

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



**Конференцію проведено
за підтримки:**



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

Матеріали IV Міжнародної
науково-технічної конференції
1-2 листопада 2018

м. Дніпро

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

МАТЕРІАЛИ

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

MATERIALS

**IV-th International scientific-technical conference
COMPUTER MODELING AND OPTIMIZATION OF
COMPLEX SYSTEMS**

МАТЕРИАЛЫ

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

**1-2 листопада 2018 року
м. Дніпро**

УДК 004.94(082)

К 63

*Збірник друкується за рішенням
Вченої ради ДВНЗ УДХТУ протокол № 7 від 27 вересня 2018 р.*

Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2018): матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції (м. Дніпро, 1-2 листопада 2018 року) / Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет». – Дніпро: Баланс-клуб, 2018. – 438 с.

ISBN 978-966-494-064-8

У збірнику наведено тези доповідей IV 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 автоматичі, 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-2018)

Web-сайт конференції: <http://orgconf.com>

Web-сайт кафедри: <http://kafis.dp.ua>

E-mail: kmocc_kis@ukr.net
cmocs_kis@udhtu.edu.ua

УДК 004.94(082)

К 63

ISBN 978-966-494-064-8

© Кафедра інформаційних систем
ДВНЗ УДХТУ, 2018

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

Аушева Н.М. д.т.н., доцент

Гнатушенко В.В. д.т.н., професор

Косолап А.І. д.ф.-м.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

Чалий С.Ф. д.т.н., професор

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ

МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ18

COMPUTER – AIDED DESIGN OF DIELESS DRAWING PROCESS FOR
IMPROVE TECHNOLOGICAL PLASTICITY AND GEOMETRY OF
PROCESSED MATERIA

Milenin A., Furusima T. 19

ON THE NUMERICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA ON THE
BUCKLING OF CONICAL SHELLS

Karasev A. G., Varyanichko M. A., Karasev G. G. 21

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА ОСНОВІ ІЗОТРОПНИХ КРИВИХ

Аушева Н. М. 25

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ПРОЦЕССА
В УПРУГОМ СЛОЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕМ С
ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Багно А. М. 28

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ
ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ У ВИХЛОПНИХ ГАЗАХ АВТОТРАНСПОРТУ

Біляєв М. М., Русакова Т. І. 32

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Беляев Н. Н., Берлов А. В., Калашиников И. В.,

Мищенко А. Ю., Лукьяненко Е. В. 36

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД

Беляев Н. Н., Козачина В. А., Лемеш М. В., Грабар Я. А. 37

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ТРАНСПОРТНОГО КОРРИДОРА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ

Беляев Н. Н., Якубовская З. Н., Козачина В. А., Оладипо М. О. 38

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ

Беляева В. В., Долина Л. Ф., Заика А.А., Дорога О. Г. 39

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АДСОРБЦІЙНОГО РЕГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВІ КОМПОЗИТУ
«СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ»

Беляновська О. А., Литовченко Р. Д., Сухий К. М., Губинський М. В. 40

УПРАВЛІННЯ В АЛГЕБРАЇЧНИХ МОДЕЛЯХ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАКТІВ ТЕС	
<i>Вайін В. А., Кругол М. М., Лазуренко О. П.</i>	44
ПОБУДОВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИРОБНИЦТВА АЗОТНОЇ КИСЛОТИ	
<i>Васильченко Я. А., Манко Г. І.</i>	48
РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ВЫБОРУ СОСТАВА БРИКЕТИРУЕМОЙ ШИХТЫ И ЕЕ СВОЙСТВ	
<i>Ващенко С. В., Худяков А. Ю., Баюл К. В., Солодка Н. А., Прокудина Э. Б.</i>	50
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ У ГАЗОРІДИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ	
<i>ВЕНГРОВИЧ Д. Б., ДЕНИСЮК І. І., БЄЛІНСЬКИЙ І. В., ЛЕМЕШКО В. А., ЮШИЦИНА Я. О.</i>	52
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОСАДЖЕННЯ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ІЛІФОВАЛЬНОГО ШЛАМУ	
<i>Вернігора В. Д, Надригайло Т. Ж., Зюзь О. В.</i>	55
РОЗРАХУНКОВІ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ СКІНЧЕНИХ ТА ГРАНИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРИВИМІРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ	
<i>Дегтярьов К. Г., Гнітько В. І., Стрельнікова О. О., Тонконоженко А.М. ..</i>	57
ХАОТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В РН-УСТАНОВКАХ	
<i>Дервянко А. И.</i>	61
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ОБЪЕМЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ТРЕХФАЗНОЙ РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ	
<i>Дереза В. А., Куваев В. Ю., Нежурич В. И.</i>	63
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В БІОПЛАТО-ФІЛЬТРАХ МОДИФІКОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	
<i>Іванчук Н. В., Мартинюк П. М., Филипчук В. Л.</i>	67
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЧИСЛОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ ПІД ЧАС ПЛАВЛЕННЯ У КАНАЛІ ШНЕКА ЕКСТРУДЕРА	
<i>Івіцький І. І., Сокольський О. Л. , Мікульонюк І. О.</i>	69
СТРУКТУРА АЛГОРИТМУ ШВИДКОЇ ЛІНІЙНОЇ ДВОВИМІРНОЇ ЗГОРТКИ МАСИВІВ 2X2	
<i>Каліновський Я. О., Боярінова Ю. Є, Сукало А. С.</i>	71

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВА <i>Калениченко А. А., Бутенко И. Г., Коломиец Е. В.</i>	74
СИНГУЛЯРНІ ІНТЕГРАЛИ В АКСІАЛЬНО-СИМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛА <i>Караєв А. О., Стрельникова О. О.</i>	77
КОЛЕБАНИЯ СОСТАВНЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ С ЖИДКОСТЬЮ С УЧЕТОМ ПЛЕСКАНИЙ <i>Кылыннык В. Ю., Науменко Ю. В., Стрельникова Е. А.</i>	79
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ РЕЗЕРВУАРІ З ВЕРТИКАЛЬНИМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ <i>Крютченко Д. В., Гнистько В. І.</i>	82
ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ШИН В ПІРОЛІЗНОМУ РЕАКТОРІ З ІНДУКЦІЙНИМ НАГРІВОМ <i>Ланіка А. А., Коломієць О. В., Буличов В. В.</i>	86
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГІПОКСИТЕРАПІЇ НА РОЗУМОВУ ТА ФІЗИЧНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ <i>Морозов Д. С., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	89
ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЕКРАНИ ДЛЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНИХ ПОЛІВ <i>Ніколенко Б. М.</i>	91
СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОЦЕСУ ОРНШТЕЙНА-УЛЕНБЕКА <i>Олевський В. І., Олевська Ю. Б.</i>	93
К ВОПРОСУ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>Петренко Н. Г.</i>	95
АВТОМАТИЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БУРО-ВИБУХОВОЇ ВІДІЙКИ ЗАЛІЗНИХ РУД ПРИ ЇХ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ <i>Попов С. О., Єріна О. О.</i>	99
НЕЛІНІЙНЕ РЕГРЕСІЙНЕ РІВНЯННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ JAVA-СИСТЕМ <i>Приходько С. Б., Латанська Л. О., Леонов П. С.</i>	102

МОДЕЛЮВАННЯ ДИХАННЯ ПРИ ХРОНІЧНОМУ ОБСТРУКТИВНОМУ ЗАХВОРЮВАННІ ЛЕГЕНЬ ПІД ВПЛИВОМ ГІПОКСИТЕРАПІЇ	
<i>Романюк К. Р., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	104
РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛА ПРОМІЖНОГО БАЗИСУ ПРИ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	
<i>Сидоренко Ю. В.</i>	107
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В ВИХРЕВОМ СЛОЕ В РАЗГРУЗОЧНОЙ ЧАСТИ ВИХРЕВОГО АППАРАТА	
<i>Соколовская И. Е., Дягилев Д. А.</i>	109
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В ПОТОКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЗАГРУЗОЧНОМ БУНКЕРЕ ВИХРЕВОГО АППАРАТА	
<i>Соколовская И. Е., Рябовол И. А.</i>	113
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСЬОВОГО РОЗТЯГУ ПРУЖНОПЛАСТИЧНОЇ КОНІЧНОЇ ОБОЛОНКИ З ДВОМА КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ	
<i>Сторожук Є. А., Харенко С. Б.</i>	118
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ ПІД ВПЛИВОМ ГІПОКСІЇ	
<i>Ткачук В. А., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	122
МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ПОРОЗНОСТИ ШИХТЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	
<i>Худяков А. Ю., Ващенко С. В., Баюл К. В., Солодкая Н. А., Прокудина Э. Б.</i>	125
ГІДРОДИНАМІКА ТА ТЕПЛООБМІН В КРИВОЛІНІЙНИХ КАНАЛАХ ЗІ ВСТАВКАМИ ПРИ МАЛИХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА	
<i>Шалденко О. В.</i>	127
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПРОШИВНОГО СТАНУ	
<i>Швець А. В., Дорош Н. Л.</i>	129
ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	
<i>Шевченко В. В., Жульковський О. О.</i>	131

СЕКЦИЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ.....135

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF MANUFACTURING PARTS OF THE SPACECRAFT SEPARATING UNIT USING THE ADDITIVE TECHNOLOGY

Isaev M. G., Tkachov Y. V. 136

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A SPRING MECHANISM WITH REELING OF A THREAD FOR OPENING THE SOLAR PANEL OF THE SPACECRAFT

Kavelina K., Tkachov Y. V. 140

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL LAYOUT OF THE PLATFORM OF THE SYSTEM OF ANGULAR ORIENTATION AND STABILIZATION OF THE SPACECRAFT

Pakhvytsevych A. L., Tkachov Y. V. 142

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАГРІВУ ЖИВИЛЬНОЇ ВОДИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ БЛОКУ 300 МВт

Алексеевко Є. І., Балог . Ю., Бутенко І. Г. 144

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Бессараб Е. С., Станина О. Д. 147

СИНТЕЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ, РАБОТАЮЩИХ В ТОЧЕЧНОМ СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ

Гасымов А. Ю., Фархадов В. Г., Ёлчуев И. А. 149

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИБОРУ СТРАТЕГІЇ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ

Кабакова М. Д. 153

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТВЕРСТИЙ НА СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДКРЕПЛЕННЫХ РЕБРАМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

Каиров А. С., Латанская Л. А., Каиров В. А. 155

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Каиров А. С., Моргунов С. А. 157

ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Косолап А. И., Крятенко В. О. 159

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНОЙ СХЕМЕ	
<i>Косолап А. И., Лисьих В. И.</i>	161
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ПРОЦЕССОРОВ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ	
<i>Косолап А. И., Маслов О. А.</i>	163
МЕТОД ВЕТВЕЙ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ	
<i>Косолап А. И., Романчук А. А.</i>	165
ОПТИМАЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ АБОНЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ	
<i>Косолап А. И., Ткаченко А. Ю.</i>	169
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГЕЛИОТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	
<i>Климов Р. А., Плитка А. А, Говоруха М. Г.</i>	171
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
<i>Левкин Д. А.</i>	174
АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА АВТОДОРОГАХ	
<i>Литвиненко Д. П.</i>	177
НОВІ ПІДХОДИ ЦИФРОВОГО АНАЛІЗУ КАРТИН ДИФРАКЦІЇ ЕЛЕКТРОНІВ В ДЕФОРМОВАНИХ КРИСТАЛАХ	
<i>Пинюк П. Я., Борча М. Д.</i>	180
ПОКРАЩЕНИЙ КВАНТОВИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ З КУТРИТНИМ ПРЕДСТАВЛЕННЯМ В ЗАДАЧАХ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	
<i>Ткачук В. М.</i>	182
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТІЛ У ГРАВІТАЦІЙНОМУ ПОЛІ ЗЕМЛІ	
<i>Таран Р. В., Коротка Л. І.</i>	186
ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ СБАЛАНСОВАНОГО РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ	
<i>Шулак В. О., Ляшенко О. А.</i>	188

СЕКЦІЯ 3

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ КОМП'ЮТЕРНІ

СИСТЕМИ190

FUZZY MODELING OF STRUCTURAL DURABILITY PREDICTION <i>Korotka Y. A., Korotka L. I.</i>	191
METHODS AND TECHNOLOGIES OF MONITORING OF THE POSITION OF A MOBILE OBJECT IN SPACE <i>Nechyporenko O. V., Korpan YA. V., Nechyporenko O. V., Khomchenko O. S.....</i>	193
ON THE PROBLEM OF THE EFFICIENCY OF A MULTIPROCESSOR COMPUTING SYSTEM WHEN SOLVING ONE CLASS OF THE PROBLEM <i>Shvachych G. G., Moroz B. I., Pobochii I. A., Sushko L. F., Busygin V. V.</i>	196
THE IMPLEMENTATION FEATURES OF THE AGGREGATION MODE OF NETWORK INTERFACE CHANNELS IN THE MULTIPROCESSORING COMPUTER SYSTEMS <i>Shvachych G. G., Moroz B. I. , Pobochii I. A., Sushko L. F., Ivaschenko E. V.</i>	200
МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ <i>Бондарев Д. С.</i>	204
ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРОДАЖУ РЕКЛАМНИХ МІСЦЬ МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИМИ <i>Бородіна Г. Д., Островська К. Ю.</i>	207
ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГРИ З МАТЕМАТИЧНОЮ ЛОГІКОЮ <i>Вітрук І. Ю.</i>	209
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ <i>Вовк К. І., Ляшенко О. А.</i>	212
ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ НАВАНТАЖЕНИХ WEB-СЕРВІСІВ <i>Гайда А. Ю., Гусейнов Р. Г.</i>	214
ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ <i>Гнатушенко Вік. В., Журавель М. Є.</i>	216
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ <i>Гнатушенко Вік. В., Кузнецов О. С.</i>	218

ГЛИБИНА КОЛЬОРУ ТА КОЛЬОРНІ МОДЕЛІ <i>Дерев'янюк О. І., Горбонос М. Л., Фененко Т. М.</i>	220
АЛГОРИТМИ МАСКУВАННЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ АУДІО ФАЙЛІВ <i>Дерев'янюк О. І., Темченко В. В., Фененко Т. М.</i>	222
СТЕГАНОГРАФІЧНІ АЛГОРИТМИ МАСКУВАННЯ ДАНИХ <i>Дерев'янюк О. І., Ярош Д. В., Фененко Т. М.</i>	224
АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ FRGA ПРОЕКТОВ В СОСТАВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Заризенко И. Н.</i>	226
АНАЛІЗ ДАНИХ З ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА МОДУЛІВ ВЕБ – ДОДАТКА <i>Зайченко А. О., Дорош Н. Л.</i>	228
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДИНАМІЧНОЇ ПОБУДОВИ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА НА ОСНОВІ СТРУКТУРИ ПРИКЛАДНОЇ ОНТОЛОГІЇ <i>Кодола Г. М., Венедіктов Д. В.</i>	230
АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ <i>Кодола Г. М., Кривченко К. С.</i>	233
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛИРОВАНИЯ РАСХОДОВ <i>Колесник Л. В., Северина В. С.</i>	235
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА <i>Колесник Л. В., Шкодич В. А.</i>	238
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК <i>Колесник Л.В., Червенчук О.С.</i>	242
АЛГОРИТМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ <i>Копей В. Б.</i>	246
ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖАХ <i>Костенко Д. Є., Гавриш В. В., Сасенко В. В.</i>	249
ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ У СХОВИЩАХ ДАНИХ <i>Костенко В. В., Коноваленко І. В., Соколенко В. О.</i>	251

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ТА БЕЗПЕКИ ОБРОБКИ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ “БАЗА ДАНИХ УЧНІ”	
<i>Климюк Ю. Є., Ясінький А. М.</i>	254
ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	
<i>Луцик І. І., Луцик І. Б.</i>	257
ВІДНОВЛЕННЯ ПРОПУСКІВ У ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ПОСЛІДОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ	
<i>Міщук О. С.</i>	260
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ГРАФОВИХ ТА РЕЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ	
<i>Мирошник Є. В., Дорош Н. Л.</i>	262
ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ: БАЗИ ЗНАНЬ	
<i>Назаренко Д. Д., Абламська В. М.</i>	264
РОЗРОБКА ПОШУКОВОЇ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ SEMANTIC WEB	
<i>Нгуєн М. А., Федоров Є. Є.</i>	267
ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ МАТЕМАТИЧНИХ СИМВОЛІВ	
<i>Новицький Є. О., Косухіна О. С.</i>	269
ВИКОРИСТАННЯ ІНДИКАТОРУ MACD ДЛЯ VASC-TESTING РІЗНИХ СТРАТЕГІЙ	
<i>Островська К. Ю., Костюк О. В.</i>	272
МЕТОД КОНСТРУЮВАННЯ ТРАФІКУ В ПРОГРАМНО- КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ	
<i>Павленкова Є. О., Коган А. В.</i>	275
ПРОБЛЕМИ І ПЕРЕВАГИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ	
<i>Павлюк Р. В., Абламська В. М.</i>	277
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ	
<i>Парамонов А. И., Волков А. Р.</i>	279
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ	
<i>Парамонов А. И., Парамонова О. С.</i>	282

МЕТОД ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОМ ТА ПОСТАЧАЛЬНИКОМ НА ОСНОВІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ <i>Патрушев В. О., Патрушева О. І.</i>	284
ЕКСПЕРТНА СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ГІПОКСИТЕРАПІЇ <i>Пекарчук М. С., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	291
РОЗРОБКА МЕДИЧНОЇ СКС З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙН <i>Попов Д. С.</i>	293
КОНЦЕПЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ <i>Прокопчук Ю. А.</i>	296
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСЛУГ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ <i>Рева А. А., Смидович Л. С.</i>	300
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТОКОЛУ ПЕРЕДАЧІ ФАЙЛІВ SIMPLE FTP ЗГІДНО ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ТА РОБОТИ В УМОВАХ БАГАТОПОТОКОВОСТІ <i>Редька М. О.</i>	302
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АДМІНІСТРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ <i>Сгонников А. С., Волинець Н. С.</i>	304
ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОГРАММНОГО АГЕНТА НА ОСНОВЕ МЕТАЭВРИСТИК И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ <i>Федоров Е. Е., Чичужко М. В., Чичужко В. О.</i>	306
РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В ERLANG <i>Шаповалова С. І., Мажара О. О.</i>	308
ФОРМАЛЬНО-АЛГОРИТМІЧНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ МОДЕЛЕЙ KEYCIB ДАНИХ ПРО ПРОЦЕС БУРІННЯ <i>Шекета В. І., Чесановський М. С., Потеряйло Л. О.</i>	312
ІНТЕЛЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕСТОВИМИ ЗАВДАННЯМИ <i>Шелехов І. В., Пилипенко С. О., Прилепа Д. В.</i>	315
СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІПОКСИТЕРАПІЇ <i>Штокал Є. П., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.</i>	318

СЕКЦІЯ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ320

SYNCHRONIZATION IN THE SYSTEM OF DYNAMIC VISUALIZATION
Vasylenko O. V., Kalynichenko D. V. 321

THE INFORMATIVE-METROLOGICAL ASSURANCE
Vasylenko O. V., Popov D. O. 323

MODEL OF CHOKE WITH MOVABLE CORE FOR MAGNETOMETRIC SYSTEM
Vasylenko O. V., Snizhnoi G. V. 325

**ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВOSTІ ТА
ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ДІЯЛЬНОСТІ
ОБ'ЄКТІВ ЕКОНОМІКИ**
Абламська В. М. 327

**КОРПОРАТИВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ЯК ІНСТРУМЕНТ
УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ**
Білоброва Ю. О., Чоботаєв Д. М. 329

**К ВОПРОСУ О ГЕНЕРАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В
НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЕ С ПОМОЩЬЮ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ**
*Венгрович Д. Б., Белинский И. В., Денисюк И. И., Шеремет Г. П.,
Лемешко В. А., Губарь И. Н. 331*

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
Глушко В.В. 335

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ВЗВЕШИВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**
Гречко А. В., Жульковская И. И. 339

**ПРОБЛЕМАТИКА ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА
НАДЕЖНОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**
Дмитриева И. С., Лигвинов В. К. 341

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОСТРАНСТВА**
Дмитриева И. С., Рахленко А. А. 343

**ГНУЧКА ВИРОБНИЧО - ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА: МОДЕЛЬ
УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ З ДЕФЕКТОМ**
Дубницький В. І., Науменко Н. Ю., Білоброва Ю. О.346

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПІДНЯТТЯ РЕЙТИНГУ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ВЕБ-РЕСУРСУ	
<i>Калініченко І. В., Ляшенко О. А.</i>	349
РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРІНГУ СКЛАДНИХ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ	
<i>Камінський О. Є.</i>	351
МЕТОДИКА МЕТРОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ МАТРИЦЬ ФОТОПРИЙМАЧІВ	
<i>Коротун А.В., Бабіч А.В., Тітов І.М., Дем'яненко Д.В.</i>	355
ДИВЕРСИФІКАЦІЯ, ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ	
<i>Кошелева В. Ю., Білоброва О. В.</i>	359
ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТОМ В ПОЗАШТАТНИХ СИТУАЦІЯХ	
<i>Краліна Г. С.</i>	361
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ	
<i>Лункін І. Д.</i>	364
АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ЗОНЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРУЙНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ	
<i>Музыка Л. В., Прядко А. В.</i>	367
МЕТОДИ DATA MINING ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ	
<i>М'ячин В. Г.</i>	369
МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ХІМІЧНИХ РЕЖИМІВ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ	
<i>Назаренко О. М., Назаренко І. А, Бахтін В. І., Кушнарченко О. П.</i>	371
ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОЇ ПОЛІГРАФІЇ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО БІЗНЕСУ	
<i>Науменко Ю. Ю.</i>	375
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
<i>Неділько Ю. О.</i>	377
ПРАВИЛА И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МЕТОДИКИ ОБОБЩЕННО- МНОЖЕСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПОДСИСТЕМЕ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА СППР АУДИТА	
<i>Нескородева Т. В.</i>	380

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ РОБОТИ СЕКЦІЙНОЇ ПЕЧІ <i>Нестеров М. В., Манко Г. І.</i>	383
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ <i>Нечипоренко О. В., Крижний О. С., Чикало Д. Р.</i>	385
ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ КРЕДИТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ <i>Овчаренко О. В., Науменко Н. Ю., Стрельченко І. І., Маметьєва А.В.</i> ...	388
МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ И ФАЗЫ СИГНАЛОВ OFDMA НА ВЫХОДЕ КАНАЛА С ЗАМИРАНИЯМИ <i>Орябинская О. А.</i>	393
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТОВОЙ СТРУКТУРЫ МИКРОБАЛОК <i>Палагин В. А., Стародубцева Н. В.</i>	397
ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ: ПЕРСПЕКТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ЕКОНОМІКИ <i>Панченко О. П., Абламська В. М.</i>	400
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ УНИКАННЯ РИЗИКІВ ПРИ ТРЕЙДІНГУ КРИПТОВАЛЮТОЮ <i>Повод Д.А.</i>	402
ІМІТАЦІЯ ЗАКОНОСЛУХНЯНОСТІ У ЦИВІЛЬНИХ ПРАВОВІДНОСИНАХ В УКРАЇНІ ЗАСОБАМИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ ЗВ'ЯЗКІВ <i>Пришляк О. В.</i>	404
ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ НА ОБРОБЛЮЮЧОМУ ЦЕНТРІ “MAZAK VTC 20C” <i>Саянов Д. І., Марченко М. П., Анісімов В.М.</i>	405
ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ГРИ НА ДОВІРУ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ <i>Солодка Н. О., Саулін П. Ю.</i>	407
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА SAP. РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ПОВНОВАЖЕНЬ <i>Солодка Н. О., Селезень Г. О.</i>	409

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
<i>Стрельченко І. І., Іванчиков В., Чебушева В.</i>	411
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ НАУКОЕМКОЙ ТЕХНИКИ	
<i>Федорович О. Е., Западня К. О., Пуйденко В. А.</i>	414
МОДЕЛІ ОЦІНКИ АКЦІЙ	
<i>Фоменцова К. А., Науменко Н. Ю.</i>	416
ЗАСТОСУВАННЯ МРС- РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	
<i>Швачка О. І., Чухно А. П., Рабінець В. В.</i>	419
АНАЛІЗ ТА ЗАСОБИ УСУНЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ-САЙТІВ	
<i>Щербина О. В., Ляшенко О. А.</i>	421
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ	
<i>Юскович-Жуковська В. І., Соловей Л. Я.</i>	423
КЛАСТЕР-АНАЛІЗ ВХІДНИХ ДАНИХ ПРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ДІАГНОСТУВАННІ СКЛАДНИХ МАШИН	
<i>Довбиш А. С., Зимовець В. І.2, Бібик М. В.</i>	426

СЕКЦИЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

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

SESSIONS 1

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF MATHEMATICAL MODELING

- mathematical modeling of objects and processes
- mathematical methods in mechanics, chemical technology and engineering
- simulation modeling

СЕКЦИЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ:

- математическое моделирование объектов и процессов
- математические методы в химической технологии и инженерии
- имитационное моделирование

COMPUTER – AIDED DESIGN OF DIELESS DRAWING PROCESS FOR IMPROVE TECHNOLOGICAL PLASTICITY AND GEOMETRY OF PROCESSED MATERIA

Milenin A.¹, Furusima T.²

¹ AGH University of Science and Technology, al. Mickiewicza 30, 30-059
Kraków, Poland,

² University of Tokyo, Komaba 4-6-1, Meguro, Tokyo, 153-8505, Japan

Dieless drawing process (DD) is based on local heating and simultaneously controlled stretching of the workpiece and allows elongation of the workpiece without using a deforming die. This process is usually used for deformation of wire, tubes and bars. The disadvantage of dieless drawing process is the unevenness diameter of the product along length [1].

In the paper shows, that unevenness can be substantially reduced by dividing the process into several stages [2]. After each stage complete recrystallization of the material must be guaranteed for restoration of plasticity. The value of strain in each stage must correspond to the area of intensive hardening on the stress-strain curve of processing material. Thus, the proposed approach is based on the use of the special features of rheology properties of material.

The proposed concept of improve plasticity for tubes or wires during dieless drawing is based on the observed regularities of the neck formation during tensile tests. The process of neck formation under tension is determined by the shape of the stress-strain curve of material for these deformation conditions [3]. Material with intensive strain hardening is less prone to neck formation. Since in the process of dieless drawing the deformed state is close to linear stretching, it can be assumed that the mechanisms of neck formation during tensile test and the appearance of unevenness diameter along length during dieless drawing are similar to each other.

There may be several reasons for the initial unevenness of the diameter:

- Geometrical stress concentrators
- Uneven distribution of temperature or mechanical properties.

However, with intensive strain hardening of the material, a mechanism for compensating these factors will operate. Hardening will occur In the place of initial strain localization. This factor hampers further localization of the deformation and decreasing of unevenness diameter along length.

Thus, the main element of the concept is the analysis of the intensity of hardening of the material. Since the stress-strain curves usually have a

relatively small initial hardening part, favorable deformation conditions are limited by a small deformation. This leads to the following conclusions.

1. To achieve large elongations, it is necessary to perform several passes. The magnitude of the strain in each pass must not go beyond the area of intensive hardening of material.

2. Between the passes, the plastic properties of the material must be restored. This will again use the initial part of the stress-strain curve with intensive hardening. It is assumed that complete recrystallization after the previous pass is a sufficient condition for restoring the properties of the material.

With local heating of the deformation zone in the DD process, neck formation is more likely to happen. Thus, the hardening curves cannot be directly used to determine the optimal process conditions. For this, the FEM model of the DD process with the implementation of the flow stress and recrystallization is necessary. Such model will allow calculating the interval of permissible parameters of the process and determining the parameters that allow achieving the desired dimensions of the finished product with a minimum value of unevenness diameter along length.

FEM – based numerical model of dieless drawing process was used for optimization of technological parameters. Proposed model used a parallel programming for optimization and solving the inverse problem.

The proposed approach is validated on the example of laser dieless drawing of magnesium alloys and copper tubes.

References

[1] A. Milenina, P. Kustraa, T. Furushimab, P. Dub, J. Němeček Design of the laser dieless drawing process of tubes from magnesium alloy using FEM model // Journal of Materials Processing Tech., Vol 262, December 2018, Pages 65-74, <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.06.018>

[2] A.Milenin Rheology-based approach of design the dieless drawing processes // Archives of Civil and Mechanical Engineering 18 (2018) 1309 – 1317, <https://DOI.10.1016/j.acme.2018.04.003>

[3] G.G.Shlomchack, I.Mamuzic, F.Vodopivec Rheological similarity of metals and alloys //Journal of Materials Processing Technology 40 (1994) 315-325.

Acknowledgments

Financial assistance from the NCN of Poland, Project 2017/27/B/ST8/01471 is acknowledged.

ON THE NUMERICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA ON THE BUCKLING OF CONICAL SHELLS

Karasev A. G., Varyanichko M. A., Karasev G. G.

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

The problem of buckling of closed elastic shallow circular thin-walled cones under external pressure is a classic problem of shells theory [1, 2]. Both geometrically linear and nonlinear solutions were provided for this problem. It's well known fact, that a sensitivity of critical and limit pressures to the initial imperfections of the middle surface of shallow conical shells shape is relatively small. This is true comparing it with smooth longitudinally compressed thin-walled cylinders and spherical shells under external pressure [3, 4]. The question of influence of material's orthotropy on the buckling load of shallow conical shells remains insufficiently studied.

The aim of the work is to evaluate the effectiveness of the numerical analysis of buckling of closed shallow conical shells under external pressure, by comparing the calculation, carried out by ANSYS software, with the experimental results, presented in [7, 8].

The research program included tests of 4 series of closed conical shells (over 100 small specimens made of heavy paper (Whatman paper) [5, 6]. Each series unites the shell with the same thickness ratio $R/h = 183; 245; 304; 452$. Each contain sets consisting of three specimens characterized by the slope of generator line to the shell base plane $\alpha = 4^\circ; 6^\circ; 8^\circ; 10^\circ; 12^\circ; 15^\circ; 20^\circ$ и 25° , respectively.

The main mechanical properties of shell material are [7]: Young modulus $E_x = 6.9 \cdot 10^3$ MPa, $E_y = 3.4 \cdot 10^3$ MPa, shear modulus $G = 1.92 \cdot 10^3$ MPa, Poisson ratio $\nu_x = 0.3$, $\nu_y = 0.15$, ultimate strength $\sigma_x = 45$ MPa, $\sigma_y = 31$ MPa (here indexes x, y correspond to the main directions of orthotropic properties of paper sheet). Thickness of sheet $h = 0.23$ mm. This value was constant for all paper sheets. Sheet density was 200 g/m^2 . Thus, all specimens had the same thickness $h = 0.23$ mm and 4 different radii of cone base which value for series 1, 2, 3 and 4 was $R=42, 56.25, 70$ and 104 mm.

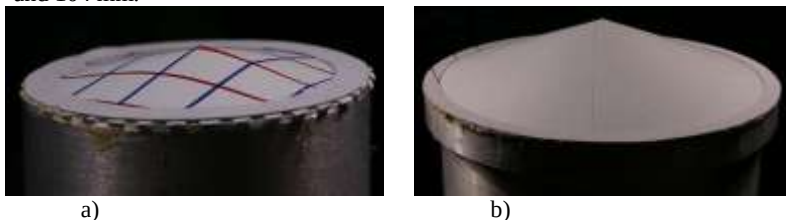


Fig. 1. Shells with $\alpha \approx 4^\circ$ (a) (series 1) and $\alpha \approx 20^\circ$ (b) (series 4)
fixed on a flange of the test device

Two series of shells with different angle α , fixed on a flange of the test device, are presented on Fig.1. Glue line connecting the sample retaining ring and a flange of the test device is clearly visible.

Test device is a metallic hollow circular cylinder with a hermetically closed lower end and the upper end of a free-flange, to which is attached the sample plane. The inner cylinder diameter corresponds to the base of a conical shell ($2R$), and the width of the flange - bandwidth allowance providing fixation sample. Cylinder depth depending on R was 200 mm (small values of R) to 350 mm.

Numerical analysis of the influence of surface deviations of the median and orthotropic material resistance was carried out in the ANSYS software (ANSYS Inc. Academic Research, Mechanical Analysis, Release 13.0 customer 298728) with use of quadrangular SHELL 181 that has 4 nodal points (nodes located in the middle plane), each of which has six degrees of freedom. This element is suitable for the calculation of thin-walled shells, and applied for solving linear and nonlinear problems with large deformations and rotations. The element has linear elastic properties. Isotropic, orthotropic and anisotropic elastic materials may be used.

The loading was realized as uniformly distributed over the entire surface of the cone external transverse pressure q (fig.2). Boundary conditions of the base of the cone edge corresponded to a fixed clamped support and fixed hinge support. In the calculations were determined the critical pressure value of q^{cr} and buckling linear analysis based on linear geometric subcritical deformation, in particular the number of waves in the circumferential direction (the solution of the linear problem of stability).

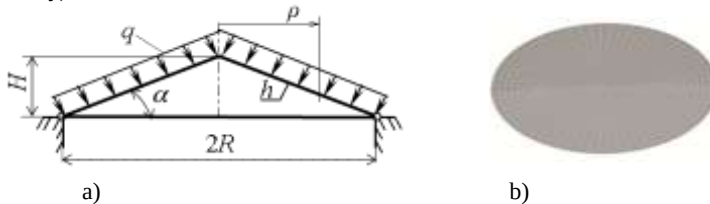


Fig. 2. Design scheme (a) and finite-elements model (b) of closed shallow conical shell under external pressure

The software ANSYS FE mesh partitioning process of the existing geometric model is a difficult task and is directly connected with the choice of the type of calculation and the nature of the decision. The mesh was built as regular rectangular in plan. The size of the finite element is consistent with the recommendations given in the documentation of the complex [8].

It should be noted that strict accounting of orthotropic properties of shell material in determining the critical pressure in the software ANSYS in this situation is a rather complicated task, since the convolution of a conical shell of orthotropic sheet directions of the principal curvatures of the shell does not coincide with the directions orthotropic properties. Construction of the corresponding mesh of finite elements, without making serious errors in the solution of the problem, it is also extremely difficult. At the same time, given the characteristics of buckling shell at the bifurcation were caused by external pressure (a lot of waves in the radial direction extending along a generator), it is quite satisfactory impact assessment

considered orthotropic properties on a critical pressure may serve as a model of a conical shell with the direction of material orthotropic properties in the direction of the principal curvatures. In this case, the reasons were next. A conical shell from orthotropic furled sheet is characterized by heterogeneity of mechanical properties of the material in the circumferential direction and in the direction of the generator line. However, each of these shells can be identified sufficiently broad area in which direction of orthotropic properties of sheet will be close to the directions of the principal curvatures. It can be most likely assumed that this is area of the shell initiates overall buckling.

In this case, two orientations of orthotropic properties were considered: the first - with a greater longitudinal stiffness, the second - with a greater circumferential stiffness. As a result of these calculations, it was found that in both cases there is an orthotropic property orientation substantially similar to significant reduction of the critical pressure. For small angles α this reduction for all series of the order of 6-8%, for large - from 20% for the $R/h = 183$ to 13-15% for the other series.

Based experimental and computational critical pressures are presented on fig.3, for the angle α of generator line for shell series 1. Here, white circles and rhombus match the experimental values of the critical buckling pressure asymmetric, dark circles – axially symmetric inverted form. The calculated curves with even numbers correspond to a fixed hinge support edge of the shell, with the odd - fixed clamped support. Curves 1 and 2 represent the values of the critical pressure geometrically perfect isotropic conical shells averaged elastic constants, curves 3, 4 - geometrically perfect shells orthotropic, curves 5, 6 - imperfect shells from an isotropic material with averaged properties formed Coons patch surfaces of four panels curves 7, 8 - imperfect (4 panels) orthotropic shells.

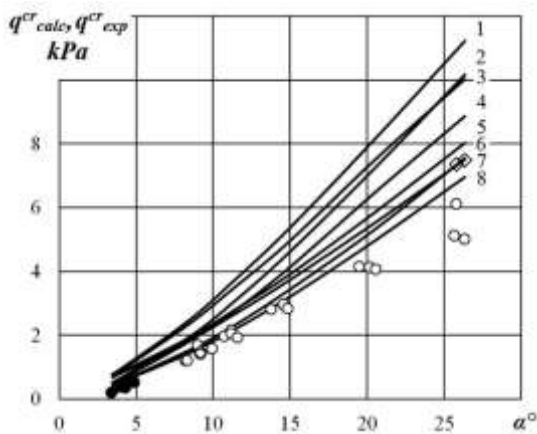


Fig. 3. Experimental and calculated dependences of critical pressures from angle α for shells series 1 ($R/h = 183$, $R = 42$ mm)

Comparison with the known extensive test results of the elastic flat closed conical shells made of sheets of paper, has showed that from a wide variety of theories and computational methods, including refined, in the best agreement with experiment proved calculation in ANSYS software, made taking into account the periodic in the circumferential direction initial geometry deviations and weak orthotropic shells material.

Thus, the critical pressure of existing conical shells structures with known form deviation from ideal can be obtained in ANSYS software by introducing and taking into account all deviations of the structure features, the characteristics of the material, as well as initial imperfections and other disturbances design scheme to the geometrical and the calculated shell model.

References

- [1] Seide, P.: A survey of buckling theory and experiment for circular conical shells of constant thickness. NASA TN D-1510, 1962, 401-426
- [2] Bushnell, D.: Buckling of shells—pitfall for designers. AIAA Journal, 19, 9, 1981, 1183-1226
- [3] Volmir, A.S.: Stability of deformable systems. Science, Moscow, 1967 (in Russian)
- [4] Grigolyuk, E., Kabanov, V.: Stability of shells. Science, Moscow, 1978 (in Russian)
- [5] Krasovsky, V., Prokopalo, E., Varyanichko, M.: Buckling of shallow conical shells under external pressure in physical and numerical experiments. News of science of Pridniprova, Series „Engineer sciences”, 2, 2005, 20-31 (in Russian)
- [6] Krasovsky, V., Prokopalo, E., Varyanichko, M.: Experimental and theoretical study of closed shallow conical shells buckling under external pressure. Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian Transactions, Dnepropetrovsk, 13, 2005, 175-188 (in Russian)
- [7] Prokopalo, E.F.: Stability of circular cylindrical panels under axial compression. Theoretical foundations of civil engineering, 11, 2003, 227-230 (in Russian)
- [8] ANSYS Inc. Academic Research, Release 13.0, Help System, Mechanical Analysis Guide

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НА ОСНОВІ ІЗОТРОПНИХ КРИВИХ

Аушева Н. М.

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

В багатьох розділах геометрії часто звертаються до розгляду уявних об'єктів, які забезпечують більшу загальність та одноманітність опису прикладної області. Важливу підгрупу уявних об'єктів складають ізотропні, які мають у своїх елементах характеристики нульової довжини. Було створено новий цілісний напрямок в прикладній геометрії моделювання дійсних геометричних об'єктів на основі застосування ізотропних характеристик [1]. Цей напрямок відкрив нові можливості щодо керування геометричними об'єктами з уявного простору без змін дійсних характеристик, можливість наочного відстеження зміни характеристик об'єктів, створення об'єктів за заданими диференціальними властивостями. Одним із важливих завдань дослідження було застосування ізотропних кривих для моделювання поверхонь. Доцільно узагальнити підходи щодо створення поверхонь у векторно-параметричному вигляді застосовуючи ізотропні криві.

Основну увагу при застосуванні ізотропних кривих було приділено формуванню мінімальних поверхонь [2, 3] та моделюванню самих ізотропних кривих [4, 5].

Основною метою роботи є формалізація та формування напрямків моделювання поверхонь у векторно-параметричному вигляді, якщо базовими кривими обираються ізотропні криві. Основною властивістю ізотропних кривих є те, що довжина такої кривої у комплексному просторі дорівнює нулю. При переході до дійсного простору такі криві дозволяють одержати поверхні та сітки зі спеціальними диференціальними властивостями.

Формування поверхонь можна здійснювати за допомогою плоских та просторових кривих. Плоску ізотропну криву, яка задається у тривимірному просторі, можна визначити на основі:

- ізотропних характеристичних многокутників (криві Безье, дробово-раціональні криві, криві NURBS);
- ізотропних хорд, які стягують точки каркасу (криві Кетмулл-Рома, фундаментальні сплайни, параметричний многочлен Лагранжа);
- рівняння за годографом Піфагора;
- умови ізотропності для плоскої дійсної кривої, в цьому випадку третя координата буде суто уявна.

Тривимірна просторова ізотропна крива може формуватися :

- на основі ізотропних значень дотичних (для фундаментальних сплайнів ізотропність значень хорд, що стягують точки через одну);
- на основі метода Вейерштрасса (завдання аналітичної функції);
- на основі ізотропних ліній, що лежать на дійсних та уявних векторно-параметричних поверхнях, які віднесені до ізометричної сітки [2];
- як РН-крива на основі кватерніонів [1];

- на основі деформації плоских кривих, що задані за допомогою плоских характеристичних багатокутників.

Всі варіанти завдання кривих потребують додаткових розрахунків та різних підходів до формування саме ізотропної кривої, крім того, кожен варіант завдання має свої обмеження з точки зору застосування. Дослідження стосовно моделювання таких кривих розширюються та поповнюються.

Найбільш дослідженим питанням є застосування теорії функцій комплексних змінних для моделювання мінімальних поверхонь. В цьому випадку використовується заміна параметра у векторно-параметричному рівнянні ізотропної кривої на комплексну змінну (рисунок 1). При виділенні дійсної частини буде одержано мінімальну поверхню, тобто поверхню, середня кривина якої дорівнює нулю (тентові поверхні, поверхні мильних плівок, поверхні розділу двох середовищ та інші).

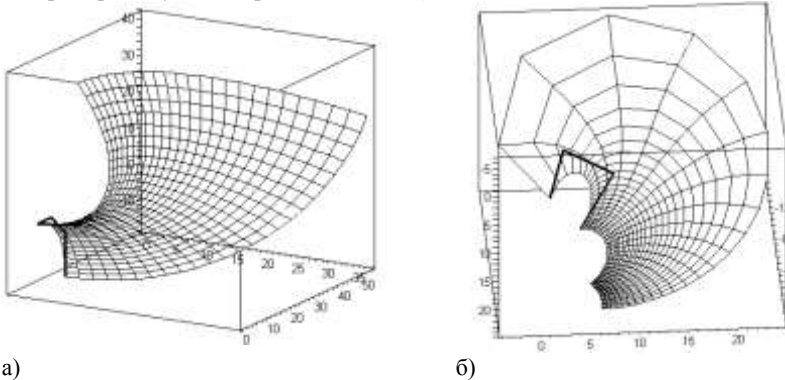


Рисунок 1 - Мінімальні поверхні а) на основі кривої Безьє третього порядку, б) дробово-раціональної кривої третього порядку

Другим напрямом формування поверхонь з ізотропними кривими є моделювання таких поверхонь на основі ізотермічних сіток на площині, тобто сіток, для яких виконуються умови ортогональності та ізотермічності (умови Коши-Рімана). В цьому випадку дві координати визначаються на основі рівнянь для плоскої сітки, а для третьої задається будь-який закон. Цей закон визначається таким чином, щоб для поверхні зберігались деякі диференціальні властивості, наприклад, ортогональність сітки, формування на поверхні ліній кривини, асимптотичних ліній та інших властивостей (рисунок 2).

Третім напрямом формування поверхонь є формування порцій поверхонь на основі ізотропних кривих. Цей напрям ще достатньо мало досліджено. При побудові таких порцій виникає достатньо багато проблем, які необхідно розв'язати:

- розробка способів формування обмежуючих кривих, що будуть створювати замкнений контур;

- розробка способів для формування ізотропних кривих для кінематичного переміщення;
- розробка способів для гладкого зклеювання змодельованих порцій.

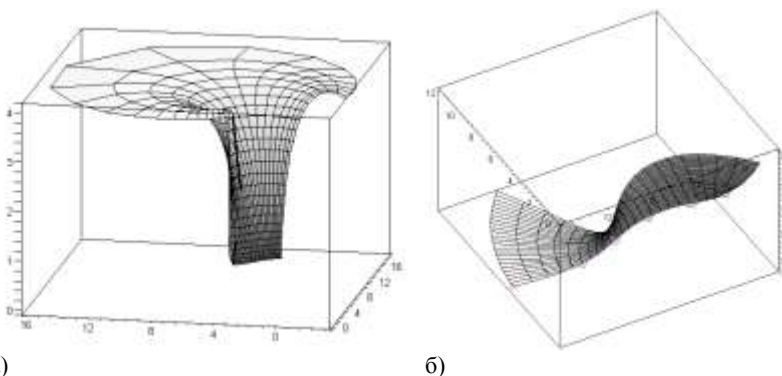


Рисунок 2 - Поверхні, що побудовані на основі плоских сіток та а) дробово-раціональної кривої, б) параметричного многочлену Лагранжа

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розвитком третього напрямку формування поверхонь та вдосконалення методів формування ізотропних кривих.

Список літературних джерел

1. Аушева Н.М. Геометричне моделювання об'єктів дійсного простору на основі ізотропних характеристик: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01 [Текст] / Н.М. Аушева. - К.: КНУБА, 2014. - 38 с.
2. Пилипака С. Ф. Утворення мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних кривих, які лежать на уявній поверхні обертання циклоїди [Текст] / С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького; гол. ред. кол. А.В.Найдиш. - Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2018. – Вип.11.- С.122-128.
3. Чернишова Е.О. Використання функцій комплексного змінного для побудови поверхонь технічних форм [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.01.01 / Е.О. Чернишова. – К.: КНУБА, 2007.– 20 с.
4. Аушева Н. М. Ізотропні фундаментальні сплайни / Н.М. Аушева // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького. - Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. – Вип.6.- С.3-7.
5. Коровіна І.О. Конструювання поверхонь сталої середньої кривини за заданими лініями інциденції [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.01.01 / І.О. Коровіна. – К.: КНУБА, 2012. – 19 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ПРОЦЕССА В УПРУГОМ СЛОЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕМ С ПОЛУПРОСТРАНСТВОМ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Багно А. М.

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

Задача о распространении волн Лэмба в упругом слое, взаимодействующем с жидким полупространством, принадлежит к классическим задачам механики. Вместе с тем, являясь задачей, зависящей от многих параметров, она остается изученной недостаточно полно. Обзор работ и анализ результатов, полученных в рамках классической теории упругости и модели идеальной сжимаемой жидкости, а также с привлечением более общих моделей твердых и жидких сред, приведены в статье [1]. Значительное прикладное использование акустических волн в сейсмологии, сейсморазведке, гидроакустике и других областях ставит задачу изучения их частотного спектра и дисперсионных свойств для различных гидроупругих систем. При этом наиболее важным для практики является исследование волновых процессов в широком диапазоне частот, охватывающем как длинноволновую, так и коротковолновую части спектра для толщин упругого слоя соизмеримых с длиной волны. В настоящей работе для анализа частотного спектра квазилэмбовских мод в системе упругий слой – жидкое полупространство используются трехмерные линеаризованные уравнения Эйлера для жидкости и трехмерные линейные уравнения классической теории упругости для твердого тела. При этом предполагается, что жидкость находится в состоянии покоя. В качестве подхода выбраны постановки задач и метод, основанные на применении представлений общих решений линеаризованных уравнений движения идеальной сжимаемой жидкости и упругого тела, полученные в работах [2–4].

В рамках принятых моделей основные соотношения для системы упругое тело – идеальная сжимаемая жидкость будут иметь вид:

$$\mu \Delta \mathbf{u} + (\lambda + \mu) \nabla (\nabla \cdot \mathbf{u}) - \rho \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = 0; \quad z_k \in V_1 \quad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial u_j} + \frac{\partial u_j}{\partial u_i} \right) + \lambda \delta_{ij} \nabla \cdot \mathbf{u}, \quad z_k \in V_1; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \frac{1}{\rho_0} \nabla p = 0; \quad \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \rho^*}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{v} = 0; \quad z_k \in V_2 \quad (3)$$

$$\frac{\partial p}{\partial \rho^*} = a_0^2; \quad P_{ij} = -\delta_{ij} p; \quad a_0 = \text{const}, \quad z_k \in V_2. \quad (4)$$

Здесь введены следующие обозначения: u_i – компоненты вектора смещений упругого тела $\mathbf{u}$; ρ – плотность материала упругого слоя; λ и μ

– константы Ляме материала упругого тела; v_i – составляющие вектора возмущений скорости жидкости $\mathbf{v}$; ρ^* и p – возмущения плотности и давления в жидкости; ρ_0 и a_0 – плотность и скорость звука в жидкости в состоянии покоя; P_{ij} и σ_{ij} – составляющие напряжений, соответственно, в жидкости и упругом теле; V_1 и V_2 – объемы занимаемые, соответственно, упругим телом и жидкостью.

Равенства (1), (2) описывают поведение изотропного упругого тела. Малые колебания идеальной сжимаемой жидкости относительно состояния покоя описывают соотношения (3), (4).

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

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

$$\sigma_{22}\big|_{z_2=0}=P_{22}\big|_{z_2=0}; v_2\big|_{z_2=0}=\frac{\partial u_2}{\partial t}\big|_{z_2=0}. \quad (6)$$

В дальнейшем для решения задачи гидроупругости использовались представления общих решений линеаризованных уравнений для упругих тел и идеальной сжимаемой жидкости, предложенные в работах [2–4]. Для плоского случая, который рассматривается далее, общие решения будут такими:

$$u_1=-\frac{\partial^2 \chi_1}{\partial z_1 \partial z_2}; u_2=\left(\frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\frac{\partial^2}{\partial z_1^2}+\frac{\mu}{\lambda+\mu}\frac{\partial^2}{\partial z_2^2}-\frac{\rho}{\lambda+\mu}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\chi_1; \quad (7)$$

$$v_1=\frac{\partial^2 \chi_2}{\partial z_1 \partial t}; v_2=\frac{\partial^2 \chi_2}{\partial z_2 \partial t}, \quad (8)$$

где введенные функции χ_1 и χ_2 являются решениями следующих уравнений:

$$\left[\left(\frac{\partial^2}{\partial z_1^2}+\frac{\mu}{\lambda+2\mu}\frac{\partial^2}{\partial z_2^2}-\frac{\rho}{\lambda+2\mu}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\left(\frac{\partial^2}{\partial z_1^2}+\frac{\lambda+2\mu}{\mu}\frac{\partial^2}{\partial z_2^2}-\frac{\rho}{\mu}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)-\frac{(\lambda+\mu)^2}{\mu(\lambda+2\mu)}\frac{\partial^4}{\partial z_1^2 \partial z_2^2}\right]\chi_1=0; \left[\frac{\partial^2}{\partial z_1^2}+\frac{\partial^2}{\partial z_2^2}-\frac{1}{a_0^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right]\chi_2=0. \quad (9)$$

Для анализа распространения возмущений, гармонически изменяющихся во времени, решения системы уравнений определялись в классе бегущих волн и выбирались в виде:

$$\chi_j = X_j(z_2)\exp[i(kz_1 - \omega t)] \quad (j=1,2), \quad (10)$$

где k – волновое число; ω – круговая частота; $i^2 = -1$.

