которые обуславливают практическую необходимость создания описанных выше ИТ, данная методология должна предусматривать возможность автоматизации функций обработки информации в проектируемой ИТ, которые характеризуются следующими свойствами:

1) многомерность анализа – по комбинациям характеристик объекта аудита (для решения проблемы комплексности ИТ анализа) – свойство  $\Phi_1$  ;

2) многоуровневый, иерархический, функционально взаимозависимый по задачам и структурно взаимосвязанный по множествам данных анализ (для решения проблемы комплексности ИТ анализа) – свойство  $\Phi_2$  ;

3) анализ обобщенных свойств множеств данных, характеризующих особенности деятельности предприятия (для решения проблемы обработки больших объемов данных в ИТ анализа) – свойство  $\Phi_3$  ;

4) сопоставление обобщенных свойств множеств данных при отображениях, характеризующих изменения состояния предприятия в ИТ учета и управления (для решения проблемы обработки больших объемов данных в ИТ анализа) – свойство  $\Phi_4$  ;

5) альтернативный анализ для выявления нарушений при различных техниках фальсификаций *Th* (для решения проблемы полноты ИТ анализа) – свойство  $\Phi_5$  ;

6) альтернативный анализ для учета особенностей взаимодействия реальных экономических процессов при вводе данных в ИТ учета и управления (для решения проблемы полноты ИТ анализа) – свойство  $\Phi_6$  ;

7) оптимизацию многоуровневого иерархического анализа в соответствии с целями и ограничениями, заданными ЛПР (с сокращением множеств и процедур анализа или проверки на нижних уровнях при ограничениях, заданных ЛПР или максимальный объем противоречивых данных при заданных ограничениях времени (для подготовки решений в многоуровневой СППР аудита и решения проблемы обработки больших объемов данных в ИТ) – свойство  $\Phi_7$  ;

8) обосновывать рекомендации для принятия решений аудитором в многоуровневой СППР аудита – свойство  $\Phi_8$  ;

9) диалог с ЛПР на языке предметной области – свойство  $\Phi_9$  .

На основании анализа функциональных особенностей процесса аудита, решение проблемы универсальности определим в виде следующих требований к проектируемой ИТ:

1) адаптация к объектам аудита с различными характеристиками (отрасль, группа предприятий, предприятие, форма собственности, конкурентное положение на рынке, вид производства и др.) –  $T_1$  ;

2) применимость для целей и задач внешнего и внутреннего аудита (внешний (ЕА), внутренний (ІА)) –  $T_2$  ;

3) возможность реализации двух видов анализа (первый вид («экспресс-анализ» (ЕМ)) – за ограниченное время выявить максимальное количество противоречивых подмножеств данных; второй вид («углубленный анализ» (ІМ)) – определить причины противоречивости данных) –  $T_3$  ;

4) адаптация к объектам аудита, которые характеризуются различными способами взаимодействия реальных экономических процессов при вводе данных в ИТ учета и управления (например, ручной или автоматический режим) –  $T_4$  ;

5) адаптация к требованиям ЛПП, которые принадлежат к разным группам пользователей систем аудита –  $T_5$  ;

6) адаптация к информации о работе (результативности и эффективности) системы аудита –  $T_6$  .

Определенные функции и требования являются основой для методологической парадигмы для создания ИТ анализа как основы СППР аудита.

#### **Список литературных источников**

1. *Jarrod West*. Intelligent Financial Fraud Detection Practices: a comprehensive review / *West Jarrod, M Bhattacharya and R Islam* // *Computers & Security*, 2016. – Vol. 57. – P. 47–66.

2. *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.

3. *Mohiuddin Ahmeda*. A survey of anomaly detection techniques in financial domain / *A Mohiuddin, N Mahmooda Abdun, Md Rafiqul Islam* // *Future Generation Computer Systems*, 2016. - № 55. - P. 278–288.

4. *Згуровський М. З.* «Системний аналіз: Методологія. Проблеми. Приложения» / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова Монографія 2-е видання, перероблене та доповнене – Київ, вид-во «Наукова думка» 2016. – 726 с

5. *Dai J, Vasarhelyi M. A.* Imagineering Audit 4.0 / *J. Dai, M. A. Vasarhelyi.* // *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. - 2016 - № 13(1). - P. 1-15.

## ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Запрошуємо Вас до співробітництва для публікації статей в збірнику наукових праць «**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ: АНАЛІЗ, УПРАВЛІННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ**».