Далее решались две задачи Штурма – Лиувилля на собственные значения для уравнений движения жидкости и упругого тела, а также определялись соответствующие собственные функции. После подстановки решений в граничные условия (5), (6) была получена система линейных однородных алгебраических уравнений относительно произвольных постоянных. Исходя из условия существования нетривиального решения этой системы, получено дисперсионное уравнение

$$\det \| e_{lm}(c, \lambda, \mu, \rho, \rho_0, a_0, \omega h / c_s) \| = 0 \quad (l, m = \overline{1, 5}), \quad (11)$$

где c – фазовая скорость нормальных волн; c_s ($c_s^2 = \mu / \rho$) – скорость волны сдвига в упругом теле; h – толщина упругого слоя.

Как известно, в неограниченном сжимаемом упругом теле существуют продольная и сдвиговая волны. В идеальной сжимаемой жидкой среде распространяется только продольная волна. Именно эти волны, взаимодействуя между собой на свободных граничных поверхностях, а также на поверхности контакта сред, порождают сложное волновое поле в гидроупругой системе.

Заметим, что полученное дисперсионное уравнение (11) является наиболее общим и из него можно получить соотношения для ряда частных случаев, которые рассмотрены в работах [1, 4].

В дальнейшем дисперсионное уравнение (11) решалось численно. При этом расчеты проводились для двух гидроупругих систем. Первая состояла из эластичной резины и воды. Ее механические параметры выбирались следующими: упругий слой – $\rho = 1200$ кг/м³, $\lambda = 6 \cdot 10^9$ Па, $\mu = 1,2 \cdot 10^6$ Па; полупространство жидкости – $\rho_0 = 1000$ кг/м³, $a_0 = 14595$ м/с, $\bar{a}_0 = a_0 / c_s = 46,153442$. Этот гидроупругий волновод характеризуется тем, что материал упругого слоя (резина) является податливым и мягким. Вторая представляла собой волновод из стали и воды. При этом параметры выбирались такими: упругий слой – $\rho = 7800$ кг/м³, $\lambda = 9,26 \cdot 10^{10}$ Па, $\mu = 7,75 \cdot 10^{10}$ Па; жидкость – $\rho_0 = 1000$ кг/м³, $a_0 = 14595$ м/с, $\bar{a}_0 = a_0 / c_s = 0,463021$. Этот волновод отличается тем, что материал упругого слоя (сталь) относится к разряду жестких.

Проведенные отдельно расчеты [5] и анализ результатов, полученных в настоящей работе, показал, что соотношение между скоростями волны звука в жидкости и волны Рэлея в твердом теле может служить критерием, позволяющим устанавливать возможность существования квазиэмбовских мод высокого порядка в упругом слое, взаимодействующем с полупространством идеальной сжимаемой жидкости.

В случае упругого слоя из податливого материала механические параметры компонентов системы таковы, что скорость волны звука в жидкости больше скорости квазиповерхностной волны Рэлея в твердом слое ($\bar{a}_0 = 46,153442 > \bar{c}_R = 0,955318$). При таком соотношении, как показано в

работе [5], жидкость не препятствует обмену волновой энергии между поверхностями упругого слоя. Это способствует взаимодействию продольной и сдвиговой волн на поверхностях упругого слоя и возникновению в нем полного набора незатухающих квазилэмбовских мод высокого порядка, дисперсионная картина и частотный спектр которых, несмотря на ряд различий, подобен волновому процессу в упругом слое, не взаимодействующем с жидкостью.

При взаимодействии упругого слоя из жесткого материала с идеальным сжимаемым жидким полупространством скорость волны звука в жидкости меньше скорости квазиповерхностной волны Рэлея в твердом слое ($\bar{a}_0 = 0,463021 < \bar{c}_R = 0,923008$). В работе [5] установлено, что при таком соотношении между механическими параметрами компонентов системы жидкость препятствует обмену волновой энергии между поверхностями упругого слоя. В этом случае в упругом слое не формируются квазилэмбовские моды высокого порядка. В гидроупругом волноводе возникает лишь одна квазиповерхностная волна, которая, распространяясь вдоль границы раздела сред, локализуется в приконтактной области жидкости.

Вычисления показали, что воздействие жидкости проявляется в изменении критических частот и конфигурации дисперсионных кривых, а также в смещении их в длинноволновую часть спектра. Локализация низших мод в системе: жидкое полупространство – упругий слой зависит от механических параметров гидроупругой системы. Установлено, что основным критерием существования нормальных квазилэмбовских волн и распределения низших мод в средах является соотношение между величинами скоростей волны звука в идеальной сжимаемой жидкости и квазирэлееской волны, распространяющейся вдоль свободной поверхности упругого слоя.

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 // Киев: 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. Bagno A.M. Dispersion properties of Lamb waves in an elastic layer–ideal liquid half-space system /A.M. Bagno // *Int. Appl. Mech.* – 2017. – 53, N 6. – P. 609 – 616.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ У ВИХЛОПНИХ ГАЗАХ АВТОТРАНСПОРТУ

Біляєв М. М.¹, Русакова Т. І.²

¹Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

²Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Вихлопні гази є одним із джерел надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Вони представляють собою неоднорідну суміш газоподібних речовин із різноманітними хімічними і фізичними властивостями. Ця суміш складається з продуктів повного і неповного згоряння палива, надлишкового повітря, аерозолів і різних мікродомішок (як газоподібних, так і у вигляді рідких і твердих частинок), що надходять із циліндрів двигунів в його випускну систему. Основними нормованими токсичними компонентами вихлопних газів двигунів є оксиди вуглецю, азоту та вуглеводні. Оксид вуглецю – продукт неповного згоряння палива, він утворюється при незадовільному розпилюванні палива та його згорянні з нестачею кисню, а також внаслідок дисоціації діоксиду вуглецю при високих температурах. При подальшому згорянні під час розширення можливе горіння оксиду вуглецю при наявності кисню з утворенням діоксиду вуглецю, що відбувається у випускному трубопроводі. При експлуатації дизелів концентрація CO у вихлопних газах невелика (приблизно 0,1 – 0,2%), тому концентрацію CO визначають для бензинових двигунів. Окислення CO в CO_2 відбувається у випускній трубі, а також за рахунок нейтралізаторів, які встановлюються на сучасних автомобілях, у зв'язку з необхідністю виконання норм токсичності. Міський автомобільний транспорт є одним із джерел надходження забруднюючих речовин у навколишнє середовище.

Існують різні способи захисту атмосферного повітря від викидів автомобільного транспорту: застосування рослинності, встановлення захисних екранів, застосування поглинаючого покриття на дорогах. Одним із активних методів являється відбір (відсос) забруднюючих речовин біля дороги. Як відомо, для нейтралізації відведеного забрудненого повітря можуть використовуватися каталізатори в системі відводу, але вони є дорогими.

В даній роботі виконано дослідження процесу зменшення концентрації оксиду вуглецю за рахунок його нейтралізації водяною парою при відборі вихлопних газів автотранспорту в районі розташування світлофору, проведено обчислювальні експерименти, виявлено наявність «застійних» зон в камерах, де відбувається реакція нейтралізації.

Пропонується для нейтралізації оксиду вуглецю, що є складовою частиною вихлопних автомобільних газів, використовувати подачу водяної пари до камери реакції рис. 1. Установка може працювати як у проточному режимі, коли вхідний і вихідний клапани відкриті, так у режимі типу «усереднювач», коли вихідний клапан закритий, газ накопичується в камері, а потім відбувається нейтралізація, отримується усереднена концентрація.

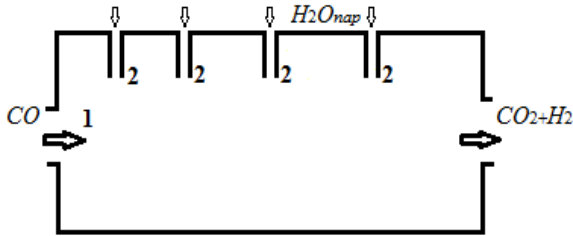
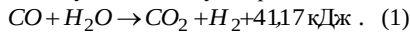


Рисунок 1– Камера нейтралізації оксиду вуглецю:
1 – підвід оксиду вуглецю, 2 – подача водяної пари

В цьому випадку буде відбуватися наступна реакція



При застосуванні такого підходу необхідно мати інформацію про ефективність роботи камери змішування.

Математичне моделювання процесу нейтралізації оксиду вуглецю водяною парою здійснюється послідовно: по-перше, розраховується поле швидкості газового потоку всередині камери, що є основою розв'язку гідродинамічної задачі; по-друге, виконується розв'язання задачі масопереносу для оксиду вуглецю та водяної пари.

Записується рівняння для потенціалу швидкості P газового потоку

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0 . \quad (2)$$

Ставляться відповідні граничні та початкові умови: на стінках камери ставиться гранична умова непротікання $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$, де $\vec{n}$ – одиничний вектор зовнішньої нормалі до твердої стінки; на границі входу газового потоку із патрубку подачі газу $\frac{\partial P}{\partial n} = V_n$, де V_n – відоме значення швидкості газового потоку; на границі, де газовий потік виходить із камери (рис. 1) $P = P_0 + const$, де P_0 – деяке число (умова Діріхле).

Знайдені значення потенціалу швидкості дозволяють розрахувати компоненти вектора швидкості газового потоку на гранях різницевих комірок в кожний момент часу:

$$u_{i,j} = \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x} , \quad v_{i,j} = \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y} . \quad (3)$$

Процес розповсюдження оксиду вуглецю та водяної пари всередині камери виконується на основі рівняння масопереносу, яке вирішується як для оксиду вуглецю, так і для водяної пари [1].

$$\frac{\partial[CO]}{\partial t} + \frac{\partial u[CO]}{\partial x} + \frac{\partial v[CO]}{\partial y} = \text{div}(\mu \text{grad}[CO]) + Q_0 \delta(x-x_0)(y-y_0),$$

(4)

$$\begin{aligned} \frac{\partial[H_2O]_{\text{nap}}}{\partial t} + \frac{\partial u[H_2O]_{\text{nap}}}{\partial x} + \frac{\partial v[H_2O]_{\text{nap}}}{\partial y} = \\ = \text{div}(\mu \text{grad}[H_2O]_{\text{nap}}) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x-x_i) \delta(y-y_i), \end{aligned} \quad (5)$$

де $[CO]$, $[H_2O]_{\text{nap}}$ – концентрація оксиду вуглецю (водяної пари);

u, v – компоненти вектора швидкості; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коефіцієнт турбулентної дифузії; Q_0, Q_i – інтенсивність подачі оксиду вуглецю (водяної пари); $\delta(x-x_0)\delta(y-y_0), \delta(x-x_i)\delta(y-y_i)$ – дельта-функція Дірака для дії джерела подачі оксиду вуглецю (водяної пари); $(x_0, y_0), (x_i, y_i)$ – координати розташування джерела подачі оксиду вуглецю (водяної пари); t – час.

Для розв'язання рівнянь (4–5) ставляться наступні граничні умови [1–2]: на ділянці входу оксиду вуглецю (водяної пари) в розрахункову область виконується гранична умова виду $[CO]_{\text{вх}}, [H_2O]_{\text{nap}}|_{\text{вх}}$ в момент часу $t=0$; на

ділянці, де нейтралізований газ відводиться з розрахункової області, в чисельній моделі виконується «м'яка» гранична умова виду $[CO]_{i+1,j} = [CO]_{i,j}, [H_2O]_{\text{nap } i+1,j} = [H_2O]_{\text{nap } i,j}$; на твердих стінках

реалізується умова непротікання.

Чисельне інтегрування рівнянь (4–5) проводиться на прямокутній різницевій сітці за допомогою неявної різницевої схеми розщеплення [3].

Алгоритм розв'язання задачі передбачає наступну послідовність: у початковий момент часу камера заповнена оксидом вуглецю, вирішується гідродинамічна задача і визначається поле швидкості газового потоку всередині камери (3); розв'язується рівняння (4) для визначення концентрації оксиду вуглецю всередині камери на новий момент часу; розв'язується рівняння (5) для визначення концентрації водяної пари всередині камери на новий момент часу; в кожному різницевому осередку виконується перерахунок концентрації оксиду вуглецю та водяної пари внаслідок їх хімічної взаємодії, що визначається стехіометричними співвідношеннями. Вважається, що хімічна реакція протікає на часовому проміжку Δt . У подальшому обчислюються нові значення концентрації оксиду вуглецю та водяної пари, розрахунок повторюють, починаючи з другого кроку.

На основі розробленої математичної моделі та чисельної її реалізації проведено ряд обчислювальних експериментів. На рис. 2 наведено розподіл концентрації оксиду вуглецю в моменти часу $t = 1,6$ с.

Зменшення концентрації відбувається за напрямком руху потоку, в зоні розташування форсунок подачі водяної пари цей процес відбувається дуже швидко, але в нижньому правому куті дія нейтралізатора проявляється

повільніше, спостерігається наявність застійних зон, тому пропонується в цілях прискорення даного процесу розмістити ще одну форсунку подачі водяної пари низу камери.

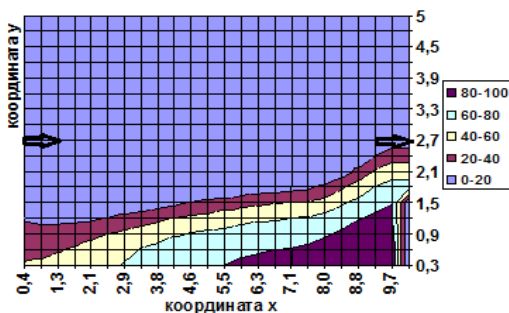


Рисунок 2 – Розподіл концентрації оксиду вуглецю $t = 1,6$ с, $C_{\max} = 2,42$ мг/м³

В результаті виконаного дослідження отримано наступні результати:

- обчислено поле швидкості оксиду вуглецю в камері змішування при розв'язку гідродинамічної задачі;
- досліджено динаміку зміни концентрації оксиду вуглецю та водяної пари при розв'язку задачі масопереносу;
- виявлено, що в камері нейтралізації можуть утворюватися «застійні» зони;
- розглянуто способи їх уникнення;
- створено програмне забезпечення, що дозволяє проводити оперативні обчислювальні експерименти по дослідженню зміни концентрації оксиду вуглецю з урахуванням форми камери, розташування форсунок подачі водяної пари, потужності джерел та їх місця знаходження.

Список літературних джерел

1. Беляев, Н.Н. Исследование изменения концентрации кислых сточных вод в процессе их нейтрализации / Н.Н. Беляев, Т.И. Русакова // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. «Механіка». – 2017. – Вип.21, Т. 25 №5. – С. 53–61.
2. Беляев, Н.Н. Численное моделирование процессов массопереноса при нейтрализации сточных вод / Н.Н. Беляев, Т.И. Русакова // Науковий вісник будівництва. – 2017. – Т. 87, №1. – С. 159–165.
3. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М.З. Згуровский, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Беляев Н. Н.¹, Берлов А. В.², Калашников И. В.³,

Мищенко А. Ю.¹, Лукьяненко Е. В.¹

¹Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна

²ГВУЗ Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры

³ГП «Проектно-изыскательный институт железнодорожного транспорта
Украины «Укрзалізничпроект»

Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха при аварийных ситуациях на железнодорожном транспорте, химически опасных объектах является важной задачей в области экологической и промышленной безопасности [1]. В работе представлены численные модели, разработанные для решения следующих задач:

1. Прямая задача – прогноз динамики формирования зон химического заражения при известном месте эмиссии химически опасного вещества. В рамках этой задачи рассмотрено моделирование загрязнения атмосферного воздуха в двух масштабах: масштаб «microscale» - загрязнение атмосферного воздуха вблизи опасного объекта и масштаб «urban» - рассеивание химически опасного вещества на расстоянии порядка нескольких километров от источника эмиссии. При решении прямой задачи использовались уравнения потенциального течения и конвективно-диффузионного рассеивания химически опасного вещества в атмосферном воздухе. Уравнения для потенциала скорости численного интегрируются с помощью попеременно-треугольного метода Самарского и схемы условной аппроксимации. Выполнена программная реализации построенных численных моделей. Представлены результаты решения прикладных задач.

Вторая задача – решение сопряженного уравнения для получения информации о поясе безопасности для объекта, который может стать целью террористической атаки с применением химических (биологических) агентов. Сопряженное уравнение позволяет, путем проведения только одного расчета, определить границу, до которой выброс химического агента не приведет к тяжелым последствиям на объекте атаки, за этой границей – выброс химического агента может привести к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха возле объекта атаки. Представлены результаты решения комплекса прикладных задач.

Список литературных источников

1. Беляев, Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ : монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Днепропетровск : Акцент ПП, 2014. – 136 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Беляев Н. Н., Козачина В. А., Лемеш М. В., Грабар Я. А.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В.Лазаряна

В работе рассмотрены численные модели для решения гидродинамических задач и задач задач массопереноса в сооружениях по очистке сточных вод. Разработанные модели позволяют, методом вычислительного эксперимента оценивать эффективность работы таких сооружений:

- 1) горизонтальные отстойники;
- 2) вертикальные отстойники;
- 3) аэротенки;
- 4) отстойники, имеющие специальные добавочные элементы (дефлекторы, пластины и т.п.).

Для решения гидродинамической задачи используются следующие математические модели:

- 1) модель потенциального течения;
- 2) модель вихревых течений идеальной жидкости;
- 3) уравнения Навье-Стокса.

Для численного интегрирования уравнений гидродинамики применяются:

- 1) неявный метод А.А. Самарского;
- 2) попеременно треугольная неявная разностная схема расщепления.

Для моделирования процесса массопереноса в сооружениях для очистки сточных вод применяется уравнение массопереноса, учитывающее неравномерное поле скорости потока в сооружениях, процесс диффузии, распада загрязнителя и его гравитационного оседания.

Для оценки эффективности работы аэротенков используется уравнения, моделирующие процесс потребления активным илом загрязнителей. Для численного интегрирования уравнения массопереноса используются неявные разностные схемы.

Разработанные численные модели позволяют оперативно оценивать эффективность сооружений при использовании в них дополнительных элементов, типа пластины, перегородки и т.п. Важной особенностью предложенных моделей является возможность моделирования течений и массопереноса в областях сложной геометрической формы.

Список литературных источников

1. Беляев, Н. Н. Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных отстойниках / Н. Н. Беляев, В. А. Козачина. – Д.: Акцент ПП, 2015. – 115 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОРРИДОРА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ

**Беляев Н. Н.¹, Якубовская З. Н.², Козачина В. А.¹,
Оладипо М. О.¹**

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

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

При перевозке угля в полувагонах происходит интенсивный вынос угольной пыли. Это приводит к масштабному загрязнению прилегающей территории и к потере груза. В связи с этим возникает важная задача по уменьшению выноса угольной пыли из полувагонов. Кроме этого, важной задачей является прогнозирование уровня загрязнения атмосферного воздуха вблизи транспортных магистралей, по которым производится транспортировка угля.

В данной работе рассматриваются численные модели, которые разработаны для прогнозирования уровня загрязнения атмосферного воздуха при установке специальных бортов и дефлекторов на полувагон. Первая модель предназначена для решения аэродинамической задачи по обтеканию вагона, на котором установлены дополнительные борта и дефлекторы. Для решения этой задачи применяется уравнение для потенциала скорости (модель течения невязкой идеальной жидкости). После решения уравнения для потенциала скорости мы получаем неравномерное поле скорости возле полувагона. На втором этапе решается задача о переносе пылевых загрязнений из полувагона в атмосферу. Для этого используется фундаментальное уравнение массопереноса. Данное уравнение учитывает атмосферную диффузию, скорость воздушного потока, гравитационное оседание частиц угольной пыли. Для расчета количества угольной пыли, уносимой с обдуваемой поверхности, используется эмпирическое соотношение, которое было получено на основе обработки результатов физического эксперимента.

В работе представлены результаты вычислительных экспериментов, которые позволяют оценить влияние различных физических факторов на формирование зон загрязнения при транспортировке сыпучих грузов и оценить эффективность применяемых способов защиты. Представлены результаты моделирования формирования зон загрязнения при установке на полувагон трех различных (по форме) дополнительных бортов.

Список литературных источников

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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ

Беляева В. В.¹, Долина Л. Ф.², Заика А. А.², Дорога О. Г.²

¹ Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Днепр, Украина

² Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

В работе рассматривается комплекс математических моделей для оценки размеров и интенсивности зон загрязнения атмосферы при промышленных выбросах из высоких и низких источников. Для решения данной прогнозной задачи применяются разработанные численные модели, позволяющие выполнить расчет рассеивания выбросов с учетом, метеоусловий, типа выброса, режима функционирования источников эмиссии.

В случае моделирования трехмерного процесса переноса загрязняющих веществ в атмосфере используется уравнение массопереноса:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \\ = \frac{\partial}{\partial x} (\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\mu_z \frac{\partial C}{\partial z}) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i)$$

где C – концентрация загрязнителя в воздушной среде; u, v, w – компоненты вектора скорости ветра; $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; t – время; $r_i = (x_i, y_i, z_i)$ – координаты источника выброса; Q – мощность выброса; $\delta(r - r_i), \delta(r - r_j)$ – дельта функция Дирака; w_s – скорость оседания примеси.

Для численного интегрирования уравнения массопереноса используется неявная попеременно-треугольная разностная схема.

Также разработана численная модель прогноза уровня загрязнения атмосферы, основанная на двухмерном уравнении массопереноса.

Представляются результаты решения комплекса задач по оценке уровня загрязнения приземного слоя атмосферы в случае выбросов от низких и высоких источников загрязнения (трубы котелен, промышленные трубы на территории предприятий).

Список литературных источников

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

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АДСОРБЦІЙНОГО РЕГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВІ КОМПОЗИТУ «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ»

Беляновська О. А.¹, Литовченко Р. Д.¹, Сухий К. М.¹,
Губинський М. В.²

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

²Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

В сучасних умовах експлуатації при тепlopостачанні в житлово-комунальному господарстві виникають ряд навантажень на опалення, а також втрати при підігріві, які пов'язані з надходженням припливного повітря [1]. Звичайним технічним рішенням можна вважати підігрів припливного повітря теплим, що надходить з приміщення, але в цих умовах повітря, що надходить, забруднюється. В цих умовах перспективним рішенням є впровадження адсорбційного регенератора теплової енергії та вологи. Але подальшу комерціалізацію цих пристроїв обмежують як низькі сорбційні властивості традиційних адсорбентів, зокрема, силікагелю та цеолітів, так і відсутність алгоритму визначення конструктивних та експлуатаційних характеристик регенераторів на їх основі в умовах систем вентиляції та кондиціонування.

Представлена робота присвячена розробці алгоритму розрахунку експлуатаційних характеристик адсорбційного регенератора теплоти та вологи.

Блок-схема запропонованого алгоритму представлена на рис. 1. Алгоритм передбачає розрахунок температурного коефіцієнта корисної дії:

$$\eta_{\text{тем}} = \frac{t_{\text{пр}} - t_{\text{зовн}}}{t_{\text{від}} - t_{\text{зовн}}} \quad (1)$$

де $t_{\text{пр}}$ – температура припливного повітря; $t_{\text{зовн}}$ – температура зовнішнього повітря; $t_{\text{від}}$ – температура відпрацьованого повітря.

Температуру припливного повітря визначали, як температуру після змішування холодного повітря з вулиці та теплого повітря в приміщенні при подачі.

$$t_{\text{кін. кім. після змішув.}} = \frac{(V_{\text{кім}} \cdot t_{0, \text{кім}} + V_{\text{под}} \cdot t_{\text{кін. кім}})}{(V_{\text{кім}} + V_{\text{под}})} \quad (2)$$

де $V_{\text{кім}}$ – об'єм кімнати, м³; $t_{0, \text{кім}}$ – початкова температура повітря на викиді з кімнати, °C; $t_{\text{кін. кім}}$ – температура повітря при подачі, °C.

Кінцеву температуру теплого повітря при викиді визначається з рівняння теплового балансу.

$$t_{\text{кін. вул.}} = \frac{C' \cdot t_{0, \text{кім}} \cdot V_{\text{вик}} + 4.19 \cdot t_{0, \text{кім}} \cdot V_{\text{вик}} \cdot C_{0, \text{кім}} + \Delta H_{\text{адс. вик.}} \cdot M_{\text{сорб}}}{C' \cdot V_{\text{вик}} + 4.19 \cdot V_{\text{вик}} \cdot C_{\text{кінц. вул}}} \quad (3)$$

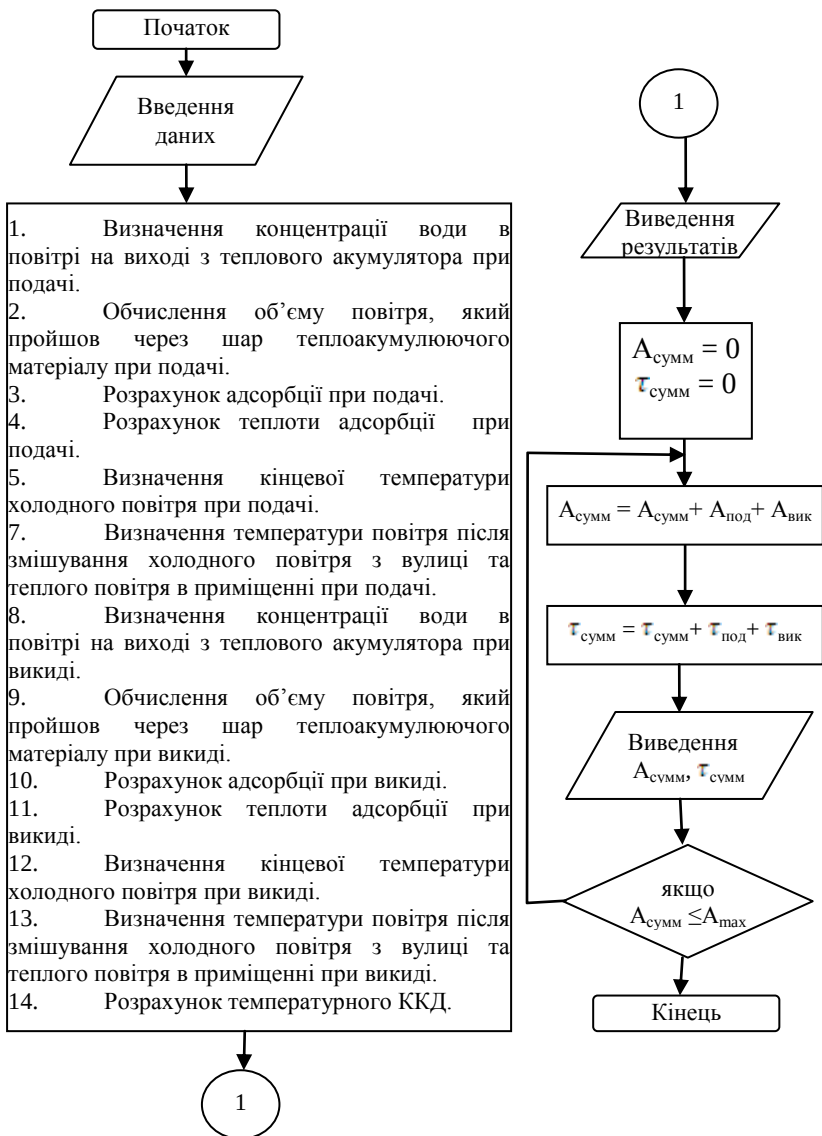


Рисунок 1 – Блок – схема розрахунку адсорбційного регенератора теплоти та вологи.

де C' – теплоємність повітря, $\text{кДж/м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$; $t_{\text{кін}}$ – температура внутрішнього повітря (біля теплового кінця регенератора); $V_{\text{вик}}$ – об'єм повітря,

що пройшов через шар теплоакумуючого матеріалу, при викиді, м^3 ; $C_{0, \text{кін}} -$ початкова абсолютна вологість повітря біля холодного кінця регенератора, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\Delta H_{\text{адсорб}} -$ теплота адсорбції при викиді, $\text{кДж}/\text{кг}$; $M_{\text{сорб}} -$ маса адсорбента, кг ; $C_{\text{кінцеву}} -$ кінцева абсолютна вологість при викиді, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Кінцеву абсолютну вологість на виході з регенератора, адсорбцію, теплоту адсорбції при подачі або викиді визначали аналогічно [2, 3]

Для апробації запропонованого алгоритму розрахунку використані експериментальні дані, представлені в роботі [4]. В якості адсорбенту використано композит «силікагель – натрій сульфат», синтезований згідно [4]. Результати розрахунків показали періодичну залежність температур на тепловому і холодному кінцях сорбційного регенератора, яка якісно відповідає дослідним даним. Відхилення розрахункових температур від експериментальних не перевищує $2 - 3^\circ\text{C}$ на холодному кінці регенератора, та $1 - 5^\circ\text{C}$ на тепловому. Коефіцієнт корисної дії регенератора по експериментальним даним склав приблизно 95%, а по розрахунковим приблизно 91%.

Таким чином, що дану математичну модель можна використовувати для якісної оцінки експлуатаційних характеристик сорбційних регенераторів в вентиляційних системах.

Пропонується використовувати сорбційний регенератор для підігріву припливного повітря в умовах типової трикімнатної квартири з електричними кухонними плитами, загальною площею 103 м^2 , висотою 2,5 метра. В якості адсорбційного матеріалу запропоновано використовувати композит, який містить 20 % силікагелю та 80 % натрій сульфату. Згідно результатів проведеного розрахунку теплове навантаження для підігріву припливного повітря складає близько $327,9 \text{ МДж}$ на добу.

Маса сорбенту, що відповідає тепловому навантаженню, складає за розрахунками дорівнює 94 кг , а об'єм 0.130 м^3 . Таким чином, буде оптимальним варіантом встановити в схему 3-х кімнатної квартири 4-ри сорбційні регенератори. Тоді, маса сорбента на регенератор складає 24 кг .

В умовах типового житлового помешкання температурні криві на тепловому та холодному кінцях регенератора виявляють періодичну природу. Причому зі зменшенням часу перемикавання (зміни напрямку) потоків спостерігається істотне зниження амплітуди залежностей температура – час, як на тепловому, так і на холодному кінцях пристрою. Це сприяє підвищенню коефіцієнта корисної дії. Максимальні значення коефіцієнтів корисної дії спостерігаються при швидкостях потоку вологого повітря $0,22 - 0,32 \text{ м}/\text{с}$ та часу перемикавання потоків близько $5 - 10 \text{ хв}$.

Час досягнення максимальної адсорбції від часу перемикавання потоків майже не залежить. Більш істотно впливає на нього швидкість потоку вологого повітря, що пов'язано з кількістю поданого повітря.

Також на ефективність роботи теплоакумуючого пристрою впливають метеорологічні умови, тобто температура зовнішнього повітря, зі збільшенням якої підвищується коефіцієнт корисної дії регенератора. Температура зовнішнього повітря на тривалість досягнення максимальної

концентрації майже не впливає. Зниження температури в кімнаті сприяє підвищенню коефіцієнта корисної дії.

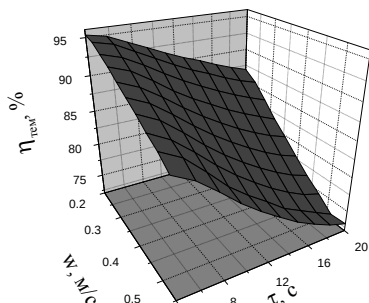


Рисунок 2 – Вплив швидкості потоку вологого повітря та часу перемикання потоків на температурний коефіцієнт корисної дії адсорбційного регенератора

спостерігаються при швидкостях потоку вологого повітря 0,22 – 0,32 м/с та часу перемикання потоків близько 5 - 10 хв.

Встановлена залежність температурного коефіцієнта корисної дії від температур зовнішнього та внутрішнього повітря. Показано зростання коефіцієнту корисної дії при збільшенні температур зовнішнього повітря в інтервалі від -25 – до -3°C.

Список літературних джерел

1. Östin R. Evaluation of a Single Family Low Energy Building in Cold Climate // Energy Procedia. – 2017. – Vol. 132. – P. 9 – 14.
2. Сухой, К. М. Алгоритм расчета эксплуатационных характеристик адсорбционного аккумулятора тепловой энергии для системы децентрализованного отопления [Текст] / К. М. Сухой, Е. В. Коломиец, Е. А. Беляновская // Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація : збірник наукових праць. – 2016. – № 1 (1). – С. 65 – 69.
3. Belyanovskaya E. A., Sukhyy K.M., Kolomiyets O.V., Sukhyy M.P. Operating processes parameters of open-type heat storage devices in heat supply systems // Наукові праці ОНАХТ. – 2017. – Т. 81, вип. 1. – С. 4 – 9.
4. Kolomiyets, O. V. Operating characteristics of adsorptive regenerator of low-potential heat and moisture based on composite sorbents 'silica gel – sodium sulphate and silica gel – sodium acetate' synthesized by sol – gel method [Text] / O. V. Kolomiyets, K. M. Sukhyy, E. A. Belyanovskaya, V. I. Tomilo, O. M. Prokopenko // Наукові праці ОНАХТ. – 2016. – Т. 80, вип. 1. – С. 108 – 113.

Проведено дослідження процесів експлуатації системи вентиляції на основі сорбційного регенератора теплоти та вологи. Розроблена методика визначення основних конструктивних характеристик сорбційного регенератора в умовах системи вентиляції в житлових приміщеннях.

Показана залежність величини температурного коефіцієнта корисної дії від швидкості пароповітряного потоку та часу перемикання потоків. Максимальні значення коефіцієнтів корисної дії

УПРАВЛІННЯ В АЛГЕБРАЇЧНИХ МОДЕЛЯХ ГІДРАВЛІЧНИХ ТРАКТІВ ТЕС

Ванін В. А., Кругол М. М., Лазуренко О. П.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

На сьогодні до 40% електричної енергії в Україні виробляється на теплових електричних станціях. Режим роботи ТЕС (теплові електричні станції) залежить від графіка навантаження енергосистем та змінюється на протязі доби в межах 50-100% номінальної потужності енергетичного блоку. В нічний період ТЕС працюють на мінімально допустимих параметрах блоку, на ковзаючих параметрах по пару або з повною зупинкою. В таких режимах роботи енергетичного блоку постає питання енергоефективного регулювання продуктивності механізмів власних потреб при значному зниженні навантаження блоку.

Здебільшого механізми власних потреб є відцентровими, а основними способами регулювання їх продуктивності є дроселювання та байпасування. На блоках потужністю 300 МВт використовуються живильні насоси з турбоприводом, що дає змогу регулювання продуктивності живильних насосів шляхом зміни швидкості обертання його робочого колеса. Таке регулювання в порівнянні з дроселюванням є більш ефективним по ККД (коефіцієнт корисної дії).

На сьогодні найбільш перспективним способом регулювання при модернізації ТЕС є використання перетворювачів частоти живлячої напруги. При цьому здебільшого використовується індивідуальні частотні приводи. Проблема впровадження групового частотного приводу механізмів власних потреб ТЕС розглядалась в [1].

Суть групового частотного приводу в живленні групи механізмів власних потреб, з близькими режимами роботи від одного перетворювача частоти. На механізми подається спільна живляча напруга частоти f . Виведення механізмів на необхідний режим роботи буде проводитись шляхом дорегулювання їх класичними методами – дроселюванням або зміною кута закриття направляючого апарату. Тоді задачею групового частотного регулювання продуктивності механізмів власних потреб є знаходження групової частоти та параметрів регулюючих органів групи механізмів, для яких ККД групи механізмів буде найвищим.

В даній роботі використовуються відомі аеродинамічні характеристики механізмів [2], оскільки пропонується реконструкція існуючого обладнання ТЕС.

Для алгебраїчної моделі елементів обладнання ТЕС необхідно отримати апроксимаційні залежності, що описують аеродинамічні характеристики відцентрових механізмів. Будемо характеризувати стан механізмів продуктивністю Q , частотою (числом обертів лопаток робочого колеса) f та кутом α - відкриття нерухомих лопатевих апаратів пристроїв. Для цього, по паспортним даним існуючих механізмів ТЕС будуються залежності напору від

продуктивності механізму та кута закриття направляючого апарату [2]. Дані залежності знаходяться на основі методу найменших квадратів.

$$H(Q, \alpha, f) = A_0(\alpha, f)Q^2 + A_1(\alpha, f)Q + A_2(\alpha, f) \quad (1)$$

Аналогічно знаходиться залежність для ККД

$$\eta(Q, \alpha, f) = B_0(\alpha, f)Q^3 + B_1(\alpha, f)Q^2 + B_2(\alpha, f)Q + B_3(\alpha, f) \quad (2)$$

Характеристику мережі, на яку працює відцентровий агрегат можна представити у вигляді

$$H_N = \xi Q^2 \quad (3)$$

При живленні електроприводу відцентрового механізму від перетворювача частоти, механізм буде працювати зі змінною швидкістю обертання робочого колеса, тому для подальшого аналізу роботи існуючих механізмів власних потре ТЕЦ у формули (1-3) необхідно ввести частоту живильної напруги. Для цього можна скористатися законами подібності відцентрових механізмів [3].

Виберемо

$$A_i(\alpha, f) = a_i(\alpha) \left(\frac{f}{f_0} \right)^{4-i}, \quad i=0,1,2, \quad B_i(\alpha, f) = b_i(\alpha) \left(\frac{f}{f_0} \right)^{3-i}, \quad i=0,1,2,3, \quad \text{тоді}$$

$$H(Q, \alpha, f) = a_0(\alpha) \left(\frac{f}{f_0} \right)^4 Q^2 + a_1(\alpha) \left(\frac{f}{f_0} \right)^3 Q + a_2(\alpha) \left(\frac{f}{f_0} \right)^2. \quad (4)$$

Як показано в [3] максимум ККД механізму при зміні швидкості обертання робочого колеса механізму зміщується, тому при змінній частоті живильної напруги можна представити у вигляді

$$\eta(Q, \alpha, f) = b_0(\alpha) \left(\frac{f_0}{f} \right)^3 Q^3 + b_2(\alpha) \left(\frac{f_0}{f} \right)^2 Q^2 + b_2(\alpha) \left(\frac{f_0}{f} \right) Q + b_3(\alpha) \quad (5)$$

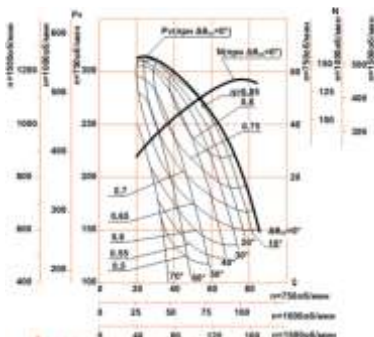


Рисунок 1 – Аеродинамічна характеристика вентилятора ВДН-17-3

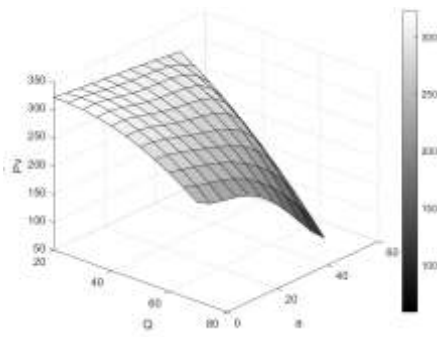


Рисунок 2 – Апроксимація аеродинамічної характеристики вентилятора ВДН-17-3 (1000 об./хв.)

Коефіцієнти функції $\{a_i(\alpha)\}_{i=0}^2$ та $\{b_i(\alpha)\}_{i=0}^3$ записуються у вигляді поліномів від α і знайдені методом найменших квадратів при апроксимації даних представлених на Рис. 1 – аеродинамічні характеристики дуттєвого вентилятора ВДН-17-3. Апроксимуюча поверхня, при деякій фіксованій частоті f в залежності (4) із робочого діапазону вентилятора, наведена на Рис. 2.

Розглянемо спочатку гідравлічний тракт який складається із вентилятора і гідравлічної мережі

При аналізі роботи відцентрових механізмів необхідно знайти робочу точку спільної роботи механізму та мережі. Для цього необхідно вирішити систему рівнянь.

$$\begin{cases} H = H(Q, \alpha, f) \\ H_N = H_N(Q) \\ H = H_N \end{cases} \quad (6)$$

При вирішенні системи рівнянь (6), прирівнявши перший та другий вирази, отримаємо наступну залежність

$$H(Q, \alpha, f) = H_N(Q).$$

З якої можна виразити продуктивність механізму, як функцію від двох параметрів – частоти живильної мережі f та кута закриття його направляючого механізму - α .

$$Q = Q(\alpha, f).$$

Тобто, для заданої продуктивності механізму можна однозначно підібрати пару значень «частота - кут закриття направляючого механізму». Для вирішення проблеми енергоефективного керування відцентрових механізмом необхідно з множини таких пар підібрати пару з найвищим ККД. Множина значень $(\alpha, f) \in D$ - сукупність технічно реалізованих в механізмі параметрів. Оптимальну пару $(\alpha^*, f^*) \in D$ знайдемо розв'язавши задачу

$$(\alpha^*, f^*) = \arg \max_{\alpha, f \in D} \eta(Q(\alpha, f), \alpha, f). \quad (7)$$

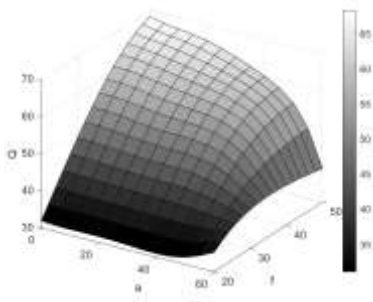


Рисунок 3 – Залежність продуктивності механізму

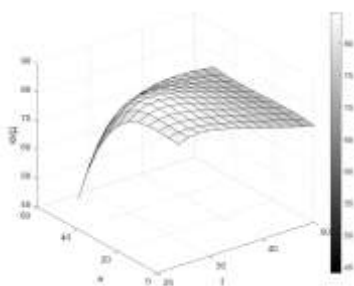


Рисунок 4 - Залежність ККД механізму для продуктивності 30 тис. м³/год

Розв'яжемо задачу (7) графічним методом. На Рис.3 показана залежність продуктивності вентилятора ВДН-17-3 при його роботі на мережу. На Рис.4 показана поверхня зміни ККД для даного механізму для фіксованого значення продуктивності 30 тис. м³/год.

Із Рис.4 можна побачити чіткий локальний максимум для режиму роботи, що відповідає частоті живильної напруги $f^* = 27$ Гц та куту закриття направляючого апарату $\alpha^* = 20$ град.

Впровадження групового регулювання значень α, f при заданій продуктивності $\{Q_i\}_{i=1}^n$ декількох механізмів власних потреб необхідно вирішити наступну задачу. Оптимальний стан групи механізмів будемо оцінювати єдиним ККД у вигляді

$$\eta(\vec{\alpha}, f) = \sum_{i=1}^n \beta_i \eta_i(Q_i, \alpha_i, f), \quad (8)$$

де $\vec{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ – вектор кутів повороту лопаток направляючих апаратів механізмів.

Для лінійної комбінації ККД механізмів власних потреб необхідно вирішити наступну задачу для (8)

$$(\vec{\alpha}^*, f^*) = \arg \max_{\alpha, f \in D} \eta(\vec{\alpha}, f) \quad (9)$$

Вагові коефіцієнти β_i розраховується в залежності від відношення потужності приводу відцентрового механізму до сумарної потужності групи механізмів, що розглядається. Оптимальне значення ККД групи механізмів буде відповідати вектору $(\vec{\alpha}^*, f^*)$ технічних параметрів групи механізмів, що розглядається.

Наступним кроком у вивченні питання впровадження групового способу регулювання продуктивності механізмів власних потреб може стати визначення економічного ефекту від його впровадження на існуючих ТЕС України.

Список літературних джерел

1. Лазуренко А.П. Использование группового регулирования механизмами собственных нужд ТЭЦ для повышения КПД в летний период / А.П. Лазуренко, Н.М. Кругол // Вісник НТУ «ХП». Сер.: Енергетика: надійність та енергоефективність. – 2014. – № 56(1098). – С. 78–82
2. Каталог оборудования 2013-2014г. ООО «НПО «Донвентилятор»» Ч. 2 – Тягодутьевые машины
3. Вахвахов Г. Г. Работа вентиляторов в сети / Г. Г. Вахвахов. – М.: Стройиздат, 1975. – 101 с.

ПОБУДОВА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИРОБНИЦТВА АЗОТНОЇ КИСЛОТИ

Васильченко Я. А., Манко Г. І.

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

Слабка (неконцентрована) азотна кислота широко застосовується у промисловості, зокрема для виробництва мінеральних добрив. Отримують її каталітичним окисленням аміаку киснем повітря з подальшою абсорбцією оксидів азоту. На стадії окислення аміаку використовують платиновий каталізатор.

Відомо [1], що для оптимального управління виробництвом неконцентрованої азотної кислоти потрібно рішення наступних завдань :

- формалізація постановки завдання оптимального управління виробництвом слабкої азотної кислоти;
- побудова кінетичних моделей реакцій;
- розробка математичної моделі процесу, придатної для цілей управління;
- створення алгоритмів і методів розрахунку на основі використання математичних моделей;
- забезпечення сумісності моделей промислової і екологічної підсистем.

Рішення перших двох завдань достатньо розкриті в наукових публікаціях. Що стосується інших, то запропоновані дослідниками моделі побудовані зі значними спрощеннями і допущеннями, утруднює побудову ефективних систем управління..

Нами були розроблені математичні моделі найважливіших апаратів виробництва слабкої азотної кислоти – контактного апарату, котла-утилізатора та ін. у формі, придатній для синтезу автоматизованої системи управління.

Математична модель контактного апарату включає рівняння матеріального і теплового балансу, які дозволяють розрахувати температуру контактування. Це в свою чергу дає можливість розрахувати ступінь конверсії на кожній каталізаторній сітці. Розрахунок можна проводити по пакету сіток в цілому або методом «від сітки до сітки». Модель для першого варіанту являє собою систему з одинадцяти нелінійних алгебраїчних рівнянь і вимагає введення коректуючих коефіцієнтів для врахування змін швидкості реакцій. Модель за методом «від сітки до сітки» значно складніша, оскільки треба враховувати варіацію вмісту оксиду азоту у газовому потоці на кожній сітці.

Математична модель для першого варіанту реалізована у середовищі MATLAB і перевірена на відповідність даним експериментальних досліджень в ході комп'ютерного експерименту. Перевірка моделі велась по величині ступеня конверсії та температурі нітрозних газів шляхом порівняння розрахункових та експериментальних даних. Порівнювались значення ступеня конверсії α , отримані лабораторним шляхом і розраховані по моделі.

Виявлено, що відхилення цих значень не перевищують межу похибки лабораторного визначення α .

Методом імітаційного моделювання з використанням отриманої моделі були досліджені залежність степені конверсії аміаку від температури, тиску, навантаження на апарат, процентного вмісту аміаку. Були отримані деякі цікаві закономірності. Виявлено, що підігрів АПС на вході у контактний апарат знижує ступінь конверсії аміаку. Тобто необхідність підігріву АПС відпадає, що дозволяє знизити енергетичні витрати.

Комп'ютерна реалізація таких математичних моделей здійснюється за допомогою пакетів Statistics and Machine Learning Toolbox системи MATLAB.

Математичні моделі котла-утилізатора, окиснювача і підігрівача повітря будувались на основі ідентичних нелінійних диференціальних рівнянь. Котел-утилізатор розглядався як реактор неперервної дії, у якому процес протікає при теплообміні через поверхню теплопередачі без перемішування у напрямі газового потоку [2]. Для побудови моделі його було розділено на три ділянки: пароперегрівач, перша і друга зони випаровування. У пароперегрівачі маємо випадок перехресного току. Розрахунки зводяться до еквівалентного випадку теплообміну в протivotоті і поправки, яка визначає, наскільки збільшується поверхня теплообміну, якщо замість протivotоту є наявним перехресний ток. Вважаємо, що у першій зоні, як і у пароперегрівачі, відбувається тільки теплообмін, а власне реактором вважаємо другу зону випаровування. Остання описується системою з трьох нелінійних диференціальних рівнянь, які описують хімічну кінетику і розподіл температур вздовж апарату.

У середовищі MATLAB ці диференціальні рівняння розв'язувались у графічному середовищі Simulink за допомогою блоку Delay Differential Equations (DDE). Для більш детального вивчення ходу процесу та реакцій, що в ньому протікають, побудована Simulink-модель котла-утилізатора, з використанням якої можна точно підібрати необхідну площу поверхні теплопередачі апарату. Оскільки така модель включає усі параметри технологічного режиму, вона є придатною і для виявлення оптимальних значень цих параметрів.

Подальше використання розроблених моделей дозволить вирішувати різні задачі підвищення ефективності виробництва слабкої азотної кислоти, наприклад, задачі оптимізації технологічних режимів, що забезпечують зменшення як енергетичних витрат, так і втрат платини, задачі дослідження і розрахунку ряду пристроїв, задач автоматизації управління технологічними процесами.

Список літературних джерел

1. Зубаков, А.П. Математическое моделирование и оптимальное управление природо-промышленными системами / А.П. Зубаков // Вестник ТГУ. – 2009. – Т 14. – Вып. 5. – С. 1027–1032.
2. Корсаков-Богатов, С.М. Химические реакторы как объекты математического моделирования / С.М. Корсаков-Богатов. – М. : Изд-во «Химия», 1967. – 342 с.

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ВЫБОРУ СОСТАВА БРИКЕТИРУЕМОЙ ШИХТЫ И ЕЕ СВОЙСТВ

Вашенко С. В.¹, Худяков А. Ю.¹, Баюл К. В.¹,

Солодкая Н. А.², Прокудина Э. Б.¹

¹ ИЧМ им. З. И. Некрасова НАНУ, Днепр, Украина

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

Оптимизация состава брикетируемой шихты и ее свойств является одной из самых сложных задач при разработке технологий и оборудования для брикетирования, т.к. помимо многообразия изменяющихся переменных параметров необходимо учитывать неоднозначность и противоречивость их влияния одновременно на процесс производства брикетов, а также их поведение в металлургическом переделе. Каждый из компонентов шихты – основной материал или связующая добавка, должен, с одной стороны, способствовать достижению наибольшей эффективности технологических процессов брикетирования, с другой – способствовать получению брикетов с требуемыми металлургическими качествами.

Сотрудниками Института черной металлургии НАН Украины (ИЧМ) предложен новый научно-методический подход к выбору оптимального состава брикетируемой шихты и ее свойств, который в дальнейшем будет являться основой разрабатываемого метода многокритериальной оптимизации, позволяющего осуществлять поиск наилучшего решения, одновременно оптимизируя ряд конфликтующих целевых функций.

При разработке научно-методического подхода использованы результаты выполненных ранее специалистами ИЧМ экспериментальных и теоретических исследований, направленных на разработку и внедрение на различных металлургических предприятиях технологий брикетирования широкого спектра мелкофракционных материалов [1-5], а также информация из существующих литературных источников из области производства брикетов и опыта их использования в различных технологических переделах.

Первоначально были выделены и проанализированы основные аспекты влияния компонентного состава и свойств брикетируемых шихт на технологические и энергосиловые характеристики процесса формирования брикетов, а также условия их применения в металлургических переделах. В результате анализа рассмотренных аспектов систематизированы и рассмотрены четыре направления поэтапной оптимизации состава брикетируемых шихт и их свойств:

технологические условия прессования шихты в межвалковом пространстве пресса;

физико-механические характеристики брикетов;

металлургические свойства брикетов;
экономическая целесообразность использования возможных
брикетуемых компонентов.

Для каждого из рассмотренных направлений сформулированы обязательные технологические условия, которым должна соответствовать брикетуемая шихта, а также обоснован комплекс критериев оптимальности, на основании которых в дальнейшем будет осуществляться сопоставительная оценка возможных вариантов составов шихт и выбор из них оптимальный [6].

Список литературных источников

1. Маймур Б. Н. Брикетирование металлургического сырья. Актуальность и пути развития метода / Б. Н. Маймур, А. Ю. Худяков, В. И. Петренко, С. В. Ващенко, К. В. Баюл // Бюл. научно-технической и экономической информации. Черная металлургия. – Вып. 1. – 2016. – С. 74-81.
2. Маймур Б. Н. Исследование влияния свойств мелкофракционных шихтовых материалов на их уплотнение в валковых брикетных прессах / Б. Н. Маймур, И. Г. Муравьева, В. И. Петренко, С. В. Ващенко // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научн. трудов ИЧМ НАН Украины. Вып. 28. – К.: Наукова думка. –2014. – С. 310 – 325.
3. Худяков А. Ю. Теоретические основы методики расчета и составления шихт с минимальной порозностью / Худяков А.Ю., Ващенко С.В., Бойко М.Н., Баюл К.В., Семенов Ю.С. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. - № 7. – С. 23–32.
4. Ващенко С. В. Исследование условий и механизмов формирования прочностных связей в прессовках при брикетировании мелкофракционных шихтовых материалов / С. В. Ващенко, Б. Н. Маймур, В. И. Петренко, К. В. Баюл, А. Ю. Худяков, Н. А. Солодка, Э. Б. Прокудина // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научн. трудов ИЧМ НАН Украины. Вып. 30. – К.: Наукова думка. –2015. – С. 347 – 362.
5. Баюл К. В. Исследование зависимостей между параметрами уплотнения и упругим последствием с учетом свойств брикетуемых материалов / К. В. Баюл, А. Ю. Худяков, С. В. Ващенко // «Компьютерное моделирование и оптимизация сложных систем (КМОСС-2015)»: материалы 1 Всеукраинской международной конференции / Министерство образования и науки Украины ДВНЗ УДХТУ: – Днепропетровск: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – Ч. 1. – С. 31–37.
6. Ващенко С. В. Разработка научно-методического подхода к выбору состава брикетуемой шихты и ее свойств / С. В. Ващенко, А. Ю. Худяков, К. В. Баюл, Ю. С. Семенов // Сталь. 2018. № 8. С. 2–6.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ У ГАЗОРІДИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Венгрович Д. Б., Денисюк І. І., Бєлінський І. В.,
Лемешко В. А., Юшицина Я. О.

Інститут геофізики ім. С. І. Суботіна НАН України, Київ, Україна

Широке практичне використання акустичних хвиль в сейсмології, сейсморозвідці, гідроакустиці, нафто газовидобуванні та в інших галузях [1–3] ставить задачу врахування впливу властивостей, характерних для реальних середовищ і, зокрема, для газорідних сумішей, на їх поширення.

Опис поширення акустичних хвиль у двофазному середовищі (рідина–пухирці газу) в загальному випадку включає доволі складні рівняння стану, які враховують властивості системи пухирів як резонансних нелінійних осциляторів із затуханням. На практиці звичайно використовуються більш чи менш грубі моделі. Нами розглянута найбільш проста форма рівнянь, яка, проте, відображає основні особливості рідини з пухирями газу як нелінійного середовища із дисперсією [1, 2].

$$\frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \rho_0 n_0 \frac{\partial^2 V}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + \omega_0^2 V = -\varepsilon p, \quad (2)$$

де p – акустичний тиск; V – збурення об'єму пухирця;

c_0 – швидкість звуку в рідині; n_0 – число пухирів в одиниці об'єму

(концентрація пухирів), $\omega_0^2 = \frac{3\gamma p_0}{\rho_0 R_0^2}$; ρ_0 , p_0 – початкові значення густини та

тиску в газорідній суміші; R_0 – рівноважне значення радіуса пухирця,

$\varepsilon = \frac{4\pi R_0}{\rho_0}$; γ – показник адиабати газу в пухирі.

Система рівнянь (1), (2) зводиться до рівняння

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - \rho_0 n_0 \varepsilon p = \omega_0^2 \rho_0 n_0 V. \quad (3)$$

Розв'язок неоднорідного диференційного рівняння (3) визначений за нульових початкових умов для прошарку газорідної суміші заданої товщини l при наступних граничних умовах:

$$p(x=0)=p_m \sin \Omega t ; \quad p(x=l)=0 \quad (4)$$

при умові, що об'єм газового пухиря V змінюється відповідно залежності $V=V_0(1+a \sin \omega_0 t)$, де Ω - частота акустичної дії; a – постійна величина,

$V_0 = \frac{4}{3} \pi R_0^3$ (початковий об'єм пухиря); ω_0 - власна частота коливань пухиря.

Розв'язок рівняння (3) знайдений із застосуванням методів операційного числення, теореми обернення та теорії лишків [4].

Показано, що газорідинне середовище, яке описується рівнянням (1) і (2), має дисперсійні властивості. Дисперсійне співвідношення для цього середовища наступне:

$$k^2 = \frac{\omega^2}{c_0^2} \left(1 + \frac{\omega_2^2}{\omega_0^2 - \omega^2} \right), \quad (5)$$

де $\omega_2^2 = c_0^2 \rho_0 n_0 \varepsilon = \frac{c_0^2 3z}{R_0^2}$ (z – концентрація пухирів в середовищі).

Із співвідношення (5) видно, що фазова та групова швидкості залежать від частоти ω_0 та концентрації пухирів.

При вихідних параметрах: $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$; $c_0 = 1500 \text{ м/с}$; $R_0 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; $\omega_0 = 2108185 \text{ с}^{-1}$; $a = 4 \text{ м}$; $V_0 = 4,1888 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3$; $p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $p_m = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $l = 1 \text{ м}$ проведені чисельні розрахунки акустичних хвиль тиску в газорідинній суміші залежно від частоти акустичної дії, концентрації газових пухирів у рідині на відстані $x = 0,5 \text{ м}$ від джерела акустичної дії та на відстанях $x = 0,2 \text{ м}$; $0,5 \text{ м}$; $0,7 \text{ м}$; 1 м (при $z = 1 \cdot 10^{-8}$).

Таблиця 1 – Результати досліджень поля тиску $\bar{p}(p/p_m)$ від z

Частота акустичної дії Ω , кГц	Концентрація z пухирів					
	0	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}
1	p/p_m					
	1,0	1,00041	1,0050	1,0502	1,7125	3,64
10	p/p_m					
	1,0	1,0001	1,0021	1,0210	1,230	4,150
33,55	p/p_m					
	1,0	1,246	1,247	1,262	1,427	4,583

Таблиця 2 – Результати досліджень поля тиску $\bar{p}$ від відстані $\bar{x} = x/l$

Частота акустичної дії Ω , кГц	Безрозмірна відстань $\bar{x}$				
	0	0,2	0,5	0,7	1
1	$\bar{p}$				
	1	0,4607	1,7125	1,6890	0
10	$\bar{p}$				
	1	1,3540	1,230	0,2405	0

Результати чисельних розрахунків приведені в таблицях 1, 2. Із даних таблиці 1 випливає, що при збільшенні концентрації пухирів z до величини $1 \cdot 10^{-7}$ тиск в газорідинній суміші підвищується в 3,64 рази на частоті дії 1 кГц, в 4,15 разів – на частоті дії 10 кГц, а на частоті 33,55 кГц підвищення тиску складає 4,583 рази. При подальшому збільшенні концентрації пухирів модель газорідинного середовища не працює [1]. Зауважимо, що цей результат погоджується з результатами роботи [5], де встановлено, що при концентрації пухирів $z \leq 10^{-7}$, коли поглинання мале, при акустичній дії тиск на осі випромінювача росте із збільшенням вмісту пухирів.

Отримані результати можуть знайти застосування при розробці технологій акустичної обробки нафтогазоносних пластів на пізній стадії їх експлуатації при наявності в них пухирів газу, з метою підвищення дебіту видобутку енергоносіїв.

Список літературних джерел

1. Руденко О.В., Солюян С.И. Теоретические основы нелинейной акустики. – М.: Наука, 1975. – 288 с.
2. Нагорний В.П. Импульсно-хвильове оброблення нафтогазоносних пластів / В.П. Нагорний, І.І. Денисюк. – Київ: Інтерсервіс, 2015. – 200 с.
3. 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, # 5. – P. 449–507.
4. Мартыненко В.С. Операционное исчисление. – Киев.: Вища школа, 1973. – 268 с.
5. О влиянии пузырьков газа на характеристики параметрического излучателя звука / А.Л. Полякова, О.Ю. Сильвестрова // Акустический журнал. – 1985. – Т. 31. – № 5. – С. 691–693.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОСАДЖЕННЯ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ШЛІФОВАЛЬНОГО ШЛАМУ

Вернігора В. Д, Надригайло Т. Ж., Зюзь О. В.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

В даний час практично у всіх галузях народного господарства знаходять застосування порошки металів і вироби з них. Методами порошкової металургії виготовляються конструкційні деталі машин і механізмів; фільтри для очищення рідин і газів; тверді сплави і швидкорізальні сталі для обробки металів різанням; матеріали ущільнювачів для газових турбін, насосів, вакуумного і іншого устаткування; контакти, магніти, ферити для виробів електро- і радіотехнічної промисловості; жароміцні композиційні матеріали та інші. Звісно така сфера застосування може бути забезпечена тільки можливістю отримання матеріалів з широким діапазоном фізико-механічних властивостей, що досягаються за рахунок варіювання як хімічним складом, так і технологічними прийомами їх обробки.

Початковим матеріалом в порошковій металургії є металеві частинки замість традиційних зливків. Найчастіше використовуються порошки, розмір частинок яких знаходиться в межах від 0,1 мкм до 50–100 мкм.

Численні методи отримання металевих порошків поділяють на дві групи. До першої відносять фізико-механічні способи, до другої – хіміко-металургійні. При цьому кожен з названих способів істотним чином визначає властивості порошків: розміри і форму частинок, стан поверхні.

В основу фізико-механічних способів отримання порошків покладені методи механічного подрібнення металів в твердому стані. В останньому випадку мова йде про процеси розпорошення або грануляції рідких металів. Механічне подрібнення металів в твердому стані (помел), як в нашій країні, так і за кордоном, зазвичай застосовують для подрібнення різних матеріалів, що використовуються в інших видах виробництва. Лише останнім часом зросла увага до цього методу, у зв'язку з підвищеним інтересом до використання відходів металообробки (металевої стружки, обрізу і шліфувального шламу), як сировини для порошкової металургії.

Достатньо ефективним є метод подрібнення матеріалів у водному середовищі за допомогою ультразвуку. При цьому коливання, що утворюються у воді, за певних умов викликають ефект кавітації – "розриви" в рідині. При таких "розривах" розвивається місцевий тиск до 100 МПа, який руйнує довколишні тіла, що піддаються подрібненню.

Механічне подрібнення металів в твердому стані здійснюється за допомогою: різання, помелу металу у вихрових, кульових і вібраційних млинах, а також в інших пристроях, в яких матеріал, обробляється підлягає ударній дії або тертю.

Розпорошення рідких металів є простим технологічним процесом отримання порошку алюмінію, цинку, міді, сплавів на основі заліза, а також високолегованих сплавів. У цього процесу є декілька параметрів, змінюючи які можна істотно впливати на властивості порошків. Суть розпорошення полягає в руйнуванні струменя розплавленого металу газовим потоком.

Одним з перспективних методів отримання металевого порошку є вилучення металевих частинок з шліфувальних шламів абразивної обробки металів.

Створення устаткування і комплексних систем для вилучення металевих частинок з шламі абразивної обробки металів вимагає вирішення ряду задач:

- теоретичного дослідження процесів вилучення металевих частинок з шламі;
- створення нових видів ефективного устаткування для вилучення металевих частинок;
- експериментального дослідження технологічних і конструкційних параметрів устаткування, визначення його оптимальних параметрів і створення інженерних методик розрахунку;
- розробки інженерних рекомендацій для компоновки комплексних систем, що забезпечують розділення абразивних і металевих частинок і очищення їх від мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) і масел.

Найбільш відповідальною технологічною операцією вилучення їх частинок з шламі абразивної обробки металів є розділення твердих частинок – металу і абразиву по щільності в процесі їх руху у мийному жолобі [1].

В даній роботі приведений спосіб вилучення металевих частинок з шламі абразивної обробки металів. Розроблений технологічний процес і комплексна система обладнання для вилучення металевих частинок з шламі абразивної обробки металів. Приведені теоретичні і експериментальні дослідження процесу миття твердих частинок шламу. Розроблено математичну модель руху металевих і абразивних частинок в миючому розчині. Для реалізації розробленої моделі використовувались методи: розщеплення по фізичним факторам для розв'язку рівняння Нав'є–Стокса та Ейлера для знаходження траєкторій руху частинок. Розроблена програма, що дозволяє отримати траєкторії руху металевих і абразивних частинок в миючому розчині. За допомогою програми проведено чисельне дослідження для частинок величиною: металевих – 18 мкм – 500 мкм, абразивних – 31 мкм – 200 мкм.

Були отримані параметри установки для вилучення металевих частинок зі шламу: довжина жолобу $L=0.5$ м, горизонтальний потік $Q_x=0,0025\text{ м}^3/\text{с}$, вертикальний $Q_y=0,009\text{ м}^3/\text{с}$, форсунки розташовані на відстані 0,05 м одна від одної по всій довжині.

Виготовлено дослідну установку та проведені експериментальні дослідження вивчення руху твердих частинок шламу в потоці миючого розчину. Шляхи подальшого удосконалення моделі полягають у встановленні повної відповідності розрахунків лабораторним дослідженням.

Список літературних джерел

1. Вернигора В.Д. Извлечение металлических частиц из шламов абразивной обработки металлов / В.Д. Вернигора, О.М. Коробочка // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб., 2008, Вип. №32(73), С. 26–32.

РОЗРАХУНКОВІ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ СКІНЧЕНИХ ТА ГРАНИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРИВИМІРНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ

**Дегтярьов К. Г.¹, Гнітько В. І.¹, Стрельнікова О. О.¹,
Тонконоженко А.М.²**

¹Інститут проблем машинобудування ім. А.М.Підгорного НАН України

²ДП КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля

Пружні нанокompозити до сучасних технологічних матеріалів, які широко використовуються на практиці для відповідальних покриттів інженерних споруд та систем завдяки їх внеску в значне зміцнення за збереження легкості відповідальних об'єктів. Тому розробка нових методів для ефективного вивчення властивостей нанокompозитів різноманітні надзвичайно актуальна.

В цій роботі для дослідження локальних деформаційних та міцнісних властивостей нанокompозитів з поодинокими нановключеннями або неоднорідностями здійснені гранично-елементне та скінченно-елементне формулювання тривимірних задач статичного навантаження. Зауважимо, що важливою особливістю запропонованих гранично-елементних моделей є зменшення розмірності результуючої системи рівнянь через врахування умов неперервності міжфазних переміщень зі сторони матриці і нановключення (нанонеоднорідності) у граничні інтегральні рівняння. За нульових пружних характеристик нановключення отримано систему ключових інтегральних і диференціальних рівнянь на поверхні нанопори та нановключення у тривимірній пружній матриці за статичного навантаження.

Скінченно-елементні формулювання здійснено при врахуванні умов повного контакту на нанорозмірних поверхнях поділу матеріалів.

З метою адаптації розрахункових гранично-елементних моделей для поодинокого нановключення до подальшого числового аналізу у просторовій області запропоновано схеми регуляризації отриманих граничних інтегральних рівнянь з сингулярностями різного порядку у ядрах від входження фундаментальних розв'язків відповідних статичних задач континуальної механіки. Здійснено явне адитивне виділення сингулярностей у рівняннях гранично-елементної моделі.

Отримано спеціальні інтегральні подання аксіально-симетричної задачі теорії пружності, що дозволяють задовольняти класичні або некласичні контактні умови на нанорозмірних поверхнях поділу та дають можливість проводити числовий аналіз локальних пружно-статичних властивостей тривимірних нанокompозитів із поодиноким нановключенням у вигляді тіла або оболонки обертання за допомогою поєднання методів скінченних та граничних елементів. Основні рівняння можна доповнити некласичними контактними умовами Гертіна-Мердока, які з механічної точки зору наділяють поверхню поділу матриці і нанорозмірного включення мембранними властивостями і поверхневим натягом, а з математичної – вимагають

неперервності компонент переміщень за присутності розмірно залежних від переміщень стрибків компонент напружень [1].

Здійснено зведення двовимірних поверхневих сингулярних рівнянь теорії пружності до одновимірних для випадку, коли область інтегрування є поверхнею обертання. Це дозволяє розробити лише одну процедуру для визначення пружних характеристик, яку можна буде використовувати для опису пружних переміщень та зусиль як у матриці, так і у нановключенні. На першому етапі розглядаємо випадок розтягування вздовж однієї з координатних осей. В точках матриці та включення отримуємо дві системи сингулярних інтегральних рівнянь відповідно. З кожної з цих систем знаходимо зусилля на поверхні розділу як функції відповідних переміщень. Це дає змогу на нанорівневій поверхні розділу використовувати як умови ідеального контакту, так і некласичні контактні умови Гертгіна-Мердока.

З метою побудови стійких числових алгоритмів розв'язання одновимірних систем сингулярних інтегральних рівнянь виконано аналіз сингулярностей в ядрах отриманих інтегральних операторів осесиметричної задачі теорії пружності. Доведено, що сингулярні ядра містять два типи особливостей: логарифмічну особливість та особливість типу Коші. Для обчислення сингулярних операторів осесиметричної задачі проаналізовано методи допоміжної поверхні, зведення до одновимірних несингулярних інтегралів шляхом адитивного виділення особливості та метод анулювання ядра, коли застосовується допоміжне асимптотичне ядро. На основі цього аналізу запропоновано новий ефективний метод обчислення необхідних сингулярних операторів. Він заснований на процедурі зведення до одновимірних сингулярних інтегралів. Для обчислення складових, що містять еліптичні інтеграли другого роду, запропоновано використовувати метод Гауса, що використовує середнє арифметико-геометричне значення. Для обчислення інтегралів з логарифмічною сингулярністю отримані спеціальні квадратурні формули, що є точними для багаточленів заданого степеня.

Для числової симуляції в методі граничних інтегральних рівнянь передбачається введення функцій форми другого порядку для інтерполяції, апроксимація невідомих інтерполяційними многочленами, та застосування методу колокацій для задоволення граничних інтегральних рівнянь у всіх вузлових точках сітки граничних елементів. Для оптимізації і точності обчислень ефективних властивостей нанокомпозитів важливо, що у запропоновану схему потрібно залучати лише межові значення зусиль зі сторони матриці і нановключення на міжфазній поверхні розділу, які є безпосередніми розрахунковими функціями у описаних вище гранично-інтегральних формулюваннях.

Розроблено гранично-інтегральну модель тривимірної статичної задачі для нанокомпозитного матеріалу в аксіально-симетричному формулюванні з використанням кругового циліндру та циліндричної оболонки з закругленими кінцями в якості матриці та наповнювального елемента, відповідно. Тривимірну задачу було зведено до розв'язання одновимірної системи сингулярних інтегральних рівнянь відносно невідомих переміщень та напружень на поверхнях інтерфейсу. Знайдено аналогію з моделями теорії

потенціалу для оболонок обертання з рідиною при використанні методу граничних суперелементів [2]. Це дозволило отримати тестові задачі з відомими розв'язками для валідації числового алгоритму розв'язання одновимірної системи сингулярних інтегральних рівнянь. Розроблено математичну модель на основі методу скінченних елементів, що дозволить побудувати періодичну структуру нанокompозиту.

Розроблено алгоритми числового розв'язання граничних інтегральних рівнянь, що виникають в осесиметричних задачах теорії пружності на основі редукованого методу граничних елементів. На основі проведеного аналізу ядер в виразах фундаментальних матриць для переміщень та зусиль з'ясований характер особливостей інтегральних операторів. Розвинуто ефективні методи обчислення повних еліптичних інтегралів першого та другого роду, при цьому виділено логарифмічну особливість в еліптичному інтегралі першого роду, та отримано квадратурні формули для обчислення інтегралів з такою сингулярністю із заданою точністю.

Побудовані алгоритми для обчислення інтегралів, що мають особливість типу Коші. Проведено тестування побудованих алгоритмів, зроблено порівняння з відомими аналітичними розв'язками.

Аналітичні розв'язки сингулярних інтегральних рівнянь обмежуються простими геометричними формами тіл, а також неможливістю вивчення тріщин або включень, і, отже, необхідно використовувати обчислювальні методи. Запропонований підхід спирається на реалізацію методу граничних елементів при переході від безперервних моделей до їх дискретних аналогів. Для цього ми використовуємо метод граничних суперелементів, запропонований Бреббіа та ін [3].

Розроблений алгоритм розв'язання граничних інтегральних рівнянь для осесиметричних задач статки пружних тіл формує розрахункову базу для визначення пружних властивостей тривимірного композиту в осесиметричному формулюванні. Проведено адаптацію методу гомогенізації Максвелла на випадок нанонеоднорідностей неканонічної форми.

Метод скінченних елементів застосовано для визначення напружено-деформованого стану різних репрезентативних об'ємних елементів тривимірних нанокompозитів. Головна мета полягає у вивченні впливу форм і відносних розмірів неоднорідностей та матриць репрезентативного об'єму на ефективний модуль пружності нанокompозитів. Розглядаються матриці у вигляді гексагональної призми та циліндра скінченних розмірів. Неоднорідності розглядаються у вигляді сфер або циліндрів із закругленими краями.

Використовуючи метод скінченних елементів, ми розглядаємо такі форми матриць для репрезентативних об'ємних елементів: циліндр, гексагональна призма та мульти-матриця. На першому етапі розроблення схем розрахунків було залучено лише класичні умови контакту. Умови кріплення реалізовані у вигляді жорсткого защемлення одного з шестикутників. Навантаження подається на другий шестикутник як сила розтягування. Як матриця, так і область включення поділяються на тетраедричні скінченні елементи.

Розроблено методику дослідження напружено деформованого стану різних репрезентативних об'ємних елементів тривимірних нанокомпозитів з метою вивчення впливу форм і відносних розмірів неоднорідності та матриці репрезентативного об'ємного елемента на ефективні модулі пружності нанокомпозитів. Розглянуто матриці у вигляді шестигранної призми та циліндру скінченних розмірів. Неоднорідності вважалися сферами або циліндрами зі сферичними кромками. Матеріал неоднорідності мав модуль пружності, що значно перевищував модуль пружності матриці. Для числової симуляції використовувалися методи скінченних та граничних елементів. Метод граничних елементів застосовувався в осесиметричному формулюванні. Досліджено випадок, коли репрезентативний об'єм має дві неоднорідності однакової форми. Отримані результати порівняно з даними для поодинокого включення. Результати розрахунку демонструють зміну напружено деформованого стану та осереднених властивостей нанокомпозиту для різних репрезентативних об'ємних елементів

Розроблено також підхід, заснований на сумісному використанні МГЕ та МКЕ, який дозволяє ефективно аналізувати репрезентативні об'ємні елементи з трубчастими і оболонковими включеннями.

Переваги запропонованого сполученого методу МГЕ-МКЕ полягають у такому. Ми уникаємо громіздкої дискретизації, коли використовується лише МКЕ. Ця дискретизація потребує застосування скінченних елементів дуже малих розмірів, особливо в околі оболонкового включення. Якщо ми використовуємо лише МГЕ, то при дискретизації внутрішньої частини тонкої оболонки виникнуть значні труднощі, пов'язані з близькістю поверхонь оболонки. У запропонованому методі ми використовуємо теорію тонких оболонок, і відповідно до її понять, невідомі розглядаються на середній поверхні оболонки. Тобто запропонований метод при розв'язанні такої задачі не містить недоліків, притаманних несумісному використанню МКЕ та МГЕ. Цей підхід відкриває нові можливості для оцінки міцносних характеристик тривимірних пружних структур з нанорозмірними неоднорідностями загальної форми.

Список літературних джерел

1. Ravnik, J., Strelnikova, E., Gnitko V., Degtyarev, K., Ogorodnyk, U., BEM and FEM analysis of fluid-structure interaction in a double tank, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 67, pp. 13-25, 2016.
2. Gnitko, V., Degtyarev, K., Naumenko, V., Strelnikova, E., Coupled BEM And FEM Analysis of fluid-structure interaction in dual compartment tanks *Int. Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, 6(6), pp. 976-988, 2018.
3. Brebbia, C.A., Telles, J.C.F & Wrobel, L.C., *Boundary element techniques: theory and applications in engineering*. Springer-Verlag: Berlin and New York, 1984

ХАОТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В РН-УСТАНОВКАХ

Деревянко А. И.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр Украина

В работе проведен анализ вибрационной динамики установки циркуляционного вакуумирования стали (РН-установка) в режиме перехода к хаотическим колебаниям расплава стали при углеродном раскислении, и рассмотрена задача идентификации спектральных характеристик при периодическом импульсном воздействии газовых потоков.

Проведенная идентификация процесса циркуляционного вакуумирования основана на построении странного аттрактора в реконструированном фазовом пространстве, по измерениям виброакустического сигнала с корпуса РН-установки - рис. 1.

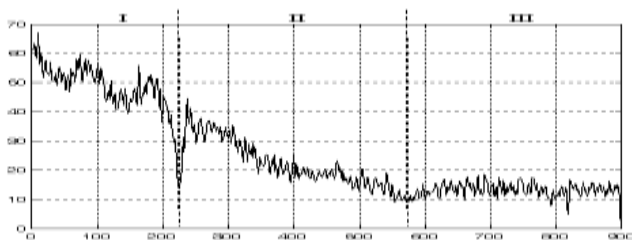


Рис.14 Часова послідовність

Рисунок 1 – Виброакустический сигнал

Для диссипативных хаотических систем характерно сжатие объемов в фазовом пространстве. Поэтому изменения в фазовых траекториях, связанные с их топологиями, в работе прослежены с помощью сечений Пуанкаре, позволяющих перейти от дифференциальных уравнений к описанию динамики посредством отображений.

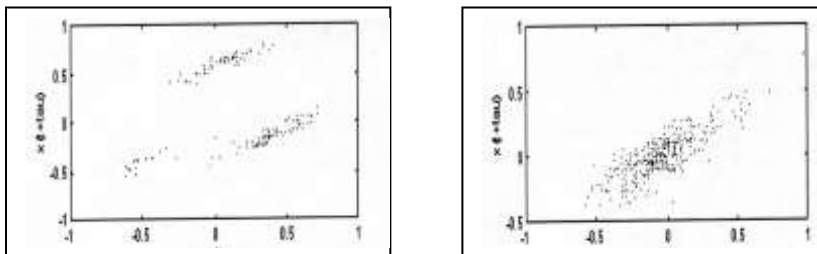


Рисунок 2 – Сечения Пуанкаре полученные для $t=3$ мин и $t=18$ мин.

Сечения Пуанкаре - рис. 2, иллюстрируют процесс возникновения хаотических колебаний, вызванных турбулентностью течения жидкого металла при импульсной продувке. С увеличением времени наблюдения площадь области, ограниченной условием принадлежности ей точек Пуанкаре,

уменьшается, что связано с процессом перехода к хаосу, и становится практически неизменной в случае хаотических колебаний. Применение метода сечений Пуанкаре в редуцированном фазовом пространстве дает возможность определить момент возникновения хаотических колебаний, однако не характеризует саму топологию процесса перехода к хаотическим колебаниям, определяющий последовательность бифуркаций.

Идентификация, основанная на анализе фрактальной размерности реконструированного по экспериментальным данным аттрактора, дает возможность оценить состояние системы. Так проведенный анализ фазовых траекторий, полученных из временного ряда виброакустического сигнала, дает промежуточное значение фрактальной размерности $D = 1-2$ для режима перехода к хаосу и $D = 2-3$ для турбулентного движения расплавленного металла.

В качестве модели в работе рассмотрен странный аттрактор (сценарий Фейгенбаума удвоения периода) и проведен анализ его тонкой структуры на основе исследования спектра Фурье. На рис. 3 показано изменение спектра Фурье при переходе к хаосу в РН-установках. С увеличением времени наблюдения возникают новые спектральные составляющие в интервале частот 0-50 гц.

Однако АЧХ виброакустического сигнала динамической системы не содержит информацию о фазовой составляющей ее движения, обусловленной последовательностью обхода точек на странном аттракторе. Поэтому в работе рассмотрены условия возникновения точек бифуркации ФЧХ Фурье преобразования и последовательность переходов между ними. Получена закономерность формирования пакетов Фурье частот в точках бифуркации ФЧХ.

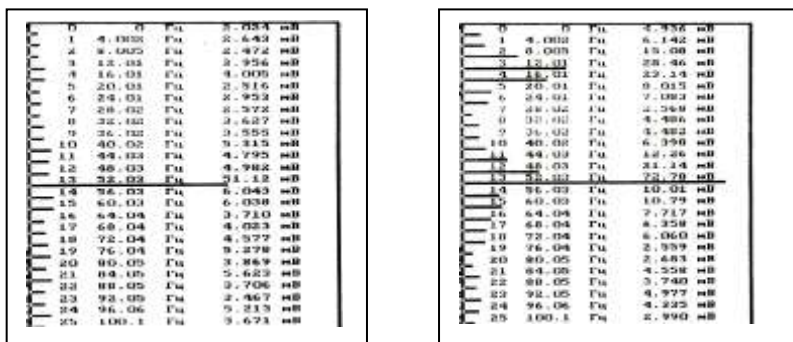


Рисунок 3 – Эволюция спектра Фурье вибросигнала РН-установки для $t = 3$ мин и $t = 16$ мин.

Таким образом, применение спектр-Фурье анализа сигнала нелинейной системы дает возможность идентифицировать сценарий перехода РН-установки к хаотическому режиму.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ОБЪЕМЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ТРЕХФАЗНОЙ РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ

Дереза В. А., Куваев В. Ю., Нежурин В. И.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Введение. Решение задачи поддержания оптимального шихтового, электродного и электрического режимов конкретного технологического процесса рудовосстановительных электропечей (РВП) обеспечивается выбором оптимальных геометрических параметров ванны печи; печного контура и поддержанием рационального электрического режима плавки, что создает необходимое с точки зрения термодинамики распределение вводимой энергии в рабочем пространстве ванны печи.

Цель работы. Авторами решалась задача разработки математической модели распределения плотности тока в сечении самообжигающегося электрода, удельной активной мощности в объеме рабочего пространства ванны РВП по методу вторичных источников в форме интегральных уравнений Фредгольма II рода с привлечением экспериментальных данных действующих печей [1]. Этот метод отличается от других тем, что он предполагает только использование ПЭВМ, что дает возможность рассматривать различные варианты полей, варьируя геометрией печи.

Но у метода вторичных источников есть свои недостатки. Например, с увеличением количества зон однородной проводимости в рассчитываемом объеме проводящей среды очень усложняются интегральные уравнения, что влияет на объем рассчитываемого материала. В связи с этим необходимо рационально уменьшить число зон однородной проводимости.

Рудовосстановительные трехфазные печи промышленной частоты – это мощные потребители энергии, технико-экономические показатели которых находятся в тесной связи с рациональным распределением тепла в ванне. Формирование самообжигающихся электродов и металлургические процессы в печи прямо зависят от картины распределения тока и мощности в них.

Приведенная работа представляет собой очередной шаг по использованию данного метода расчета поля рудовосстановительной электропечи. Очередными шагами может быть разработка рациональной системы интегральных уравнений, введения в расчет вихревой составляющей электромагнитного поля, то есть непосредственно расчет электромагнитного поля.

Материал и результаты исследований. Структура реакционной зоны рабочего пространства круглой трехэлектродной РВП (например, РКГ-75 фирмы «Танабэ») симметрична оси каждого электрода, поэтому, исходя из условий осевой симметрии, рассматривалось меридиальное сечение электрода и реакционной зоны с подводом тока через сверхпроводящий контакт электрода, находящегося в неоднородной среде, и отводом через сверхпроводящую ванну сплава (рис.1) [3].

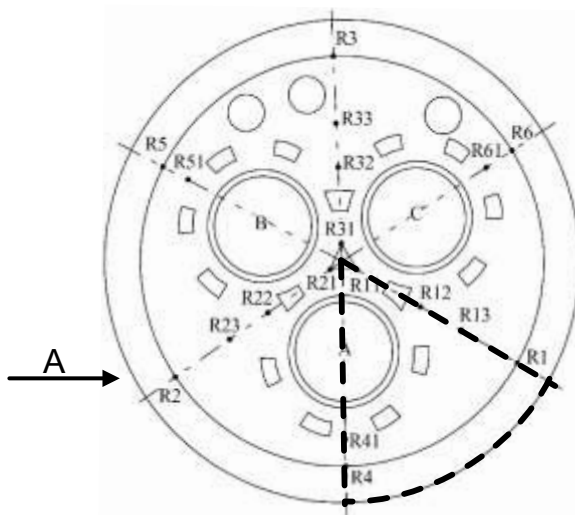


Рисунок 1 – Расчетная часть реакционного пространства электропечи

Возможность создания рациональной картины электромагнитного поля рудовосстановительной электропечи на этапе проектирования является актуальной задачей, которая решает две проблемы: реализацию рационального металлургического процесса и экономию электроэнергии.

Электромагнитные поля рудовосстановительной электропечи имеют сложную конфигурацию и отличаются особенностями, характерными для переменных полей: поверхностный эффект, эффект близости, индукционный нагрев током ванны, явление переноса мощности от одного электрода к другому, реактивной мощности и т.д. Эти явления уменьшают коэффициент мощности и полезного действия.

Поверхностный эффект и эффект близости при промышленной частоте проявляется не сильно, поле можно рассматривать как квазистационарное, данными эффектами можно пренебречь и рассматривать поле печи, как поле постоянного тока.

Вещества, проводящие ток неоднородны в объеме ванны по проводимости. Но есть возможность, ориентируясь по температурному полю, выделить в объеме ванны неоднородные зоны, в которых проводимость можно считать постоянной.

Если пренебречь дугowymi процессами в ванне печи, можно с достаточной степенью точности рассматривать электромагнитное поле рудовосстановительной электропечи как электрическое поле постоянного тока в кусочно-однородной проводящей среде.

Алгоритм расчета поля плотности тока, удельной активной мощности следующий:

1. Рассчитывают распределение вторичных источников на поверхности раздела сред с разной проводимостью $\gamma_1 \div \gamma_6$

2. По распределению вторичных источников рассчитывается напряженность поля в выбранных точках сечения электрода и рабочего пространства печи.

3. Рассчитывается плотность тока (j_i) и удельная активная мощность в выбранных точках рабочего пространства ванны печи $j = \gamma_i E_i$ и $p_i = \gamma_i E_i^2$.

При расчете полагали, что магнитная проницаемость содержимого ванны соответствует магнитной проницаемости выделенных зон, а геометрия ванны и электродов отвечает в масштабе параметрам ванны действующей печи.

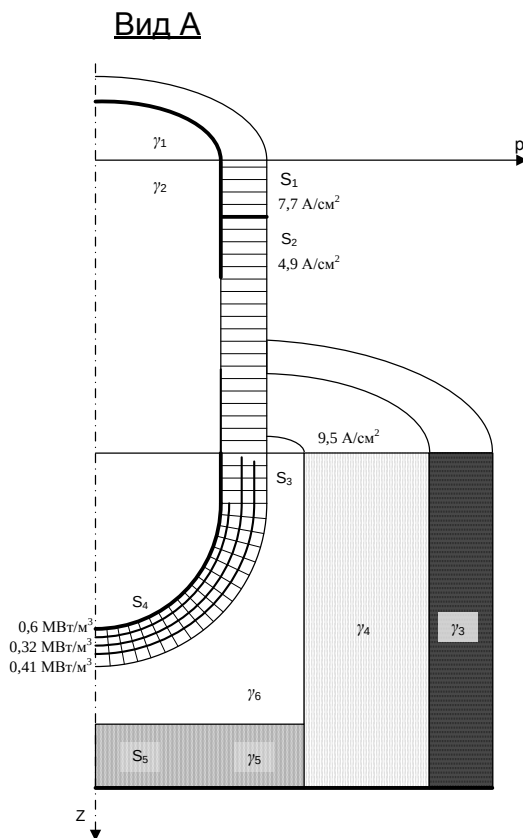


Рисунок 2 – Результаты математического моделирования рабочего пространства электропечи РКГ-75.

Модель разработана для полусферической формы торца электрода и глубины его погружения в ванну печи 1 м. В работе представлены эпюры распределения плотности тока по сечению электрода и линии равной удельной активной мощности в объеме рабочего пространстве в предположении, что мощность сосредоточена в центре выбранных элементарных площадок сечения ванны. На рис. 2 представлено распределение вышеуказанных величин в симметричном оси электрода объеме ванны электропечи и в сечении электрода. На точность полученных результатов существенно влияет количество выбранных расчетных точек в выделенных на основе экспериментальных исследований действующих печей зон неоднородности, характерных для конкретного типа сплава.

Анализ показывает, что значения удельных активных мощностей в выделенных расчетных точках и экспериментально полученных в доступных для измерений точках рабочего пространства, например, при выплавке силикомарганца, совпадают с инженерной точностью.

Выводы. Практическое использование предлагаемой математической модели при расчете параметров рудовосстановительной печи может выглядеть следующим образом:

1. Определение основных электрических и геометрических параметров печи с помощью известных инженерных методов расчета.

2. Разработка и расчет математической модели проектируемой печи для выявления влияния геометрии ванны на распределение мощности в объеме ванны печи и нахождение оптимального значения диаметра распада электродов и глубины ванны, полагая критерием оптимальности максимальное значение выделяемой мощности в межэлектродном и подэлектродном пространстве ванны печи.

3. Аргументированное уточнение предварительно рассчитанных геометрических параметров рудовосстановительной печи.

Математическая модель может быть использована при реконструкции и проектировании печей, для определения потерь в ее металлоконструкциях на стадии проектирования.

Список литературных источников

1. Карманов Э.С. Исследование скорости и характера схода шихтовых материалов при выплавке марганцевых сплавов в закрытых руднотермических электропечах / Э.С. Карманов, В.И. Нежурин // Сталь, 1991. - № 7. – С. 37-40.

2. Кузьменко С.Н. Определение параметров и характеристик элементов схем замещения ванн рудовосстановительных электропечей / С.Н. Кузьменко, А.В. Николенко // Сталь, 2005. - №12 - С. 35-38.

3. Ольдзиевский С.А. и др. Математическое моделирование электрических полей печей рудной электротермии / С.А. Ольдзиевский, В.А. Кравченко, В.И. Нежурин, И.А. Борисенко // . – М. – Металлургия. – 1990. – 112 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В БІОПЛАТО-ФІЛЬТРАХ МОДИФІКОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Іванчук Н. В., Мартинюк П. М., Филипчук В. Л.

Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна

Біоплато, як споруди для очищення господарсько-побутових, виробничих стічних вод, забрудненого поверхневого стоку, в останні роки набувають популярності у різних країнах [1]. Перевагою біоплато перед комплексом інших водоочисних споруд є те, що вони практично не потребують витрат електроенергії та хімічних реагентів, значного експлуатаційного обслуговування. Також вони забезпечують необхідну якість очищення води від широкого спектру забруднюючих речовин органічного та мінерального характеру [2].

Однак у відомих конструкціях біоплато відбувається поступова колюматація порового простору фільтрувальної засипки та нижнього дренажу біоплівкою і мінералізованим осадом, накопичення мулу в донній частині споруди. Внаслідок цього зменшується надходження кисню до кореневої системи рослин, що може призводити до зниження ефективності роботи споруд, пептизації осаду і вторинного забруднення води. По мірі колюматації порового простору фільтраційної засипки починає проявлятися процес суфозії, тобто винесення затриманих частинок з очищеною водою, що знижує ефективність роботи біоплато. Для відновлення роботи біоплато необхідна періодична зупинка на складні і тривалі ремонтно-відновлювальні роботи, пов'язані з промивкою і регенерацією фільтрувальної засипки та дренажу [3].

В роботі [4] побудовано математичну модель фільтрації з урахуванням колюматійно-суфозійних процесів в системі біоплато-фільтра. Складовою частиною відповідної крайової задачі є система диференціальних рівнянь в частинних похідних, яка (система) містить:

- рівняння фільтрації

$$\nabla \cdot (\rho_p(c) k_h(c, s, \sigma) \nabla h) = \sigma \frac{\partial \rho_p}{\partial c} \cdot \frac{\partial c}{\partial t} - \frac{\rho_p}{\rho_s} \frac{\partial s}{\partial t}, \quad (1)$$

- рівняння зміни концентрації суспензії

$$\sigma \left(1 - \frac{c}{\rho_p} \frac{\partial \rho_p}{\partial c} \right) \frac{\partial c}{\partial t} = \nabla \cdot (D_c \nabla c) - \left(u \left(1 - \frac{c}{\rho_p} \frac{\partial \rho_p}{\partial c} \right) - w \right) \nabla c - \frac{\partial s}{\partial t}, \quad (2)$$

- рівняння зміни концентрації колюмуючих частинок в твердій фазі

$$\frac{\partial s}{\partial t} = \alpha \cdot c - \beta \cdot s, \quad (3)$$

які доповнюються граничними та початковими умовами для відповідних функцій. Числові розв'язки нелінійної крайової задачі знайдено

методом скінченних елементів з програмною реалізацією відповідних алгоритмів в середовищі FreeFem++. Проведено ряд числових експериментів та здійснено аналіз впливу концентрації суспензії та кольматуючих частинок на процеси фільтрації в біоплато-фільтрі.

Результати числових експериментів на прикладі модельної задачі показали, що за 180 діб максимальна відносна різниця значень швидкостей фільтрації з урахуванням впливу концентрації суспензії та концентрації кольматуючих частинок та без урахування складає близько 25 %. Тобто, вже за півроку прогнозна продуктивність біоплато знизиться щонайменше на четвертину. Тому для продовження терміну експлуатації біоплато пропонується модифікація його конструкції. Модифікація полягає у відкачуванні частини не повністю очищеної води із товщі фільтрувальної засипки з наступним її фільтруванням [5].

Побудована математична модель принципово не відрізняється від раніше використаної [4]. Однак наявність всередині біоплато-фільтра перфорованих труб змінює геометрію області розв'язання крайової задачі, що, в свою чергу, вимагає задання іншої системи граничних умов. Це впливає на алгоритмічні аспекти дискретизації розрахункової області на скінченні елементи та на слабе формулювання крайової задачі. Числові розв'язки отриманої крайової задачі знайдено методом скінченних елементів з програмною реалізацією відповідних алгоритмів в середовищі FreeFem++. Проведено серію числових експериментів. Результати розв'язання ряду модельних задач показали можливість впливу запропонованих інженерних модифікацій на покращення ефективності роботи біоплато.

Список літературних джерел

1. Healy M., Cawley A. M. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland // *Journal of Environment Quality*. 2002. Vol. 31, Issue 5. P. 1739.
2. Завацький С. В., Котельчук Л. С., Котельчук А. Л. Біоінженерні споруди для очищення стічних вод малої продуктивності // *Будівництво, інженерні системи та комунікації*. 2012. № 1 (3). С. 57–63.
3. Очищення каламутних вод у фільтраційно-регенераційних біоплато / Филипчук В. Л., Курилюк М. С., Филипчук Л. В., Курилюк О. М., Крилюк В. М., Почтар О. В. // *Вісник інженерної академії України*. 2016. Вип. 3. С. 150–155.
4. Computer modeling of water cleaning in wetland taking into account of suffosion and colmatation/V. Moshynskyi, V. Filipchuk, N. Ivanchuk, P. Martyniuk// *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. №1/10 (91). P.38-43.
5. Очищення води у фільтраційно-регенераційних біоплато / Филипчук В. Л., Бондар О. І., Курилюк М. С., Айяа А., Кривошей П. П., Курилюк О. М., Почтар О. В. // *Вісник НУВГП*. 2016. Вип. 2 (74). С. 193–204.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЧИСЛОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ ПІД ЧАС ПЛАВЛЕННЯ У КАНАЛІ ШНЕКА ЕКСТРУДЕРА

Івцький І. І., Сокольський О. Л., Мікульонок І. О.

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

Під час процесу плавлення полімерної сировини в каналі шнека екструдера відбувається перехід полімеру у в'язкотекучий стан при підвищенні температури. Основними джерелами нагріву і плавлення твердих частинок полімеру є: теплота, що генерується в розплаві за рахунок роботи сил в'язкого тертя під час його течії; теплота, що виділяється в результаті деформації частинок; тепло, що підводиться від корпусу екструдера [1].

Характер плавлення полімеру визначається низкою чинників: геометрією каналу шнека, температурним режимом корпусу і шнека, відносної рухливості твердих частинок матеріалу, ступенем заповнення каналу полімером.

Для адекватного моделювання процесу плавлення полімеру в каналі шнека необхідно знати, яка частина полімерного матеріалу в кожній зоні вже розплавилася, а яка ще перебуває у твердому стані.

Для визначення концентрації розплаву полімеру використовується програмний комплекс «ANSYS Fluent». На першому етапі задається геометрична модель каналу шнека (рис. 1), яка створюється на базі його креслень та матеріального циліндра екструдера [2].

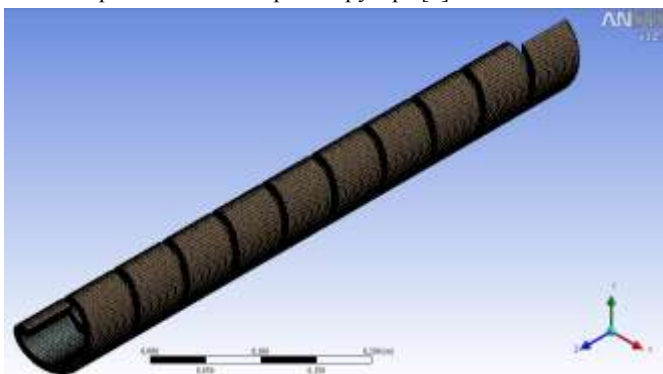


Рисунок 1 – Модель каналу шнека

Кількість скінченних елементів, на які необхідно розбити дослідні моделі, визначалась порівнянням розрахункових швидкостей полімеру при розрахунках з різною густиною сітки. Достатньою вважається кількість скінченних елементів, за якої величини швидкостей відрізнялись від отриманих на сітці меншої густини, не більш ніж на 5%.

Для розрахункової моделі задаються властивості матеріалу за допомогою використання відповідного реологічного закону, параметри якого можуть бути отримані за допомогою натурного експерименту або знайдені у відкритих джерелах. За необхідності додатково задається густина у вигляді константи або відповідної залежності від температури та, за неізотермічного режиму, залежність в'язкості від температури [3].

Після обчислення моделі отримується розподіл концентрації розплаву полімеру в каналі шнека (рис. 2).

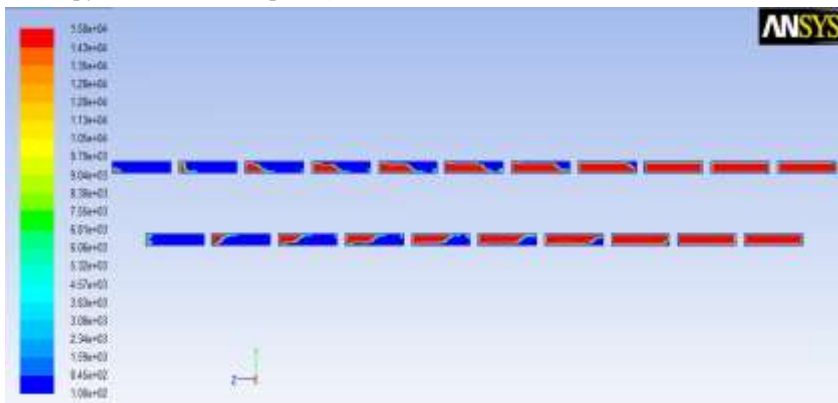


Рисунок 2 – Розподіл концентрації розплаву полімеру у каналі шнеку

Дані, отримані з рис. 2, можуть бути оброблені або із застосуванням відповідних програмних комплексів або за допомогою застосування звичайних растрових редакторів зображень. Метою обробки є визначення співвідношення площ розплавленого та нерозплавленого полімеру в кожній зоні. При застосуванні растрового редактора площі часток можуть бути визначені за допомогою автоматичного підрахунку кількості пікселів відповідного кольору в досліджуваній зоні інструментами редактора.

Таким чином, методика може бути застосована для визначення концентрації розплаву полімеру в каналі шнека будь-якої конфігурації. При використанні моделі зони плавлення шнека може досліджуватися вплив таких параметрів: геометрія шнека; частота обертання шнека; швидкість подачі полімеру в зону плавлення; температура циліндра; температура шнека.