**ISSN (Print): 2521-6406**

**Свідоцтво про реєстрацію ЗМІ: КВ № 22571-12471Р**  
від 28.02.2017 р.

**Графік виходу збірника: 2 рази на рік.**

**Сайт збірника: [www.kmauo.org](http://www.kmauo.org)**

**E-mail редакції: [cmaco@ukr.net](mailto:cmaco@ukr.net), [cmaco@udhtu.edu.ua](mailto:cmaco@udhtu.edu.ua)**

Редакція збірника приймає до розгляду наукові статті, а також оглядові роботи, що стосуються теоретичних та прикладних питань комп'ютерного моделювання та прикладних задач, які пов'язані з використанням методів комп'ютерного моделювання.

Для розгляду приймаються рукописи, які раніше повністю або частково не були опубліковані (на будь-якій мові, у друкованій або електронній формі) і які не направлені для можливої публікації до редакцій інших видань, на одній з мов – українська, англійська, російська.

*Обсяг статті* не менше 5 сторінок тексту, включаючи таблиці, рисунки і список літератури (формат сторінки А4, оформлення у відповідності до наведених нижче правил в редакторі Microsoft Word). Оглядові статті – до 25 сторінок.

Для опублікування *оглядової статті* автори повинні мати достатньо великий досвід роботи, наукові публікації у відповідній галузі наукових знань і, як правило, науковий ступінь доктора наук. Оглядові статті подаються, як правило, на підставі попередньої домовленості з редакційною колегією збірника.

Всі матеріали, що надходять до редакції, та оформлені у відповідності до вимог журналу, підлягають обов'язковому попередньому розгляду. Редколегія залишає за собою право не публікувати статті, які не відповідають тематиці збірника, не містять нові експериментальні й теоретичні результати, а також статті, що містять плагіат, незалежно від стадії їх розгляду й обробки.

Редакція залишає за собою право вносити у тексти статей виправлення з метою покращення якості їх представлення у збірнику.

**Статті, які не відповідають викладеним правилам, можуть бути повернені авторам для доопрацювання, виправлення, а у виняткових випадках – відхилені.**

### **Опис документів, що подаються до редакції**

Для публікації автори подають до редакції збірника наступні **документи в паперовій формі**:

- *рукопис матеріалів публікації, підписаний всіма авторами;*
- *рецензію, яка підписана доктором або в окремих випадках кандидатом наук відповідної галузі (не нижче наукового ступеня та вченого звання авторів) з обов'язковим відображенням умов п. 3 постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1. Підпис рецензента повинен бути завіреним відділом кадрів;*
- *згоду на збір і обробку персональних даних.*

Вказані документи (всі в 1 екземплярі) надсилаються поштою (за адресою: ДВНЗ УДХТУ, проспект Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005, Україна) або надаються особисто відповідальному секретарю збірника (механічний корпус ДВНЗ УДХТУ, вул. Набережна Перемоги, 40, кафедра Інформаційних систем (ауд. 708)).

Одночасно **авторам необхідно** відправити на електронну пошту редакції [cmaco@ukr.net](mailto:cmaco@ukr.net) (або [cmaco@udhtu.edu.ua](mailto:cmaco@udhtu.edu.ua)) **електронну версію матеріалів**, що містить наступні файли:

– *матеріали публікації* – файл з назвою по прізвищу першого автора Прізвище.doc;

– кожен *рисунок* у окремому файлі (\*.wmf, \*.bmp, \*.tif; назви файлів Рисунок1, Рисунок2 або Figure1, Figure2).

Вміст електронних файлів і відповідних роздрукованих документів повинен бути ідентичним!

### **Вимоги до змісту статті, списку літератури, реферату і ключових слів**

#### **Структура статті:**

1. **Індекс УДК.**
2. **Ініціали та прізвища авторів.**
3. **Назва статті** (у назві статті не допускається використання абревіатур).
4. **Повна назва організації(ій)**, у якій(их) виконана робота, із *зазначенням міста*. Якщо організацій декілька, то вказується «прив'язування» кожного автора до організації проставлянням верхніх індексів <sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup> після прізвища кожного автора та перед назвою кожної організації.

5. **Реферат** до статті (не менше як 1800 знаків в англomовному варіанті) і **ключові слова** (5-10) на мові оригіналу статті.

6. **Основний текст статті**, у якому у відповідності з вимогами ВАК обов'язково необхідно відокремити наступні розділи:

– *постановка проблеми* у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;

– *аналіз останніх досліджень і публікацій*, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття;

– *формулювання цілей статті (постановка завдання)*;

– *виклад основного матеріалу дослідження* з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

– *висновки* з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

7. **Подяки** за допомогу у роботі і фінансову підтримку (за необхідності).

8. **Список літератури** повинен включати **не менше 5 джерел** (для наукових статей – не більше 15 джерел, для оглядових статей – без обмежень).