Список літературних джерел

1. Сахаров О.С., Сівецький В.І., Сокольський О.Л.. Моделювання процесів плавлення та гомогенізації полімерних композицій в черв'ячному устаткуванні – К.: ВП «Едельвейс», 2012. – 120 с.
2. Моделирование и оптимизация экструзии полимеров / В.В. Скачков, Р.В. Торнер, Ю.В. Стунгур, С.В. Реутов. – Л.: Химия, 1984.– 152 с.
3. ANSYS Polyflow User's Guide — Canonsburg: ANSYS, Inc., 2013. — 790 p.

СТРУКТУРА АЛГОРИТМУ ШВИДКОЇ ЛІНІЙНОЇ ДВОВИМІРНОЇ ЗГОРТКИ МАСИВІВ 2x2

Каліновський Я. О.¹, Боярінова Ю. Є.^{1,2}, Сукало А. С.³

¹Інститут проблем реєстрації інформації НАН України, Київ, Україна

²Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
Київ, Україна

³Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна

При математичному моделюванні лінійних систем доводиться багаторазово виконувати лінійну згортку дискретних сигналів, складність обчислення якої швидко збільшується з ростом довжини масивів, що згортаються, і їх розмірності. У цьому випадку використовуються методи «швидких» обчислень згортки, в основі яких лежить декомпозиція вихідної задачі великої розмірності в велику кількість завдань малої розмірності [1, 2].

Алгоритм будується на основі представлення масивів даних в ізоморфних гіперкомплексних числових системах, отриманих в результаті множення вимірностей систем подвійних чисел та ортогональних подвійних чисел, що дає можливість простого за структурою переходу від однієї системи до іншої. Це призводить до зменшення кількості операцій, необхідних для виконання двовимірних лінійних згорток масивів різної величини [3].

Сигнал і ядро двовимірної згортки представляються 2-вимірними матрицями 2x2. Двовірна згортка масивів 2x2 обчислюється за формулою:

$$con_{kl} = \sum_{n=1}^2 \sum_{m=1}^2 x_{nm} y_{n-k, m-l} \quad (1)$$

Нехай сигнал і ядро згортки мають вигляд:

x_{11}	x_{12}	y_{11}	y_{12}
x_{21}	x_{22}	y_{21}	y_{22}

Тоді для коректного обчислення за формулою (1) матрицю сигналу потрібно окаймити з усіх боків рядками і стовпцями, заповненими нулями, як показано нижче:

$y_{00} = 0$	$y_{01} = 0$	$y_{02} = 0$	$y_{03} = 0$
$y_{10} = 0$	y_{11}	y_{12}	$y_{13} = 0$
$y_{20} = 0$	y_{21}	y_{22}	$y_{23} = 0$
$y_{30} = 0$	$y_{31} = 0$	$y_{32} = 0$	$y_{33} = 0$

Таким чином, компоненти згортки матимуть наступні значення:

$$z_{-1,-1} := x_{21}y_{12}$$

$$z_{-1,0} := x_{11}y_{12} + x_{21}y_{22}$$

$$z_{-1,1} := x_{11}y_{22}$$

$$z_{0,-1} := x_{21}y_{11} + x_{22}y_{12}$$

$$z_{0,0} := x_{11}y_{11} + x_{12}y_{12} + x_{21}y_{21} + x_{22}y_{22}$$

$$z_{0,1} := x_{11}y_{21} + x_{12}y_{22}$$

$$z_{1,-1} := x_{22}y_{11}$$

$$z_{1,0} := x_{12}y_{11} + x_{22}y_{21}$$

$$z_{1,1} := x_{12}y_{21}$$

Нижче представлений алгоритм швидкої лінійної двовірної згортки масивів 2x2, оформлений у вигляді процедури *Conv22*, написаної в системі символьних обчислень Maple. Процедура *Conv22* входить в пакет гіперкомплексних обчислень, розробка і структура якого описані в [4, 5]. У самій процедурі *Conv22* використовуються і інші процедури цього пакету.

Процедура *Conv22* має наступні формальні параметри:

1. *Aj* - ядро двовірної згортки у вигляді списку.
2. *Ajm* - модифіковане за допомогою процедури *Modi2* ядро двовірної лінійної згортки у вигляді списку.
3. *B* - двовірний сигнал 2x2 у вигляді матриці.
4. *W4* - таблиця Келі гіперкомплексної числової системи четвертої вимірності у вигляді списку.
5. *W41* - таблиця Келі орточетвертої гіперкомплексної числової системи у вигляді списку.

На виході процедури компоненти згортки у вигляді списку довжиною 9 елементів.

Лістинг процедури *Conv22* наведений нижче

```
Conv22:=proc(Aj, Ajm, B, W4, W41)
  local Y1, I, j, Ys, C1, con, C2, B1, Bs;
  B1:=MatrList(B);
  Bs:=W4W41(B1);
  C1:=inMulti(Bs[1], Ajm, W41);
  con:=array(-1..1,-1..1);
  C2:=W4W41(C1)[1];
  for i to 4 do C2[i]:=simplify(C2[i]) end do;
  con[-1,-1]:=Aj[3]*B[1,2];
  con[-1,0]:=Aj[1]*Y[1,2]+Aj[3]*Y[2,2];
  con[-1,1]:=Aj[1]*Y[2,2];
  con[0,-1]:=Aj[3]*Y[1,1]+Aj[4]*Y[1,2];
  con[0,0]:=C2[1];
  con[0,1]:=C2[3]-con[0,-1];
  con[1,-1]:=Aj[4]*Y[1,1];
  con[1,0]:=C2[2]-con[-1,0];
  con[1,1]:=C2[4]-con[-1,-1]-con[1,-1]-con[-1,1];
  RETURN(con)
end proc
```

На початку процедури сигнал *B* з допомогою процедури *MatrList* перетворюється з матричної форми в спискову. При цьому мається на увазі, що це гіперкомплексне число четвертої вимірності. Далі це число за допомогою процедури *W4W41* перетворюється в орточетвертне гіперкомплексне число. У процедурі *inMulti* воно множиться на модифіковане ядро *Ajm* в орточетвертній ГЧС *W41*, для чого потрібно 4 дійсних множення.

Модифіковане ядро - це також орточетвертне гіперкомплексне число у вигляді списку, всі компоненти якого помножені на коефіцієнт модифікації,

рівний в даному випадку $\frac{1}{4}$. Ця операція виконується поза процедурою *Conv22*, що знижує кількість обчислень в ній. Далі добуток переводиться за допомогою процедури *W4W41* в четвертну ГЧС *W4*. Тут використовується саме процедура *W4W41*, а не *W41W4* тому, що вони відрізняються тільки коефіцієнтом модифікації, який вже врахований в модифікованому ядрі згортки.

Після цього обчислюються компоненти згортки. Перші чотири компоненти обчислюються безпосередньо за компонентами сигналу і немодифікованого ядра. Для цього потрібно 6 множень. Компонента згортки *con[0,0]* збігається з першою компонентою добутку сигналу і ядра. Решта компонент обчислюються за допомогою 2-, 3- і 4-ої компонент добутку сигналу і ядра в четвертній формі і вже обчислених компонент згортки. Тут операція множення не використовується.

Таким чином, всього потрібно виконати 9 дійсних множень замість 16, якщо виконувати згортку безпосередньо за формулою (1).

Обчислення цієї ж згортки можна побудувати шляхом зведення двовірної згортки до 4 порядкових одновірних згорток масивів сигналу і ядра. При цьому необхідно виконати $4 \cdot 3 = 12$ дійсних операцій, що більше, ніж в попередньому варіанті.

Аналогічно можна представити структуру алгоритму швидкої лінійної двовірної згортки масивів 4×4 . Однак, потрібно звертати увагу на деякі відмінності, зумовлені більшою вимірністю масивів сигналу і ядра.

Проведені дослідження показали, що використання гіперкомплексних числових систем дозволяє значно зменшити кількість операцій в алгоритмах виконання двовірної лінійної згортки.

Список літературних джерел

1. Нуссбаумер Г. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. – М.: Мир, 1988. – 488 с.
3. Калиновский Я.А., Бояринова Ю.Е., Хицко Я.В., Сукало А.С. Структура алгоритма быстрой двухмерной свертки с помощью изоморфных гиперкомплексных числовых систем // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2018. – Т. 20. - № 1. – С.17-29.
4. Калиновский Я.А., Бояринова Ю.Е., Хицко Я.В., Сукало А.С. Программный комплекс гиперкомплексных вычислений // Электронное моделирование. – 2017. – Т. 39. - № 5. – С.81-96.
5. Kalinovsky Y.A., Boyarinova Y.E., Sukalo A.S., Khitsko Y.V. The basic principles and the structure and algorithmically software of computing by hypercomplex number. – arXiv:1708.04021, 2017.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВА

Калениченко А. А., Бутенко И. Г., Коломиец Е. В.

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

Из всех видов электростанций отрицательное воздействие на окружающую среду оказывает ТЭС. Это связано с процессами горения топлива. Ископаемое топливо извлекают из недр земли и после обогащения и переработки подают в топку парогенератора. Для обеспечения сжигания топлива из атмосферы в топку подается воздух. Образующиеся продукты сгорания передают основную часть теплоты рабочему телу энергетических установок, часть теплоты рассеивается в окружающую среду, а часть уносится с продуктами сгорания в дымовую трубу и далее в атмосферу. В зависимости от исходного состава топлива продукты сгорания, выбрасываемые в атмосферу содержат окислы азота, окислы углерода, углероды, пары воды и другие вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях[1]. Сегодня проблема влияния энергетики на природу становится особенно острой, так как загрязнение окружающей среды, атмосферы и гидросферы с каждым годом всё увеличивается.

Цель работы: выбор топлива с наименьшими выбросами NO_x и серы при условии сохранения температурного режима в топке котла. Концентрация предельно допустимых веществ приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации вредных выбросов в атмосферном воздухе [2]

Название вещества	ПДК, мг/м ³	
	Максимально разовая	Среднесуточная
Диоксид азота NO_x	0,085	0,085
Оксид азота NO	0,25	0,25
Зола	0,5	0,15
Сажа	0,15	0,05
Диоксид серы SO_2	0,5	0,05
Оксьюглерода CO	3,0	1,0

Рассмотрим особенности поступления вредных веществ при сгорании различных видов топлива а именно угля, нефти (мазута), природного газа и пеллетов.

При сгорании каменного угля выделяется в 5 – 10 раз больше оксидов NO_x , чем при сжигании других видов топлива.

Однако оксида серы выбрасывается меньше, чем при сжигании мазута, лишь у низкокачественных бурых углей больше, чем у мазута. Наибольшую сернистость имеют подмосковные и украинские бурые, донецкий, кизеловский, интинский каменные угли, эстонские горючие сланцы. Сибирские угли, как правило, имеют небольшое содержание серы, измеряемое десятками и даже сотыми долями процента.[3].

Выброс твердых частиц при сжигании бурых углей почти в два раза превышает таковой при использовании каменных углей, которые в свою очередь в три раза превышают этот же показатель для мазута. При сжигании природного газа твердых частиц практически не выделяется.

Радиоактивность золы приводит к рассеиванию радиоактивных элементов через дымовые трубы и к разносу радиоактивной пыли с золоотвалов.

Нефть (мазут). Теплоэлектростанции, которые используют в качестве топлива мазут, располагают поближе к центрам нефтеперерабатывающей промышленности. Отдельные ТЭС также расположены в районах добычи нефти. В основном мазут на ТЭС используется как вспомогательное топливо[3].

При сжигании нефти образуется достаточно большое количество оксидов серы. Особенно высокую сернистость имеют мазуты, вырабатываемые из нефти Волго-Уральского региона; мазуты, получаемые из нефти сибирских месторождений, имеют низкую сернистость. Выход оксидов азота при сжигании мазута больше, чем у газа, но меньше, чем у угля.

При использовании жидкого топлива практически отпадает проблема золоотвалов, которые на угольных ТЭС занимают значительные территории и являются источником постоянных загрязнений атмосферы в районе станции а также близлежащих территорий из-за уноса части золы с ветрами..

Природный газ. Доля его потребления в общем объеме энергоресурсов составляет 48% в среднем по миру. Природный газ – наиболее экологически чистое из традиционных видов топлива: при его сжигании вообще не выбрасывается твердых веществ, выбросы оксидов серы ничтожны [3]. Оксидов азота при использовании природного газа выбрасывается в 10 раз меньше, чем при сжигании угля и в 1,3 раза – мазута. Именно по этой причине начиная с 80-х годов прошлого столетия на многих ТЭС, находящихся в экологически неблагоприятных местах, наметилась тенденция перевода угля на природный газ. Помимо перечисленных, при сжигании главных видов топлива выбрасываются и другие весьма вредные вещества такие как: металл, мышьяк, уран, никель, кобальт, свинец, кадмий и серебро.

Пеллеты – экологически чистое топливо с содержанием золы, как правило, не более 3 %. При производстве пеллет в основном используются отходы лесопильных производств и сельского хозяйства, которые ранее в основном вывозились на свалки и гнили, а по прошествии нескольких лет начинали гореть или тлеть. Так как не содержат пыли и спор, гранулы менее подвержены самовоспламенению и не вызывают аллергическую реакцию у людей. По тепловыделению при сжигании пеллеты заменяют уголь средней калорийности – 4300 ккал/час. Надо так же учесть, что этот вид топлива не только экономичнее, но и гораздо экологичнее: до пятидесяти раз меньше выделения углекислого газа, отсутствие выброса серы, до двадцати раз снижен отход золы. КПД котельных, при использовании пеллет выше за счет того, что теплоотдача больше[4].



Рисунок 1 – Внешний вид пеллетов в зависимости от их состава [5].

На сегодняшний день этот вид топлива используется только на малых котельных [6]. Так как нагрузка на ТЭС в ночное время снижается и один из котлов отключают, то использование пеллетов позволило удерживать заданную нагрузку поскольку теплотворная способность в зависимости от материалов высокая.

Видно, что по выбросу ряда токсичных металлов (мышьяк, уран, кобальт, кадмий) теплоэнергетика далеко опередила мировое производство. Поэтому можем сделать вывод что рациональным топливом для выработки электроэнергии и тепла являются пеллеты.

Список литературных источников

1. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://portaleco.ru/ekologija-goroda/vzaimodejstvie-tes-i-okruzhajushchej-sredy.html>.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: http://baurum.ru/library/?cat=ventilation_general&id=1433.
3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ecoles-nn.ru/tablitsa-teplotvornosti/>.
4. Семенов В.С. Экономия энергоресурсов за счет использования пеллетов / В.С.Семенов, И.Г.Бутенко, Е.В.Коломиец // Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика: II всеукраїнська наук.-практ. конф. молодих учених, спеціалістів, аспірантів (Маріуполь, 11-12 травня 2016 р.). – ДВНЗ ПДТУ, 2016. – С. 50-51.
5. Калениченко А.О. Пилети – екологічне паливо для парогенератора типу ТПП – 210А / А.О. Калениченко, І.Г. Бутенко, О.В. Коломієць // Матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: Зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2018. – Вип. 42. – С. 171 – 173.
6. Афтаниук В.В. Особенности применения пеллетных котлов / В.В. Афтаниук, В.М. Спинов // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 11(81). – С.9-13.

СИНГУЛЯРНІ ІНТЕГРАЛИ В АКсіАЛЬНО-СИМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧАХ ТЕОРІЇ ПОТЕНЦІАЛА

Карасв А. О.¹, Стрельнікова О. О.^{1,2}

¹ Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна

² Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
Харків, Україна

Аксіально-симетричні конструкції широко представлені у різноманітних галузях науки та техніки, зокрема у енергетиці, хімічній та аерокосмічній промисловості, логістиці тощо. Зазвичай ці структури та їх компоненти працюють при великих навантаженнях, взаємодіють з рідинами, що рухаються та перебувають під дією високих температур. Тому оцінка критичних частот, ідентифікація небезпечних навантажень є важливою задачею натепер.

У наведеному дослідженні використовується метод сингулярних інтегральних рівнянь. Граничне інтегральне рівняння є узагальненням рівняння Пуассона та має наступний вид

$$4\pi C(\vec{\xi})u(\vec{\xi}) + \oint_S u(\vec{r})q^*(\vec{\xi}, \vec{r})dS(\vec{r}) = \oint_S q(\vec{r})u^*(\vec{\xi}, \vec{r})dS(\vec{r}) + 4\pi \int_V \rho(\vec{r})u^*(\vec{\xi}, \vec{r})dV(\vec{r})$$

де u - шукана величина, q - нормальна похідна від шуканої величини. Зірочками позначені функція Гріна та нормальна похідна від функції Гріна.

В аксіально-симетричному випадку від кутової змінної будуть залежати тільки функція Гріна. Інтегрування за кутом можна провести одразу і вирази для функції Гріна та її нормальної похідної будуть лінійною комбінацією повних еліптичних інтегралів першого та другого роду з деякими функціями [1, с.97]:

$$\begin{aligned} \tilde{u}^*(\vec{\xi}, \vec{r}) &= \int_0^{2\pi} u^*(\vec{\xi}, \vec{r})d\varphi = \frac{4K(m)}{\sqrt{(\rho(\vec{\xi}) + \rho(\vec{r}))^2 + (z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))^2}} \\ \tilde{q}^*(\vec{\xi}, \vec{r}) &= \int_0^{2\pi} q^*(\vec{\xi}, \vec{r})d\varphi = \frac{2}{\rho(\vec{r})\sqrt{(\rho(\vec{\xi}) + \rho(\vec{r}))^2 + (z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))^2}} \cdot \\ &\cdot \left[\left(\frac{\rho^2(\vec{\xi}) - \rho^2(\vec{r}) + (z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))^2}{(\rho(\vec{\xi}) - \rho(\vec{r}))^2 + (z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))^2} E(m) - K(m) \right) \rho(\vec{n}) + \right. \\ &\left. + \frac{2\rho(\vec{r})(z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))}{(\rho(\vec{\xi}) - \rho(\vec{r}))^2 + (z(\vec{\xi}) - z(\vec{r}))^2} E(m)z(\vec{n}) \right] \end{aligned}$$

Границя тіла розбивається на певну кількість граничних елементів на кожному з яких обирається вузлова точка. Далі для кожної з точок використовується граничне інтегральне рівняння і ми отримуємо систему лінійних алгебраїчних рівнянь, розв'язавши яку стають відомими вирази для

шуканої величини та її нормальної похідної на границі. Однак необхідно визначити спосіб розрахунку об'ємного інтегралу.

Під час обчислення діагональних елементів матриці системи лінійних алгебраїчних рівнянь виникають сингулярні інтеграли, оскільки вузлова точка збігається з граничним елементом, за яким інтегрується функція Гріна. Наслідком цього є те, що аргумент повного еліптичного інтегралу першого роду стає рівним одиниці і це створює особливість [2,с.13].

На сингулярних елементах у кусково-лінійному наближенні функція Гріна та її нормальна похідна може бути представлена у наступному виді:

$$\tilde{u}^*(\rho_P, \rho) = \frac{4K(m)}{\sqrt{(\rho_P + \rho)^2 + k^2(\rho_P - \rho)^2}}$$

$$\tilde{q}^*(\rho_P, \rho) = \frac{2n_\rho(E(m) - K(m))}{\rho\sqrt{(\rho_P + \rho)^2 + k^2(\rho_P - \rho)^2}}$$

Було детально проаналізовано збіжність сингулярного інтеграла та визначено, що він має логарифмічну особливість. Стандартним апаратом теорії ортогональних многочленів отримані квадратурні формули для обчислення одновимірних інтегралів з логарифмічною особливістю та доведено їх збіжність [2,с.16].

Для демонстрації ефективності запропонованого методу було розв'язано задачу розподілу потенціалу усередині рівномірно зарядженого шару.

Аналітичний розв'язок усередині шару є наступним

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{Q}{R} \left(\frac{3}{2} - \frac{r^2}{2R^2} \right)$$

де Q - повний заряд шару, R - його радіус.

У таблиці наведено середнє значення відхилення результату від аналітичного для різної кількості граничних елементів.

Таблиця 1 – Середнє значення відхилення результату від аналітичного для різної кількості граничних елементів

Кількість граничних елементів	Середнє значення відхилення результату від аналітичного
10	$3.61397 \cdot 10^{-6}$
100	$4.63982 \cdot 10^{-7}$
200	$1.93273 \cdot 10^{-6}$

Список літературних джерел

1. Brebbia C.A. Boundary Element Techniques: Theory and Applications in Engineering / C.A. Brebbia, J.C.F. Telles, L.C. Wrobel. — Berlin and New York: Springer-Verlag, 1984. — 464 p
2. Караєв А. О. Сингулярні інтеграли в аксіально-симетричних задачах теорії потенціалу / А. О. Караєв, О. О. Стрельнікова. // Прикладні питання математичного моделювання. — 2018. — №1. — С. 10–18

КОЛЕБАНИЯ СОСТАВНЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ С ЖИДКОСТЬЮ С УЧЕТОМ ПЛЕСКАНИЙ

Кылынный В. Ю.¹, Науменко Ю. В.^{1,2}, Стрельникова Е. А.²

¹Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Харьков

²Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного Национальной академии наук Украины, Харьков

В данной работе изучаются свободные и вынужденные колебания жидкости в составных оболочках вращения. Особенно важными такие исследования являются для элементов конструкций в условиях действия импульсных, ударных и сейсмических нагрузок. Большое количество различных типов новых модельных тестовых задач разного уровня, с разными целями было предложено и решено в последнее десятилетие в этой исследовательской области. Анализ исследований, посвященных проблемам плескания жидкости в резервуарах, дан в работах R. A. Ibrahim's [1]. Оболочкам, состоящим из цилиндрических и конических частей, в научной литературе уделяется меньшее внимание, несмотря на то, что использование таких тонкостенных элементов очень важно в разных отраслях техники. Такие конструкции используются в аэрокосмической технике для космических кораблей и спутников. В морской технике они находят применение для подводных лодок, торпед, водных баллистических ракет, офшорных буровых установок. В гражданском строительстве эти оболочки используются как емкости водонапорных башен [2]. В данной работе рассматривается задача о гидроупругих колебаниях оболочки вращения, частично заполненной жидкостью. Прочностные и динамические характеристики рассматриваемых резервуаров определяются решением связанной задачи гидроупругого взаимодействия. Задаются уравнения движения упругой оболочки постоянной толщины и уравнения движения жидкой среды в напряжениях, а далее определяется давление жидкости на оболочку. Предполагается, что жидкость идеальная, несжимаемая. Для определения давления со стороны жидкости на оболочку (с учетом действия объемных сил) служит линеаризованный интеграл Коши-Лагранжа. В этот интеграл входит потенциал скоростей, который удовлетворяет уравнению Лапласа. Следовательно, для определения давления жидкости на смоченные поверхности оболочки следует решить уравнение Лапласа при заданных граничных условиях. Задаются следующие граничные условия: условие непротекания на смоченной поверхности оболочки, динамическое и кинематическое граничные условия на свободной поверхности. Далее формулируется начально-краевая задача для определения динамических характеристик оболочки, частично заполненной жидкостью. В данной постановке оболочки могут быть произвольными. Сформулирована краевая задача Неймана для уравнения Лапласа. Требуется выполнение условия разрешимости этой задачи. Решение сформулированной начально-краевой задачи дает возможность рассматривать задачи на собственные колебания незаполненных оболочек, свободные гидроупругие колебания, вынужденные колебания незаполненной оболочки, вынужденные

колебания оболочки с жидкостью.

Рассмотрим один из подходов к решению этой задачи, когда потенциал скоростей представляется в виде суммы двух функций, одна из которых описывает движение жидкости в деформируемой оболочке при отсутствии плесканий свободной поверхности, а вторая представляет собой потенциал скоростей, описывающий свободные колебания жидкости в жестком сосуде с учетом действия сил гравитации [3].

Используется метод заданных форм для решения задач динамики оболочек, частично заполненных жидкостью [4]. На первом этапе будем искать собственные формы колебаний жидкости в жесткой оболочке, т.е. рассмотрим вспомогательную задачу о колебаниях *жидкости* в жестком сосуде с учетом силы гравитации [5]. Сведем задачу о колебаниях *жидкости* к проблеме собственных значений, с ее помощью решим задачу о гармонических колебаниях жидкости в жестком сосуде. Получим ряд собственных значений и соответствующих им собственных форм, по которым можно найти суммарный потенциал. Далее определим собственные частоты и формы колебаний незаполненной оболочки. Затем перейдем к определению потенциала скоростей оболочки с жидкостью. Для этого найдем частные потенциалы скоростей, отвечающие собственным формам колебаний незаполненной оболочки. Далее проверяем выполнение условие непротекания на смоченной поверхности оболочки и граничных условий на свободной поверхности. Таким образом, схема решения связанной динамической задачи для оболочки вращения, частично заполненной жидкостью, состоит из следующих этапов.

1. Определение частот и форм свободных колебаний незаполненной оболочки методом конечных элементов.

2. Определение частот и форм колебаний жидкости в жесткой оболочке под действием силы тяжести с использованием метода граничных элементов.

3. Определение частот и форм колебаний упругой оболочки без учета действия силы тяжести с использованием метода граничных элементов.

4. Решение системы дифференциальных уравнений второго порядка с использованием метода Рунге-Кутты 4го и 5го порядка.

Решение второй из сформулированных задач позволяет исследовать частоты и формы колебаний жидкости в упругой и жесткой оболочке.

Рассмотрены цилиндрико-конические оболочки. Пусть R_1 и R_2 меньший и больший радиус конической части, R_2 это также радиус цилиндра, θ - половина угла при вершине конуса, H высота составной оболочки, H_1 и H_2 высоты конической и цилиндрической частей, $H = H_1 + H_2$. Обе оболочки отнесены к цилиндрической системе координат (ρ, φ, z) . Для всех последующих вычислений угол $\theta = 30^\circ$, $H_1 / R_2 = 1.0$, $R_1 = 0.5\text{ м}$ и $H_1 = 1\text{ м}$. Рассматриваем следующие значения $H_2 = 1, 0.5, 0.25$, и 0.1 м . На первом этапе определено необходимое количество граничных элементов для нахождения собственных частот с заданной точностью. Точность $\varepsilon = 10^{-3}$ достигается, когда число граничных элементов вдоль стенки оболочки равна 100, вдоль дна 120, и вдоль радиуса свободной поверхности также 120.

В таблице приведены значения первых семи частот

неосесимметричных колебаний составных оболочек при различных длинах цилиндрической части.

Таблица -Частоты неосесимметричных колебаний жидкости, Hz

H_2	n						
	1	2	3	4	5	6	7
1.0	4.247	7.2352	9.1573	10.726	12.089	13.312	14.433
0.5	4.145	7.2305	9.1531	10.721	12.083	13.306	14.425
0.25	4.000	7.2146	9.1491	10.718	12.081	13.303	14.423
0.1	3.831	7.1538	9.1203	10.704	12.073	13.299	14.420

Предложен новый метод, основанный на едином подходе к исследованию динамики незаполненных упругих оболочек; определению частот и форм колебаний жидкости в жестких оболочках; определению частот и форм колебаний оболочки с жидкостью с учетом и без учета сил тяжести; определению динамических характеристик оболочек с жидкостью, при действии различных вынуждающих сил, включая сейсмические нагрузки. Сделан вывод о разрешимости краевой задачи Неймана, возникающей при определении давления жидкости на оболочку. Описаны преимущества предложенного подхода. Среди них – способ задания свободной поверхности, позволяющий дать анализ уровня подъема жидкости в резервуаре при действии вынуждающих сил без упрощающих предположений.

Список литературных источников

1. R.A. Ibrahim. Recent Advances in Liquid Sloshing Dynamics. / R.A. Ibrahim, V.N. Pilipchuck, T. Ikeda //Applied Mechanics Reviews, Vol. 54, No. 2, pp. 133-199, 2001.
2. Damatty E. A., Mirza F. A. and Korol R. M., Stability of Elevated Liquid-Filled Conical Tanks under Seismic Loading, Part II—Application, //Earthquake Engng. Struct. Dyn. 26, pp. 1209—1229, 1997
3. Gnitko V., Degtyarev K., Naumenko V., Strelnikova E. BEM and FEM analysis of the fluid-structure Interaction in tanks with baffles//Int. Journal of Computational Methods and Experimental Measurements, 2017, 5(3), pp. 317-328.
4. Еселева Е.В., Гнитко В.И., Стрельникова Е.А. Собственные колебания сосудов высокого давления при взаимодействии с жидкостью // Пробл. Машиностроения, 2006, 1, С.105 – 118.
5. Degtyarev K., Gnitko V., Naumenko V., Strelnikova E., Reduced Boundary Element Method for Liquid Sloshing Analysis of Cylindrical and Conical Tanks with Baffles. // Int. Journal of Electronic Engineering and Computer Sciences 2016, 1(1), 14-27.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ РІДИНИ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ РЕЗЕРВУАРІ З ВЕРТИКАЛЬНИМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ

Крютченко Д. В., Гнитько В. І.

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного, Харків, Україна.

Розроблено метод дослідження вільних та вимушених коливань рідини в жорсткому циліндричному резервуарі з вертикальними перегородками. Вважається, що рідина в резервуарі є ідеальною, нестисливою, а її рух, викликаний дією прикладеного навантаження, є безвихровим. Отримані власні значення та форми коливань рідини в циліндричному резервуарі. Визначено резонансні частоти.

Актуальність задачі

Плескання – це феномен, пов'язаний з інтенсивним рухом рідини в частково заповнених резервуарах. Це явище може призвести до негативних наслідків, викликаних дією раптово прикладених навантажень (землетруси, падіння літаків та ін.). Для зменшення амплітуди плескань застосовують пристрої у вигляді перегородок різної форми [1,2]. Більшість дослідників обмежується вивченням горизонтальних перегородок. В роботі [3] запропоновано підхід до аналізу впливу конічних перегородок на частоти коливань рідини. В [1,3] з'ясовано, що форма перегородки та її локалізація мають суттєве значення при проектуванні резервуарів з оптимальними параметрами з урахуванням геометричних та міцносних обмежень. В даній роботі розглянута задача про вільні коливання рідини в жорсткому циліндричному резервуарі з радіусом R , що має дві вертикальні перегородки. Схема резервуару наведена на рис. 1.

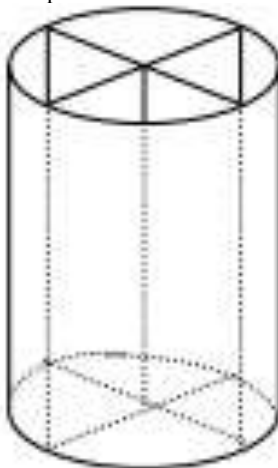


Рисунок 1 – Циліндричний резервуар з двома вертикальними перегородками

Формулювання задачі та метод розв'язання

Вважаємо, що рідина є нев'язкою, нестисливою, а її рух безвихровим. В цих умовах існує потенціал швидкостей $\varphi(x,y,z,t)$, такий, що

$$V_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; V_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; V_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}. \quad (1)$$

Цей потенціал задовольняє рівнянню Лапласа та таким граничним умовам на вільній поверхні рідини:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} - g\eta = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - g \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

Тут η - функція, яка описує зміну рівня вільної поверхні за часом, g - прискорення вільного падіння. Нехай рівняння вільної поверхні в початковий момент часу має вигляд $z = -h$. Граничні умови мішаної крайової задачі набувають вигляду

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = 0, r = R; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0, z = -h, \quad \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} = 0, \theta = 0, \frac{\pi}{2}; \quad (4)$$

В роботі [4] доведено, розв'язком вказаної крайової задачі є потенціал φ , який в циліндричній системі координат набуває вигляду

$$\varphi(r, z, t, \theta) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} [A_{mn} \cos 2n\theta] \sin(\omega_{mn}t) \frac{\cosh \left[\frac{\xi_{mn}(z+h)}{R} \right]}{\cosh \xi_{mn}h/R} J_{2n} \left(\frac{\xi_{mn}r}{R} \right) \quad (5)$$

Частоти вільних коливань рідини обчислюються за формулою

$$\omega_{mn}^2 = \frac{g}{R} \xi_{mn} \tanh \left(\frac{\xi_{mn}h}{R} \right), \quad m, n = 0, 1, 2.. \quad (6)$$

Функція η для опису змінного рівня вільної поверхні подається у такій формі

$$\eta(r, z, t, \theta) = \frac{1}{g} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} [A_{mn} \cosh \eta \theta] \omega_{mn} \cos(\omega_{mn}t) J_{2n} \left(\frac{\xi_{mn}r}{R} \right) \quad (7)$$

В наведених виразах J_{2n} - функції Бесселя першого роду, ξ_{mn} - корені рівняння

$$\frac{dJ_{2n} \left(\frac{\xi_{mn}r}{R} \right)}{dr} = 0, r = R \quad (8)$$

Переходимо до задачі про вимушені коливання рідини. Для визначення тиску рідини використовуємо інтеграл Коші-Лагранжа [5]

$$\text{grad } p = -\rho_l \text{grad} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + a_s(t)x + gz \right)$$

$$\nabla^2 \varphi = 0; \quad \left. \frac{\partial \varphi}{\partial \mathbf{n}} \right|_{S_1} = 0; \quad \left. \frac{\partial \varphi}{\partial \mathbf{n}} \right|_{S_0} = \frac{\partial \eta}{\partial t}; \quad p - p_0|_{S_0} = 0;$$

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial t} + g\zeta + a_s(t)x \right|_{S_0} = 0 \quad (9)$$

Зобразимо потенціал швидкостей у вигляді ряду [5]

$$\varphi = \sum_{k=1}^M \dot{d}_k \varphi_k \quad (10)$$

Підставив цей вираз в граничну умову на вільній поверхні приходимо до таких диференціальних співвідношень

$$\sum_{k=1}^M \ddot{d}_k \varphi_k + g \sum_{k=1}^M d_k \frac{\partial \varphi_k}{\partial \mathbf{n}} + a_s(t)r = 0$$

Розглянемо випадок гармонічного зовнішнього впливу, тобто вважаємо, що $a_s(t) = a \cos \omega t$. Виконав скалярне множення рівняння (2) на власні форми та скориставшись їх ортогональністю [2], маємо

$$\ddot{d}_k + \omega_{1k}^2 d_k + a_s(t) F_k = 0; \quad F_k = \frac{(r, \varphi_k)}{(\varphi_k, \varphi_k)}; \quad k = \overline{1, M}$$

Розв'язок системи диференціальних рівнянь (3) отримаємо у вигляді

$$d_k(t) = \frac{a F_k}{\omega_{1k}^2 - \omega^2} (\cos \omega t - \cos \omega_{1k} t), \quad k = \overline{1, M} \quad (11)$$

Як приклад числової реалізації розглянемо циліндричну оболонку з двома вертикальними перегородками. Радіус оболонки $R = 1\text{ м}$, а рівень заповнення рідиною $h = 1\text{ м}$. Оболонка піддана дії гармонічного навантаження $a_s(t) = \cos \omega t$, прикладеного вздовж осі Ox . Згідно з формулою (1) отримаємо такі значення частот вільних коливань $\omega_{11} = 3.832$ $\omega_{12} = 7.016$ $\omega_{13} = 10.173$. Коливання вільної поверхні за часом зображені на рис. 2, 3 відповідно.

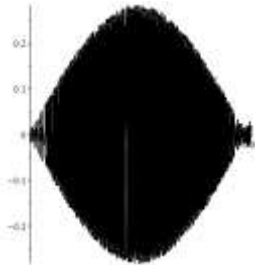


Рисунок 2 – Зміна рівня вільної поверхні при $\omega = 5.5$

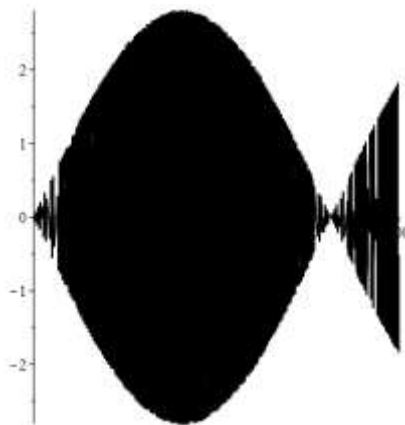


Рисунок 3 – Зміна рівня вільної поверхні при $\omega=9.9$

У порівнянні з результатами, отриманими в [5], бачимо, що встановлення вертикальних перегородок здвигє спектр резонансних частот в бік високочастотних коливань. Це дозволить проводити відстроювання від небажаних частот збуджень на стадії проектування.

Список літературних джерел

1. Ravnik, J., Strelnikova, E., Gnitko V., Degtyarev, K., Ogorodnyk, U., BEM and FEM analysis of fluid-structure interaction in a double tank, Engineering Analysis with Boundary Elements, 67, pp. 13-25, 2016.
2. Gavriluk I., Hermann M, Lukovsky I, Solodun O., Timokha A., Natural Sloshing frequencies in Truncated Conical Tanks. Engineering Computations, Vol. 25 No 6, 2008, pp.518 – 540
3. Gnitko, V., Naumemko, Y., Strelnikova E. Low frequency sloshing analysis of cylindrical containers with flat and conical baffles, //International Journal of Applied Mechanics and Engineering 22 (4) ,pp.867-881, 2017.
4. R.A. Ibrahim. Liquid Sloshing Dynamics. Cambridge University Press, New York, 2005.
5. D.V. Krutchenko, E.A. Strelnikova, Y.S. Shuvalova Discrete singularities method in problems of seismic and impulse impacts on reservoirs, Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», 35(1), pp 31-37. Available at: <https://periodicals.karazin.ua/mia/article/view/9840>

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ШИН В ПІРОЛІЗНОМУ РЕАКТОРІ З ІНДУКЦІЙНИМ НАГРІВОМ

Лапіка А. А., Коломієць О. В., Буличов В. В.

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

Загально відомо, що проблема утилізації зношених шин є актуальною, так як загальносвітові запаси зношених шин оцінюються від 25 до 39 млн. т. при щорічному прирості не менше 7 млн. т.

Метою даної роботи є для піролізного реактора з індукційним нагрівом, конструктивне виконання якого наведено в на рис.1[1], розрахувати оптимальну температуру проведення процесу, з точки зору виходу продуктів піролізу з максимальною теплотворною здатністю.

Основні параметри роботи представленого реактора наведено в працях [2-4].

Розроблений піролізний реактор містить камеру згоряння 1, по всій довжині якої вмонтовано індуктор 2, завдяки якому відбувається нагрів металічного корду шин та гуми, яка на ньому знаходиться з подальшим розкладом, димохід 3 через який піролізний газ видаляється з камери згоряння; реакційну камеру 4, розташовану в корпусі циліндричної футерованої топкової камери згоряння 1 жорстко вбудовану в її торцеві стінки. Тиск у реакційній камері 0,2-0,3 МПа, що необхідно для подальшої переробки продуктів піролізу, тому піролізний реактор обладнаний спеціальною шлюзовою камерою 5 з бункером 6, призначеним для завантаження сировини. Шлюзова камера 5 повинна бути герметичною, щоб запобігти витоку пірогазу. Бункер 7 в який через шлюзову камеру 8 вивантажується прожарений кокс із металокордом. Шнек 9 реакційної камери 4 піролізного реактора виконаний у вигляді пустотілого валу, розташованого уздовж реакційної камери і встановлений у корпусі камери згоряння на підшипниках-вкладишах 10, з можливістю переміщення сировини уздовж реакційної камери. Усі конструктивні елементи реактора, що піддаються дії надвисоких температур і агресивного середовища виготовляються з жароміцних і стійких до агресивних середовищ матеріалів, наприклад, титану. Підшипники-вкладиші 10 шнекового валу виготовлені з графітокомпозиційного. Подрібнені шини засипаються в бункер завантаження сировини 6, потім попадають в шлюзову камеру 5. Після шлюзової камери сировина надходить у реакційну камеру 4, обладнану шнеком 9 з електроприводом, що обертає і переміщує сировину в реакційній камері з такою швидкістю, щоб час перебування гуми в ній забезпечував повну її переробку. У порожнину вала з боку вивантаження коксу подається повітря для охолодження шийки вала шнека і зниження температури підшипника, а виходить повітря з боку виходу газу. Сировина просувається шнеком уздовж камери 4 і при цьому піролізується і коксується. Процеси піролізу і коксування протікають у реакторі при найбільш сприятливій температурі 700 – 750 °С, яка досягається шляхом індукційного

нагріву металевого корду шин без використання природного газу, що робить процес утилізації більш економічним та екологічним.

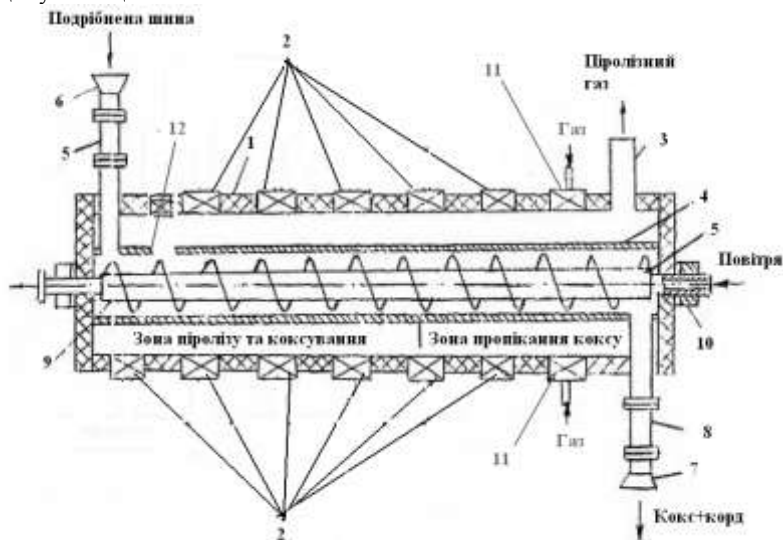


Рисунок 1 – Конструктивне оформлення піролізного реактора[1]

Тобто за критерій оптимальності приймаємо теплотворну здатність продуктів піролізу, оптимізуючим параметром є температура проведення процесу, оскільки при різних температурах маємо різний вихід компонентів піролізного газу.

В роботі [5] наведено механізм проходження процесу піролізу шинної гуми та основні принципи математичного моделювання цього процесу на основі рівняння Ареніуса та опису кінетики хімічних реакцій.

Дану задачу найбільш доцільно розв'язувати методом сканування, що належить до безградієнтних методів пошуку екстремуму, в яких в процесі пошуку використовується порівняльна оцінка величини критерію оптимальності в результаті виконання наступного кроку.

В даній роботі він реалізується наступним чином: при кожному значенні температури, що змінюється з заданим кроком, розраховується концентрація вихідних речовин CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 , C_3H_6 , H_2 та порівнюється з максимальною концентрацією цих речовин, яка на початку приймається рівною нулю, а після порівняння набуває значення розрахованої на цьому кроці концентрації, до тих пір поки розрахована на $n-1$ -му кроці концентрація не виявиться більшою ніж на n -му. Так розраховується максимальна концентрація кожної з вихідних речовин та виводиться температура при якій вона отримана. Розраховується теплотворна здатність отриманого газу при кожній температурі, при якій концентрація однієї з вихідних речовин досягла свого максимального значення, потім отримані таким чином теплотворні

здатності порівнюються та обирається максимальна, а температура при якій вона отримана буде оптимальною.

Отримано наступні результати: максимальний вихід C_2H_4 , C_3H_6 , C_2H_2 , H_2 спостерігається при температурі $720\text{ }^{\circ}\text{C}$, C_4H_5 – при $770\text{ }^{\circ}\text{C}$, CH_4 – при $1270\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплотворна здатність отриманого газу при температурі $720\text{ }^{\circ}\text{C}$ склала $31,14\text{ МДж/м}^3$, при $770\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $26,7\text{ МДж/м}^3$, при $1270\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $25,58\text{ МДж/м}^3$. Тобто оптимальною є температура $720\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 – $31,14\text{ МДж/м}^3$. Розходження з такими компонентами піролізного газу як CH_4 , C_3H_8 , H_2 не перевищило $1,6\%$.

Наведені результати перевірено 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. Лапіка А.А. Енергоефективний піролізний реактор / А.А. Лапіка, О.В. Коломієць // Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів. Одеса, 13 квітня 2018 р. – Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2018. – С. 41 – 42.

2. Коломієць О.В. Піроліз зношених шин за рахунок індукційного нагріву їх металічного корду / О.В. Коломієць, В.В. Буличов // Матеріали XXXV Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: Зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2017. – Вип. 35. – с. 232 – 235.

3. Коломієць О.В. Визначення основних параметрів індуктора для нагріву металічного корду зношених шин [Електронний ресурс] / О.В. Коломієць, В.В. Буличов // Тези доповідей I Всеукраїнської наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених «Проблеми сучасної електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: теорія і практика», 15-16 грудня 2017 р. / відп. Ред. Бабаєв В.М. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017: <http://ojs.kname.edu.ua/index.php/area/article/view/1617/1537/>

4. Калениченко А.О. Визначення основних параметрів піролізного реактора для утилізації зношених шин / А.О. Калениченко, О.В. Коломієць, В.В. Буличов // Матеріали III-ї Всеукр. наук.-практ. інтернет конф. «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ХНТУ, 2018. – С. 33 – 34.

5. Коломієць О.В. Вибір оптимальної температури піролізу зношених шин / О.В. Коломієць, В.В. Буличов // Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії: колективна монографія. У двох книгах. – Книга 2 / Під заг. ред. д.т.н., проф. Ю.С. Продайка. – Дніпро: Нова ідеологія, 2017. – с. 149 – 153.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГІПОКСИТЕРАПІЇ НА РОЗУМОВУ ТА ФІЗИЧНУ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

Морозов Д. С., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

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

Гіпокситерапія підвищує загальну неспецифічну резистентність організму здорових і хворих людей, полегшує перенесення ними фізичних навантажень, вплив високих і низьких температур та покращує процес кровообігу [1]. При тривалій адаптації до гіпоксії формуються механізми резистентності організму [2]. До них відносяться: гіпертрофія і гіперплазія нейронів дихального центру, гіпертрофія і гіперфункція легенів; гіпертрофія і гіперфункція серця, збільшення кількості капілярів в мозку і серці; підвищення здатності клітин до поглинання кисню. Ці механізми дозволяють адекватно забезпечувати потребу організму в кисні, незважаючи на його дефіцит у зовнішньому середовищі, труднощі в доставці і постачанні тканин киснем [2]. В умовах гіпоксії були виявлені відмінності в стані психомоторних і розумових функцій у людей різного віку. Розумова діяльність при диханні повітрям викликала посилення кровотоку в головному мозку у літніх людей. У той же час у осіб молодого віку подібних змін не відзначалося.

Для моделювання зміни стану фізичної та розумової працездатності людини під час гіпокситерапії, з метою підвищення ефективності досліджень зміни стану організму у процесі проведення гіпокситерапії було створено систему для розрахунку та порівняння фізичних та розумових показників працездатності людини до та після проведення гіпокситерапії.

Система використовує математичну модель, за допомогою якої проводиться моделювання та аналіз фізіологічної реакції організму у процесі гіпокситерапії, аналіз показників серцево-судинної та кровоносної системи організму. У даній моделі визначається ряд таких показників: пульс, серцевий вивід, об'єм поглинаючого кисню, дефіцит кисню у крові, та об'єм крові накачаний серцем за удар [3].

Так наприклад, за допомогою формули (1) ми можемо визначити зміну об'єму поглинаючого кисню під час проведення гіпокситерапії [3]:

$$VO_2 = VO_2(0) + A_0^{on} (1 - e^{\frac{-t}{\tau_0^{on}}}) + A_1^{on} (1 - e^{\frac{(t - TD_1^{on})}{\tau_1^{on}}}) + A_2^{on} (1 - e^{\frac{(t - TD_2^{on})}{\tau_2^{on}}}) \quad (1)$$

де $VO_2(0)$ - початковий об'єм спожитого кисню, A_0^{on} , A_1^{on} , A_2^{on} - коефіцієнти зміни кисню на стадіях гіпокситерапії один, два та три відповідно, τ_0^{on} , τ_1^{on} , τ_2^{on} - час проведення гіпокситерапії на стадіях один, два та три відповідно, TD_1^{on} , TD_2^{on} - часові затримки після кожної стадії, t - загальний час проведення гіпокситерапії.

За допомогою формули(2) можна визначити дефіцит кисню у крові [3]:

$$O_2^{defi} = (VO_2(0) + A_0^{on} + A_1^{on} + A_2^{on}) * (t - t_0) - \int_{t_0}^t VO_2 dt \quad (2)$$

де $VO_2(0)$ - початковий об'єм спожитого кисню, A_0^{on} , A_1^{on} , A_2^{on} - коефіцієнти зміни кисню на стадіях гіпокситерапії один, два та три відповідно, t - загальний час проведення гіпокситерапії, O_2^{defi} - дефіцит кисню в крові.

За допомогою формули (3) ми можемо визначити серцевий вивід [3]:

$$CO = HR * Q_s \quad (3)$$

де CO - серцевий вивід, HR - пульс (частота серцевих скорочень), Q_s - об'єм, накачаний за удар серця (ударний об'єм).

Функціонал системи відображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – UML-діаграма прецедентів користувача системи

Користувачем системи є медпрацівник, що проводить дослідження стану пацієнта. Як видно з UML-діаграми прецедентів користувачу необхідно пройти авторизацію, обрати чи створити нового пацієнта, ввести дані, а потім розрахувати фізичні та розумові показники та отримати результати досліджень та зберігати їх в БД, в подальшому можна переглянути динаміку показників у вигляді таблиць чи графіків та створити звіт, що зберігається в Excel.

Реалізована система допомагає провести дослідження впливу гіпокситерапії на фізичну та розумову працездатність та проаналізувати динаміку зміни кожного окремого показника для певного пацієнта або певної вікової групи пацієнтів, задля проведення подальших досліджень та оптимізації процесу гіпокситерапії.

Список літературних джерел

1. Сліпченко В.Г. Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму: монографія / В.Г. Сліпченко, О.В. Коркушко, В.Б. Шатило. – Київ: НТУУ "КПІ", 2015. – 484 с.

2. Коркушко О.В. Возрастные особенности мозгового кровообращения. умственной работоспособности в условиях гипоксии у здоровых людей пожилого возраста с различным типом старения физиологическим и ускоренным (преждевременным) / О.В. Коркушко, Е.Д. Осьмак // Кровообіг та гемостаз. - 2013. - № 2. - С. 7-26.

3. Stirling J.R., Zakynthinaki M.S. Mathematical modelling in sport. - 2003. - 32 p.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЕКРАНИ ДЛЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНИХ ПОЛІВ

Ніколенко Б. М.

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

Екранування — один з основних технічних засобів електромагнітного та інформаційного захисту електронної апаратури. Його сутність полягає у захисті чутливих пристроїв від дії електричних, магнітних та електромагнітних полів джерела за допомогою металевих екранів[1].

Розрізняють електростатичне, магнітостатичне та електромагнітне екранування. Проте, чіткий поділ полів за частотою та властивостями на практиці відсутній, оскільки є складним. Для досягнення потрібної ефективності екранування досліджуються фізичні процеси та ефекти. Основним способом екранування сьогодні є електромагнітне екранування, оскільки його ефективність збільшується з підвищенням частоти магнітного поля, що є особливо актуальним для пристроїв, що працюють в діапазоні надвисоких частот[2].

Електромагнітне екранування у хвильовому режимі на НВЧ реалізується доповненням механізму поглинання механізмом відбиття електромагнітної енергії від екрана. Поглинання в екрані обумовлене перетворенням електромагнітної енергії на теплову, в тому числі за рахунок втрат на вихрові струми, тому ефективність екранування поглинанням зростає з підвищенням частоти поля та магнітної проникності матеріалу, а також збільшенням електропровідності екрана. Відбиття енергії пов'язане з невідповідністю хвильових характеристик (в основному хвильового опору) металу екрана та діелектрика, який оточує екран (наприклад, повітря).

В цьому випадку ефективність екранування зростає з ростом цієї невідповідності. У хвильових режимах роботи екранів в діапазоні НВЧ ($10^8 \dots 10^{10}$ Гц) ефект екранування визначається фізичними явищами та процесами взаємодії відбитих, заломлених та падаючих хвиль на межах неоднорідних середовищ поширення полів та металевих матеріалів екранів. У таких режимах моделі показників екранування є найбільш прийнятними, тому що властивості їх подібностей зберігаються при використанні фундаментальних аналітичних методів моделювання (рівняння Максвелла, закони Снеліуса)[3].

У хвильовому режимі роботи довжина хвилі може співпадати з розмірами самого екрана. Тому в цьому діапазоні частот розрахунки екранів необхідно проводити, враховуючи струми зміщення за повними рівняннями електродинаміки[4].

Важливою відмінною рисою електромагнітного екранування в області ВЧ на відміну від НЧ є змінний характер залежності коефіцієнта екранування від частоти, що можна пояснити хвильовою природою НВЧ, і призводить до його резонансу при відповідних значеннях відношення поперечного розміру екрана до довжини хвилі.

Пропонується за допомогою математичної системи *MATLAB* математично змодельовати два тришарових екрана та порівняти характеристики коефіцієнтів екранування. Структура екранів «алюміній-сталь-алюміній» та «мідь-сталь-мідь». Сталь використовується в обох випадках, оскільки має добрі магнітні властивості. Алюміній і мідь — немагнітні матеріали[5]. Дані для розрахунків подані у таблиці 1:

Таблиця 1 — Деякі параметри матеріалів екранів

Матеріал	Магнітна проникність μ	Провідність σ , См/м	Відношення хвильових опорів N
Мідь	0,99	$5,62 \cdot 10^7$	200
Сталь	200	$3,7 \cdot 10^6$	7
Алюміній	1	$2,5 \cdot 10^7$	160

Результати розрахунку коефіцієнтів екранування для обох екранів в діапазоні 10 кГц..10 ГГц подані на рисунку 1:

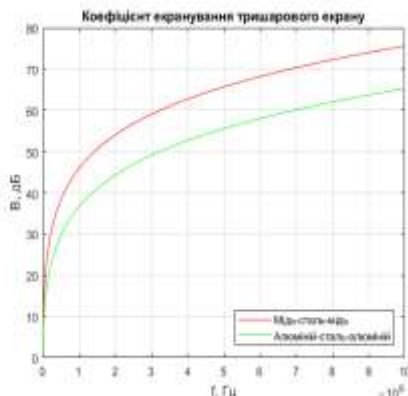


Рисунок 1 — Коефіцієнти екранування тришарових екранів

Список літературних джерел

1. ДСТУ 3396.0-96. Захист інформації. Технічний захист інформації. Основні положення. — К.: Держстандарт України, 1996. — 14 с.
2. Зінковський Ю.Ф., Клименко В.Г. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — Ж.: ЖІПІ, 1999. — 376 с.
3. Зинковский Ю.Ф., Клименко В.Г. Расчет волновых сопротивлений излучателей помех при экранировании//Вестник РТФ КПИ. Радиотехника, 1994. — Вып. 30. — с. 58.
4. Вольман И.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика — М.: Связь, 1971. — 487 с.
5. Князев А.Д., Кечиев Л.Н., Петров Б.В. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости. — М.: Радио и связь, 1989. — 222 с.

СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОЦЕСУ ОРНШТЕЙНА- УЛЕНБЕКА

Олевський В. І.¹, Олевська Ю. Б.²

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

² ДВНЗ НТУ «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Електрофорез – це рух колоїдних частинок в електричному полі. Здатність електрофорезу розділяти заряджені біологічні макромолекули широко застосовується не тільки в дослідженнях, а й у біотехнології, хімічному виробництві, і в медицині. Не дивлячись на застосування для оцінки коефіцієнтів електрофоретичної рухливості молекулярно-кінетичної теорії у вигляді стохастичного рівняння Ланжевена і виходячих з нього співвідношень Ейнштейна-Смолуховського [1], що враховує броунівський рух частинок середовища, ці описи залишаються детерміністичними. Такі описи не дозволяють досягти необхідної точності при описі електрофорезу високомолекулярних речовин, особливо при аналізі їх відмінностей [2].

Завданням цієї роботи є застосування статистичної моделі у вигляді трендового процесу Орнштейна-Уленбека (OU) [3] для опису електрофорезу високомолекулярних речовин. OU є єдиним нетривіальним стаціонарним гаусовим марковським процесом та має властивість повернення до середнього. Це сприяло його використанню у фінансовій інженерії. В даний час OU вивчений досить глибоко і становлять інтерес його різні модифікації і узагальнення, зокрема трендовий OU.

OU є безперервним стохастичним процесом v_t , який описується стохастичним диференціальним рівнянням (SDE) виду

$$dv_t = k(\theta - v_t)dt + \sigma dW_t, \quad (1)$$

де θ , $k > 0$ і $\sigma > 0$ – параметри, що інтерпретують рівноважний рівень, швидкість досягнення рівня рівноваги, і дисперсію змінної стану v_t відповідно. Стандартний броунівський рух W_t розглядається в імовірнісному просторі (Ω, F, P) з фільтрацією $(F_t)_{t \geq 0}$.

В OU v_t (1) прагне до постійного довгострокового середнього рівня θ при прагненні часу до нескінченності. Якщо ж процес залежить від часу, це рівняння можна узагальнити на детермінований тренд $\mu(t)$, ввівши безперервний стохастичний процес p_t , що описується SDE виду

$$d(p_t - \mu(t)) = k(\mu(t) - p_t)dt + \sigma dW_t. \quad (2)$$

Рівняння (2) описує процес p_t , що відхиляється від детермінованого тренду $\mu(t)$ і повертається до нього зі швидкістю, пропорційною відхиленню.

Процес (2) називається трендовим ОУ з детермінованим трендом $\mu(t)$. Детермінований тренд $\mu(t)$ містить, як правило, кілька параметрів, які необхідно оцінювати за даними спостережень. У відомих роботах по моделюванню руху діелектриків таку оцінку проводять відомими статистичними методами, наприклад, моментів або максимуму правдоподібності.

У разі електрофорезу ми пропонуємо в якості детермінованого тренду прийняти лінійний тренд з коефіцієнтом, пропорційним електролітичній рухомості речовини у заданому середовищі α [1] виду $\mu(t) = k_1 \alpha t$. Тоді SDE (2) згідно зі стохастичним рівнянням Іто має розв'язок виду

$$p_t = k_1 \alpha t + p_0 e^{-kt} + \sigma \int_0^t k(t-u) dW_u. \quad (3)$$

При довільному p_0 асимптотичний розподіл p_t є гаусовим з середнім значенням $k_1 \alpha t$ та дисперсією $\sigma_1^2 = \sigma^2 / 2k$. Розподіл у довільний момент часу має вигляд

$$p(x, t | y, s) = \sqrt{\frac{\varphi}{\pi}} e^{-\varphi \psi(x, t | y, s)},$$

$$\varphi = \frac{e}{4\sigma_1^2}, \quad (4)$$

$$\psi(x, t | y, s) = \left((k_1 \alpha t - x) + (k_1 \alpha s - y) e^{k(s-t)} \right)^2$$

Статистична обробка експериментальних даних дає можливість отримати оцінки параметрів k , k_1 та σ , що дозволяє стохастично моделювати процес електрофорезу.

Список літературних джерел

1. Slater G.W., Guillozic S., Gauthier M.G., Mercier J.F., Kenward M., McCormick L.C., Tessier F. *Theory of DNA electrophoresis*. Electrophoresis. V. 23 (2002), P. 3791-816.

2. V. I. Olevskiy, V. T. Smetanin, and Yu. B. Olevska, "Fuzzy method of recognition of high molecular substances in evidence-based biology," in Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences: 9th International Conference for Promoting the Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences - AMiTaNS'17, AIP Conference Proceedings 1895, edited by M. D. Todorov. (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), pp. 070003-1–070003-9. DOI: 10.1063/1.5007392

3. Deng, Y., Barros, A., and Grall, A. Residual useful life estimation based on a time-dependent Ornstein-Uhlenbeck process. Chem. Engineer. Trans. V. 33 (2013), P. 325–330.

К ВОПРОСУ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Петренко Н. Г.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины Киев, Украина

Проблемы эффективной поддержки трансдисциплинарных (ТД) научных исследований обуславливают, в частности, формирование и системный анализ сервис-ориентированной парадигмы ноосферогенеза, задаваемой цепочкой: *ноосферогенез – трансдисциплинарность – информатика – онтологическая концепция – научная картина мира (НКМ) – перспективные информационные технологии*. Сущностная функция, место и последовательность концептов в этой цепочке четко определены и, по сути, составляют методологическую основу современных научных исследований как основы развития цивилизации. Развитие науки перешло от стадии дифференциации к стадии интеграции, обеспечив возможность реализации ТД-концепции развития науки, которая апеллирует к НКМ при постановке и проведении научных исследований и выполнении сложных исследовательских и практических проектов. Без нее немислим целенаправленный позитивный процесс ноосферогенеза. Здесь свою роль выполняет информатика как системообразующая отрасль знаний. В ее недрах зародилась онтологическая концепция, сущность которой состоит в формальном онтологическом описании предметных областей и НКМ в целом [1].

Онтологическая концепция и основные онтолого-управляемые функции реализуются в специальном классе знание-ориентированных компьютерных систем, а именно в классе онтолого-управляемых интеллектуальных компьютерных систем [2]. Основой предметной деятельности таких систем является система знаний, которую можно представить в виде подсистемы общих знаний, взаимодействующей с множеством подсистем знаний в предметных областях (ПдО).

Реализация онтологической концепции предполагает разработку полного описания предметных знаний, для чего необходимо: 1) сформировать и обработать (выполнить семантический анализ) интегрированный лингвистический корпус текстов (ЛКТ) по заданным ПдО; 2) построить онтографы для каждой ПдО; 3) формализовать описания знаний в виде научной теории; 4) выполнить процедуры обработки и интеграции предметных знаний с применением систем семантического анализа исходных текстовых материалов и аналитической обработки и представления. Примером реализации указанных процедур может служить инструментарий ТОДОС, который представляется как комплекс программно-информационных и методических средств управления знаниями с использованием подходов онтологического управления информационными ресурсами [3]. Функциональность ТОДОС может расширяться, обеспечивая реализацию ряда важных и полезных функций, таких как:

- удобный интерфейс, обеспечивающий совместную работу группы экспертов из разных областей знаний;

- построение интегрированного ЛКТ, описывающего знания разных ПдО, включая: наполнение онтологической базы знаний публикаций научного исследователя; индексацию и разметку оригиналов публикаций для полнотекстового поиска и сохранения знаний и данных в системе управления базами данных; лемматизацию словоформ; экстракцию текста из оригиналов публикаций, представленных в виде документов в форматах pdf, doc и docx; автоматическое формирование представительного корпуса исходных текстов для нейросетевого анализа с автоматическим определением названия, авторов и количества страниц публикаций; полнотекстового поиска по текстовым файлам;

- средства построения и формализации интегрированных онтологий ПдО, представления знаний в виде научной теории, проверка их корректности;

- построение категориального уровня понятий и обеспечение его взаимодействия с уровнем предметных знаний;

- поддержка процесса построения глобальной сети ТД-знаний и процедур ее освоения и использования;

- построение самодостаточных кластеров конвергенции, необходимых для выполнения ТД-проектов;

- поддержка процесса выполнения ТД-проекта на всех этапах жизненного цикла;

- оценка социальной значимости проекта.

После такой доработки комплекса ТОДОС представляется возможным решить задачу полного описания знаний ПдО, жизненный цикл которого можно представить цепочкой «Семантический анализ интегрированного ЛКТ → Построение онтографов для каждой ПдО → Выделение континуума элементарных смыслов → Онтологическое описание элементарных смыслов на некотором языке Semantic Web → Обобщение элементарных смыслов на основе научно-онтологической и языково-онтологической картин мира → Формализация предметных знаний → Формирование и решение прикладных задач с предоставлением пользователю совокупности соответствующих сервисов.

Роль онтологии категориального уровня (ОКУ) чрезвычайно высока в связи с «воссозданием целостной НКМ» и обеспечением ТД-взаимодействия на уровне общего языка категорий.

Роль онтологий предметных знаний, кроме традиционных функций концептуализации и спецификации научных теорий, заключается в реализации онтологического управления на уровне архитектуры компьютерной системы.

Более детально категориальный и доменный уровни знаний в научно-онтологической картине мира представлены на рис. 1. Понятно, что все аспекты (даже основные) указанных уровней знаний на одной схеме отразить невозможно. Поэтому здесь упор сделан на категории «Природа → Общество → Человек → Знания о мире → ТД научные исследования».

На рисунке представлено три обобщенных уровня:

1. Собственно *уровень категорий*, структурированный на шесть подуровней ($0 \div 5$) в соответствии с категориальными отношениями.
2. *Уровень доменов* предметных и научных дисциплин. Он разделен на три подуровня ($1 \div 3$), в котором отражены, в основном, домены отрасли науки. Начиная с этого уровня, семантические отношения между понятиями уже поддаются некоторому научному осмыслению. В своем большинстве они представлены отношениями типа «быть целым», «быть частью», «быть родом» и «быть видом».

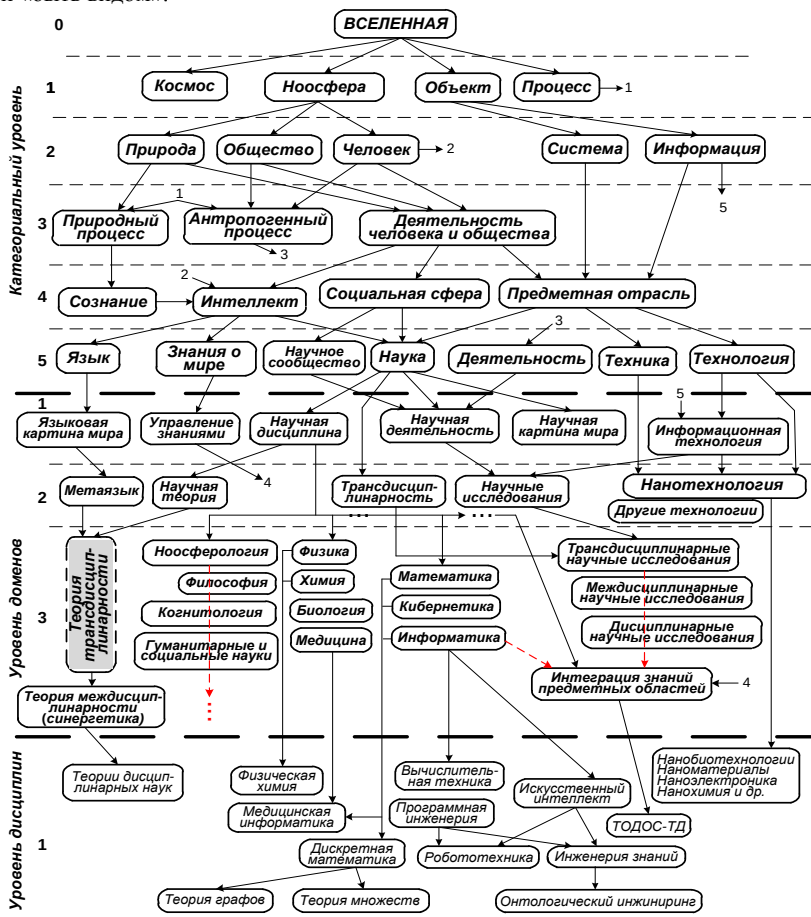


Рисунок 1 – Категориальный и доменный уровни знаний в научно-онтологической картине мира

3. *Уровень дисциплин* представлен только корневыми вершинами предметных дисциплин и технологий шестого технологического уклада. На

этом уровне преобладают отношения типа «целое-часть». Более подробно онтологии некоторых предметных дисциплин и категориальный уровень семантических отношений между понятиями рассмотрены в [4].

Кратко опишем перечисленные выше уровни.

Категориальный уровень. Незыблемое правило построения любого онтографа – указать корневую вершину-понятие, которое включает в свой объем все нижележащие вершины-понятия. В данном случае такой вершиной является категория “Вселенная” (В) (уровень 0). Формально, В есть тип наивысшего (нулевого) уровня категоризации, не имеет никакой дифференциации [2].

На уровне 1 расположены категории “Космос”, “Ноосфера”, “Объект” и “Процесс”. Категория “Ноосфера” представлена онтографом (см. в [1]). Категории “Объект” и “Процесс” включены для разделения понятий на статические и динамические типы. На онтографе отсутствуют категории “Материальное” и “Абстрактное”, потому что тематическая направленность онтографа предполагает включение в него, в основном, абстрактных понятий.

Категории подуровней 2 ÷ 4 отражают сущностную основу ТД научных исследований, а категории подуровня 5 их детализируют.

Уровень доменов играет важную роль при формировании «кластеров конвергенции» – органически связанной совокупности научных теорий, современных технологий и достижений технической отрасли. Указанная связанность ярко проявляется в NBIC-кластере технологий [1].

Уровень дисциплин конкретизирует предметные дисциплины, научные теории и технологии.

При создании онтологического словаря [4], являющегося некоторым фрагментом научно-онтологической картины мира, использовались методические указания, описанные выше.

Список литературных источников

1. Палагин А.В., Петренко Н.Г. Развитие и становление трансдисциплинарных и междисциплинарных исследований и роль информатики // Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація. – Дніпро: ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, 2018. – № 1 (3). – С.46-70.

2. Палагин А.В, Крывый С. Л., Петренко Н.Г. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний // [Монография]. – Луганск: изд. ВНУ им. В. Даля, 2012. – 324 с. – Available at: <http://www.aduis.com.ua/Monography.pdf>.

3. ТОДОС – ІТ-платформа формування трансдисциплінарних інформаційних систем / В.Ю. Величко, М.А. Попова, В.В. Приходнюк, О.С. Стрижак. – Системи озброєння і військова техніка, 2017. – № 1(49). – С. 10–19.

4. Палагін О.В. Тлумачний онтографічний словник з інженерії знань / О.В. Палагін, М.Г. Петренко. – Київ, Інтерсервіс, 2017. – 478 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БУРО-ВИБУХОВОЇ ВІДБІЙКИ ЗАЛІЗНИХ РУД ПРИ ЇХ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ

Попов С. О., Єріна О. О.

«Криворізький національний університет», Кривий Ріг, Україна

Однією з важливих складових індустрії і економіки України є залізорудна гірничодобувна промисловість. Ця галузь виробляє до 9% валового внутрішнього продукту України, майже повністю забезпечує базовим сировинним ресурсом (залізорудною сировиною) вітчизняну металургійну промисловість, а також значну частку продукції реалізує на зовнішніх ринках.

За запасами залізних руд Україна є одним зі світових лідерів. В її надрах зосереджено біля 14% світових запасів цих руд. На даний час їх родовища розробляються двома способами: відкритим (кар'єрами) і підземним (шахтами). У зв'язку з розповсюдженням покладів цих руд на значні глибини найбільш перспективним з цих способів є підземна розробка. На даний час із її застосування здійснюється видобуток руд на глибинах 1400-1500 м, а у найближчій перспективі планується їх збільшення до 1800-2000 м.

Необхідно відмітити, що наряду з такими можливостями підземний спосіб розробки має і ряд суттєвих складностей, які негативно впливають на його технічну і економічну ефективність.

Однією з таких складностей є те, що процес видобутку руди потребує застосування для її відділення від гірського масиву і подрібнення рудної маси до необхідної кондиції за крупністю достатньо складного і небезпечного способу «Буро-вибухової відбійки».

Цей спосіб відбійки реалізує спеціальний підрозділ гірничодобувних підприємств «Буро-вибуховий комплекс шахт».

Здійснення відбійки залізних руд у підземних умовах представляє складну задачу. Ці умови характеризуються обмеженням простором, у якому експлуатується бурова, зарядна та допоміжна техніка, і який створює вкрай складні умови маневрування технікою; необхідністю орієнтації вибухових зарядів у підземному просторі при відсутності прямої видимості конфігурації зон надр, які необхідно руйнувати вибухом; роботою працівників бурових і вибухових ділянок в умовах підвищеної небезпеки за розвитком гірського тиску та наявності у шахтній атмосфері шкідливих речовин та ін.

Особливо великі складності виникають у питанні забезпечення ефективності відбійки за її технічними і економічними результатами. Ця складність обумовлена тим, що на результати відбійки впливає багато технічних, технологічних і організаційних факторів, які мають свої особливості у кожному окремому добувному блоці/панелі, у яких здійснюються буро-вибухові роботи. Ці складності усугубляються ще і тим, що виконання буро-вибухових робіт за їх операціями, матеріалами, які використовуються при цьому, та організацією робіт можуть здійснюватись різними способами і результати цих робіт за їх технологічними варіантами та параметрами суттєво відрізняються.

Таким чином, при розробці проектів відбійки залізних руд виникає важлива і складна задача вибору оптимальних схемних, технологічних, технічних і організаційних рішень з виконання буро-вибухових робіт. Розв'язання цієї задачі у оптимізаційному режимі є процесом вкрай складним і як правило на шахтах не виконується.

Описана ситуація наносить значних фінансових і матеріальних втрат для гірничодобувних підприємств адже буро-вибухові роботи є одними з найбільш масштабних робіт на залізрудних шахтах, а фінансові витрати на їх здійснення досягають 40%, а іноді і до 60% собівартості видобутої руди.

Для забезпечення можливості розв'язання вказаної задачі при підготовці проектів масових вибухів авторами розроблені:

- спеціальна математична модель, яка детально описує технічні і економічні аспекти здійснення відбійки залізних руд у підземних умовах;
- алгоритм оптимізації параметрів буро-вибухових робіт на основі цієї математичної моделі, наведений на рис.1;
- комп'ютерна програма для моделювання процесу відбійки залізних руд у широкому діапазоні умов їх підземної розробки.

У сукупності ці елементи утворюють автоматизовану систему математичного моделювання і оптимізації процесу відбійки залізних руд у широких діапазонах геологічних, геомеханічних, гірничотехнічних і технологічних умов здійснення відбійки.

Особливістю цієї системи є те що вона дозволяє визначати оптимальні параметри буро-вибухових робіт при варіюванні таких аспектів відбійки: схем розташування вибухових свердловин, які можуть по різному розподіляти заряди у зоні відбійки руди, і визначають необхідну сумарну довжину свердловин l (рис. 1); зміна діаметрів свердловин d_{nm} , які впливають потужність вибуху заряду кожної свердловини; розміри зони руйнування порід B_k від вибуху; зміну видів вибухових речовин (*вид ВР*), які можуть широкий діапазон потужності вибуху і його руйнівної дії, при цьому ці вибухові речовини мають різну вартість; використання різного виду бурового обладнання (*розрахунок економічних параметра БВР*), яке крім технічних результатів швидкості і буріння впливають і на вартість бурових робіт.

У математичній моделі особлива увага приділена урахуванню особливостей процесу руйнування руди під дією вибуху, який у значній мірі залежить від комплексу фізико-механічних властивостей руди (межі її міцності, модулю Юнга, пластичності, тріщинуватості C_0 , f тощо). Ці властивості впливають на результати вибуху за обсягом руди, яка руйнується одним зарядом і ступеню подрібнення рудної маси. Враховуються також ряд інших параметрів, які описують специфічні умови виконання кожної технологічної операції у процесі здійснення буро-вибухових робіт.

Описана система моделювання, пройшла промислові випробування на шахтах Криворізького басейну, показала свою ефективність і введена авторами у склад програмного забезпечення системи автоматизованого проектування розробки запасів добувних блоків «Ферит», яка розробляється у даний час на кафедрі автоматизації, комп'ютерних наук і технологій Криворізького національного університету.

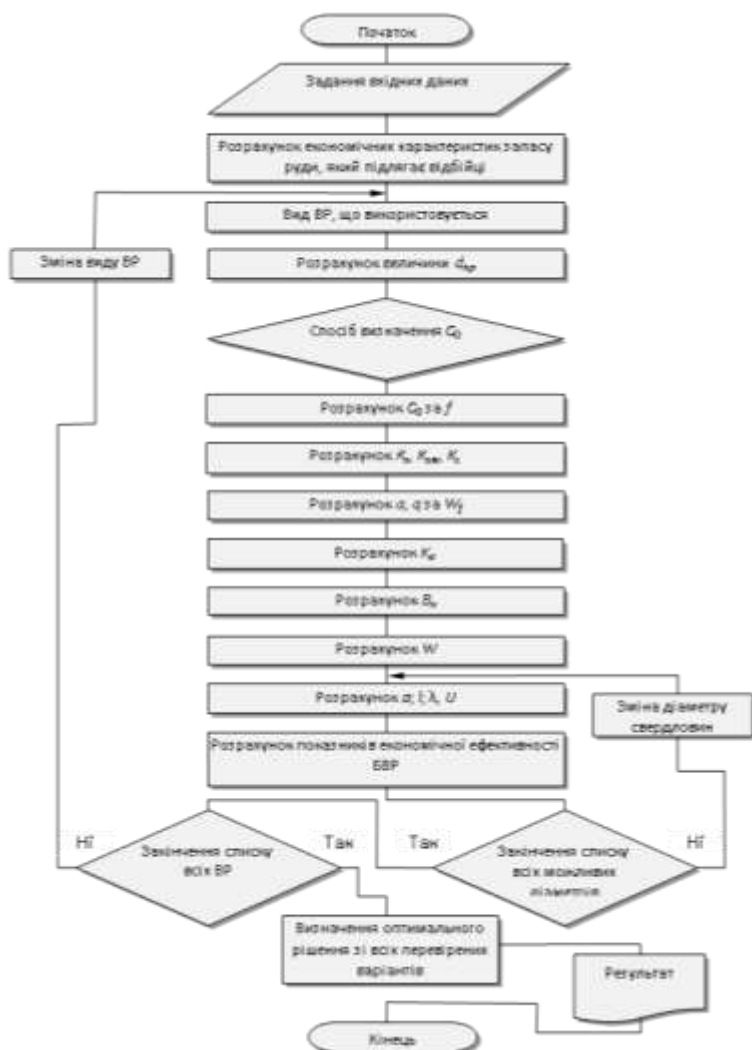


Рисунок 1 – Алгоритм оптимізаційного математичного моделювання БРР

НЕЛІНІЙНЕ РЕГРЕСІЙНЕ РІВНЯННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ JAVA-СИСТЕМ

Приходько С. Б., Латанська Л. О., Леонов П. С.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

Задача оцінювання розміру програмного забезпечення (ПЗ) на ранній стадії програмного проекту є важливою, оскільки інформація, отримана при оцінюванні розміру ПЗ, використовується для прогнозування трудомісткості по розробці ПЗ, включаючи промислові інформаційні Java-системи. Це пов'язано з тим, що розмір ПЗ є основним фактором від якого залежить трудомісткість розробки ПЗ, зокрема в такій відомій моделі як СОСОМО II.

У роботі [1] запропоновано лінійні регресійні рівняння для оцінювання розміру ПЗ деяких мов програмування, включаючи Java. Запропоновані рівняння побудовано за допомогою множинного лінійного регресійного аналізу на основі метрик з діаграми класів. Проте існують чотири основні припущення, які виправдовують використання моделей лінійної регресії, одним з яких є нормальність розподілу помилок. Але це припущення справедливе лише в окремих випадках [2]. Це призводить до необхідності використання нелінійних регресійних моделей, в тому числі для оцінювання розміру ПЗ промислових інформаційних систем на Java.

Нормалізуючі перетворення часто є добрим способом побудови моделей, рівнянь, довірчих інтервалів та інтервалів прогнозування нелінійних регресій [2]. Одним із найбільш поширених перетворень є перетворення у вигляді десяткового логарифму, яке було використано при побудові багатьох відомих моделей, таких як СОСОМО, ISBSG, СОСОМО II. Ми також будемо використовувати перетворення у вигляді десяткового логарифму для побудови нелінійного регресійного рівняння для оцінювання розміру програмного забезпечення промислових інформаційних Java-систем.

Для побудови нелінійної регресійної моделі використовується вибірка чотиривимірних негаусових даних з [1]: фактичний розмір ПЗ в тисячах рядках коду Y , загальна кількість класів X_1 , загальна кількість зв'язків X_2 та середня кількість атрибутів на клас X_3 у концептуальній моделі даних з 32 промислових інформаційних систем, розроблених з використанням мови програмування Java.

Для виявлення викидів у цих даних ми використовуємо метод, оснований на нормалізуючих перетвореннях і квадраті відстані Махаланобіса (MD) [3]. Для рівня значимості 0,005 та перетворення у вигляді десяткового логарифму. У [1] також було припущено, що дані не містять викидів. Хоча застосування до даних з [1] критерія на основі квадрата MD без їх нормалізації показало, що дані системи 12 є багатомірним викидом, оскільки для цього рядка даних квадрат MD дорівнює 14,99 і є більшим ніж величина квантіля розподілу χ^2 , яка становить 14,86 для рівня значимості 0,005.

Спочатку багатовимірні негаусівські дані з [1] ми нормалізуємо за допомогою одномірного перетворення у вигляді десяткового логарифму. Далі для нормалізованих даних будемо лінійне регресійне рівняння

$$Z_Y = b_0 + b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + b_3 Z_3, \quad (1)$$

де $Z_Y = \lg Y$; $Z_j = \lg X_j$, $j = 1, 2, 3$.

Параметри рівняння (1) оцінювалися методом найменших квадратів. Оцінки параметрів такі: $b_0 = 0,19894$, $b_1 = 0,63985$, $b_2 = 0,39503$, $b_3 = 0,13635$.

На останок будемо нелінійне регресійне рівняння за лінійним рівнянням (1) та перетворенням у вигляді десяткового логарифму

$$Y = 10^{b_0} X_1^{b_1} X_2^{b_2} X_3^{b_3}. \quad (2)$$

Також для порівняння з (2) за даними з [1] було побудовано лінійне регресійне рівняння

$$Y = -8,8106 + 1,3522 X_1 + 1,1317 X_2 + 0,7573 X_3. \quad (3)$$

Рівняння (2) виявилось кращим за (3) за середньою величиною відносної помилки MMRE: 0,0890 для (2) та 0,1059 для (3). Різниця між цими значеннями складає 18,9%. За таким показником як відсоток прогнозування PRED(0,25) обидва рівняння однакові: для обох PRED(0,25) складає 0,9375. І лише за значенням множинного коефіцієнта детермінації R^2 рівняння (2) виявилось трохи гіршим за (3): 0,9629 для (2) та 0,9650 для (3). Різниця між цими значеннями складає всього 0,2%.

Отриманий результат свідчить про те, що для побудови нелінійних регресійних рівнянь, в тому числі і для оцінювання розміру програмного забезпечення промислових інформаційних Java-систем, згідно з [2] потрібно використовувати багатовимірні нормалізуючі перетворення.

Список літературних джерел

1. Tan H.B.K. Estimating LOC for information systems from their conceptual data models / H. B. K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering (ICSE '06), Shanghai, China, May 20-28, 2006. – P.321-330.
2. Prykhodko N. Constructing the non-linear regression models on the basis of multivariate normalizing transformations / Natalia Prykhodko, Sergiy Prykhodko // Збірка праць конференції Моделювання-2018, 12-14 вересня 2018, Київ. – К.: ВД “Академпериодика” НАН України, 2018. – С.217-220.
3. Prykhodko S. Application of the Squared Mahalanobis Distance for Detecting Outliers in Multivariate Non-Gaussian Data / S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, A. Pukhalevych // Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, February 20–24, 2018. – P.962-965.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИХАННЯ ПРИ ХРОНІЧНОМУ ОБСТРУКТИВНОМУ ЗАХВОРЮВАННІ ЛЕГЕНЬ ПІД ВПЛИВОМ ГІПОКСИТЕРАПІЇ

Романюк К. Р., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

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

Гіпоксія – це недостача кисню в тканинах організму. Вона може виникати через порушення будь-якого етапу в циклі дихання – починаючи від низького вмісту кисню у вдихуваному повітрі і закінчуючи пошкодженням дихальних ферментів у самих клітинах. У більшості випадків гіпоксія викликана захворюваннями системи кровообігу чи дихання [2].

У хворих на хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) гіпоксія може призвести до розвитку дихальної недостатності. У цьому випадку хворим назначають курс гіпокситерапії. Він не тільки відшкодовує недостачу кисню в крові, а й сприяє покращенню фізичного стану хворого, уникаючи розвитку ускладнень. Лікар назначає даний курс для хворих ХОЗЛ з рівнем сатурації нижче 90%. При цьому стоїть задача підібрати режим лікування індивідуально для кожного пацієнта.

Існують різні методики дослідження впливу гіперкапнії та гіпоксії на організм, кожна з яких має свої особливості. У даній роботі запропонована комплексна модель, що включає в себе модель регуляції хвилинної вентиляції легень та модель балансу газів в крові [3].

Модель регуляції хвилинної вентиляції легень розрахована на умови зниження в оточуючому середовищі рівня концентрації кисню і збільшенні концентрації вуглекислого газу [1]. Модель побудована з використанням моделі легень (1.1) та рівняння біохімічної рівноваги O_2 і CO_2 в крові (1.2 – 1.3).

$$V(t) = V_0 + \frac{P_g}{R \sqrt{\lambda^2 + w^2}} \sin \left(wt - \arctg \frac{w}{\lambda} \right) + \frac{P_g w}{R(\lambda^2 + w^2)} e^{-\lambda t}, \quad \lambda = \frac{E}{R}, \quad (1.1)$$

де R - опір дихальних шляхів, E - еластичність легень, V_0 - обсяг резервуара в ненапруженому стані, w - частота дихання, P_g - плевральний тиск, t – час.

$$\frac{d(C_i V)}{dt} = Q_i + D_i(P_i - P_{i,b}) \quad (1.2)$$

$$Q_i = \begin{cases} C_i^{air} \frac{dv}{dt}, \frac{dv}{dt} \geq 0, \\ C_i \frac{dv}{dt}, \frac{dv}{dt} < 0 \end{cases}, \quad (1.3)$$

де C_i - концентрація i -ї речовини в легких, C_i^{air} - концентрація i -ї речовини в атмосфері, D_i - добуток питомої проникності і i -ї речовини на площу поверхні обміну, P_i - парціальний тиск i -ї речовини у легенях, $P_{i,b}$ - парціальний тиск i -ї речовини в крові.

Модель балансу O_2 в крові представлена у вигляді:

$$\frac{dC_{O_2}}{dt} = \frac{1}{V_b} \left[D_{O_2} \left(P_{a,O_2} - \frac{C_{O_2,f}}{\sigma_{O_2}} \right) - \dot{V}_{O_2} \right], \quad (1.4)$$

$$C_{O_2} = C_{O_2,f} + mC_{Hb_m} \quad (1.5)$$

де $C_{O_2,f}$ - молярна концентрація O_2 , розчиненого в крові, $\dot{V}_{O_2}$ - споживання O_2 організмом, P_{a,O_2} - парціальний тиск O_2 в легенях, σ_{O_2} - коефіцієнт розчинності O_2 в крові, V_b - загальний обсяг крові, C_{Hb_m} - молярна концентрація гемоглобіну, пов'язаного з киснем.

Модель балансу CO_2 в крові представлена у вигляді:

$$\frac{dC_{CO_2}}{dt} = \frac{1}{V_b} \left[D_{CO_2} \left(P_{a,CO_2} - \frac{C_{CO_2,f}}{\sigma_{CO_2}} \right) - \dot{V}_{CO_2} \right], \quad (1.6)$$

$$\frac{dC_{HCO_3^-}}{dt} = k_{CO_2}^+ C_{CO_2,f} - k_{CO_2}^- C_H + C_{HCO_3^-}, \quad (1.7)$$

$$\frac{dC_H}{dt} = k_{CO_2}^+ C_{CO_2,f} - k_{CO_2}^- C_H + C_{HCO_3^-}, \quad (1.8)$$

$$C_{CO_2} = C_{CO_2,f} + C_{HCO_3^-}, \quad (1.9)$$

де $C_{CO_2,f}$ - молярна концентрація CO_2 , розчиненого в крові, $k_{CO_2}^+$ - швидкість прямої реакції, $k_{CO_2}^-$ - швидкість зворотної реакції, $\dot{V}_{CO_2}$ - виділення метаболічного надлишку CO_2 організмом, P_{a,CO_2} - парціальний тиск CO_2 в легенях, σ_{CO_2} - коефіцієнт розчинності CO_2 в крові.

У даній моделі необхідно коригувати значення показника $C_{CO_2}^{air}$ в залежності від зміни концентрації CO_2 у вдихальному повітрі.

Результати дослідження представлені у таблиці 1 та рис. 1-2.

Таблиця 1 – Результати дослідження

Час, с	Хвилинна вентиляція легень в умовах гіперкапнії			Хвилинна вентиляція легень в умовах гіпоксії
	7% CO_2	6% CO_2	3% CO_2	9% O_2
0	6	6	6	5,5
100	18	14	8	7,2
200	24	18	10	7,3
300	28	21	11	8
400	31	22	10	9
500	32	22	10	9,8
600	33	23	10	10
700	33,5	23,5	10	10
800	34	24	10	10
1000	34,5	24	10	
1200	35	24	10	
1400	35	24	10	

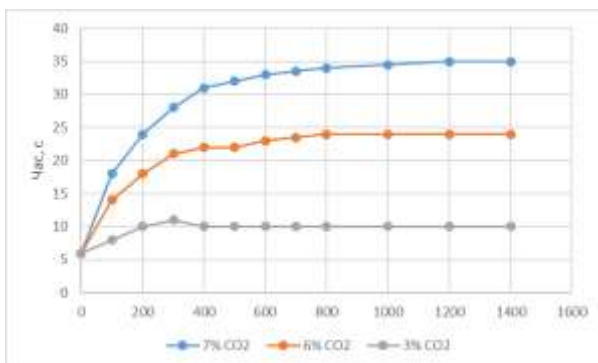


Рисунок 1 – Хвилинна вентиляція легень в умовах гіперкапнії

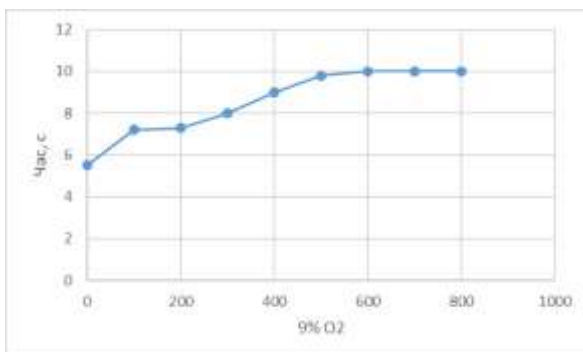


Рисунок 2 – Хвилинна вентиляція легень в умовах гіпоксії

У даній моделі присутня похибка, причиною якої є відсутність детального опису кровотоку в організмі з врахуванням його регуляції. Результати даного дослідження можуть у подальшому використовуватись для розвитку глобальних моделей кровообігу та дихання.

Список літературних джерел

1. Дьяченко А.И. Исследование однокомпонентной модели механики легких // Медицинская биомеханика. — Т. 1. — Рига, 1986. — С. 147–152
2. Колчинская А.З. О классификации гипоксических состояний. Патологическая физиология и эксперимент. Терапия. 1981. Вып. 4. С. 9–10.
3. Матюшев Т.В., Дворников М.В., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А., Поляков А.В. Математическое моделирование динамики показателей газообмена человека в условиях гипоксии // Математическое моделирование. — 2014. — Т. 26, № 4. — С. 51–64.

РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛА ПРОМІЖНОГО БАЗИСУ ПРИ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Сидоренко Ю. В.

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

Для розв'язання практичних задач геометричного моделювання нові можливості пропонує група полікоординатних методів, які дають змогу моделювати криві та поверхні в режимі он-лайн[1]. За допомогою полікоординатних перетворень можна моделювати об'єкти, що зазнали деформаційних змін.

Метод полікоординатних перетворень зводиться до того, що об'єкт перетворення занурюється в початковий базис. Далі базис змінюється (наприклад, користувачем), і, згідно з цією зміною, змінюється форма заданого об'єкта.

Математично розв'язання цієї задачі зводиться до розв'язання задачі оптимізації, а саме мінімізується деякий функціонал. Вигляд функціоналу залежить від умов поставленої задачі [2].

При моделюванні геометричних об'єктів за допомогою політочкових перетворень виникла необхідність реалізації функціонала проміжного базису та збереження проміжних даних роботи алгоритму для наочної демонстрації процесу деформації, та для проведення порівняльного аналізу проміжних полікоординатних точок з початковими та кінцевими значеннями. З практичної точки зору даний функціонал дозволяє отримати задану кількість деформованих геометричних об'єктів, які, в свою чергу, будуть збережені в obj – файлі. Надалі деформовані об'єкти можуть бути використані для побудови віртуальних сцен у будь-якому геометричному редакторі, який підтримує obj-формат. Реалізація даного функціонала робить метод політочкових перетворень досить привабливим для архітекторів та дизайнерів віртуальних світів, так як дозволяє отримати задану кількість геометричних об'єктів, які є схожими між собою, але, в той же час, мають певні ознаки, які виділяють їх з поміж інших. Наприклад, при моделюванні дерев, кущів, каміння або, навіть, при моделюванні віртуального війська.

Функціонал проміжного базису був реалізований з використанням векторної алгебри. Початкова точка базису $A(X_a, Y_a, Z_a)$ та кінцева точка базису $B(X_b, Y_b, Z_b)$ утворюють вектор $\overline{AB}$, напрямком якого вказує напрямком деформації. Спочатку знаходиться довжина вектору:

$$|\overline{AB}| = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2} \quad (1)$$

Надалі, вектор $\overline{AB}$ ділиться на N рівних частин: $k = i * (\frac{\overline{AB}}{N})$, де

k - коефіцієнт пропорційності, i - номер поточної частини, N - загальна кількість частин. Далі обчислюються координати орг вектору $\overline{AB}$:

$$\begin{aligned} X_0 &= \frac{(X_b - X_a)}{|AB|}; \\ Y_0 &= \frac{(Y_b - Y_a)}{|AB|}; \\ Z_0 &= \frac{(Z_b - Z_a)}{|AB|}; \end{aligned} \quad (2)$$

Отримавши коефіцієнт пропорційності та координати орту вектору, можна знайти проміжні координати точок базису для даної поточної частини:

$$\begin{aligned} X_i &= X_0 * k + X_a; \\ Y_i &= Y_0 * k + Y_a; \\ Z_i &= Z_0 * k + Z_a; \end{aligned} \quad (3)$$

Точки прообразу геометричного об'єкта знаходяться за координатами початкового і проміжного базису. Після того як координати прообразу знайдені, виконується збереження політочкових координат в obj-файл і перехід до наступної ітерації знаходження проміжних точок базису.

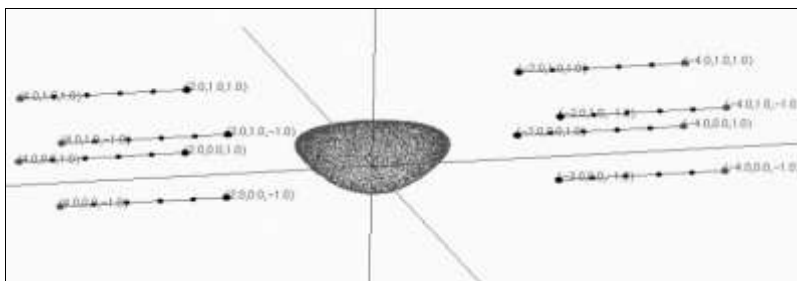


Рисунок 1 – Крок алгоритму перетворень з проміжним базисом

Такий підхід до відтворення динаміки зміни форми об'єкта при деформації дозволяє відслідковувати зміну координат об'єкта в будь-який час в режимі он-лайн, та може використовуватись для побудови сцен віртуальної реальності.

Список літературних джерел

1. Сидоренко Ю.В. Конструювання геометричних об'єктів засобами політочкових перетворень / Бадаєв Ю.І., Ю.В. Сидоренко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - К.: КДТУБА, 2000-Вип.66-с.44-47.

2. Сидоренко Ю.В. Система моделювання геометричних об'єктів за допомогою політочкових перетворень / Ю.В. Сидоренко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - К.: КДТУБА, 2016-Вип.92-с.118-125.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В ВИХРЕВОМ СЛОЕ В РАЗГРУЗОЧНОЙ ЧАСТИ ВИХРЕВОГО АППАРАТА

Соколовская И. Е., Дягилев Д. А.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

На современном уровне развития вихревых аппаратов возросла актуальность исследований, направленных на углубленное изучение процессов, совершенствование конструкций и технологии изготовления отдельных узлов. Отсутствие строгой теории ощущается наиболее остро при проектировании систем и установок, в которых вихревой аппарат является одним из главных агрегатов. В связи с этим первостепенной задачей остается разработка теории, позволяющей получить достаточно надежное математическое описание процессов, которые происходят в вихревой камере.

Закономерности распространения закрученной струи зависят от большого числа различных условий (конструктивных особенностей форсунки, интенсивности закрутки) и параметров потоков (их плотности и скорости).

В работах [1, 2, 3] была предпринята попытка учесть закономерности движения частицы в многофазной среде, но не разработаны модели вихревого движения. Объединив модели вихревого течения Коваля и Абрамовича с учетом многофазности по Нигматулину, можно получить физическую и математическую модель движения частицы в разработанном нами аппарате [4, 5].

Ниже приведена математическая постановка задачи гидродинамики частицы в центробежном поле вихревой камеры. В результате ее решения следует определить основные параметры потока, необходимые для эффективного процесса термообработки сырья.

Уравнение равновесия сил в потоке следующее:

$$\rho_n \frac{dV_n}{d\tau} = \rho_n F_c (\vec{V} - \vec{V}_n) - \text{grad} P + \rho_n g, \quad (1)$$

где V_n – скорость движения дисперсной фазы;

V – скорость движения среды;

P_n – плотность дисперсной фазы;

F_c – сила сопротивления:

$$F_c = F_{a.c} + F_s = \frac{3}{8} C^* \frac{\rho}{\rho_n a} |\vec{V} - \vec{V}_n| + F_s, \quad (2)$$

где $F_{a.c}$ – аэродинамическая сила сопротивления;

F_s – структурная сила устойчивости, характеризующая свободную энергию системы (частицы).

Теоретически движение капли воздуха в центробежном поле можно представить системой уравнений:

$$\frac{dV}{d\tau} = F_c(V - V_n) - \frac{1}{\rho_n} \frac{\partial P}{\partial r} + \frac{W_n^2}{r} \quad (3)$$

$$\frac{dW}{d\tau} = F_c(W - W_n) - \frac{V_n W_n}{r} \quad (4)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = F_c(U - U_n) - \frac{1}{\rho_n} \frac{\partial P}{\partial h} + g \quad (5)$$

где V_n, W_n, U_n – радиальная, окружная и осевая составляющие скорости движения капли воздуха;

V, W, U – то же для потока;

$\frac{W^2}{r}$ – центробежное ускорение;

$\frac{V_n W_n}{r}$ – кориолисово ускорение;

h – высота вихревой камеры.

Используем систему безразмерных составляющих:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\tau} = \tau \frac{|V_k|}{R_k}; \\ \bar{\rho}_M = \frac{\rho_M}{\rho}; \\ F_r = \frac{g R_k}{V_k^2}; \\ \bar{P} = \frac{P}{\rho V_k^2}; \\ \chi = g \frac{\mu}{d^2} \frac{1}{\rho_M} \frac{R_k}{|V_k|}. \end{array} \right. \quad (6)$$

Тогда уравнения (3) - (5) примут вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\bar{V}}{d\bar{\tau}} = \frac{\bar{W}_n^2}{\bar{r}} + \chi |(\bar{V} - \bar{V}_M)| - \frac{1}{\rho_n} \frac{\partial P}{\partial r} \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\frac{d\bar{W}}{d\bar{\tau}} = \frac{\bar{V}_n \bar{W}_n}{\bar{r}} + \chi |(\bar{W} - \bar{W}_n)| \quad (8)$$

$$\frac{d\bar{U}}{d\bar{\tau}} = \chi |(\bar{U} - \bar{U}_n)| - \frac{1}{\rho_n} \frac{\partial P}{\partial h} + Fr \quad (9)$$

$$\frac{d\bar{r}}{d\bar{\tau}} = \bar{V}_n \quad (10)$$

$$\bar{W}_n = \frac{\bar{r} d\varphi}{d\bar{\tau}} \quad (11)$$

$$\bar{U}_n = \frac{d\bar{h}}{d\bar{\tau}} \quad (12)$$

Начальные условия для решения задачи (7) - (12):

$$\left\{ \bar{\tau} = 0; \quad r = 1, \quad \varphi = 0; \quad h = 0; \quad \bar{V}_n = 1; \quad \bar{W}_n = 1; \quad \bar{U}_n = 0 \right\} \quad (13)$$

При решении системы (7) – (12) были получены зависимости скоростей потока и пузырька от радиуса камеры, представленные на рис. 1 и рис. 2.