Рекомендується до списку літератури включати посилання на книги, статті з періодичних видань (журнали та збірки) і патенти. Посилання на матеріали (праці) конференцій, неперіодичні видання (закони, нормативно-правові акти тощо), електронні ресурси (Інтернет-сайти тощо) можна використовувати лише у виняткових випадках.

Забороняється посилатися на неопубліковані праці.

Як правило, не менше 2/3 від загальної кількості процитованих літературних



джерел повинні мати дату видання не раніше 2005 р. Самопосилання не повинні перевищувати 15% від загального числа посилань. Частка посилань на іноземні роботи по відношенню до загальної кількості джерел повинна бути не менша 20%.

Список літератури оформлюється відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 та ДСТУ ГОСТ 7.80:2007.

У тексті статті посилання на літературні джерела нумерують послідовно по мірі згадування і розміщують у *квадратні дужки*.

9. **Реферат** до статті і **ключові слова** на мові, відмінній від мови оригіналу статті (українській/російській).

10. **Інформаційний блок** англійською мовою.

11. **Відомості про авторів**.

12. **Підписи всіх авторів** (у паперовій версії).

**Реферат** (авторське резюме) має бути інформативним (не містити загальних слів і положень) і, коротко відтворюючи структуру статті, відображати актуальність роботи, її мету і задачі, використані експериментальні та теоретичні методи, основні результати дослідження та висновки (у явному або неявному вигляді). Не можна у рефераті обмежуватися констатацією факту проведення певного дослідження («У роботі досліджено вплив X на Y»), слід зазначити, які конкретно нові залежності, дані тощо отримані у результаті дослідження (сформулювати їх сутність в узагальненому вигляді). Важливо пам'ятати, що реферат може (і буде) публікуватися окремо, у відриві від основного тексту, і, отже, повинен **виконувати функцію незалежного від статті джерела інформації!**

Відомості, які містяться у назві статті, не слід повторювати у тексті реферату. Скорочення і умовні позначення, крім загальноновживаних, використовують у рефераті лише у виняткових випадках (надаючи їх розшифрування при першому згадуванні). У рефераті забороняється робити посилання на публікації у списку літератури до статті!

Для статей зарубіжних авторів достатньо реферату англійською мовою.

При підборі *ключових слів* слід уникати загальних виразів, не застосовувати складні граматичні конструкції і множину, а також абревіатури.

### **Вимоги до оформлення статті**

**Текст статті** повинен бути підготовленим у форматі текстового редактора Word (97-2003) (з розширенням \*.doc).

Шрифт **Times New Roman, 12 nm**; міжрядковий інтервал – **1,0**; без абзацного відступу.

Поля – **2 см** з кожного боку, формат сторінки – **A4**.

У тексті статті не повинно бути пустих рядків, не дозволяється застосовувати табуляцію, між словами дозволяється тільки один пробіл.

Сторінки з першої до останньої нумеруються (номер сторінки знизу праворуч).

**Рисунки** мають бути пронумеровані у послідовності, яка відповідає згадуванню у тексті. Підписи до рисунків (у форматі «Рис. 1. Залежність ...») повинні бути обов'язково написані на мові основного тексту статті і вставлені до тексту статті, а не до файлу рисунка. Дублювання даних і результатів, наведених у тексті та на рисунках і в таблицях, не дозволяється.

**Таблиці**, створені у текстовому редакторі Word, розташовуються безпосередньо у тексті статті. Кожна таблиця повинна мати порядковий номер (без знаку №) і назву; на кожному рядку таблиці надається посилання у тексті (табл. 1).

Величини, що згадуються у назвах стовпчиків та рядків таблиць, супроводжуються відповідними одиницями вимірювання (у скороченій формі: см, Дж.моль).

Параметри таблиць:

- *ширина таблиць* може бути: 8,25; 14,5; 17,75; 25,00 см;
- *шрифт* – Times New Roman, кегль – 10 пунктів;
- *вікно «Абзац»* – «Выравнивание»:
  - «По центру»: текст у шапці таблиці та числові значення в колонках таблиці;
  - «По левому краю»: текст у основній частині таблиці;
- *вікно «Абзац»* – «Междустрочный интервал» – одинарний;
- *вікно «Абзац»* – всі відступи – 0 см; всі інтервали – 0 пт.

#### **Формули, терміни, одиниці вимірювання**

Найпростіші (однорядкові) формули, позначення з формул, символи необхідно набирати як основний текст. Їх можна створювати, використовуючи різні атрибути формату символів (верхній, нижній індекси), а також використовуючи таблицю символів (Вставка / Символ).