Из рис. 1 и рис. 2 можно сделать вывод о том, что окружная и радиальная скорости имеют максимум до $r = 0,2$ и не превышают значения $W=9$ и $V=12$ (в безразмерных величинах). Расчеты, выполненные по уравнениям предложенной модели, показывают удовлетворительную согласованность с экспериментальными данными. При оценке относительных скоростей движения частицы в разгрузочной части вихревого аппарата, очевидно, что использование уравнений для ламинарного течения, которые традиционно используются в расчетах, приводит к существенным погрешностям.

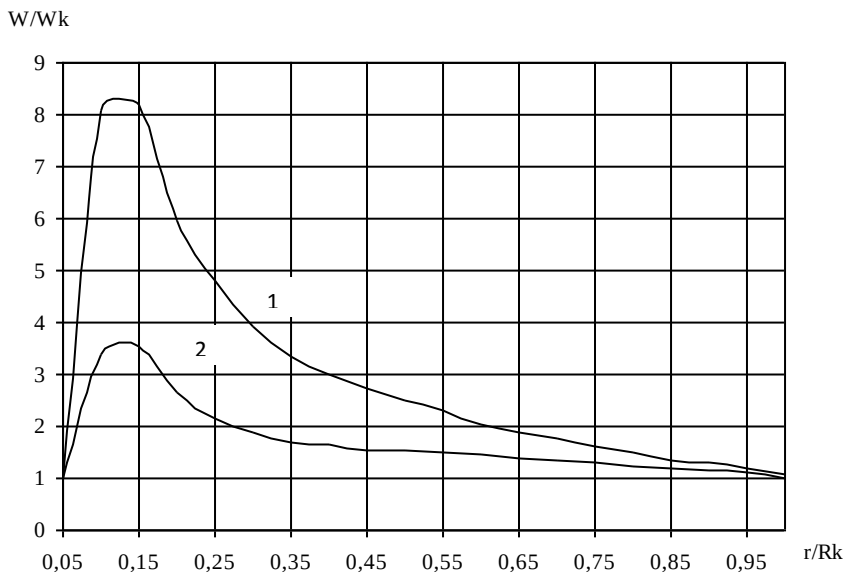


Рисунок 1 - Распределение окружной скорости по радиусу:
1 – скорость потока; 2 – скорость частицы

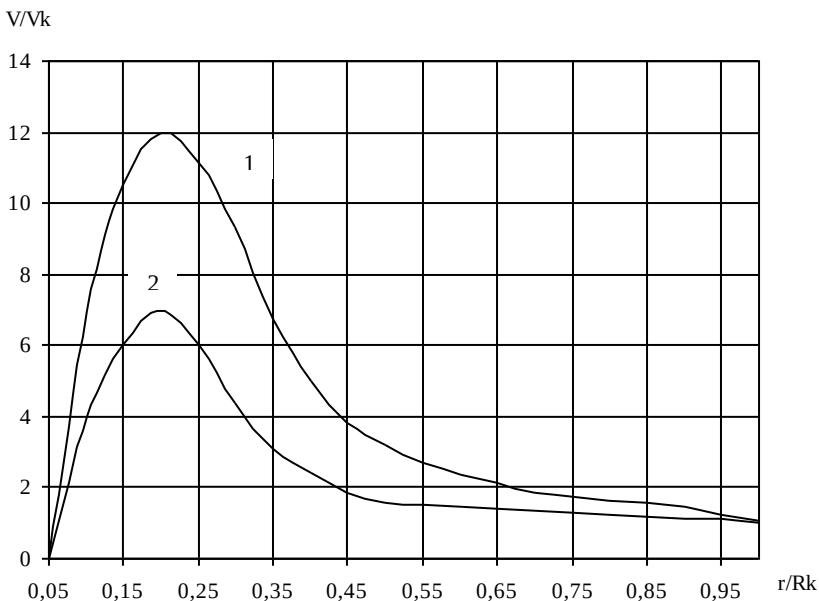


Рисунок 2 - Распределение радиальной скорости по радиусу:
1 – скорость потока; 2 – скорость частицы

Список литературных источников

1. Турбулентное смешение газовых струй / [под редакцией Г.Н.Абрамовича]. – М.: Изд-во «Наука», главная редакция физико-математической литературы, 1974. – 272 с.
2. Коваль В.П. Распределение скоростей и давления жидкости в вихревой камере / Коваль В.П., Михайлов С. Л. // Теплоэнергетика. - 1972. - №2, - с. 25-28.
3. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред: [в 2ч.] / Р.И.Нигматулин. – М.: «Наука». – 1ч. – 1987. – 464 с.
4. Соколовская И.Е. Моделирование движения частицы в вихревом слое при сушке // Соколовская И.Е., Павленко А.М., Черниченко В.Е. – Кременчуг: Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, 2006. - № 3(38). - Ч.2., С.130-132.
5. Пат. 26821 Україна. МПК F 26 B 17/10. Пристрій для отримання гранульованого наповнювача теплоізоляційного матеріалу / Павленко А.М., Соколовська І.Є., Кошлак Г.В., Клімов Р.А.; заявник та патентовласник Дніпродзерж. держ. техн. ун-т - № 2007 05035; заявл. 07.05.2007; опубл. 10.10.2007, Бюл. №16.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В ПОТОКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЗАГРУЗОЧНОМ БУНКЕРЕ ВИХРЕВОГО АППАРАТА

Соколовская И. Е., Рябовол И. А.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

Во многих отраслях техники применяют различные массообменные устройства для сушки гранулированного материала различного назначения [1]. В целом методики проектирования таких аппаратов известны, и если технологический процесс реализуется без каких либо особенностей, то методы расчета себя оправдывают.

В случаях, когда свойства материала в процессе термообработки изменяются, традиционные методы расчета дают существенные погрешности. Тогда возникает необходимость математического моделирования основных технологических процессов.

Так на рис.1 приведена схема вихревой камеры для термообработки дисперсного материала. В гидродинамике аппарата, и соответственно в процессах обработки, следует выделить два основных этапа: предварительная подсушка частиц в плоской струе теплоносителя и окончательная термообработка в вихревом слое. Остановимся подробнее на первом этапе технологии.

В процессе движения материала вдоль стенок патрубка 9 вследствие ускорения настильной струей частицы приобретают некоторую начальную скорость [2]. При этом частицы меньшего веса будут иметь большую скорость, чем тяжелые. Такое распределение начальной скорости частиц материала представляется нам целесообразным для уменьшения выноса их из камеры с уходящими газами.

1. Рассмотрим движение одиночной частицы сферической формы в потоке газа (рис.2). Поступая в поток газа, частица движется в нем под действием силы тяжести, выталкивающей силы (силы Архимеда) и силы сопротивления. Систему координат выбираем так, чтобы ось X была направлена вдоль конуса, а ось Y перпендикулярно к его поверхности. При необходимости можно рассматривать трехмерное движение частиц, если вдоль конуса-распылителя создаем закрученную струю.

Уравнения равновесия сил, действующих на частицу, в проекциях на оси координат запишутся так:

$$ma_X = c \frac{\rho(u - g_X)^2}{2} S + mg \cos \alpha, \quad ma_Y = mgs \sin \alpha \quad (1)$$

где S - площадь поперечного сечения частицы, m - масса частицы, u - скорость потока газа, ρ - плотность газа.

Начальные условия для интегрирования уравнений будут: при $t = 0$,

$$x = y = 0, \quad g_X = g_0 \cos \alpha, \quad g_Y = g_0 \sin \alpha. \quad (2)$$

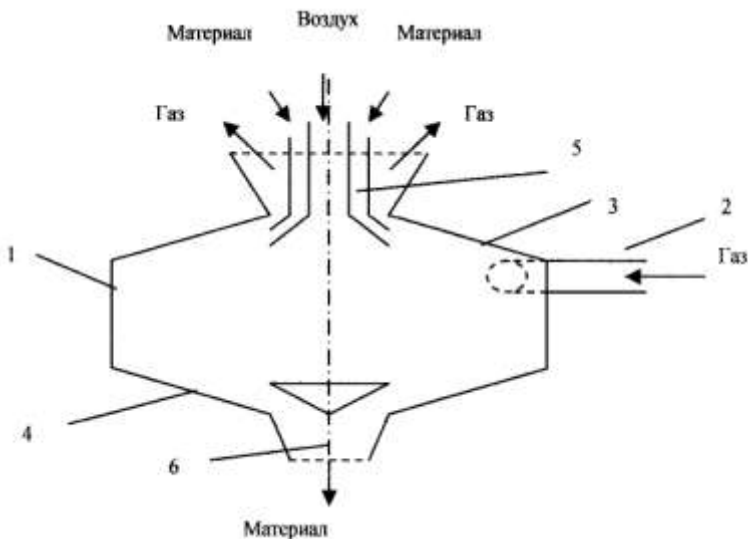


Рисунок 1 – Схема вихревого аппарата:

1- корпус; 2- боковой входной патрубок для подвода газа; 3- торцевая верхняя стенка; 4-торцевая нижняя стенка; 5- загрузочный бункер; 6- разгрузочный бункер.

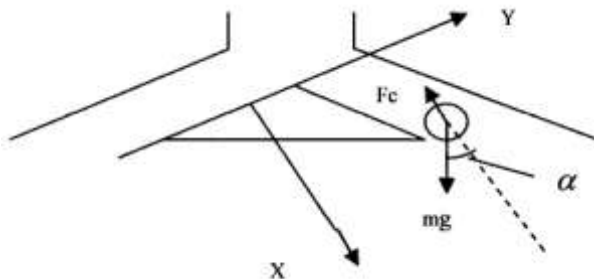


Рисунок 2 – Расчетная схема

Задавая, таким образом, начальные условия, мы рассматриваем частицу, которая максимальное время находится в настильной струе газа. В общем случае скорость V_0 определяем как среднemasсовую:

$$V_0 = \frac{4G_M}{\pi(D_T^2 - d_T^2)\rho_M},$$

где G_M - массовый расход материала; ρ_M - насыпная плотность.

Преобразуем исходные уравнения:

$$a_x = \frac{3}{4} C_x \frac{\rho}{a \rho_T} (u - \mathcal{G}_x)^2 + \left(1 - \frac{\rho}{\rho_T}\right) g \cos \alpha, \quad a_y = g \left(1 - \frac{\rho}{\rho_T}\right) \sin \alpha \quad (3)$$

Второе уравнение можно интегрировать. Для интегрирования первого уравнения необходимо знать скорость потока и коэффициент сопротивления частицы при ее обтекании, который, как известно, зависит от ее относительной скорости. В начальный момент после попадания частицы в поток из-за большой относительной скорости имеет место турбулентный или переходной режимы обтекания с $C = \frac{64}{Re} = \frac{64\nu}{\mathcal{G}d}$ коэффициентом сопротивления, изменяющимся в зависимости от числа Рейнольдса, например по формуле Клячко [3].

Для решения уравнения проведем некоторые упрощения:

$$a_x = 18 \frac{\rho}{\rho_T} \frac{\nu}{a^2} (u - \mathcal{G}_x) + \frac{1}{6} \sqrt{\left(\frac{a}{\nu}\right)^2} (u - \mathcal{G}_x)^{\frac{5}{3}}, \quad a_y = g \sin \alpha. \quad (4)$$

В общем случае скорость потока изменяется по y и x .

Для сравнительно небольших расстояний можно принять $u = u_{cp} = \text{const}$. В случае численного решения можно задать и более точные законы распределения скоростей.

Приведем уравнения к безразмерному виду, выбрав в качестве характерных размеров длину конуса-распылителя l , высоту $2h_H$ и время $t_K = \frac{l}{u}$. Тогда, выполнив преобразования и опуская черточки над безразмерными величинами, получим:

$$a_x = A_1(1 - \mathcal{G}_x) + A_2(1 - \mathcal{G}_x)^{\frac{5}{3}}, \quad a_y = A_3, \quad (5)$$

$$\text{где } A_1 = \frac{18}{Re} \frac{\rho}{\rho_T} \frac{l}{a}, \quad A_2 = \frac{1}{6} Re^{\frac{2}{3}}, \quad A_3 = \frac{gl}{2h_H u} \sin \alpha, \quad Re = \frac{ua}{\nu}.$$

Начальные условия в безразмерном виде запишутся так: при $t=0$, $x=y=0$;

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\mathcal{G}_0}{u} \cos \alpha, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{\mathcal{G}_0}{u} \sin \alpha. \quad (6)$$

При турбулентном обтекании частиц коэффициент сопротивления зависит только от их формы и для шара можно принять $C_x \approx 0,44$. Тогда система уравнений (3), преобразованная к безразмерному виду, запишется так:

$$a_x = A_4(1 - \mathcal{G}_x)^2 + A_5, \quad a_y = A_3, \quad (7)$$

$$\text{где } A_4 = \frac{3}{4} C_x \frac{\rho}{\rho_T} \frac{l}{a}, \quad A_5 = \frac{gl}{u^2} \cos \alpha.$$

Полученные соотношения позволяют приближенно определить время движения частицы до момента соударения с конусом-распылителем при

$y = h_H$ и соответствующее ему расстояние x , которое для исключения износа корпуса не должно быть меньше длины направляющей l .

Для определения координат частицы внутри камеры закручивания проинтегрируем систему (1). Тогда:

$$x = \frac{Cx}{m} \frac{\rho(u - \mathcal{G}_x)^2}{2} S \frac{t^2}{2} + g \cos \frac{t^2}{2}; \quad y = g \sin \alpha t^2. \quad (8)$$

2. Для предварительной сушки в плоской струе воздуха с учетом изменяющихся теплофизических и геометрических параметров частицы.

Из уравнения равновесия сил (1), действующих на частицу, в проекциях на оси координат, задавая $m = const$, $\rho_{ЧАСТ} = var$, $S = var$, $c = f(d)$:

$$\rho(\tau) \cdot \frac{4}{3} d^3(\tau) \frac{d^2 x}{d\tau^2} = \frac{c(\tau) \rho(\tau) [u(\tau) - \mathcal{G}_x]^2}{2} \pi d^2(\tau) + \rho(\tau) \frac{4}{3} d^3(\tau) \cdot g \cos \alpha. \quad (9)$$

Тогда вторая производная координаты по времени:

$$\frac{d^2 x}{d\tau^2} = \frac{3}{8} c(\tau) \pi [u(\tau) - \mathcal{G}_x]^2 \frac{1}{d(\tau)} + g \cos \alpha;$$

Сделаем замену:

$$k_1 = \frac{3}{8} c \pi [u(\tau) - \mathcal{G}_x]^2, \text{ тогда: } \frac{d^2 x}{d\tau^2} = \frac{k_1}{d(\tau)} + g \cos \alpha. \quad (10)$$

Первая производная координаты по времени:

$$\frac{dx}{d\tau} = \mathcal{G}_{H.X.} + \int_0^\tau k_1 \frac{d\tau}{d(\tau)} + g \cos \alpha \cdot \tau.$$

Рассмотрим случай изменения диаметра частицы по степенной зависимости $d = f(\tau)$: $d(\tau) = D + k_2 \tau^2$; (11)

тогда:

$$\frac{dx}{d\tau} = \mathcal{G}_{H.X.} + \frac{k_1}{k_2} \int_0^\tau \frac{d\tau}{\frac{D}{k_2} (1 + \tau^2)} + g \cos \alpha \cdot \tau$$

$$\frac{dx}{d\tau} = \mathcal{G}_{H.X.} + \frac{k_1}{k_2 \sqrt{\frac{D}{k_2}}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{\frac{D}{k_2}}} \Big|_0^\tau + g \cos \alpha \cdot \tau.$$

Принимаем: $\overline{D} = \frac{D}{k_2}$, тогда: $\frac{dx}{d\tau} = \mathcal{G}_{H.X.} + \frac{k_1}{\sqrt{Dk_2}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{\overline{D}}} + g \cos \alpha \cdot \tau.$

Следовательно: $x(\tau) = \mathcal{G}_{H.X.} \cdot \tau + \int_0^\tau \frac{k_1}{\sqrt{Dk_2}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{\overline{D}}} d\tau + g \cos \alpha \frac{\tau^2}{2}. \quad (12)$

Принимаем $u = \arctg \frac{\tau}{\sqrt{D}}; dz = d\tau; du = \frac{1}{\sqrt{D}} \frac{d\tau}{1 + \frac{\tau^2}{D}}$ (13)

Тогда:

$$\begin{aligned} x(\tau) &= \mathcal{G}_{H.X} \cdot \tau + \frac{k_1 \tau}{\sqrt{Dk_2}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{D}} - \frac{k_1}{\sqrt{Dk_2}} \int_0^\tau \frac{\sqrt{D} \cdot \tau}{D + \tau^2} d\tau + g \cos \alpha \frac{\tau^2}{2} \\ x(\tau) &= \mathcal{G}_{H.X} \cdot \tau + \frac{k_1 \cdot \tau}{\sqrt{Dk_2}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{D}} - \frac{k_1 \sqrt{D}}{2\sqrt{Dk_2}} \ln|D + \tau^2| \Big|_0^\tau + g \cos \alpha \frac{\tau^2}{2} \\ x(\tau) &= \mathcal{G}_{H.X} \cdot \tau + \frac{k_1 \cdot \tau}{\sqrt{Dk_2}} \arctg \frac{\tau}{\sqrt{D}} - \frac{k_1 \sqrt{D}}{2\sqrt{Dk_2}} \ln(\bar{D} + \tau^2) + \frac{k_1 \sqrt{D}}{2\sqrt{Dk_2}} \ln|\bar{D}| + g \cos \alpha \frac{\tau^2}{2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Начальные условия для интегрирования:

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{d\tau^2} = g \sin \alpha; \\ \frac{dy(0)}{y(0)} = \mathcal{G}_{H.Y}; \\ y(0) = 0. \end{cases} \quad (15)$$

$$\frac{dy}{d\tau} = \mathcal{G}_{H.Y} + g \sin \alpha \cdot \tau = \mathcal{G}; y(\tau) = \mathcal{G}_{H.Y} \cdot \tau + g \sin \alpha \cdot \frac{\tau^2}{2}. \quad (16)$$

Если $k_1 = k_1(\tau) = \frac{3}{8} c(\tau) \pi [u(\tau) - \mathcal{G}_X]^2$; то:

$$x(\tau) = \mathcal{G}_{H.X} \cdot \tau + \int_0^\tau \int_0^\tau \frac{k_1(\tau)}{d(\tau)} d\tau d\tau + g \cos \alpha \frac{\tau^2}{2}. \quad (17)$$

По предложенным зависимостям несложно рассчитать траектории движения частиц, скорости и размеры аппарата.

Полученные таким образом уравнения отражают указанные выше особенности термообработки частиц в вихревом аппарате с учетом изменяющихся их размеров и могут дополнить существующие методы проектирования таких установок.

Список литературных источников

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Изд. 8-е, перераб. - М.: «Химия», 1971. - 784 с.
2. Бай Ши-и. Турбулентное течение жидкостей и газов. : Пер с англ. / Под ред. Воскресенского К.Д. - М.: Изд - во иностр. лит., 1962. - 344 с.
3. Клячко Л.С. Уравнения движения пылевых частиц в пылеприёмных устройствах // «Отопление и вентиляция». №4. 1934. - С. 27 – 29.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСЬОВОГО РОЗТЯГУ ПРУЖНОПЛАСТИЧНОЇ КОНІЧНОЇ ОБОЛОНКИ З ДВОМА КРУГОВИМИ ОТВОРАМИ

Сторожук Є. А., Харенко С. Б.

Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України, Київ, Україна

Конічні оболонки з отворами, як елементи сучасних конструкцій, досить часто зустрічаються в інженерній практиці. Нелінійні задачі про концентрацію напружень в конічних оболонках розглянуті в обмеженій кількості робіт і, в основному, для оболонок з одним отвором [1 – 3].

Нижче узагальнено методику розв'язання фізично нелінійних задач на випадок конічної оболонки з двома круговими отворами і отримано розподіл переміщень, деформацій та напружень в області отворів на бічній поверхні оболонки, навантаженої розтягувальними зусиллями.

Розглянемо тонку конічну оболонку товщини h , ослаблену двома круговими отворами. Віднесемо оболонку до криволінійної ортогональної системи координат $(\ell, \vartheta, \gamma)$ з початком у вершині конуса, лінії ℓ, ϑ якої співпадають з лініями головних кривин оболонки. Оболонка виготовлена з однорідного ізотропного матеріалу і навантажена осьовими розтягувальними зусиллями інтенсивності P_1 і P_2 , розподіленими на торцях оболонки $\ell = \ell_1$ і $\ell = \ell_2$ (рис. 1). Вважаємо, що в оболонці під дією навантаження значного рівня виникають пластичні деформації її матеріалу.

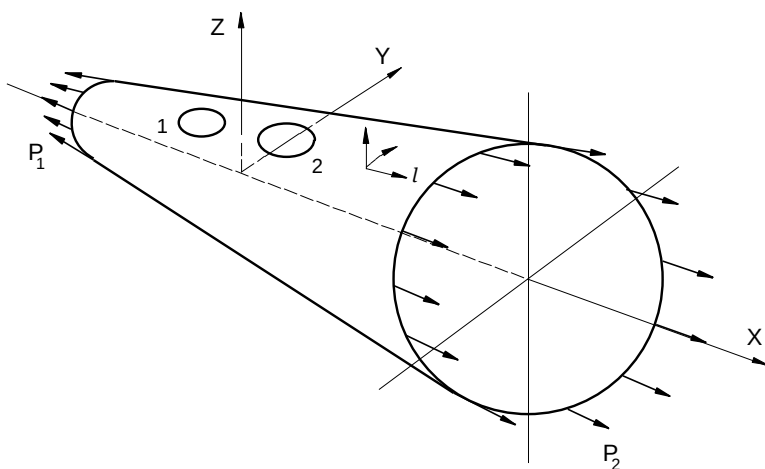


Рисунок 1 – Конічна оболонка з двома круговими отворами

Вирази для приростів компонент мембранної ($\varepsilon_{ij}, i, j = \ell, g$) і згинної ($\mu_{ij}, i, j = \ell, g$) деформацій представимо у векторній формі на основі теорії непологих оболонок, в якій мають місце гіпотези Кірхгофа-Лява [4, 5]:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\ell\ell} &= \bar{e}_\ell \cdot \frac{\partial \bar{u}}{A_\ell \partial \ell}; & \varepsilon_{\ell g} &= \bar{e}_g \cdot \frac{\partial \bar{u}}{A_\ell \partial \ell} + \bar{e}_\ell \cdot \frac{\partial \bar{u}}{A_g \partial g}; \\ \mu_{\ell\ell} &= \bar{e}_\ell \cdot \frac{\partial \bar{\varphi}}{A_\ell \partial \ell}; & 2\mu_{\ell g} &= \bar{e}_g \cdot \frac{\partial \bar{\varphi}}{A_\ell \partial \ell} + \bar{e}_\ell \cdot \frac{\partial \bar{\varphi}}{A_g \partial g} \quad (\ell \rightarrow g); \end{aligned} \quad (1)$$

$$e_{\ell\ell} = \varepsilon_{\ell\ell} + \gamma \mu_{\ell\ell}; \quad e_{\ell g} = \varepsilon_{\ell g} + 2\gamma \mu_{\ell g},$$

де A_ℓ, A_g – параметри Ламе; $\bar{u} = u\bar{e}_\ell + v\bar{e}_g + w\bar{n}$ – вектор переміщень точок серединної поверхні оболонки; $\bar{e}_\ell, \bar{e}_g, \bar{n}$ – орти криволінійної ортогональної системи координат (ℓ, g, γ) ; $\bar{\varphi} = \varphi_\ell \bar{e}_\ell + \varphi_g \bar{e}_g$ – вектор кутів повороту, які визначаються за формулами:

$$\varphi_\ell = -\frac{\partial \bar{u}}{\partial A_\ell \partial \ell} \cdot \bar{n} \quad (\ell \rightarrow g). \quad (2)$$

При дослідженні пружнопластичного деформування кінчних оболонок використовуємо співвідношення теорії текучості з ізотропним зміцненням, в якій прийнято умову пластичності Мізеса, а прирости пластичних деформацій визначаються згідно асоційованого закону текучості [4, 5]:

$$de_{\ell\ell}^p = \frac{3de_\ell^p}{2\sigma_i} S_{\ell\ell} \quad (\ell \rightarrow g); \quad de_{\ell g}^p = \frac{3de_\ell^p}{\sigma_i} S_{\ell g}, \quad (3)$$

де $S_{\ell\ell}, S_{gg}, S_{\ell g}$ – компоненти девіатора напружень; σ_i, de_i^p – інтенсивності напружень і приростів пластичних деформацій.

Система розв'язувальних рівнянь отримана з принципу можливих переміщень за допомогою процедури покрокового навантаження, методу додаткових напружень і методу скінченних елементів (МСЕ).

В результаті лінеаризації задачі приходимо до такого функціоналу:

$$\begin{aligned} \Pi^n &= \frac{1}{2} \iint_{\Sigma} \{\Delta \varepsilon\}^T [D^0] \{\Delta \varepsilon\} d\Sigma + \iint_{\Sigma} \{\Delta \varepsilon\}^T \{\Delta m^P\} d\Sigma - \\ &- \int_{\Gamma_k} \{\Delta u_k\}^T \{\Delta m_k\} ds + \iint_{\Sigma} \{\Delta \varepsilon\}^T \{\bar{m}\} d\Sigma - \int_{\Gamma_k} \{\Delta u_k\} \{\bar{m}_k\} ds, \end{aligned} \quad (4)$$

де $\{\bar{m}\}, \{\bar{m}_k\}$ і $\{\Delta m\}, \{\Delta m_k\}$ – значення компонент векторів внутрішніх силових факторів і крайового навантаження в кінці n -го кроку, а також їх прирости на цьому кроці; $\{\Delta \varepsilon\}, \{\Delta u_k\}$ – прирости деформацій і переміщень контуру оболонки на n -ому кроці; $\{\Delta m^P\}$ – вектор приростів нелінійних частин зусиль і моментів, які враховують пластичні деформації матеріалу оболонки; $[D^0]$ – матриця жорсткостей оболонки; Σ – область серединної

поверхні оболонки; Γ_k – частина контуру серединної поверхні оболонки, на якій задані крайові сили.

Лінійна задача розв'язується за допомогою модифікації МСЕ, розробленої для розрахунку оболонок складної геометрії. Особливість запропонованого варіанту МСЕ полягає в тому, що кути повороту φ_ℓ, φ_g у виразах для компонент згинної деформації визначаються не за формулами (1), як це прийнято в традиційному МСЕ для тонких оболонок, а апроксимуються поліномами з виконанням гіпотез Кірхгофа-Лява тільки у вузлах скінченного елемента [2, 3].

Як приклад представимо результати дослідження напружено-деформованого стану конічної оболонки з двома круговими отворами радіуса r_0 , центри яких розміщені на спільній твірній. Оболонка виготовлена із сплаву АМг-6 і навантажена осьовими розтягувальними зусиллями інтенсивності P_1 і P_2 , рівномірно розподіленими на торцях оболонки $\ell = \ell_1$ і $\ell = \ell_2$:

$$P_1 = P_0 \ell_0 / \ell_1; \quad P_2 = P_0 \ell_0 / \ell_2, \quad (5)$$

де $P_0 / h = P_0^* / h \cdot 10^5$ Па; $P_0^* / h = 1200$; ℓ_0 – відстань від вершини конуса до центра першого отвору.

Дослідження проведені при таких значеннях геометричних і фізико-механічних параметрів оболонки:

$$R_0 / h = 400; \quad r_0 / h = 40; \quad \alpha = 45^\circ; \quad d / r_0 = 2,5; 4; \quad (6)$$

$$E = 70 \text{ ГПа}; \quad \nu = 0,3 \dots 0,5; \quad \sigma_n = 140 \text{ МПа}; \quad \varepsilon_n = 0,002,$$

де R_0 – радіус кривини нормального перерізу оболонки, що проходить через центр першого отвору; d – відстань між центрами отворів; 2α – кут при вершині осьового перерізу конуса.

При проведенні розрахунків прийнято, що контури отворів вільні ($T_k = S_k = Q_k = M_k = 0$), а на значній відстані від отворів має місце безмоментний напружений стан.

В табл.1 наведені значення колових напружень $\sigma_{\theta\theta}^0$ ($\sigma_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta}^0 \cdot 10^5$ Па) в декількох точках контурів отворів ($r = r_0$; $0 \leq \theta \leq \pi$, де полярний кут $\theta = 0$ відповідає найбільш віддаленій від вершини конуса точці контура) на зовнішній і внутрішній поверхнях оболонки ($\xi = \gamma / h = \pm 0,5$). Результати представлені для значення відстані між центрами отворів $d / r_0 = 2,5$ як для задач у лінійно-пружній постановці (ЛЗ), так і в фізично нелінійній (ФНЗ).

Таблиця 1 – Колові напруження на контурах отворів ($d=2,5r_0$)

θ	ξ	Перший отвір		Другий отвір	
		ЛЗ	ФНЗ	ЛЗ	ФНЗ
0	0,5	1045	1656	47	756
	- 0,5	-1875	-1887	-1836	-1616
$13\pi/28$	0,5	3559	1949	2642	1625
	- 0,5	5454	2271	3994	1869
$\pi/2$	0,5	3885	2058	2714	1602
	- 0,5	6097	2464	4061	1878
$15\pi/28$	0,5	4047	2118	2645	1568
	- 0,5	6368	2537	3866	1821
π	0,5	327	1246	1452	1831
	- 0,5	-2878	-1830	-1149	-1607

З наведених даних випливає, що найбільш небезпечною є точка, яка розміщена на контурі першого отвору в перерізі ($r = r_0$; $\theta = 15\pi/28$) на внутрішній поверхні оболонки ($\xi = -0,5$). Врахування пластичних деформацій матеріалу оболонки приводить до вирівнювання напружень як по товщині оболонки, так і на контурах отворів, а також до зменшення максимальних напружень на 60% у порівнянні з результатами лінійно-пружного розв'язку.

Список літературних джерел

1. Трояк Е.Н. Упругопластическое состояние конической оболочки с круговым отверстием на боковой поверхности / Е.Н. Трояк, Е.А. Сторожук, И.С. Чернышенко // Прикл. механика. – 1988. – 24, № 1. – С. 74 – 79.
2. Chernyshenko I.S. Physically and Geometrically Nonlinear Deformation of Thin-Walled Conical Shells with a Curvilinear Hole / I.S. Chernyshenko, E.A. Storozhuk, S.B. Kharenko // Int. Appl. Mech. – 2007. – 43, N 4. – P. 418 – 424.
3. Чернышенко И.С. Физически и геометрически нелинейное деформирование конических оболочек с эллиптическим отверстием / И.С. Чернышенко, Е.А. Сторожук, И.Б. Харенко // Прикл. механика. - 2008.- 44, №2.- С. 69 - 77.
4. Гузь А.Н. 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).
5. Maksimyuk V.A. Variational Finite-Difference Methods in Linear and Nonlinear Problems of the Deformation of Metallic and Composite Shells (review) / V.A. Maksimyuk, E.A. Storozhuk, I.S. Chernyshenko // Int. Appl. Mech. – 2012. – 48, N 6. – P. 613–687.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ ПІД ВПЛИВОМ ГІПОКСІЇ

Ткачук В. А., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

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

Життя залежить від взаємодії між серцево-судинною і дихальною системами. Гармонійний баланс такої взаємодії зберігає життєво-важливі фізіологічні компоненти, такі як кровообіг і вміст кисню (O_2) крові в межах конкретного діапазону. Моделювання процесів кардіореспіраторної системи (КРС) людини під впливом гіпоксії може поліпшувати розуміння таких складних взаємозв'язків і забезпечити ефективний кількісний інструмент для аналізу та синтезу функціонування КРС. З використанням комп'ютерного моделювання, науковці можуть проводити віртуальні фізіологічні експерименти, тестування нових гіпотез та прогнозування наслідків конкретних процедур або клінічних рішень для діагностики та лікування.

За останні кілька десятиліть завдяки прогресу в вимірювальних технологіях, наукова активність у цій галузі помітно зросла, і складність моделювання виросла до більш точного фізіологічного опису механізмів та їх динаміки. Однак більшість з цих моделей в основному або серцево-судинної, або дихальної систем і, отже, не дозволяють провести всебічне дослідження серцево-дихальної відповіді на різні гострі стани.

Розглянута модель КРС включає серцево-судинну гемодинаміку, дихальну механіку та газообмін, а також їх основні короткострокові механізми контролю. Схематична структурна модель показана на рисунку 1, де показано взаємозв'язки між різними підсистемами. Серцево-судинна система і дихальна система взаємодіє через газообмін та транспортний модуль. Цей модуль описує процеси газообміну в легенях та тканинах, а також транспортування газу по всій території кровоносної системи. Як серцево-судинна, так і дихальна системи підпорядковуються власним механізмам контролю [1]. Серцево-судинні функції регулюються автономною нервовою системою, яка об'єднує аферентну інформацію, надану барорецептором, периферичним хеморецептором, і модулем рецептора розтягнення легень. Локальні механізми авторегулювання також включені разом з опосередкованою реакцією центральної нервової системи (ЦНС) на гострі ішемічні захворювання (ішемічна реакція ЦНС). Дихальна функція, як передбачається, регулюється суперпозицією механізмів контролю, які опосередковані периферичними хеморецепторами та центральними хеморецепторами, які модулюють активність м'язів дихальної системи, що діють на модулі механіки легень.

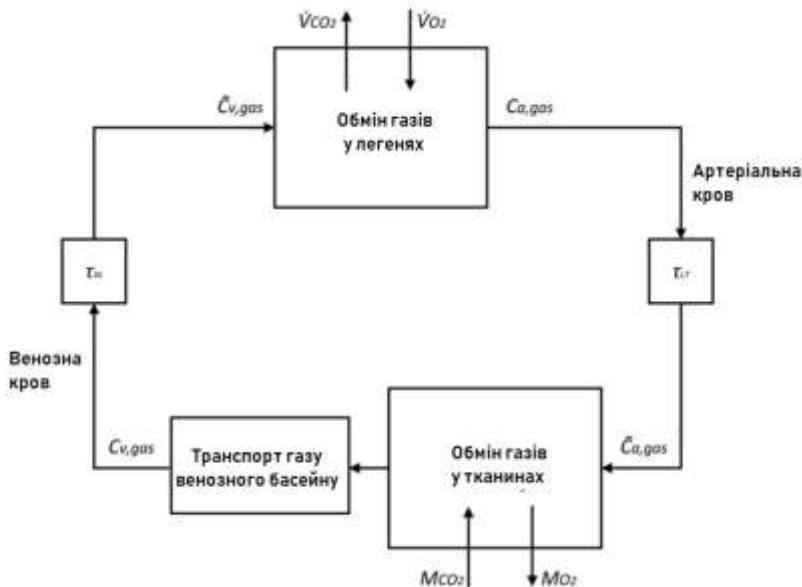


Рисунок 2 – Схема газообміну і транспортної моделі, де $C_{a,gas}$, концентрації газу в артеріальній крові; $C_{v,gas}$, концентрація газу в змішаній венозній крові; τ_{LT} , затримка транспорту від легень до системних тканин; τ_{VL} , транспортна затримка від грудних вен до легень; V_{O_2} і V_{CO_2} , газовий потік O_2 і CO_2 між альвеолами та легневими капілярами, відповідно; M_{O_2} і M_{CO_2} , метаболічне споживання O_2 і темпи виробництва CO_2 в системних тканинах відповідно.

На основі описаної моделі створено систему моделювання процесів КРС людини під впливом гіпоксії, яка за мінімумом загальнодоступної інформації дозволяє швидко та якісно оцінити стан КРС людини під час гіпоксичного впливу, наприклад, при проведенні гіпокситерапії чи перебуванні в горах. Систему моделювання процесів КРС людини під впливом гіпоксії можна використовувати для постійного спостереження за показниками КРС, оперативного виявлення недоліків та визначення негативних тенденцій погіршення роботи КРС людини.

Список літературних джерел

1. Magosso E, Ursino M. A mathematical model of CO_2 effect on cardiovascular regulation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2001, vol. 281 (5), pp. 2036-2052.
2. Ursino M, Magosso E. Acute cardiovascular response to isocapnic hypoxia. I. A mathematical model. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2000, vol. 279 (1), pp. 149-165.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ПОРОЗНОСТИ ШИХТЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Худяков А. Ю.¹, Ващенко С. В.¹, Баюл К. В.¹,

Солодка Н. А.², Прокудина Э. Б.¹

¹ Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины (ИЧМ),
Днепр, Украина

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

В Институте черной металлургии проводятся исследования, направленные на разработку новых и усовершенствование существующих технологий брикетирования и конструкций валковых брикетировочных прессов [1-3]. Одним из перспективных направлений развития теории и технологии брикетирования является изучение условий составления шихт с наименьшей технологически допустимой порозностью [4]. Создание и применение методики расчета шихт с минимальной порозностью, позволит повысить прочность брикетов и снизить энергетические затраты на процесс окискования.

Основные результаты.

1. Получена вероятностная формула для определения порозности полифракционной шихтовой смеси. Установлено, что порозность ε_{sum} полифракционной шихтовой смеси равна взаимному произведению собственных порозностей ε_i каждой из составляющих смесь фракций.

$$\varepsilon_{sum} = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i. \quad (1)$$

2. Сформулирована общая закономерность, пригодная для описания физических систем (сыпучих материалов) и геометрических конструкций (фракталов):

$$\left(\begin{array}{c} \text{Отн. доля прибывающей} \\ \text{фазы всей системы} \end{array} \right) = 1 - \prod_{i=1}^n \left(\begin{array}{c} \text{Отн. доля убывающей} \\ \text{фазы отдельной фракции} \end{array} \right). \quad (2)$$

В случае шихтовой смеси прибывающей фазой является твердое вещество, а убывающей – пустота; для привычных самоподобных геометрических фракталов (множество Кантора, треугольник Серпинского, губка Менгера и др.) пустота, наоборот, является убывающей фазой.

3. Выведена формула для определения порозности самоподобных фракталов:

$$\varepsilon_{sum} = 1 - r^{i(n-D_H)}, \quad (3)$$

где i - число итераций; r - коэффициент пропорциональности размеров подмножеств; D_H - размерность Хаусдорфа; n - размерность Евклидова пространства.

4. Доказано, что полифракционные смеси с наименьшей порозностью, составленные из одного материала при условии постоянства отношений

количества ($N=q_{i+1}/q_i=const$) и диаметров ($r=d_{i+1}/d_i=const$) частиц каждой фракции к предыдущей, более крупной, являются физическими фракталами.

5. Выведена формула для определения порозности, указанных в п.4. полифракционных смесей:

$$\varepsilon_{sum} = (N \cdot r^3)^i. \quad (4)$$

где i – количество фракций.

6. Установлено, что наименьшая порозность полифракционной шихтовой смеси может быть достигнута, если отношение массовых долей смежных фракций является постоянной величиной и равно 0,36, а отношение размеров крупной фракции к мелкой превышает 10,2 и также постоянно:

$$\varepsilon_{sum} = 0,36^i, \text{ если } \frac{d_i}{d_{i+1}} > 10,2 = const; \frac{m_{i+1}}{m_i} = 0,36 = const. \quad (5)$$

В таблице 1 приведены расчетные значения гранулометрического состава, порозности и фрактальной размерности D_H полифракционных шихтовых смесей с наименьшей порозностью.

Таблица 1 - Шихтовые смеси с минимальной порозностью

Число фракций	Содержание i-той фракции, %					Порозность смеси, %	Фрактальная размерность смеси D_H
	I	II	III	IV	V		
2	73,53	26,47	-	-	-	12,96	2,595
3	67,13	24,17	8,7	-	-	4,67	
4	65,09	23,43	8,44	3,04	-	1,68	
5	64,39	23,18	8,35	3	1,08	0,61	

Список литературных источников

1. Маймур Б.Н. Брикетирование металлургического сырья. Актуальность и пути развития метода / Б.Н. Маймур, А.Ю. Худяков, В.И. Петренко, С.В. Ващенко, К.В. Баюл // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации.– 2016.- №1.- С.74-82.

2. Ващенко С. В. Разработка научно-методического подхода к выбору состава брикетируемой шихты и ее свойств / С. В. Ващенко, А. Ю. Худяков, К. В. Баюл, Ю. С. Семенов // Сталь - 2018. -№ 8.- С. 2–6.

3. Баюл К. В. Состояние разработок и направления совершенствования конструкции и параметров эксплуатации валковых прессов / К. В. Баюл, А. Т. Лебедь, С. В. Ващенко, А. Ю. Худяков // Металлургическая и горнорудная промышленность – 2015. - №7. – С.117-120.

4. Худяков А.Ю. Теоретические основы методики расчета и составления шихт с минимальной порозностью / А.Ю. Худяков, С.В. Ващенко, М.Н. Бойко, К.В. Баюл, Ю.С. Семенов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации - 2018. - № 7. - С.23–32.

ГІДРОДИНАМІКА ТА ТЕПЛООБМІН В КРИВОЛІНІЙНИХ КАНАЛАХ ЗІ ВСТАВКАМИ ПРИ МАЛИХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА

Шалденко О. В.

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

Одним із можливих технічних розв'язків проблеми надійного відведення електричної теплоти, що виділяється процесорами, є створення в підкладці кристала системи каналів, заповнених рідким теплоносієм. Нагрітий теплоносієм по трубках може надходити в окремо винесений тепловідвід, який дозволить одержану теплоту передати в зовнішнє середовище.

Аналіз теплових і гідродинамічних процесів у каналах показує, що в даній системі має місце два найбільш важливі механізми теплопередачі: молекулярна дифузія, викликана передачею тепла за рахунок броунівського руху, і конвективний перенос, викликаний передачею тепла за рахунок руху теплоносія в каналі [1].

Розглядається двовимірна задача конвективно-дифузійної теплопередачі від зовнішнього твердого середовища в рідкий теплоносієм.

Основними рівняннями, що описують гідродинамічні процеси всередині каналу і процеси теплопередачі, є рівняння Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності і рівняння переносу тепла [2]:

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + (\mathbf{U} \cdot \nabla) \mathbf{U} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \Delta \mathbf{U} \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{U} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\mathbf{U} \cdot \nabla) T = \alpha \Delta T \quad (3)$$

де $\mathbf{U}$ – поле швидкості, p – поле тиску, T – поле температур, ρ – густина рідини, ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини, α – коефіцієнт температуропровідності теплоносія, ∇ – оператор Гамільтона, Δ – оператор Лапласа.

Задача розв'язувалась чисельно на рівномірній сітці з кроком просторової дискретизації δ і кроком Δ за часовою змінною. Геометрія каналу задавалася в окремому файлі з позначеннями: “0” – вузол належить каналу, “1” – вузол відноситься до зовнішнього твердого середовища.

Для аналізу гідродинамічних параметрів течії всередині криволінійного каналу (рисунок 1) і процесу теплопередачі із зовнішнього середовища в теплоносієм було побудовано наступний канал.

Усередині каналу може перебувати система симетричних і несиметричних вставок висотою h , з шириною s , які розташовані на відстані a відносно один одного.

При малих значеннях чисел Рейнольда в каналі формується течія, яка характеризується плавним обтіканням кутових областей каналу.

На рисунку 2 показана залежність коефіцієнта відносної ефективності зигзагоподібних каналів зі вставками по відношенню до каналу без вставок. Видно,

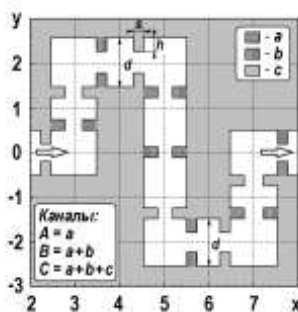


Рисунок 1 – Геометрія зигзагоподібного каналу

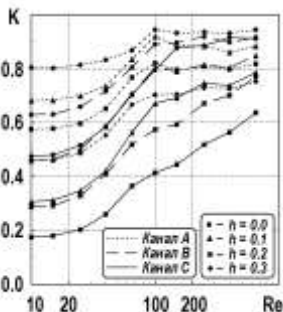


Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта відносної ефективності для зигзагоподібних каналів від значень Re

що для всіх видів каналів і геометрії вставок значення K менше одиниці. Це означає, що збільшення втрат на тиск у зигзагоподібному каналі перевищують відповідне збільшення рівнів теплових потоків крізь поверхні, що обмежують. Цікаво відзначити, що з енергетичної точки зору система вставок малої висоти є більш ефективною в порівнянні з каналами, що містять великі ($h > 0.1$) вставки, через істотне зменшення ефективної ширини перерізу криволінійного каналу.

Список літературних джерел

1. Chen, Y. Heat transfer and pressure drop in fractal tree-like microchannel nets [Text] / Y. Chen, P. Cheng // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2002. – Vol. 45, Issue 13. – P. 2643–2648. doi: 10.1016/s0017-9310(02)00013-3
2. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмен / С. С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПРОШИВНОГО СТАНУ

Швець А. В., Дорош Н. Л.

Національна металургійна академія України, Дніпро Україна

На сьогоднішній день одна з тенденцій у виробництві труб - це розширення сортаменту, що випускається на одному трубопрокатному агрегаті. Виробництво труб із сталі розділяється на два типи: зварні та безшовні. Найбільш важливим процесом при виробництві безшовних труб є процес прошивки заготовок в чорнову трубу (гільзу) на станах гвинтової прокатки. Електропривод прошивного стану працює в безперервному режимі роботи з короткочасним навантаженням, тому необхідно підтримувати швидкість обертання двигуна незмінною коли двигун без навантаження та при появі навантаження, щоб уникнути браку продукції та аварій на підприємстві.

$$P = p_1 F_1 + p_2 F_2, \quad (1)$$

де p_1, p_2 - тиск в конусі захоплення і в конусі розкочування осередку

деформації, відповідно; F_1, F_2 - площа контакту металу заготовки з валком в

конусі захоплення і в конусі розкочування осередку деформації.

Рівняння з розрахунку тиску в конусі захоплення p_1 і в конусі

розкочування p_2 мають вигляд:

$$p_1 = \left(1,8 - \frac{b_n}{2r_n}\right) (1 - 2,7\varepsilon^2) \sigma_{cp}, \quad (2)$$

$$p_2 = 0,75 p_1, \quad (3)$$

де b_n - ширина контактної поверхні в пережимі осередку деформації; r_n

- радіус заготовки в пережимі осередку деформації; σ_{cp} - середнє значення

опору металу пластичної деформації в пережимі вогнища деформації [1].

Для кращого розуміння роботи прошивного стану проводимо комп'ютерне моделювання його роботи. Таке моделювання зручно виконувати з використанням MATLAB і його пакету розширення Simulink. Інструмент Simulink LTI-Viewer входить до складу пакету прикладних програм Control System Toolbox і призначений для аналізу лінійних стаціонарних систем. За допомогою даного інструменту можна легко побудувати частотні

характеристики досліджуваної системи, отримати її відгуки на поодинокі ступеневу і імпульсну впливу, знайти нулі та полюси системи і т.д. [2]. Моделювання прошивного стану в розширенні Simulink системи MATLAB будемо з використанням функціональної схеми приведеної на рисунку 1. Представлено функціональну схему системи автоматичного керування прошивного стану, де М – машина (електродвигун), ОЗМ – обмотка збудження машини (електродвигуна), ЗІ – задатчик інтенсивності, Ф – фільтри, НЕ – нелінійні елементи, РШ – регулятор швидкості, РС – регулятор струму, РЕ – регулятор електрорушійної сили (ЕРС), РМП – регулятор магнітного потоку, ВМ – блок виділення модулю, ЗМП – блок впливу зовнішнього магнітного поля, ТПЯ та ТПЗ – тиристорні перетворювачі обмотки якоря та обмотки збудження відповідно, ДСЯ та ДСЗ – датчики струму обмотки якоря та обмотки збудження відповідно, ДЕ – датчик ЕРС, ДН – датчик напруги, ДШ – датчик швидкості.

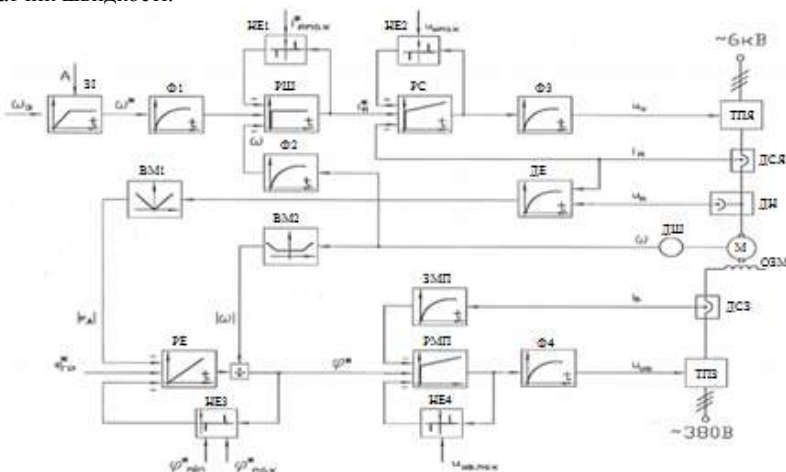


Рисунок 1 – Функціональна схема САК прошивного стану

Схема, що приведена на рисунку 1, дозволяє підтримувати задану швидкість прошивки з похибкою не більше 0,5% і часом відновлення заданої швидкості протягом 0,5 секунд. Схема має двозонну систему регулювання контуру якоря: швидкості та струму; а також двозонну систему регулювання контуру обмотки збудження: ЕРС та магнітного потоку.

Список літературних джерел

1. Потапов, И.Н. Теория трубного производства / И.Н. Потапов, А.П. Коликов. – М.: Металлургия, 1991. – 424 с.
2. Павлейно М.А., Ромаданов В.М., Сафронова Ю.Ф., Статуя А.А. Моделирование работы электрических схем в Simulink. Применение операционных усилителей для фильтрации, усиления и генерации сигналов. – СПб., 2007. – 210 с.

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Шевченко В. В., Жульковський О. О.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Оптимізація програм, що описують комп'ютерні моделі незалежно від сфери застосування та складності, повинна враховувати сучасний рівень розвитку обчислювальної техніки та її програмного забезпечення. Одним з напрямків такої оптимізації є застосування технологій паралельних обчислень.

Основною складністю при проектуванні програм, що працюють з використанням паралельних алгоритмів, є забезпечення правильної послідовності взаємодій між різними обчислювальними процесами, а також координації ресурсів, що розділяються між процесами.

Види організації передачі даних. Якщо організація передачі даних і керування ними проводиться проектувальником автоматизованої системи (АС), а не закладена в логіку засобів розробки АС, то використовуються наступні два види організації передачі даних при використанні паралельних обчислень:

- взаємодія через розподілену пам'ять (наприклад, у Java або C) – даний вид паралельного програмування зазвичай вимагає форми захоплення управління для координації потоків між собою;

- взаємодія за допомогою передачі повідомлень, коли обмін повідомленнями може відбуватися асинхронно або з використанням методу, при якому відправник є блокованим до часу доставки повідомлення.

Системи передачі повідомлень використовують канали і блокування повідомлень, що створює додатковий трафік на шині і вимагає додаткових витрат пам'яті для організації черг повідомлень. У сучасних процесорах можуть бути передбачені спеціальні комутатори (cross-bar) з метою зменшення впливу обміну повідомленнями під час виконання завдання.

Розпаралелювання програм – процес адаптації алгоритмів, записаних у вигляді програм, для їх ефективного виконання на обчислювальній системі паралельної архітектури. Розпаралелювання може бути ручним, автоматизованим і напіваавтоматизованим. Для оцінки ефективності його якості застосовуються [1] наступні характеристики – прискорення і завантаженість. При розпаралелюванні важливо враховувати не тільки формальний паралелізм структури алгоритму, але і те, що операції обміну даними в паралельних ЕОМ відбуваються, зазвичай, значно повільніше арифметичних.

Розпаралелювання програм проводять [2] в один з двох способів:

- застосування спеціальних бібліотек деякої стандартної мови програмування шляхом переписування коду програм на спеціальний мову, що описує паралелізм і є зрозумілою трансляторам цільової обчислювальної системи (наприклад, Windows API – багатопотокові програми для C++);

- вставка деякої спеціальної розмітки (наприклад, відповідно до стандарту систем передачі повідомлень між процесами інструкцій, що виконуються паралельно, Message Passing Interface (MPI) або стандартом інтерфейсу додатків для паралельних систем із загальною пам'яттю OpenMP).

Крім того, можна використовувати POSIX Threads – стандарт реалізації потоків виконання програм.

У випадку розподілених обчислень використовується PVM (Parallel Virtual Machine), що дозволяє об'єднати різномірний (але пов'язаний мережею) набір комп'ютерів в загальний обчислювальний ресурс [1].

MPI є бібліотекою, яка містить процедурні передачі повідомлень, а OpenMP є набором директив компілятора, що повідомляють останньому, які частини програми можуть бути запущені як потоки. Таким чином, різниця між цими стандартами – потоки на протизагу повідомленням. Давайте розглянемо обидва стандарти.

Стандарт паралельного програмування OpenMP. Інтерфейс OpenMP [3] був створений як стандарт для програмування на масштабованих SMP-системах (модель загальної пам'яті). У стандарт OpenMP входять специфікації набору директив компілятора, процедур і змінних середовища. До появи OpenMP не було відповідного стандарту для ефективного програмування на SMP-системах. Найбільш гнучким та загальноприйнятим інтерфейсом паралельного програмування є MPI [2]. Але модель передачі повідомлень є недостатньо ефективною на SMP-системах та відносно складною в освоєнні, бо вимагає мислення в «необчислювальних» термінах. POSIX-інтерфейс для організації потоків (Pthreads) підтримується ширше (практично на всіх UNIX-системах), проте з багатьох причин не підходить для практичного паралельного програмування (занадто низький рівень, немає підтримки паралелізму по даним).

Прагми OpenMP, як директиви компілятора, у програмі дають вказівку компілятору створити виконавчий модуль, який буде виконуватися паралельно з використанням декількох потоків. Прагми OpenMP дозволяють використовувати однаковий та переносний інтерфейс для паралелізації програм на різних архітектурах і системах [1]. Специфікація OpenMP прийнята багатьма і підтримується такими постачальниками, як Intel, SGI, IBM, Sun, та інші.

OpenMP можна розглядати як високорівневу надбудову над Pthreads (або аналогічними бібліотеками). За рахунок ідеї «інкрементального розпаралелювання» OpenMP ідеально підходить для розробників, які бажають швидко зробити паралельним виконання своїх програм з великими паралельними циклами. Розробник не створює нову паралельну програму, а просто додає в текст послідовної програми OpenMP-директиви. При цьому, OpenMP – досить гнучкий механізм, що надає розробникові великі можливості контролю над поведінкою паралельного додатка. Передбачається [2], що OpenMP-програма на однопроцесорній платформі може бути використана в якості послідовної програми, тобто немає необхідності підтримувати послідовну і паралельну версії – директиви OpenMP просто ігноруються послідовним компілятором.

Специфікація OpenMP для C/C++ містить наступну функціональність:

1. Директиви OpenMP починаються з комбінації символів `#pragma omp`. Директиви можна розділити на три категорії: визначення паралельної секції, поділ роботи, синхронізація. Кожна директива може мати кілька додаткових.

Компілятор з підтримкою OpenMP визначає макрос `_OPENMP`, який може використовуватися для умовної компіляції окремих блоків, характерних для паралельної версії програми.

2. Розпаралелювання застосовується до `for`-циклів, для чого використовується директива `#pragma omp for`.

3. Статичні (static) змінні, визначені в паралельній області програми, є спільними (shared).

4. Пам'ять, виділена за допомогою `malloc()`, є спільною (проте вказівник на неї може бути як загальним, так і приватним).

5. Типи і функції OpenMP визначені у заголовному файлі `omp.h`. Крім звичайних, можливі також «вкладені» (nested) м'ютекси – замість логічних змінних використовуються цілі числа; потік, який вже захопив м'ютекс, при повторному захопленні може збільшити це число.

Програмна модель OpenMP – `fork-join` паралелізм, в якому головний потік за необхідністю породжує групи потоків, при входженні програми в паралельні області застосування.

У разі симетричного мультипроцесінгу SMP [2] на всіх процесорах процесорної системи виконується один екземпляр операційної системи, яка відповідає за розподіл прикладних процесів (завдань, потоків) між окремими процесорами. Інтерфейс OpenMP є стандартом для програмування на масштабованих SMP-системах з пам'яттю. У OpenMP будь-який процес складається з декількох ниток (threads) керування, які мають загальний адресний простір, але різні потоки команд та роздільні стеки. У найпростішому випадку, процес складається з одного – головного потоку.

Потім з використанням моделі потоків OpenMP програмується управління ними. Все, що необхідно, це вставити відповідні прагми в вихідний код програми і потім скомпілювати програму з відповідним ключем. Компілятор при першому проході інтерпретує прагми і паралелізує код. При використанні компіляторів, що не підтримують OpenMP, прагми ігноруються без додаткових повідомлень.

Паралельні обчислення – такий спосіб організації комп'ютерних обчислень, при якому програми розробляються як набір взаємодіючих обчислювальних процесів, що працюють паралельно як за рахунок розпаралелювання обчислювальних алгоритмів, так і за рахунок організації ефективного взаємодії апаратних засобів.

У OpenMP підтримуються дві основні конструкції поділу роботи для вказівки того, що роботу в області паралельності слід розділити між потоками групи. Ці конструкції поділу роботи-цикли і розділи. Крім того, існує прагма, яка дає всім потокам вказівку чекати один одного перед тим, як вони продовжать виконання за бар'єром. В кінці області паралельності є неявний бар'єр.

Інтерфейс передачі повідомлень MPI. Message Passing Interface (MPI) – програмний інтерфейс для передачі інформації, який дозволяє процесам, які виконують одне завдання, обмінюватися повідомленнями. Рекомендованою безкоштовною реалізацією MPI є пакет MPICH, розроблений в Аргонській національній лабораторії. MPI є бібліотекою функцій міжпроцесорного обміну

повідомленнями та містить близько 300 функцій, які діляться на наступні класи: операції точка-точка, операції колективного обміну, топологічні операції, системні і допоміжні операції. Оскільки MPI є стандартизованою бібліотекою функцій, то написана із застосуванням MPI програма без переробок виконується на різних паралельних ЕОМ.

MPI є найбільш поширеним стандартом інтерфейсу обміну [1] даними при організації паралельних обчислень. Існують його реалізації для великої кількості комп'ютерних платформ. Цей стандарт також використовується при розробці програм для кластерів і суперкомп'ютерів. У стандарті MPI описаний інтерфейс передачі повідомлень, який може підтримуватися як платформою, так і додатком користувача. В даний час існує велика кількість безкоштовних і комерційних реалізацій MPI для таких мов, як Фортран 77/90, С та С++.

Стандарт MPI орієнтований на системи з розподіленою пам'яттю, коли витрати на передачу даних великі. В той же час OpenMP орієнтований на системи зі спільною пам'яттю (для багатоядерних процесорів із загальною кеш-пам'яттю). Обидві технології можуть використовуватися спільно для оптимізації використання багатоядерних систем в одному кластері.

Перша версія MPI розроблялася в 1993р. Більшість сучасних реалізацій MPI підтримують версію 3.1 з наступними функціями: передача та отримання повідомлень між процесами; колективна взаємодія процесів; взаємодії в групах процесів; реалізація ряду топологій процесів; динамічне породження процесів і управління процесами; односторонні комунікації (Get/Put); паралельне введення і виведення; розширені колективні операції (процеси можуть виконувати колективні операції не тільки всередині однієї задачі, але і в рамках декількох).

Висновок. Існують багато стандартів реалізації паралельного виконання програм, найпоширенішими серед яких є MPI та OpenMP, що застосовуються для систем з розподіленою та загальною пам'яттю відповідно. Завдяки використанню паралелізації можна організувати розподіл виконання обчислень, що дозволить зменшити час виконання програми та підвищити за рахунок цього продуктивність застосування комп'ютерних моделей для усіх сфер застосування.

Список літературних джерел

1. Меньшикова Л. В. Способы реализации параллельных вычислений / Технологии и средства связи.– 2012.– №3.– с.32-33.
2. Шпаковский Г.И. Реализация параллельных вычислений: кластеры, многоядерные процессоры, грид, квантовые компьютеры. – Минск, БГУ.– 2010.– 155с.
3. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP.– М.: МГУ, 2009. – 77с.

СЕКЦИЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

- оптимальне проектування конструкцій
- оптимізація технологічних процесів
- перспективні методи оптимізації

SESSIONS 2

MODELS AND METHODS OF OPTIMIZATION

- optimal design of structures
- optimization of technological processes
- advanced optimization techniques

СЕКЦИЯ 2

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

- оптимальное проектирование конструкций
- оптимизация технологических процессов
- перспективные методы оптимизации

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF MANUFACTURING PARTS OF THE SPACECRAFT SEPARATING UNIT USING THE ADDITIVE TECHNOLOGY

Isaev M. G., Tkachov Y. V.

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Manufacturing spacecraft assemblies is a rather laborious and expensive process. The same can be said about the spacecraft separating unit.

Nowadays before the launching a launch vehicle with a payload, one of the main questions is to choose the best way to separate the spacecraft from the launch vehicle. The choice of the required method depends on a number of factors: the type and properties of the spacecraft, the method of separation (spring pusher, squib, etc.), reliability, smoothness and accuracy of separation and of course the price of the chosen method.

The most used solution for separating spacecraft from the launch vehicle is adapter with springs. This type of adapter provides smooth, uniform, unstressed separating of the payload from the launcher. Main requirements that are presented for such adapter type are: low mass of the system, high strength, stiffness and the price of manufacturing or purchasing it. Therefore, ought to consider the introduction of additive technologies for manufacturing the elements of the spacecraft separating unit.

Additive technologies began to develop from 1980s. Since that, they have significantly influenced our lives, allowing us to manufacture parts that cannot be manufactured using traditional subtracting methods before. [4]

The wide spread of digital technologies in the design field (CAD), modeling and calculations (CAE) and machining (CAM) has stimulated the explosive nature of the development of 3D printing technology, and it is extremely difficult to indicate now the region of material production where such technologies have not been used. Additive technologies assume the manufacture (construction) of a physical object by the method of layer-by-layer applying (adding) of the material, unlike traditional methods of forming part assume removing (subtracting) the material from the workpiece bar. Producing a digital model is the first part in the additive manufacturing process. The next part is to choose the additive technology. Chosen technology should meet the requirements of the final product. There is some technology, that can be used for producing spacecraft separating unit: [1]

Fused deposition modeling (FDM). This technology uses plastic wire as working material. It's the most popular 3D printing technology in the world. Billions of printers from the cheapest one to heavy industrial systems use FDM technology. FDM printers can work with different types of wires, each of which has special properties needed for different solutions. The most common wire material is ABS. Plastic products are distinguished by high strength, flexibility, and are excellent for testing products, prototyping, as well as for making ready-for-use facility. [2]

Selective laser melting (SLM) designed to use a high power-density laser to melt and fuse metallic powders together. It's the most common metal additive manufacturing technology. Using this technology allows manufacturer quickly

produce metal products that are geometry complicated, but quality better than casting and rolling production [1].

Selective laser sintering (SLS) uses a laser as the power source to sinter powdered material such as plastic, metal, ceramic, or glass. Using this technology allow to accomplish large products with the different physical properties (increased strength, flexibility, heat resistance, etc.)

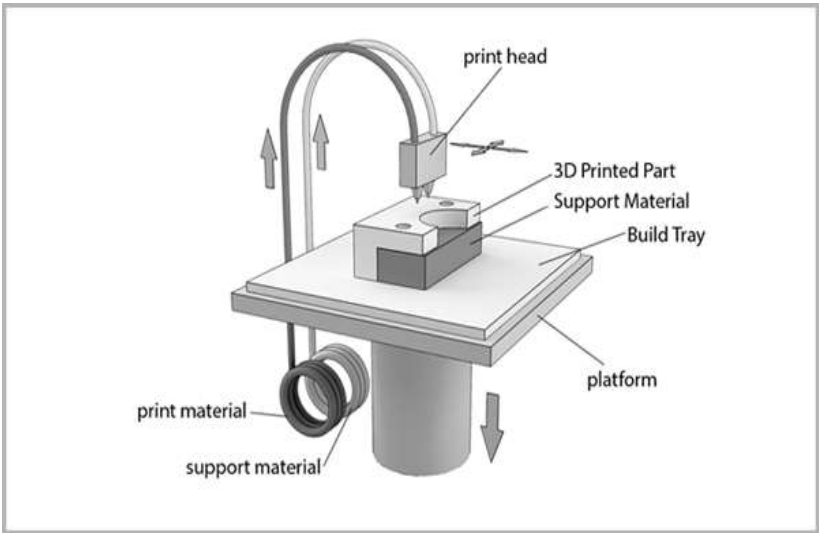


Figure 1 - Fused deposition modeling system schematic

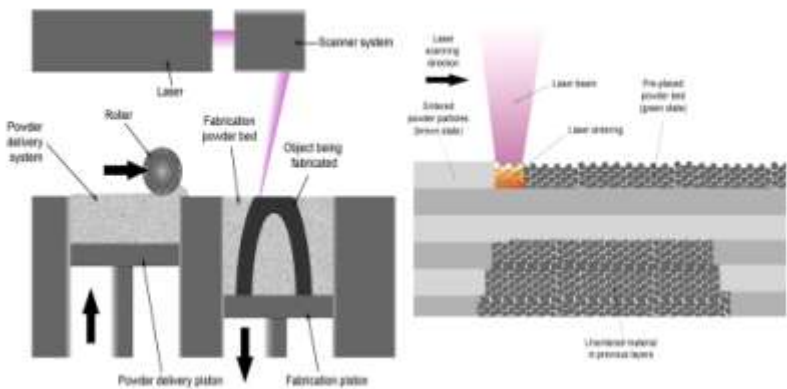


Figure 2 - Selective laser melting system schematic

Stereolithography (SLA) curing the liquid photopolymer material under the action of the UV laser. This technology of additive manufacturing is focused on the manufacturing of high-precision products with various properties. Stereolithography requires the use of supporting structures which attach to the elevator platform to prevent deflection due to gravity, resist lateral pressure from the resin-filled blade, or retain newly created sections during the "vat rocking" of bottom up printing [3].

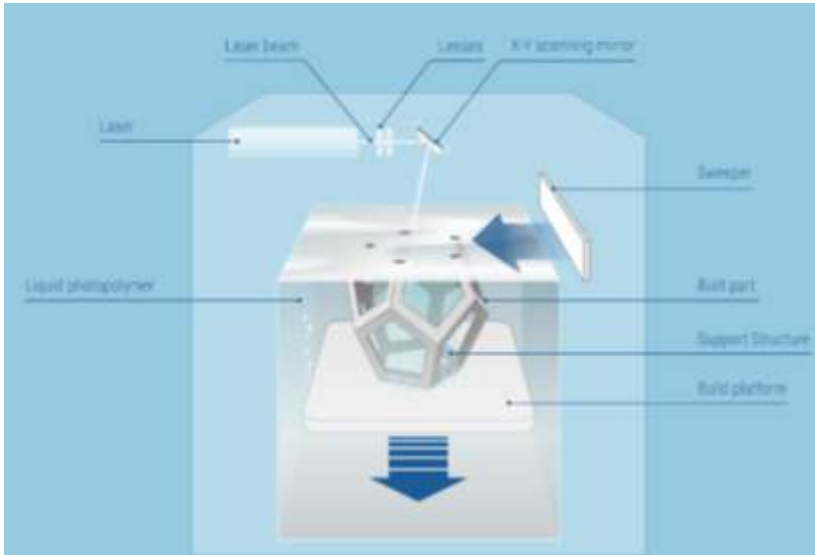


Figure 3 – Stereolithography system schematic

Based on the list of the main additive technologies, we can make a conclusion that elements of spacecraft separating unit can be made with all of the above-listed technologies due to several advantages:

Improved properties of finished products. Final products have a unique set of properties, due to the layered construction. For example, parts created on a metal 3D-printer in terms of mechanical behavior, density, residual stress, and other properties are exceed to those obtained by casting or machining.

The possibility of manufacturing products with complex geometry. Equipment for additive technology allows to produce items that cannot be obtained in another way. For example, the part inside the part. Or some specific cooling systems based on mesh constructions (this cannot be made either by casting or by stamping).

Production mobility and faster data exchange. No more blueprints, measurements and bulky samples. At the core of the additive technology is a computer model of the future product, which can be transferred in minutes to the other end of the world - and immediately started to produce.

Big savings of raw materials. Additive technologies use almost all amount of material needed to manufacture your product. Whereas traditional manufacturing methods have loss of raw materials up to 80-85%. In the professional language of aircraft manufacturers there is a buy-to-fly ratio phraseologism, that can be translated as “the attitude of what I bought to what will fly,” i.e. how much material was purchased and how much is actually weight of the component of the aircraft. According to various sources, this ratio is 15: 1 or even 20: 1 for complex parts. The use of additive technologies makes it possible to reduce this figure to 1.5 - 2.0: 1

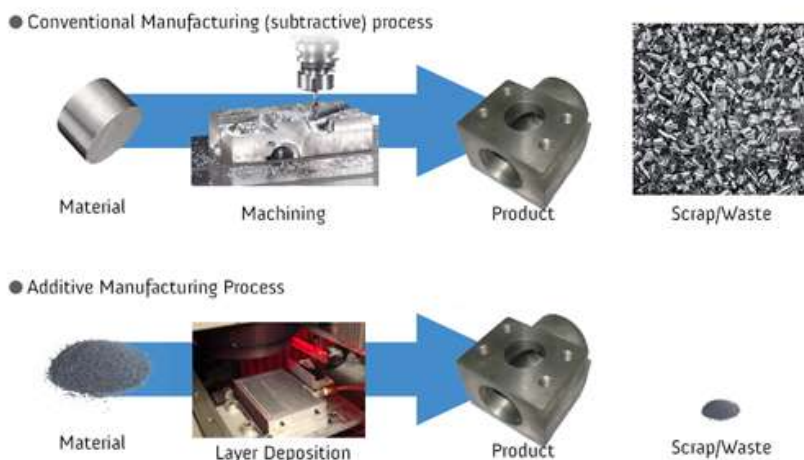


Figure 4 – Differences of traditional manufacturing from additive one

Additive technologies should be used in manufacturing elements of the spacecraft separating unit. Integration of this technology into the production complex allows to significantly reduce material and time costs, as well as man-hours requirements for prototyping or manufacturing of parts with complicated geometric shape.

References

- 1.Yadroitsev Igor Selective laser melting: Direct manufacturing of 3D-objects by selective laser melting of metal powders/ Igor Yadroitsev// Lambert Academic publishing, 2009. – 270 p.
- 2.Russell Jesse, Cohn Ronald Fused Deposition Modeling / Jesse Russell, Ronald Cohn// Book on Demand, 2012. – 94 p.
- 3.Bartolo Paulo Stereolithography: Materials, Processes and Applications/ Paulo Jorge Bartolo// Springer US, 2011.- 340 p.
- 4.Online 3D manufacturing service. Access mode: <https://www.3dhubs.com>

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A SPRING MECHANISM WITH REELING OF A THREAD FOR OPENING THE SOLAR PANEL OF THE SPACECRAFT

Kavelina K., Tkachov Y. V.

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro, Ukraine

1. The purpose of this work is to develop the design of the spring mechanism with the thread burning for the disclosure of the solar panel.

There are many deployable mechanisms and various design solutions associated with them. The choice of mechanism depends on several factors, such as weight and dimensions, solar panels, design features, features of the mission.

To select the optimal layout of the solar battery on the spacecraft and to justify the design solution for the solar battery deployable mechanism, it is necessary to carry out preliminary assessments:

The dynamics of change and the range of possible positions of the normal to the plane of the orbit in the direction of the Sun for the initial parameters and their changes.

The angle between the normal of the orbit plane and the direction of the sun.

As a prototype, a satellite for conducting scientific research in a sun-synchronous orbit at an altitude of 700-720 km and a mass of 40 kg was considered.

This prototype was created on the principle of constructing nanosatellites of the CubeSat format [2], but for design reasons, dimensions and weight were increased.

For an orbit 700-720 km with an inclination $i = 98.5^\circ$ and depending on the evolution of the orbit, the accuracy of the output, the date of launch, the angle γ takes values within $\gamma = 52^\circ - 87^\circ$.

In this case, the relative illumination at the angle of installation of solar panels in height from 0° to 90° will be:

- o At 0° - 0.2186 to 0.0914

- o At 90° - 0.2419 to 0.3112

Thus, in this variant of the satellite, when installing the solar panel panels in relation to the longitudinal axis of the satellite at an angle of 90° you can get a maximum daily average (about 50-60 W for the selected sizes of solar panels).

As inputs for the task we take:

- Angle of rotation (when opening the solar battery relative to the transport position) - 90° ;

- Time to open the solar battery ~ 10 seconds;

- Mass of both solar panels = 1.5 kg;

- Use the spring mechanism as the opening mechanism.

Based on the initial data and the task, we have a number of points for implementation:

- 1) Determine the moment of inertia of the panel I relative to the axis of rotation;

- 2) The time for the disclosure is determined by the moment M , which must realize the spring of the mechanism of disclosure.

3) According to the magnitude of the moment M we select (or expect) a spring, the number of its turns, length and angle.

4) Based on the received data and the given technology, determine the efforts of holding the panels when the spacecraft is orbited, to select the thickness of the thread.

5) Present the design decision of the mechanism, the principle of its operation and methods of installation on the spacecraft.

6) For the damping of the disclosure of solar panels and their content in the open state, we present possible design solutions.

After all calculations as a deployable mechanism proposed mechanism on the figure 1.

It is a bracket (1) fixed to the body of the spacecraft, it includes the touches of the solar panels (2), which are fixed using a thread (3) (capron, lavsan, kevlar). The thread is laid in the tensioning device (4), before it is wound around a nicer wire fixed to the same bracket with 2 screws, to which the terminals of the electric supply are connected (5). Between the hooks is a strap (6), designed for unambiguous fixation. After feeding the electric current, the nichrome wire "ignites" the thread, the contacts are released and under the action of the springs installed in the axes of rotation of the solar panels come out of the clutch, after which the solar panel becomes in the working position. In order to avoid the impact of the panel at the end of the disclosure, a variant of the damping device in the form of a spring, which is mounted on a different axis of rotation, which is set so that, as the panel is opened, "twists" and, thus, creates a counter spring release.



Figure 1 - 3-D model of the developed deployable mechanism

1 - bracket; 2 - panel lock; 3 - thread; 4 - screw-tension; 5 - terminal; 6 – strap.

References

1. П.Г. Гузенко «Короткий довідник до розрахунків деталей машин», изд. 5, Москва, 1968.
2. Під ред. Н.С. Ачеркана, «Довідник металіста», Москва, Машгиз, 1959.

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL LAYOUT OF THE PLATFORM OF THE SYSTEM OF ANGULAR ORIENTATION AND STABILIZATION OF THE SPACECRAFT

Pakhvytsevykh A. L., Tkachov Y. V.

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Nowadays, there are already a huge number of domestic and foreign spacecrafts, each of them has its own original layout and design solutions.

The spacecraft is an aircraft designed for meant to perform research tasks using target equipment in space flight altitude over 100 km from the surface of the earth.

The tasks performed by the spacecraft are diverse: meteorology, monitoring of the Earth's surface, and so on. Many tasks of great industrial and agrarian significance are performed by small spacecraft. For realization of the target task, the spacecraft is equipped with a complex of on-board equipment, which consists of units and assemblies that fill certain functional tasks.

Currently, there is an intensive exploration of outer space, which is conducted according to a broad program, including flights like near-Earth orbits and along trajectories to other planets of the solar system. For the successful conduct of scientific experiments, it is necessary to orient and stabilized spacecraft in space. The solution of this task is entrusted to the system of orientation and stabilization, the technical and operational characteristics of which largely determine the success of scientific experiments in space. Therefore, there is a need for simple, reliable, accurate, lightweight, working for a long time with minimal energy expenditure systems orientation and stabilization of spacecraft.

The existing and currently developed systems of orientation and stabilization can be divided into three main groups: passive, active, and combined.

An active orientation and stabilization system is a system that, in carrying out its functions, requires onboard energy sources. Such systems in the course of work use various active devices, such as reaction wheels. Active systems provide high accuracy of orientation, can create large magnitudes, have high speed, that is, orient the spacecraft in a predetermined position in a short time interval [2].

During the project, a platform for the active orientation and stabilization system of a microsatellite (microsatellites have a total mass of 10 to 100 kg) was developed, which consists of a base, three reaction wheels, three electromagnets, a solar sensor and a star sensor on a bracket.

One of the most important stages in the creation of a new spacecraft is its layout.

Layout of on-board equipment of a spacecraft is a combination of structural elements (compartments, assemblies, units) and equipment of on-board equipment into a system designed to perform during a given time the functional tasks of the spacecraft, which are determined by its purpose.

Layout is an informal stage in the development of a spacecraft, and a complex creative process, which consists in creating the original design of spacecraft, while the spacecraft must fulfill the requirements imposed on it. It is carried out taking into account the experience of the designer and the latest technology.

During the project, the task was a geometric layout, which consists in positioning the assembled components of the on-board equipment relative to the associated coordinate system. In the process of geometric layout, an appearance is selected and a theoretical drawing of the spacecraft is formed, the shape and dimensions of the spacecraft are also determined.

The spacecraft layout is often made of two structural elements: a universal space platform, which houses the equipment of all the serving systems that are necessary for the operation of the target equipment, and from the platform of the target equipment, which is designed to solve a specific task assigned to the spacecraft [3].

During the development of the platform layout, the system of angular orientation and stabilization was used in a modernized form, some of the decisions that were previously taken in space vehicles and successfully proved themselves in operation [1].

With the help of SolidWorks, 3 reaction wheels were located relative to the coordinate system of coordinates of the platform of the angular orientation system and the stabilization of the spacecraft, because in such position, the reaction wheels are best to stabilize the platform and combine the center of the mass of the platform with the center of one of the reaction wheel, in order to improve the algorithms of stabilization.

The project provides an analytical review of the existing methods for developing structural layout schemes for platforms for angular orientation and stabilization, presents an own method for constructing the platform of the angular orientation and stabilization system, an assembly drawing of the entire platform, detailed drawings of all elements and a specification were developed. The prototype of the platform was developed using additive technologies. The project was done using computer technology and own experimental research.

After completing this project, I realized that the layout problem is complicated and requires a lot of effort and time, analysis of possible rational layout options, especially during the initial stages of work.

References

1. Гушин В.Н. Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2003. – 272с.
2. Попов В. И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с., ил.
3. Туманов А.В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов: учебное пособие / А.В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 572, [4] с. : ил.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НАГРІВУ ЖИВИЛЬНОЇ ВОДИ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ БЛОКУ 300 МВт

Алексєєнко Є. І., Балог . Ю., Бутенко І. Г.

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

На техніко-економічні показники роботи блоку теплової (ТЕС) або атомної (АЕС) електростанцій, значно впливає температура живильної води парогенераторів, яка базується і обумовлена використанням регенеративної схеми і її устаткуванням. Оптимальне використання теплоти, що виробляється під час технологічного процесу, надає можливість досягти зменшення витрат палива, більш краще використовувати потенціал станцій, а отже і зменшити фінансові затрати. Регенеративним підігрівом живильної води називається підігрів її парою, яка пропрацювала в турбіні. Основною перевагою регенеративного підігріву води є зменшення витрати пари в конденсатор і витрат в ньому.

В практиці отримали визнання регенеративні теплові схеми Віолєн (Віолєн-Хюльза), Рікара-Нікольного, ПОТ ЛМЗ і традиційна [1,2], в якій можливе використання окремих вузлів із усіх відмічених теплових схем (ТС).

Схема регенеративного підігріву води становить основу принципової теплової схеми електростанції, яка в свою чергу, є основною технологічною і розрахунковою схемою, що дозволяє за заданими енергетичним навантаженням визначити витрати пара і води у всіх частинах установки і її енергетичні показники. До складу принципової схеми входять: підігрівачі високого (ПВТ) і низького (ПНТ) тиску з охолоджувачами пара (ОП) і конденсату (дренажу, ОК); деаератори живильної і додаткової води; трубопроводи відборів пара від турбін до підігрівників; поживні, конденсатні та дренажні насоси.

Всі ці ТС обумовлені розвитком виробництва. Вони мають свої переваги і недоліки, а для практики важливо знати ефективність кожної із схем в конкретних умовах, оскільки, чим вища температура підігріву живильної води, тим менші витрати палива в парогенераторах блоку. Враховуючи вплив на показники роботи блоку багатьох факторів і устаткування ТС, в даній роботі зроблено орієнтовну оцінку ефективності процесів теплообміну в устаткуванні кожної ТС в однакових умовах роботи, за які прийняті умови роботи блоку 300 МВт Криворізької ТЕС.

Із аналізу теплового режиму блоку слідує, що на всіх ТС ділянка роботи підігрівачів низького тиску і деаератори забезпечують підігрів води від 20°C до 150-168°C, що становить майже 62% від загальної величини нагріву води. При цьому ТС на ділянці ПНТ майже не змінюється, але суттєво змінюється ТС на ділянці підігрівачів високого тиску, де здійснюється підігрів живильної води на останні 38% [3]

Поверхня теплообміну у всіх конструкцій ПВТ утворюється системою труб, вміщеній в корпус і омиваємі зовні гріючим середовищем, а зсередини живильною водою. Так як тиск живильної води при однопід'ємній схемі живильних насосів, в 6-24 рази перевищує тиск гріючого середовища, то таким шляхом забезпечується раціональне використання міцнісних властивостей матеріалів.

Охолоджувачі пара (ОП) в ПВТ використовується для підвищення ефективності регенерації. У загальному випадку ПВТ з вбудованим в одному корпусі ОП і ОК являє собою сукупність трьох різних за характером теплопередачі теплообмінних апаратів, взаємно пов'язаних між собою умовами їх роботи.

В сучасних умовах на Криворізькій ТЕС було проаналізовано використання традиційної схеми нагріву живильної води на ділянці ПВТ. Під час проведення дослідження роботи теплової схеми ТЕС, була розрахована традиційна схема нагріву живильної води при зміні точок відбору та підводу пари з турбіни. Аналіз отриманих результатів даних виявив те, що ті відбори, які в даний момент використовується на ТЕС, є не зовсім вдалим та можуть бути покращені. Провівши оптимізацію теплової схеми вдалося підвищити температуру живильної води на виході на 3.4°C

Завдяки економії палива на ТЕС при вартості палива (приблизно) , ми можемо приблизно визначити, скільки було зекономлено фінансів. Так як до оптимізації теплової схеми витрата пару складає :

$$Q = \sigma(\Delta t) \quad (1)$$

$$Q_{265} = 950 \times 4.19 \times (265) = 1054833 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

$$Q_{268} = 950 \times 4.19 \times (268) = 1066774 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

$$\Delta Q = Q_{268} - Q_{265} = 1066774 - 1054833 = 11941 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

$$11941 \frac{\text{кДж}}{\text{год}} \times 24 = 286584 \frac{\text{кДж}}{\text{день}}$$

Розрахуємо витрату палива за день, при приблизній вартості палива:

$$\frac{\Delta Q}{Q_n^p} = \frac{286,584 \text{ МДж}}{25 \text{ МДж}} = 11,56 \times 6000 = 68760 \frac{\text{грн}}{\text{день}} \quad (2)$$

За місяць, вартість зекономленого палива сягатиме:

$$68760 \times 30 = 2062800 \frac{\text{грн}}{\text{міс}}$$

А отже, використання палива скоротиться приблизно на 1.13%

Досягнути температури нагріву живильної води на блоці 300 МВт при використанні традиційні схеми становлять 269°C, але як підтвердили розрахунки перспективною в цих умовах являється схема Рікара-Нікольного, що може забезпечити нагрів води до 270-272°C, завдяки включення ОП паралельно основному потоку живильної води, що проходить через відповідні підігрівачі. Енергетична ефективність цієї схеми обумовлена глибоким охолодженням пара і перенесенням сприймається водою теплоти перегрітої пари до більш гарячого потоку з прямою економією палива. Підвищення температури нагріву живильної води майже на 1 градус забезпечує економію палива на блоці 300 МВт приблизно 1 млн.грн.

Список літературних джерел

1. Казаров С.А. Тепловые схемы ТЭС и АЭС / В.М. Боровков, О.И. Демидов, С.А. Казаров и др.; Под ред. С.А. Казарова // СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1995. 392 с.
2. Буров В.Д. Тепловые электрические станции : учебник для вузов. / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 466 с.
3. Рихтер Л. А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Л. А. Рихтер, Д. П. Елизаров, В. М. Лавыгин. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 216 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Бессараб Е. С., Станина О. Д.

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

В современном мире задачи по обеспечению оптимальных маршрутов доставки товаров набирают все большую популярность. Перевозки давно уже не ограничиваются исключительно территорией страны, а и выходят далеко за ее пределы. Выбор неоптимального маршрута несет за собой временные и денежные затраты.

Задача построения оптимального логистического пути для определенного количества клиентов известна как задача коммивояжера или задача TSP (Travelling Salesman Problem) [1]. Ее можно сформулировать следующим образом: на плоскости (в пространстве) расположены N городов, заданы расстояния между каждой их парой. Требуется найти маршрут минимальной длины с посещением каждого города ровно один раз и с возвращением в исходную точку.

Все алгоритмы решающие данный тип задач можно поделить на точные и приближенные. Так как, задача коммивояжера принадлежит к классу NP-сложных задач [2], то точные алгоритмы на практике используются сейчас редко. Это связано с тем, что последние применяются в случае решения малоразмерных задач и имеют высокие временные затраты. В качестве приближенных методов чаще всего используют эвристические алгоритмы. Преимущество таких алгоритмов заключается в возможности получить сразу несколько достаточно хороших решений за сравнительно небольшой отрезок времени, пригодность для поиска в сложном пространстве решений большой размерности, отсутствие ограничений на вид целевой функции и ясность схемы и базовых принципов эволюционных вычислений.

В данной работе было проведено сравнение результатов решения задачи коммивояжера с помощью генетического и муравьиного алгоритмов. Выбор последнего обусловлен тем, что проведенные ранее эксперименты показывают, что муравьиные алгоритмы находят хорошие маршруты коммивояжера значительно быстрее, чем точные методы комбинаторной оптимизации. Время оптимизации в данном случае, представляет собой полиномиальную зависимость, в то время как в случае точных методов – экспоненциальную [3]. Обобщенно, базовый муравьиный алгоритм, независимо от модификаций, можно представить в виде схемы (рис. 1).

В результате решения задачи коммивояжера классическим муравьиным алгоритмом были получены приемлемые значения целевой функции с незначительными усредненными отклонениями от решения этой же задачи с использованием генетических алгоритмов, но при этом за более короткое машинное время.

Как показали исследования, результаты решений, полученные с помощью муравьиного алгоритма сильно зависят от настраиваемых параметров. К последним можно отнести: размер популяции, определение вероятности перехода в новую вершину, выбор момента обновления феромона и другие. Отдельно становится вопрос о целесообразности использования дополнительного локального поиска и его эффективности.



Рисунок 1 – Обобщенная схема муравьиного алгоритма

Таким образом, можно сделать вывод, что использование муравьиного алгоритма для решения задач дискретной оптимизации, может значительно снизить затраты времени для задач высокой размерности, при этом не теряя точности в сравнении с классическим генетическим алгоритмом. Кроме того, перспективными направлениями дальнейшего изучения являются, вопросы способа выбора оптимальных настраиваемых параметров алгоритма, а также улучшения муравьиных алгоритмов за счет их гибридизации.

Список литературных источников

1. Greco F., Travelling Salesman Problem, – In-the, 2008 – 212 p
2. МакКоннелл Дж., Основы современных алгоритмов. — М.:Техносфера, 2004 — 368 с.
3. Штовба С.Д., Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – №4. – С. 70–75

СИНТЕЗ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ, РАБОТАЮЩИХ В ТОЧЕЧНОМ СКОЛЬЗЯЩЕМ РЕЖИМЕ

Гасымов А. Ю., Фархадов В. Г., Ёлчуев И. А.
Азербайджанский Технический Университет

Двигатели постоянного тока играют роль в качестве исполнительного органа в электромеханических системах и их управление является актуальной задачей. Основными причинами использования этих двигателей являются относительно высокий крутящий момент при малом импульсе инерции ротора, а скорость вращения можно регулировать в широком диапазоне. Поэтому двигатели постоянного тока широко используются в робот-манипуляторах, в лентоприжимных механизмах, в машиностроении и исполнительных органах следящих систем.

На рис.1 показана эквивалентная схема двигателя постоянного тока. Управляющий сигнал представляет собой ток i_a , передаваемый в цепь якоря. После принятия ряда упрощений передаточная функция двигателя может быть записана [1]

$$W_M(s) = \frac{K_m / (R_a b + K_b K_m)}{\tau_1 s^2}. \quad (1)$$

Здесь, эквивалентная постоянная времени

$$\tau_1 = \frac{R_a J}{R_a b + K_b K_m}.$$

$K_m = K_b$ - постоянная двигателя;

Произведя нормирование передаточную функцию двигателя в канале « $\theta - i_a$ » можно записать в виде [2]

$$W(s) = \frac{b}{s^2}. \quad (2)$$

Здесь, $b = K_m / (\tau_1 (R_a b + K_b K_m))$.

Соответствующее дифференциальное уравнение, записанное в переменных состояниях:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \\ \dot{x}_2 &= bu, \end{aligned}$$

Здесь, $x_1 = \theta$ - угол поворота ротора; $\dot{x}_1 = \omega$ - угловая скорость ротора, значить $\omega = d\theta/dt$; $u = i_a$ - ток подающий на якорную цепь.

Для простоты предположим, $b \equiv 1$.

Так как порядок системы $n = 2$, коэффициенты k_1, k_2 можно записать в следующей форме:

$$(k_1, k_2) = \left[\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -2h_1 \\ h_1^2 + \omega_1^2 \end{pmatrix} \right]^T. \quad (3)$$

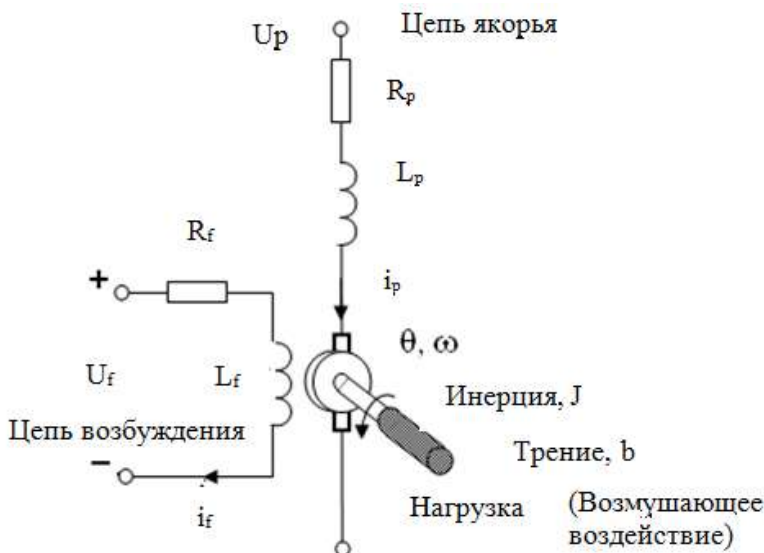


Рисунок 1. - Электрическая схема двигателя постоянного тока

Принимая $h_1 = 0, \omega_1 = 1$ получим:

$$(k_1, k_2) = \left[\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right]^T = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}^T = (1, 0). \quad (4)$$

Отсюда, $k_1 = 1, k_2 = 0$. Таким образом управление первой структуры получается в виде $u = -(k_1, k_2)x = -1 \cdot x_1$.

Параметры настройки k_{11} и c_1 второй структуры

$$k_{11} = \frac{2}{t_s^2},$$

На основе формулы (4) коэффициент угла линии $s_1 = 0$:

$$c_1 = \frac{2}{t_s}, \quad 0 < t_s < \infty.$$

На основании формулы коэффициент угла линии изменения $s_2 = 0$ будет: $c_2 = -\infty$. Это значит, что вторая линия изменения $s_1 = x_1$ совпадает с осью ординат.

Допустим, $t_s = 2 \text{ сек.}$. Тогда закон управления:

$$u = \begin{cases} -x_1 & \text{если } s_1 x_1 > 0, \\ 0,5 x_{1s} = \text{const} & \text{если } s_1 x_1 < 0. \end{cases}$$

Здесь линия изменения: $s_1 = x_2 + c_1 x_1$, $c_1 = 1$.

На рис.2,3 показана симуляционная схема системы регулирования в пакете Simulink и динамические характеристики системы в финитном режиме.

На рис.4 показана динамические характеристики системы в точноно скользящем режиме, $k_1 = 1$, $k_{11} = -0,5$, $c = 0,61$.

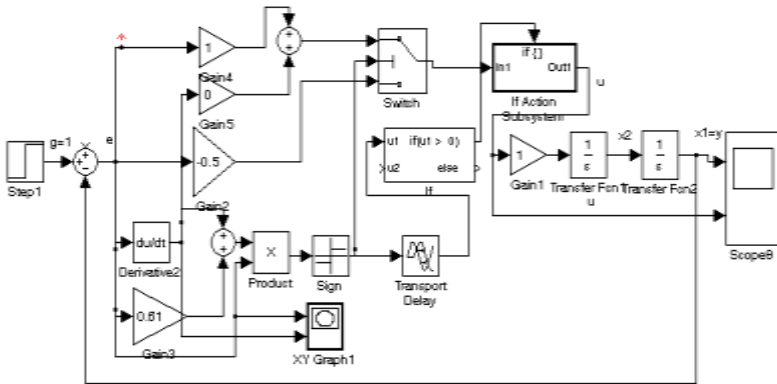


Рисунок 2.- Структурная схема регулятора

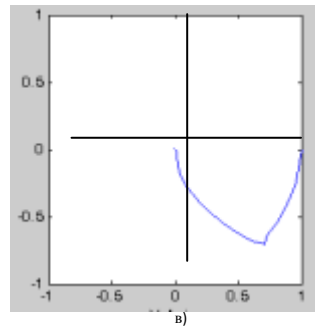
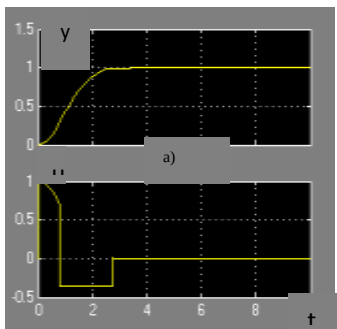


Рисунок 3.- Динамические характеристики системы в финитном режиме

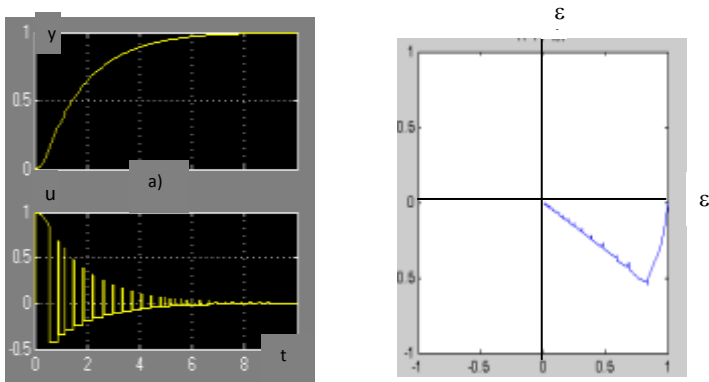


Рисунок 4.- ^b Динамические характеристики системы в
точечно скользящем режиме

В результате для конкретного объекта представленный регулятор был
анализирован и исследован при компьютерном моделировании.

Список литературных источников

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004, 832 с.
2. Емельянов В.С. Системы автоматического управления с переменной структурой. М.: Наука, 1967, 336 с.
3. Алексаков Г.Н., Гаврилов В.В., Федоров В.А. Структурные модели динамических процессов. М.: МИФИ, 1982, 62 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИБОРУ СТРАТЕГІЇ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ

Кабакова М. Д.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, Україна

Метод селективного лазерного плавлення (СЛП) являє собою процес пошарового сплаву деталей з металевого порошкового матеріалу, гранули якого зв'язуються між собою шляхом їх проплавлення за допомогою лазерного променя, що рухається в кожному шарі по певній траєкторії відповідно до обраної стратегії обробки і згідно тривимірної моделі, яка була попередньо певним чином підготовлена.

Деталі, виготовлені даним методом, не поступаються, а іноді навіть перевищують властивості деталей, виготовлених традиційними способами. Сучасні дослідження [1] показують, що міцність зразків виробів, виготовлених за допомогою методу СЛП, залежить не тільки від грануломорфометричних властивостей і геометричних розмірів часток використовуваного порошкового матеріалу, але і від внутрішньої мікроструктури і наявності дефектів (пор, тріщин, додаткових включень та ін.), які з'являються, в тому числі, від обраної стратегії обробки порошкового матеріалу в кожному шарі за допомогою лазерного променя.

Наявність пір і раковин (рис. 1) негативно позначається на механічних властивостях виробів, так як вже одиночна пора в зразку здатна привести до різкого зниження його міцності через концентрацію напружень на її кордоні. У свою чергу внутрішня мікроструктура і наявність дефектів у виробках в основному залежать від технологічних параметрів процесу СЛП. Основні це потужність лазерного джерела, швидкість сканування лазерного променя, і стратегія обробки лазерним променем шару виробу.

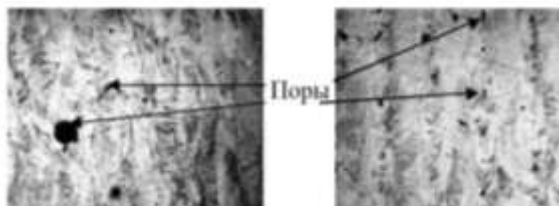


Рисунок 1 – Пори в зрізі зразку виготовленому методом СЛП

При сплаві гранул порошкового матеріалу лазерний промінь рухається відносно площини шару і сплавляє попередньо розподілений по підкладці дозатора порошковий матеріал. Існує велика кількість різних стратегій руху лазерного променя [2, 4].

При першій стратегії сканування поодинокі треки розташовуються на відстані близькому один від одного, при цьому відстань більше або дорівнює значенню діаметру плями лазерного променя на підкладці.

При другій стратегії відстані менше, ніж діаметр плями лазерного променя (тобто йде нашарування треків). Дані стратегії застосовуються рідко, так як дають велику пористість зразків, і, отже, невисокі механічні властивості. Ці стратегії ще називають високопродуктивними, так як вони дозволяють значно скоротити цикл виготовлення виробу при невисокій якості мікроструктури одержуваного зразка. Часто використовується за основу при використанні стратегій другого рівня.

Третя стратегія, при якій кожен шар порошкового матеріалу обробляється лазерним променем в два прийоми. Спочатку шар обробляється з кроком, рівним ширині переплавленого треку для даного порошкового матеріалу, а потім лазерний промінь проходить між уже переплавленими треками, сплавляючи, таким чином, два сусідніх треки.

При четвертій стратегії перехресної штрихування, сканування кожного шару здійснюється перпендикулярно напрямку сканування нижчого шару. Ключовою особливістю даної стратегії є можливість уникнути утворення періодичної хвильової структури, яка проявляється більш явно з кожним знову синтезованим шаром [3].

Від обраної стратегії обробки лазерним променем при селективному лазерному плавленні залежать механічні властивості і пористість зразків, а також час виготовлення кожного шару виробу і всього виробу в цілому. Можливо моделювання показників міцності виробу за рахунок вибору оптимальної стратегії обробки лазерного променя в кожному сплавленні шарі виробу, в тому числі, по окремим ортогональним напрямкам. Це дозволить підвищити ефективність і скоротити терміни виготовлення виробів. Для цього доцільно використовувати різні стратегії обробки лазерним променем сплавлення шару виробу і різну орієнтацію виробу в процесі експлуатації. Зменшення пористості можливо за рахунок підбору оптимальних технологічних параметрів, таких як потужність і швидкість сканування лазерного променя, товщина шару порошкового матеріалу, а також підбору оптимального кроку сканування між двома сусідніми треками, які піддаються плавленню.

Список літературних джерел

1. Yadroitsev, L. Thivillon, Ph. Bertrand, I. Smurov. Strategy of manufacturing components with designed internal structure by selective laser melting of metallic powder // *Applied Surface Science*, 2007. №254. Pp. 980983.

2. Смуров И.Ю., Мовчан И.А., Ядройцев И.А., Окунько ва А.А., Цветкова Е.В., Черкасова Н.Ю. Аддитивное производство с помощью лазера // *Вестник МГТУ «Станкин»*. 2011. Т. 2. № 4. С. 144-146

3. Смуров И.Ю., Мовчан И.А., Ядройцев И.А., Окунькова А.А., Черкасова Н.Ю., Антоненкова Г.В. Аддитивное производство с помощью лазера. Проведение

4. Назаров А.П. Перспективы быстрого прототипирования методом селективного лазерного спекания/ плавления // *Вестник МГТУ «Станкин»*. 2011. Т. 1. № 4. С. 46-52.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТВЕРСТИЙ НА СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДКРЕПЛЕННЫХ РЕБРАМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

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

Национальный университет кораблестроения, Николаев, Украина

В современном машиностроении, авиационной и ракетно-космической технике широко используются тонкостенные конструкции с элементами в виде упругих оболочек. Повышение их вибропрочности и несущей способности при динамическом нагружении имеет важное практическое значение. Обзор работ по данной проблеме приведен в [1-4].