Для запису багаторядкових формул необхідно використовувати редактор формул Microsoft Equation. У цьому випадку формули вставляються безпосередньо у текст за допомогою Microsoft Equation із відповідними установками:

- *меню «Стиль»*→«*Визначити...*»: у форматі символів **НЕ** використовувати напівжирний та похилий шрифт;
- *меню «Размер»*→«*Визначити...*»: звичайний – 10 пт; крупний індекс – 8 пт; дрібний індекс – 6 пт; крупний символ – 12 пт; дрібний символ – 10 пт.
- *меню «Формат»*→«*Інтервал...*»: відстань до знаку – 60%; просвіт у радикалі – 1,5 пт.

Нумерація формул у тексті статті наводиться арабськими цифрами у круглих дужках через два пробіли зразу після формули (без застосування таблиць з невидимими границями), наприклад: « $\eta_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{sr}}; (1)$ ».

Використані у статті фізичні, хімічні, технічні і математичні терміни, одиниці вимірювання й умовні позначення повинні бути загальноживаними. Скорочені позначення одиниць вимірювання наводяться відповідно до міжнародної системи одиниць (SI – International System of Units).

У *тексті, таблицях і на рисунках* ціла частина числа від десяткової відокремлюється комою, якщо стаття написана українською або російською мовою, або крапкою – для англійських статей.

#### **Вимоги до оформлення інформаційного блоку**

*Інформаційний блок на англійській мові* містить інформацію про назву статті, авторів, назву організації (якщо організації декілька, то вказується «прив'язування» кожного автора до організації), міста і країни, реферат, ключові слова і повний список літератури на латиниці (всі україномовні і російськомовні джерела повинні бути транслітеровані) відповідно до *прийнятих у міжнародній практиці стандартів для посилань*.

Нижче наведені приклади оформлення посилань на деякі вигляди публікацій.

– *опис статті з журналу* (вказуються всі автори; назва журналу – повністю без скорочень (після зазначення сторінок можна навести DOI):

Author1 A.A., Author2 B.B., Author3 C.C., Author4 D.D. Title of the paper. *Title of the Journal*, Year, vol. X, no. XX, pp. XXX-XXX.

– *опис статті з електронного журналу*:

Author1 A.A., Author2 B.B., Author3 C.C., Author4 D.D. Title of the paper. *Title of the Journal*, Year, vol. XX, no. XX. Available at: <http://www.xxx.xxx>.

– *опис книги*:

Author1 A.A., Author2 B.B., Author3 C.C., Author4 D.D., *Book or Chapter Title*. Publishing company name, Publishing Place, Year. XXX p.

– *опис матеріалів (тез) конференції*:

Author1 A.A., Author2 B.B., Author3 C.C., Author4 D.D., Paper Title. *Conference Title*. Country, City, Year, pp. XX.

Всі джерела, оригінальні назви яких наведені у кириличних шрифтах, повинні бути транслітеровані. Транслітерація прізвищ авторів проводиться в залежності від мови оригіналу джерела відповідно до вимог Постанови Кабінету Міністрів України від 27 січня 2010 г. №55 „Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею“ ([http://nvngu.in.ua/attachments/005\\_translit%20ua\\_eng.doc](http://nvngu.in.ua/attachments/005_translit%20ua_eng.doc)) (для української мови) або вимог системи BGN/HCGN ([http://nvngu.in.ua/attachments/005\\_translit%20ru\\_eng.doc](http://nvngu.in.ua/attachments/005_translit%20ru_eng.doc)) (для російської мови).

Для транслітерації назв статей і книг також можна скористатися веб-сайтом **<http://www.translit.ru/>** або аналогічними програмами.

У англійських назвах організацій преамбули до назв, що визначають тип, статус організації (ДВНЗ тощо), не вказуються.

Переклад назв статей на англійську мову (після наведення оригінальної транслітерованої назви) наводиться у квадратних дужках.

Якщо оригінальне джерело україно- або російськомовне, то в кінці його опису у дужках зазначають мову публікації ((*in Ukrainian*) або (*in Russian*)).



---

## 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***



МАТЕРІАЛИ  
III Міжнародної науково-технічної конференції  
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА  
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Шеф-редактор: д.т.н., проф. Зеленцов Д.Г.  
Комп'ютерна верстка к.т.н., доц. Науменко Н.Ю.  
та коректура: к.т.н., доц. Коротка Л.І.

Оригінал-макет виготовлено  
кафедрою Інформаційних систем ДВНЗ УДХТУ

Підписано до друку 20.10.2017. Формат 60x84 1/16.  
Папір офсетний. Умов. друк. арк. 19,53.  
Наклад 100 прим. Замовл. №100129

Виготовлено в друкарні ВКК «БАЛАНС-Клуб»  
49047, м. Дніпро, пров. Верстатобудівельний, 4  
Тел. (0562) 370-44-25 [www.balance.ua](http://www.balance.ua)