Целью данной работы является исследование влияния отверстий и подкрепляющих ребер на амплитудно-частотные характеристики оболочечной системы.

Рассматривается задача свободных колебаний тонких упругих цилиндрических оболочек с конструктивными неоднородностями в виде отверстий и подкрепляющих ребер, которые являются концентраторами напряжений. Учет указанных факторов значительно усложняет математическую модель динамического поведения и требует разработки новых подходов к решению задач вибропрочности тонкостенных оболочек.

Задача решается методом конечных элементов [5]. Математическая модель динамического поведения оболочечной конструкции построена с использованием изопараметрических конечных элементов. Напряженно-деформированное состояние оболочечной системы рассматривается в линейной постановке на основе теории дискретно подкрепленных оболочек и определяется через компоненты обобщенного вектора перемещений.

С использованием вариационного принципа Лагранжа получим уравнения движения исследуемой системы:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{0\}, \quad (1)$$

где $[K]$, $[M]$ – матрицы жесткости и масс оболочечной системы;

$\{q\}$, $\{\ddot{q}\}$ – векторы обобщенных узловых перемещений и ускорений конечно-элементной модели.

Решение системы линейных уравнений (1) ищем в виде:

$$\{q\} = \{q_0\}_i \cos(\omega_i t + \varphi_i), \quad (2)$$

где $\{q_0\}_i$ – i -ый собственный вектор, представляющий амплитуду колебаний на i -ой собственной частоте (i -ая форма колебаний);

ω_i , t – i -ая собственная круговая частота колебаний и время;

φ_i – сдвиг фаз для перемещений.

Уравнение (1) с учетом (2) приводится к виду:

$$([K] - \omega_i^2 [M]) \{q_i\} = \{0\}. \quad (3)$$

Полученная задача (3) с помощью разложения Холецкого приводится к стандартной задаче собственных чисел и векторов, которая решается комбинированным методом Хаусхолдера-QR-обратных итераций.

С использованием разработанной методики расчета получены амплитудно-частотные характеристики для конкретных тонкостенных конструктивно неоднородных цилиндрических оболочек вращения, ослабленных отверстиями. Выполнен анализ полученных результатов для широкого диапазона изменения их конструктивных, геометрических и физико-механических параметров для различных видов граничных условий.

Выявлены особенности и закономерности характера влияния подкрепляющих ребер, прямоугольных и круглых отверстий, создающих локальную инерционную неоднородность, неравномерности их распределения, количества и расположения на частоты и формы колебаний исследуемой оболочечной системы. Исследованы случаи, когда контуры отверстий свободны или подкреплены упругими элементами.

Для обоснования достоверности и точности полученных результатов данный алгоритм расчета отработывался на тестовых задачах и исследовался на практическую сходимость. Полученные расчетные результаты сравнивались с известными решениями и данными проведенных экспериментальных исследований.

Список литературных источников

1. Заруцкий В.А. О комплексных экспериментальных исследованиях устойчивости и колебаний конструктивно-неоднородных оболочек / В.А. Заруцкий // Прикл. механика. – 2001. – Т.37, № 8. – С.38-67.
2. Каиров В.А. Влияние отверстий на собственные колебания конструктивно неоднородных цилиндрических оболочек / В.А. Каиров, С.А. Моргун // Вісник Національного технічного ун-ту «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 57 (1166). – С. 49-53.
3. Kairov A.S. Effect of holes of the eigenmodes of reinforced shells of rotations / A.S. Kairov // Journal of Mathematical Sciences. – New York: Plenum Publishing Corporation, 2001. – Vol. 103, № 3. – P. 393-397.
4. Гузь А.Н. Методы расчета оболочек: в 5 т. Т.1: Теория тонких оболочек, ослабленных отверстиями / А.Н. Гузь, И.С. Чернышенко, Вал.Н. Чехов, Вик.Н. Чехов // К.: Наук. думка, 1980. – 636 с.
5. Bathe K.J. Numerical methods in finite element analysis / K.J. Bathe // Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2006. – 564 p.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Каиров А. С., Моргун С. А.

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова,
Николаев, Украина

В современных условиях развития турбостроения преобладающей является тенденция увеличения единичной мощности турбоагрегатов при неременном условии повышения их экономичности и надежности. Особое внимание должно быть уделено такому высоконагруженному узлу, как лопаточный аппарат. В данной работе рассматривается задача определения параметров напряженно-деформированного состояния венцов рабочих лопаток (РЛ) турбомашин при их вынужденных колебаниях. Для решения этой задачи разработана уточненная математическая модель вынужденных колебаний и напряженно-деформированного состояния рабочих колес турбомашин с использованием метода конечных элементов (МКЭ) и учетом демпфирования лопаток [1]. Исследуемый лопаточный венец рассматривается как циклически симметричная система и может быть представлен в виде совокупности секторов, каждый из которых включает в себя собственно лопатку, соответствующий ей сектор диска и демпферную связь либо бандажную полку [2].

При решении задачи о напряженно-деформированном состоянии венцов рабочих лопаток турбомашин методом конечных элементов целесообразно использовать вариационный принцип Лагранжа. Искомые максимальные динамические напряжения определяются после вычисления перемещений всех узлов сектора, что, в свою очередь также связано с определением амплитуд его вынужденных колебаний. Амплитуды вынужденных колебаний исследуемой системы лопаток, возбуждаемых k -ой гармоникой внешней нагрузки, определяются методом прямого решения системы матричных уравнений [1]:

$$[M] \left\{ \frac{d^2 \delta}{dt^2} \right\} + [C] \left\{ \frac{d \delta}{dt} \right\} + [K] \{\delta\} = \{F\}, \quad (1)$$

где $[M]$ и $[K]$ – матрицы инерции и жесткости соответственно; $[C] = 2\mu[M]$ – матрица демпфирования [2]; μ – коэффициент демпфирования; δ – обобщенные перемещения узлов сектора; $\{F\}$ – вектор-столбец возмущающих газодинамических сил.

Был проведен комплекс вычислений и экспериментов по определению влияния количества охлаждающих каналов пера лопатки на уровень ее максимальных динамических напряжений. Некоторые из полученных результатов приведены в табл. 1 для формы колебаний рабочего колеса с одной узловой окружностью.

Таблица 1 – Результаты определения максимальных динамических напряжений в охлаждаемой лопатке турбины в зависимости от числа охлаждающих каналов

Количество перегородок	Значения максимальных динамических напряжений σ_{max} , МПа	
	Расчёт	Эксперимент
4	173,1	169,6
8	170,9	167,5
10	168,7	165,3

С использованием метода конечных элементов (МКЭ) решена задача расчета величины максимальных динамических напряжений, возникающих вследствие вынужденных колебаний венца рабочих лопаток турбомашин. Для решения данной задачи на основе метода конечных элементов разработана уточненная математическая модель венца с учетом его свойства циклической симметрии, позволяющая в достаточно полной мере учитывать конструктивную неоднородность венца [3]. Это, в свою очередь, дает возможность проводить исследования для различных типов конструкций и оптимизировать их прочностные характеристики. Не менее важным является и то обстоятельство, что при расчете напряженно-деформированного состояния учитываются не только механические, но и температурные деформации. Анализ полученных результатов показывает следующее. Во-первых, расчетные данные хорошо согласуются с результатами эксперимента, что свидетельствует об адекватности математической модели. Во-вторых, максимальные динамические напряжения в лопаточных венцах при вынужденных колебаниях имеют место в корневом сечении лопаток со стороны спинки.

Разработанная модель рабочего колеса может быть также применена для анализа его напряженно-деформированного состояния в случае нарушения циклической симметрии.

Список литературных источников

1. Каиров А.С. Исследование колебаний диска с венцом рабочих лопаток турбомашин как циклически симметричной системы в поле центробежных сил / А.С. Каиров, С.А. Моргун // Вісник двигунобудування. – Запорожье: ЗНТУ. – 2013. – № 1. – С.34-37.
2. Моргун С.А. Усовершенствование конечно-элементных моделей лопаточных конструкций / С.А. Моргун // Вестник НТУ «ХПИ», Серия :Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – №42 (1214). – С.86-91. – doi:10.20998/2413-4295.2016.42.14.
3. Morhun S. The influence of the blade feather constructional inhomogeneity on the turbine cooling blades stress-strain state / S. Morhun // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. – Series: Applied Mechanics. – 2018. – № 2/7 (92). – P. 11 – 17. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.125937.

ОПТИМИЗАЦИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Косолап А. И., Крятенко В. О.

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

С каждым годом растет число сложных систем, таких как атомные электростанции, технологические производства, самолеты, компьютеры, промышленные роботы, бытовая техника и много других технических и технологических систем. Управление такими системами осуществляется при помощи компьютерных систем управления. Выход их со строя чреват значительными материальными потерями, вредом окружающей среде, а часто сопровождается и людскими жертвами. Поэтому к надежности систем управления такими объектами предъявляются повышенные требования [1]. Задачи оптимизации надежности являются достаточно сложными для численного решения. Поэтому оптимизация надежности сложных систем в настоящее время далека от своего завершения. Сложные системы состоят из блоков (подсистем). Часто эти блоки не подлежат ремонту. Причем с каждым годом число таких систем возрастает. Особенно это актуально для радиоэлектронной аппаратуры.

Надежность системы определяется вероятностью ее безотказной работы в течении заданного времени. Поиск этой вероятности для сложных систем, состоящих из множества элементов, является сложной задачей. Например, для мостиковой системы (рис. 1) эта вероятность равна многомерному полиному

$$R(x) = x_3(x_1 + x_2 - x_1x_2)(x_4 + x_5 - x_4x_5) + (1 - x_3)(x_1x_4 + x_2x_5 - x_1x_2x_4x_5),$$

где x_i – вероятность безотказной работы i -го элемента.

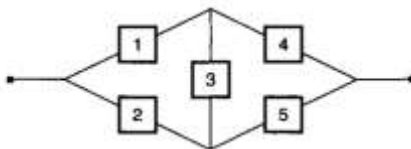


Рисунок 1 – Мостиковая система

Реальные системы могут содержать десятки и сотни элементов, поэтому расчет вероятностей для таких задач является трудоемким процессом.

Функции $R(x)$ будут иметь множество локальных экстремумов, даже если не учитывать ограничения. Очевидно, что переменные x_i могут принимать не произвольные значения, а только заданные дискретные значения, которые изготавливаются по заданным технологиям. Таким образом, оптимизационная задача становится дискретной, что еще более усложняет ее численное решение.

Математическая постановка задачи. Требуется найти

$$\min \{c(x) \mid R(x) \geq R_0, w(x) \leq w_0, x_i \in \{u_{i1}, \dots, u_{im}\}, i = 1, \dots, n\} \quad (1)$$

где $c(x)$ – функция стоимости системы, R_0 – требуемая вероятность безотказной работы системы, $w(x)$ – функция веса системы, w_0 – ограничение по весу системы, n – число элементов системы. Значение x_i может принимать одно из возможных значений в фигурных скобках. Это можно выразить следующим образом

$$x_i = \sum_{j=1}^m u_{ij} z_{ij}, \sum_{j=1}^m z_{ij} = 1, z_{ij} = 0 \vee 1. \quad (2)$$

После подстановки выражения (2) в (1) получаем следующую задачу

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} u_{ij} z_{ij} \mid R(u) \geq R_0, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} u_{ij} z_{ij} \leq w_0, \right. \\ \left. \sum_{j=1}^m z_{ij} = 1, z_{ij} = 0 \vee 1, \forall ij \right\} \quad (3)$$

с булевыми переменными. От задачи (3) перейдем к задаче с непрерывными переменными

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} u_{ij} z_{ij} \mid R(u) \geq R_0, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} u_{ij} z_{ij} \leq w_0, \right. \\ \left. \sum_{j=1}^m z_{ij} = 1, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} (1 - z_{ij}) \leq 0, 0 \leq z_{ij} \leq 1, \forall ij \right\}. \quad (4)$$

Для решения квадратичной задачи (4) используем точную квадратичную регуляризацию. Задача (4) преобразуется к виду

$$\max \{ \|x\|^2 \mid \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} u_{ij} z_{ij} + s + (r-1) \|x\|^2 \leq d, R_0 - R(u) + r \|x\|^2 \leq d, \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} u_{ij} z_{ij} \leq w_0, \sum_{j=1}^m z_{ij} = 1, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} (1 - z_{ij}) + r \|x\|^2 \leq d, 0 \leq z_{ij} \leq 1, \forall ij \}, \quad (5)$$

где $x = (z, x_{nm+1})$.

Не сложно выбрать значение параметра $r > 0$, для которого допустимое множество задачи (5) будет выпуклым. В задаче (5) необходимо найти минимальное значение переменной d для которой выполняется условие $r\|x\|^2 = d$. Это достигается последовательным решением задачи (5) прямым двойственным методом внутренней точки [2] и методом дихотомии по переменной d . Численные эксперименты подтверждают эффективность предложенной методики оптимизации надежности сложных систем.

Список литературных источников

1. Kuo W. Optimal Reliability Modeling. Principles and Applications/ W. Kuo, M.J. Zuo // JOHN WILEY & SONS, INC., 2003. – 561 p.
2. Nocedal J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright // Springer, 2006. – 685 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПЕЧАТНОЙ СХЕМЕ

Косолап А. И., Лисьих В. И.

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

Задача размещения микроэлементов на печатных схемах давно привлекает исследователей, проектировщиков и производителей интегральных схем. Разработаны многие пакеты программ для проектирования печатных схем [1]. Однако сложность этой задачи значительна, поэтому поиск эффективных методов ее решения продолжается. Очень важно построить математические модели позволяющие находить их численное решение.

Постановка задачи. Имеется прямоугольная пластина со сторонами a и b , на которой необходимо расположить заданное число микроэлементов. Часть микроэлементов соединены между собой проводниками. Чем короче суммарная длина проводников, тем выше быстродействие данной печатной схемы. Эта длина зависит от расположения микроэлементов на пластине. При построении математической модели этой задачи основная сложность заключается в условиях непересечения микроэлементов. Обычно микроэлементы являются прямоугольниками, которые, как правило, располагаются по горизонтали или вертикали пластины. Условия непересечения легко выписать для кругов. Так, два круга не пересекаются, если расстояние между их центрами не меньше суммы их радиусов. Это равносильно неравенству

$$(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \geq (r_i + r_j)^2, \quad (1)$$

где (x_i, y_i) – центр i -го круга, r_i – его радиус. Тогда в каждый прямоугольник впишем заданное число кругов. Например, как это показано на рис. 1.

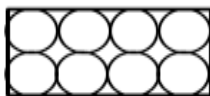


Рисунок 1 – Представление прямоугольника кругами

Между центрами кругов данного прямоугольника фиксированные расстояния. Задав эти расстояния, мы однозначно определим заданный прямоугольник. Кроме того, необходимо учитывать, что центры верхнего и нижнего ряда кругов расположены на одной прямой

$$\begin{aligned} x_1 + x_3 &= 2x_2, y_1 + y_3 = 2y_2, \\ x_2 + x_4 &= 2x_3, y_2 + y_4 = 2y_3. \end{aligned} \quad (2)$$

Аналогичные равенства выписываем для нижнего ряда. Расстояние между первым и вторым рядом кругов равно сумме двух радиусов

$$(x_1 - x_5)^2 + (y_1 - y_5)^2 = 4r^2, (x_4 - x_8)^2 + (y_4 - y_8)^2 = 4r^2. \quad (3)$$

Для других кругов должны выполняться условия (1). Теперь необходимо вычислить суммарную длину соединений между микроэлементами. Эти соединения можно представить графом $G(N, V)$, где N – множество его вершин (микроэлементов), а V – множество дуг (соединений). Тогда целевой функцией данной задачи будет следующая

$$\min \left\{ \sum_{i,j \in V} [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \right\}. \quad (4)$$

Далее необходимо учесть еще одно условие того, что все круги полностью располагаются на пластине. Эти условия запишем в виде

$$r_i \leq x_i \leq a - r_i, r_i \leq y_i \leq b - r_i. \quad (5)$$

Мы получили квадратичную задачу оптимизации (1)-(5) с квадратичными и линейными ограничениями. В этой задаче искомыми являются координаты центров кругов. Целевая функция (4) задачи выпуклая. Сложность задачи связана с ограничениями (1), которые порождают ее многоэкстремальность. Поэтому для ее решения будем использовать метод точной квадратичной регуляризации [2]. Используем квадратичную регуляризацию для преобразования задачи (1)-(5) к виду

$$\begin{aligned} \max \{ \|z\|^2 \mid \sum_{i,j \in V} [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] + (r-1) \|z\|^2 \leq d, \\ (r_i + r_j)^2 - (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + r \|z\|^2 \leq d, \forall i \neq j, \\ r_i \leq x_i \leq a - r_i, r_i \leq y_i \leq b - r_i, (x_i, y_i) \in S, i = 1, \dots, n \}, \end{aligned} \quad (6)$$

где множество S определяет условия принадлежности центров кругов микроэлементам, которые аппроксимируются последовательностью кругов. Параметр $r > 0$ выбираем таким, чтобы допустимое множество задачи (6) было выпуклым. Для данной задачи достаточно взять $r \geq 4$. В задаче (6) необходимо найти минимальное значение d^* , при котором решение задачи z^* удовлетворяет условию $r \|z^*\|^2 = d^*$. Задачу (6) при фиксированном значении d решаем двойственным методом внутренней точки [3], а значение d^* находим методом дихотомии.

Для численного решения задачи (6) использовалась программа OpenSolver, а значение d^* выбиралось интерактивно. Численные эксперименты подтверждают эффективность рассмотренного метода решения задач оптимального размещения микроэлементов на печатных схемах.

Список литературных источников

1. Карпов А.В. Современные программные средства проектирования и моделирования печатных плат радиотехнических систем и свч-устройств. Учебно-методическое пособие / А.В. Карпов, С.А. Калабанов, Р.И. Шагиев // Казань, 2014. – 30 с.
2. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап // Днепрпетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
3. Nocedal J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright // Springer, 2006. – 685 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ПРОЦЕССОРОВ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

Косолап А. И., Маслов О. А.

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

В последние годы прогресс в области вычислительной техники обеспечивается построением многопроцессорных систем. Существуют вычислительные системы, состоящие с тысяч процессоров. Такие системы используются для решения сложных задач экономики, управления технологических процессов, прогнозирования погоды, в искусственном интеллекте, информатике и других областях человеческой деятельности.

Эффективность многопроцессорных систем обеспечивается равномерной загрузкой процессоров. Другими словами, процессоры не должны простаивать. Возникают и другие проблемы, связанные с коммутацией процессоров [1].

Управление выполнением заданий в многопроцессорных системах осуществляется операционными системами. Существуют различные алгоритмы планирования выполнения заданий, реализованные в операционных системах. Эти алгоритмы постоянно совершенствуются и этот процесс продолжается. Эффективность алгоритмов зависит от набора пакетов. Одни алгоритмы лучше для одного набора пакетов, а другие – для других наборов пакетов. Поэтому такие алгоритмы не являются оптимальными. Оптимальные системы планирования загрузки заданий можно получить посредством построения оптимизационных моделей и их решений. Таким образом, задача состоит в том, чтобы задания равномерно распределить на процессоры.

Построим математическую оптимизационную модель этой задачи. Многопроцессорная система состоит из m процессоров, которая должна обработать n заданий. Известно время t_j обработки j -го задания на процессоре (предполагается, что все процессоры идентичны по производительности). Тогда равномерная загрузка процессоров обеспечивается решением следующей задачи

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n t_j x_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, x = 0 \vee 1 \right\}, \quad (1)$$

где переменные принимают только булевы значения

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-е задание выполняется } i\text{-м процессором} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Целевая функция в задаче (1) равна сумме квадратов времен выполнения заданий каждым процессором. Она будет минимальна, если времена работы процессоров равны. Это связано с тем, что суммарное время работы процессоров постоянно, а разложения его на слагаемые будет

оптимальным, если все слагаемые равны. В данной задаче обеспечить равномерную загрузку всех процессоров, в общем случае, невозможно. В таком случае, минимизация целевой функции в задаче (1) обеспечит загрузку процессоров близкую к равномерной. Ограничения задачи (1) означают, что каждое j -е задание выполняется только одним процессором.

Для решения квадратичной задачи (1) с булевыми переменными обычно 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 (1) преобразуется к непрерывным переменным

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (1 - x_{ij}) x_{ij} \leq 0, 0 \leq x \leq 1 \right\}. \quad (2)$$

Задача (2) относится к классу квадратичных задач с квадратичными ограничениями, причем квадратичное ограничение является невыпуклым. Затем задача (2) преобразуется полуопределенной релаксацией к задаче полуопределенного программирования

$$\min \{ C \bullet X \mid A_i \bullet X \leq b_i, i = 1, \dots, m, X \succeq 0 \}, \quad (3)$$

где жирная точка означает скалярное произведение матриц. Для задачи (3) разработаны эффективные алгоритмы. Однако в общем случае решение соответствующей задачи полуопределенного программирования позволяет получить только нижнюю оценку решения задачи (1). 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).

Покажем, что для данной задачи может быть построена модель, не содержащая булевых переменных

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n z_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = t_j, j = 1, \dots, n \right\}, \quad (4)$$

где z_{ij} – часть времени выполнения j -го задания, которое выполняется i -м процессором. В отличие от задачи (1) в задаче (4) будут прерывания выполнения заданий. Для их устранения добавим еще одно ограничение

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n z_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m z_{ij} = t_j, j = 1, \dots, n, \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m z_{ij}^2 \geq \sum_{j=1}^n t_j^2 \right\}. \quad (5)$$

Численные эксперименты показали, что решение задачи (5) намного проще решения задачи (1).

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.

МЕТОД ВЕТВЕЙ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ

Косолап А. И., Романчук А. А.

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

При проектировании и эксплуатации сложных систем возникают задачи выбора наилучших решений. Очень часто число альтернативных решений является достаточно большим или бесконечным. В этих случаях задачи оптимизации систем сводятся к решению многоэкстремальных задач. Такие задачи возникают практически во всех сферах деятельности человека, в экономике, финансах, управлении технологическими процессами, технике, искусственном интеллекте, информатике и многих других областях. Размерность этих задач колеблется от десятков до сотен тысяч переменных, а число локальных экстремумов в них может достигать 2^n или $n!$ значений. Решение таких задач локальными методами позволяет найти только некоторый локальный экстремум, который может значительно отличаться от глобального экстремума. На практике это приводит к значительным потерям, так как выбирается заведомо не лучшее решение. Именно запросы практики стимулируют разработку эффективных методов решения задач глобальной оптимизации.

Задачи глобальной оптимизации возникли давно. Как правило, они решались средствами классического анализа посредством перебора всех локальных экстремумов. Это было возможно для функций одной переменной. Но в середине прошлого века возникло много многомерных задач, которые продолжали решать локальными методами. Часто в численных расчетах использовался метод мультистарта в котором локальный метод использовался при различных начальных данных, покрывающих область допустимых значений переменных. Однако в многомерном пространстве достаточно плотное покрытие множества невозможно. Поэтому начали разрабатывать методы ветвей и границ [1]. В этих методах допустимая область задачи последовательно разбивается на части и на каждой части ищется нижняя и верхняя оценка решения. Если эти оценки совпадают, то данная область исключается из дальнейшего разбиения. При минимизации нижнюю оценку решения найти легко. Для этого на данной области достаточно решить задачу каким-либо локальным методом. Для получения верхней оценки часто используется выпуклая релаксация задачи на данной области и полученная задача снова решается локальным методом. Такие методы не требуют плотного покрытия допустимой области задачи, но на каждой итерации число разбиений экспоненциально растет. Поэтому методы ветвей и границ используются для решения многоэкстремальных задач только малой размерности. Сложность реализации таких методов заключается также в построении выпуклых релаксаций. Эти методы получили большее распространение при решении дискретных задач, когда переменные принимают целочисленные или булевы переменные. В этих задачах легче

строить выпуклые релаксации, но для них число подзадач на каждой следующей итерации также растёт экспоненциально.

Столкнувшись со значительными вычислительными проблемами, исследователи в 90-х годах прошлого века стали возвращаться к использованию метода мултистарта. Но теперь в его модификациях допустимая область покрывалась с учетом уже найденных решений и подчинялась некоторым эволюционным стохастическим изменениям. Для управления процессами мултистарта в новых методах было введено множество настраиваемых параметров. Поэтому один и тот же метод мог приводить к разным результатам. Новые методы получили название генетических или эволюционных [2]. Для проверки эффективности таких методов было разработано большое число тестовых задач глобальной оптимизации. Все новые методы начали проверять при решении этих тестовых задач. Иногда эти методы позволяют находить лучшие решения, но для многих тестовых задач они показывают результаты далекие от оптимальных. Причем результаты становятся все хуже при увеличении размерности задачи. Как методы ветвей и границ, так и эволюционного поиска сталкиваются со значительными вычислительными проблемами при сложной структуре ограничений. В таких случаях, они часто не находят даже допустимую точку (решение) оптимизационной задачи. Несмотря на малую эффективность методов эволюционного поиска, они продолжают интенсивно использоваться и модифицироваться. Это связано с тем, что ничего лучшего пока не было предложено для решения многоэкстремальных задач.

В наше время актуальной остается выпуклая релаксация задачи. Одним из ее новых направлений, явилась разработка полуопределенного программирования [3]. Оно используется при решении общих квадратичных и полиномиальных задач. В комбинации с локальным поиском полуопределенное программирование позволяет иногда находить точные решения, но в общем случае, получаем только оценки оптимальных решений.

В последние годы был разработан метод точной квадратичной регуляризации для решения многоэкстремальных задач [4]. Этот метод показал абсолютно лучшие результаты практически для всех известных тестовых задач. Он начал использоваться при решении прикладных многоэкстремальных задач, включая дискретные задачи. Это задачи построения многопроцессорных систем, упаковки, оптимизации надежности сложных систем, оптимального раскроя материалов, теории расписании и многие других. И для этих задач метод точной квадратичной регуляризации показывает лучшие численные результаты. Важно то, что при решении задач этим методом, кроме преобразования исходной задачи с использованием точной квадратичной регуляризации, используется только локальный прямой-двойственный метод внутренней точки [5] и метод дихотомии. Учитывая то, что метод внутренней точки является эффективным при решении задач большой размерности, а метод дихотомии используется для определения значения только одной переменной, данный метод точной квадратичной регуляризации может также использоваться для решения многоэкстремальных задач большой размерности. Многообразие этих задач очень велико и могут

быть построены контрпримеры, для которых метод точной квадратичной регуляризации не сможет найти лучшее решение. Такую ситуацию можно наблюдать при использовании симплекс-метода при решении задач линейного программирования. Этот метод показал высокую численную эффективность при решении множества практических задач. Однако в 1972 году был построен пример, для которого симплекс-метод требует 2^n итераций. Все это требует дальнейшего совершенствования метода точной квадратичной регуляризации.

В данной работе предлагается метод ветвей для решения преобразованной задачи максимума нормы вектора на выпуклом множестве. В этом методе не нужно находить верхние и нижние оценки решений. На каждой итерации решается только простая задача выпуклой оптимизации.

Рассмотрим задачу глобальной оптимизации

$$\min \{ f_0(x) \mid f_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m, x \in E^n \}, \quad (1)$$

где все $f_i(x)$ – непрерывные вместе со своими частными производными до второго порядка включительно, а E^n – евклидово пространство. Это достаточно широкий класс задач для моделирования сложных систем. В данной задаче $f_0(x)$ определяет целевую функцию задачи, а $f_i(x)$ – ее ограничения. Если все функции $f_i(x)$ – линейные, то задача (1) относится к линейному программированию, а если эти функции выпуклые, то к выпуклому программированию. При этих условиях задача (1) будет одноэкстремальная и для ее решения эффективным является прямо-двойственный метод внутренней точки [5]. Однако такие задачи возникают только при моделировании простых систем. Для сложных систем функции $f_i(x)$ будут невыпуклыми, а переменные часто принимают дискретные значения.

Точная квадратичная регуляризация заключается в эквивалентном преобразовании задачи (1) к виду

$$\max \{ \|x\|^2 \mid f_0(x) + s + (r-1)\|x\|^2 \leq d, f_i(x) + r\|x\|^2 \leq d, x \in E^{n+1} \}, \quad (2)$$

где $\|x\|$ – евклидова норма вектора. Параметр s должен удовлетворять условию

$$s \geq \|x^*\|^2 - f_0(x^*),$$

x^* – решение задачи (1), а $r > 0$ выбираем таким, чтобы допустимое множество задачи (2) стало выпуклым. Эти условия несложно выполнить. При вычислении s можно использовать верхние значения переменных.

В задаче (2) необходимо найти минимальное значение переменной d , для которого ее решение удовлетворяет условию $r\|x^0\|^2 = d$ с заданной точностью. Такое значение d находим методом дихотомии. Для этого решим задачу выпуклой оптимизации

$$\min \{ d \mid f_0(x) + s + (r-1)\|x\|^2 \leq d, f_i(x) + r\|x\|^2 \leq d, x \in E^{n+1} \}. \quad (3)$$

Если для решения задачи (3) (x^0 , d_0) выполняется условие $r\|x^0\|^2 = d_0$, то x^0 – решение задачи (1). В противном случае, будем увеличивать значение d с определенным шагом, пока для решения задачи (2) не выполнится условие $r\|x\|^2 = d$. Таким образом, решение задачи (2) необходимо искать на поверхности шара $r\|x\|^2 = d$. Если найдена точка (x^*, d^*) в которой $r\|x^*\|^2 = d^*$, то x^* – решение задачи (1) при условии, что d^* минимально возможное

значение. В противном случае необходимо проверить точку x^* на оптимальность. Не ограничивая общности, будем предполагать, что переменные задачи (1) неотрицательные. Разобьем сегмент

$$\{x \mid r \|x\|^2 \leq d, e^T x \geq \sqrt{d/r}\}$$

шара $r\|x\|^2 \leq d$ точкой x^* на n подсегментов, $e = (1, \dots, 1)$. Каждый такой подсегмент однозначно определяется гиперплоскостью $(p^i)^T x \geq \sqrt{d/r}$, где

$$p^i = (1, \dots, 1, 1 + \frac{\sqrt{d/r} - \sum_{j=1}^n x_j}{x_i}, 1, \dots, 1), x_i > 0.$$

Если теперь решить n задач выпуклой оптимизации

$$\max\{(p^i)^T x \mid x \in S, r \|x\|^2 \leq r \|x^*\|^2, (p^i)^T x \geq (p^i)^T x^*, i=1, \dots, n\} \quad (4)$$

и решение каждой задачи (4) будет достигаться в точке x^* , то эта точка будет решением задачи (2), а следовательно и решением задачи (1). В задаче (4) множество S обозначает допустимое выпуклое множество задачи (2). Если локальные минимумы $x^i, i \in I$ в некоторых задачах (4) не совпадают с точкой x^* и $(p^i)^T x^i > (p^i)^T x^*, i \in I$, то каждый такой сегмент аналогично разобьем точкой x^i на n подсегментов. Так как каждая секущая подсегмента однозначно определяется n точками, то для данного сегмента необходимо построить многогранный конус с n образующими. Для этого решаем следующие задачи

$$\max\{e_i^T x \mid r \|x\|^2 = r \|x^*\|^2, (p^i)^T x = (p^i)^T x^i, i \in I, \quad (5)$$

$e_i = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$. Задачи (5) легко решаются в явном виде методом множителей Лагранжа. Найденные решения этих задач вместе с точкой x^i однозначно определяют подсегменты i -го сегмента. Для каждого такого подсегмента необходимо решить соответствующую задачу (4). Процесс решения завершается, если нет ни одного подсегмента с локальным минимумом отличным от точки x^i . Таким образом, для проверки найденной точки x^* на оптимальность необходимо хранить секущие сегментов и для каждого сегмента решать задачу выпуклой оптимизации (4). Данный метод ветвей рекомендуется для проверки оптимальности решений в сложных многоэкстремальных задачах.

Список литературных источников

1. Horst R. Global Optimization: Deterministic Approaches. 3rd ed./ R. Horst, H. Tuy // Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 727 p.
2. Kenneth V. P. Differential Evolution. A Practical Approach to Global Optimization / V. P. Kenneth, R. M. Storn, J. A. Lampinen // Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 542 p.
3. Косолап, А. И. Полуопределенное программирование и его применения / А.И. Косолап, А.С. Перетягко // Днепр: ПГАСА, 2018. – 148 с.
4. Косолап, А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап // Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 164 с.
5. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright // Springer, 2006. – 685 p.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ АБОНЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Косолап А. И., Ткаченко А. Ю.

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

В последние годы стремительно растет количество компьютеров, которые подключаются к глобальной сети Internet. Сегодня – это миллионы компьютеров. Все это усложняет функционирование глобальной сети и требует постоянной ее оптимизации. Локальные компьютеры подключаются к маршрутизаторам. Каждый маршрутизатор покрывает определенное число компьютеров. Чем ближе компьютеры к маршрутизаторам, тем эффективнее работает сеть.

Будем предполагать, что сеть содержит m маршрутизаторов и n их абонентов. Известны расстояния d_{ij} между i -м маршрутизатором и j -м абонентом (компьютером). Требуется отнести каждого абонента одному из маршрутизаторов, другими словами покрыть компьютеры маршрутизаторами, таким образом, чтобы суммарная длина прикрепленных расстояний была минимальной. Введем переменные

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j - \text{й компьютер прикрепляется к } i - \text{му маршрутизатору} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Тогда суммарная длина всех прикреплений будет равна

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}.$$

Будем предполагать, что каждый компьютер прикрепляется к одному маршрутизатору. Это означает, что

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n.$$

Таким образом, задача оптимального распределения компьютеров по маршрутизаторам сводится к решению задачи

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, x = 0 \vee 1 \right\}. \quad (1)$$

Мы получили задачу линейного программирования с булевыми переменными. Обычно для решения таких задач используется метод ветвей и границ [1]. Однако число итераций этого метода растет экспоненциально при увеличении размерности задачи. Рассмотрим задачу в другой постановке. Каждый компьютер передает на маршрутизатор пакет, который обрабатывается в течении времени t_{ij} с учетом расстояний d_{ij} и передается дальше по сети по указанному адресу. Оптимизация заключается в минимизации обработки всех пакетов. Это приводит к необходимости решения следующей задачи

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, x = 0 \vee 1 \right\}. \quad (2)$$

Мы получили квадратичную задачу с булевыми переменными. Квадратичная целевая функция будет минимальной, если загрузка каждого маршрутизатора будет различаться незначительно. Задача (2) такая же сложная, как и задача (1).

Допустим, что каждый пакет можно разбивать на части и z_{ij} равно i -той части j -го пакета. Каждый пакет будет направлен и обработан маршрутизатором, если будут выполняться условия

$$\sum_{i=1}^m z_{ij} = 1, j = 1, \dots, n.$$

При этих условиях рассмотренная задача будет иметь вид

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} z_{ij} \right)^2 \mid \sum_{i=1}^m z_{ij} = 1, j = 1, \dots, n, \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m z_{ij}^2 \geq n, 0 \leq z \leq 1 \right\}. \quad (3)$$

В задаче (3) переменные принимают значения из отрезка $[0, 1]$, а ее квадратичное ограничение означает, что пакеты не будут делиться на части. Это следует из того, что при разбиении положительного числа на сумму положительных слагаемых и возведении их в квадраты, сумма этих квадратов будет меньше квадрата данного числа.

Задачу (3) легко решить прямо-двойственным методом внутренней точки [2]. В этом методе строится функция Лагранжа задачи (3) и выписываются необходимые условия ее оптимальности. Получаем нелинейную систему уравнений. Для ее решения используется метод Ньютона. В методе Ньютона решение нелинейной системы сводится к решению линейной системы уравнений. Решение линейной системы используется для перехода в следующую точку по итерационной процедуре

$$x^{k+1} = x^k + \alpha_k \Delta x^k,$$

где Δx^k – решение линейной системы уравнений, полученное на k -й итерации метода Ньютона, а α_k – величина шага изменения искомого решения.

В настоящее время существуют программные пакеты с реализованным прямо-двойственным методом внутренней точки. Для проведения экспериментов авторы использовали пакет OpenSolver. Этот же пакет использовался и для решения задач (1)-(2). Численные эксперименты показали значительное преимущество модели (3) по времени вычисления закрепления маршрутов следования пакетов.

Список литературных источников

1. Пападимитриу Х. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц // М.: Мир, 1985. – 512 с.
2. Nocedal, J. Numerical optimization / J. Nocedal, S.J. Wright // Springer, 2006. – 685 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГЕЛИОТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Климов Р. А., Плитка А. А, Говоруха М. Г.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

Мировое потребление энергетических ресурсов неуклонно растет и основными их потребителями являются промышленные предприятия и жилищно-коммунальный сектор. Добыча органического топлива возрастает, но в силу разных причин не может покрыть в полном объеме необходимое количество у потребителя. Одним из самых важных секторов потребления есть тепловая нагрузка отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленных и жилых зданий [1]. Без покрытия таких видов нагрузок невозможно комфортное существование человека, особенно в зимний период. Рост потребления ископаемых видов топлива и неуклонный рост их стоимости, приводит к поиску новых источников энергии, которые будут возобновляемыми и по возможности вложения в их дальнейшее использование были бы наименьшими. Для покрытия тепловых нагрузок отопления и горячего водоснабжения необходимым теплоносителем является нагретая до определенных температур вода. Наиболее перспективными, с точки зрения нагрева воды для горячего водоснабжения, есть солнечные коллекторы. Использование солнечной энергии ограничивается географией расположения потребителей, что влияет на интенсивность падающей лучистой энергии отнесенной к 1 м^2 поверхности, а также чередование дней и ночей, и характера погоды. Как правило, в солнечные дни использования коллекторов для нагрева воды питьевого качества вполне достаточно учитывая температуру потребления $40\div 60^\circ\text{C}$. Для отопления воду такого температурного потенциала можно использовать только на начальном периоде отопительного сезона. Использование солнечных коллекторов в зимний период при отрицательных температурах ограничивается температурой замерзания воды. Поэтому целесообразно в качестве рабочей среды использовать антифризы на основе гликоля. Но в данном случае нужно устанавливать промежуточный теплообменник, а это определенные потери энергии. Вопрос использования солнечной энергии наиболее полно решен с применением баков-аккумуляторов тепловой энергии. Горячую воду для отопления необходимо подогревать практически на всем отопительном периоде. Использование для этих целей котлов приводит к затратам на топливо, электрических котлов косвенно все равно на первичное топливо. Перспективным является внедрение твердотопливных котлов на отходах аграрного производства. Но самые лучшие показатели в энергетическом отношении будут иметь теплонасосные установки. Тепловые насосы можно использовать разных типов в зависимости от вида распределенной энергии. Наиболее широко применяют грунтовые тепловые насосы, которые используют энергию грунта круглогодично. При использовании солнечных коллекторов подогревание теплоносителя можно осуществлять в тепловых насосах.

Наиболее надежной и маневренной является схема использования солнечной энергии для нагрева воды отопления и ГВС представленная на рисунке 1 [2].

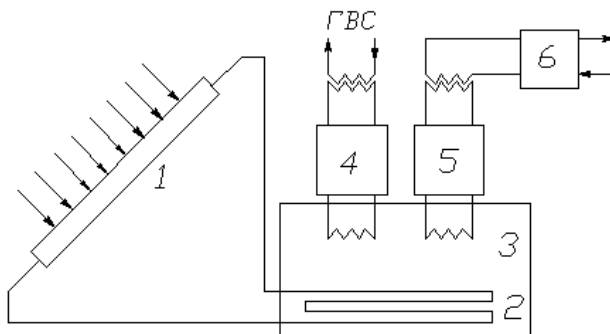


Рисунок 1 – Схема подключения солнечных коллекторов и тепловых насосов (обозначения в тексте)

Солнечная энергия подогревает теплоноситель в коллекторе 1, через теплообменник 2 нагревают воду в баке-аккумуляторе 3. Такая вода будет низкопотенциальным источником тепловой энергии для работы тепловых насосов 4 и 5. В конденсаторе теплового насоса 4 проводится нагрев воды питьевого качества для горячего водоснабжения. В конденсаторе теплового насоса 5 получают воду для отопления с температурой до 80 °С. Нагрев воды отопления до больших температур производится в котле 6.

Теоретически при использовании такой схемы подачи теплоты в большей части отопительного периода котел 6 может не работать и тем самым не потреблять органического топлива. Практически же солнечная энергия непостоянна и в определенные промежутки времени будет необходимо включать котел 6. В летний период подогретая вода на ГВС может отбираться непосредственно из бака-аккумулятора 3 без использования теплового насоса 4.

При изменении температуры наружного воздуха будет происходить соответствующее изменение тепlopоступления от солнечного коллектора. В зимний период, когда потребность в отопительной нагрузке велика, нагрев теплоносителя в коллекторе будет минимальным. Тем самым возрастает доля работы тепловых насосов и котла. Котел на органическом топливе (либо электродкотел) может быть включен в работу не обязательно при достаточно низких температурах наружной среды. В данном случае все будет определяться временным и температурным масштабами нагрева воды в баке-аккумуляторе 3. При существенном недогреве воды в нем теплосъем испарителями тепловых насосов 4 и 5 также уменьшится. Как следствие необходимость включения в работу котла будет достаточно велика.

Рассчитывая каждый элемент приведенной схемы теплоснабжения на определенную температуру наружного воздуха (как правило, минимальную или максимальную) может привести к качественно и количественно неверным результатам. При переменном реальном режиме работы оптимальной может быть разная тепловая нагрузка оборудования. Не стоит также забывать про тот факт, что когда погода пасмурная, либо идут дожди, рассчитывать на большие тепловые поступления от солнечных коллекторов не приходится. В данном случае эту нагрузку должен покрыть в первую очередь котел. То есть задача распределения нагрузки должна учитывать вероятностную составляющую.

В данной задаче выделяются четыре основных фактора влияющие на покрытие нагрузки потребителя: тепlopоступления от солнечной энергии, потребление электроэнергии тепловыми насосами отопления и ГВС для привода компрессоров, а также нагрузка котла.

Определение доли нагрузки солнечных коллекторов, тепловых насосов и котла для покрытия тепловой нагрузки потребителя в зависимости от температуры наружного воздуха можно определить из уравнения энергетического баланса

$$Q_k(t) = Q_n(t) - Q_c(t)\eta_m - N_o(t) - N_{гвс}(t), \quad (1)$$

где Q_k – тепловая нагрузка котла, Вт; Q_n – нагрузка у потребителя, Вт; η_m – КПД работы теплообменника в баке-аккумуляторе; N_o – электрическая мощность компрессора теплового насоса на отопление, Вт; $N_{гвс}$ – электрическая мощность компрессора теплового насоса на ГВС, Вт; t – температура наружного воздуха, °C.

Таким образом, выделяется многофакторная модель распределения тепловой нагрузки потребителя между тремя источниками энергии. Решение с использованием ортогонального центрального композиционного плана 2^4 по математической модели работы установки позволило определить регрессионные зависимости загрузки элементов тепловой схемы для разных температур наружного воздуха. Проверка полученных зависимостей по критерию Фишера, показала их адекватность в расчете оборудования для систем геотеплонасосного теплоснабжения.

Определение основных параметров системы теплоснабжения на различных режимах работы при помощи разработанной методики позволит подобрать оборудование, рассчитанное на ту долю тепловой нагрузки, которая обеспечит оптимальную их работу при минимальном потреблении первичного топлива.

Список литературных источников

1. Клімов Р.О. Теплоенергетичні системи промислових підприємств / Навчальний посібник. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. – 200 с.
2. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: Издательство Машиностроение-1, 2006. – 256 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Левкин Д. А.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко, Харьков, Украина

В работе рассматриваются многослойные микробиологические материалы под воздействием лазерным излучением для осуществления их деления или раскроя. Данные исследования носят междисциплинарный характер и обладают новизной. Актуальность исследований подтверждается работами зарубежных и отечественных ученых [1 – 4]. Заметим, что в данной работе показана общность методов и базового алгоритма для оптимизации параметров многослойных микробиологических материалов находящихся под воздействием лазерным излучением. Так, изменяя набор методов при численной и программно-аппаратной реализации прикладных оптимизационных математических моделей на спецвычислителях, возможно провести оптимизацию технических параметров биотехнологических процессов лазерного воздействия на произвольный микробиологический материал. С точки зрения теории сложных систем, проведенные автором исследования относятся к разделу оптимизации и моделирования сложных систем с распределенными параметрами, состояние которых описывается краевыми задачами дифференциальных уравнений в частных производных.

Основной задачей, что ставится в работе, есть оптимизация параметров теплового воздействия лазера на микробиологический материал с учетом ограничений на избыточное температурное поле и параметры лазерного излучения для обеспечения жизнеспособности сегментируемых частей микробиологического материала [5]. Проверка ограничений на избыточное температурное поле требует многократной реализации краевых задач дифференциальных уравнений теплопроводности. При простой пространственной форме микробиологического материала (отрезок, шар) существование и единственность решений таких задач обосновано традиционной теорией существования и единственности решения. В случае же, когда необходимо гарантировать корректность краевых задач для многослойных микробиологических объектов сложной пространственной формы, например, эмбриона, то целесообразно воспользоваться теорией псевдодифференциальных операторов над пространством обобщенных функций.

В качестве оптимизируемых параметров лазерных излучателей выделены интенсивность источника теплового воздействия, т.е. пятна, мощность, длительность лазерного воздействия, скорость движения источника, траектория движения лазерного источника, плотность

теплового воздействия, диаметр лазерного источника. На все эти параметры, за исключением траектории движения источника, накладываются двухсторонние ограничения их изменения.

Так как микробиологический материал под воздействием лазерным лучом представляет собой сложную биологическую систему, то необходимо рассмотреть все процессы, которые присутствуют при лазерной сегментации микробиологического материала. Для этого при решении основной оптимизационной задачи автором построены и систематизированы 11 прикладных оптимизационных математических моделей, являющихся частными случаями основной оптимизационной задачи. В то же время, стоит заметить, что нивсе из них связаны с оптимизацией параметров лазерных излучателей.

Одна математическая модель задачи подготовки микробиологического материала к сегментации не связанная с оптимизацией параметров действия лазерного луча. Перед процессом сегментации микробиологический материал хранится замороженным в жидком азоте. Его нужно достать из жидкого азота, чтобы не было разрывов ядер микробиологического материала. Разрывы появляются, когда появляются градиенты температур, вызванные термонапряжениями. Для того, чтобы ликвидировать разрывы ядер, необходимо рассмотреть задачу подготовки микробиологического материала.

Для численной реализации и реализации прикладных оптимизационных математических моделей на спецвычислителях автором исследованы наиболее характерные особенности прикладных оптимизационных математических моделей, а именно: размерность пространства искомых параметров, нелинейность ограничений на параметры лазерного луча и на температурное поле, многосвязность области решений, многоэкстремальность прикладных задач оптимизации. Их преодоление и учет требует больших временных затрат на поиск и перебор локальных экстремумов функции цели. Количество экстремумов функции цели зависит от размерности пространства искомых параметров, пространственной формы исходной области раскроя микробиологического материала, пространственных форм областей запрета на траектории передвижения луча лазера. В зависимости от конкретного объекта исследования изменяется число локальных эстремумов.

С точки зрения математического моделирования автор вынужден решать задачу нелинейного математического программирования. По мнению автора, для численной реализации прикладных оптимизационных математических моделей, с учетом приведенных особенностей, целесообразно применить алгоритм состоящий из известных численных методов, образующих вычислительную структуру. Это позволит обеспечить биотехнологический процесс лазерного воздействия и уменьшить расход микробиологического материала.

С целью уменьшения затрат времени и машинной памяти реализации прикладных оптимизационных математических моделей автором предложены основная блочная структура для программно-аппаратной реализации прикладных оптимизационных математических моделей на спецвычислителях.

В работе рассмотрена задача нелинейного математического программирования. Автором предложен подход для оптимизации параметров многослойных микробиологических материалов находящихся под воздействием лазерных излучателей. Обобщенность проведенных в работе исследований позволяет автору, изменяя набор методов при численной и программно-аппаратной реализации прикладных оптимизационных математических моделей, провести оптимизацию технических параметров процесса лазерного воздействия на произвольный многослойный микробиологический материал.

Список использованной литературы

1. Douglas-Hamilton D.H. Thermal effects in laser-assisted pre-embryo zona drilling / D.H. Douglas-Hamilton, J. Conia // *Journal of Biomedical Optics*. – 2001. – Vol. 6, Issue 2. – P. 205. DOI: 10.1117/1.1353796.

2. Rink K. Non-contact microdrilling of mouse zona pellucida with an objective-delivered 1.48 um diode laser / Rink K., Delacretaz G., Salathe R. // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1996. – Vol. 18. – pp. 52 – 62.

3. Стоян Ю.Г. Оптимизация технических систем с источниками физических полей / Ю.Г. Стоян, В.П. Путятин. – К.: Наук. думка, 1988. – С. 44 – 48.

4. Бутковский А.Г. Теория подвижного управления системами с распределенными параметрами / А.Г. Бутковский, Л.М. Пустыльников. – М.: Наука, 1980. – 384 с.

5. Левкін Д.А. Математичні моделі оптимізації параметрів дії лазерного променя на багаточарові біосистеми / Левкін Д.А. // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 60 (1102). – С. 77 – 84.

АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА АВТОДОРОГАХ

Литвиненко Д. П.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського ХАІ

В сучасних умовах інтенсивний темп автомобілізації призводить до необхідності збільшення транспортного сполучення. Темпи розвитку дорожньої мережі, що не встигають за зростанням кількості автомобілів, змушують шукати шляхів оптимізації потоків автотранспорту з ціллю рівномірного навантаження на ділянки і як наслідок збільшення середньої швидкості переміщення учасників руху.

Для аналізу транспортних потоків, їх дослідження та проектування організації руху застосовується математичне моделювання. У моделюванні дорожнього руху історично склались два підходи — детерміністичний та ймовірнісний (стохастичний). Детерміністичні моделі дозволяють аналізувати окремі показниками руху автомобілів, наприклад швидкість та дистанцію автомобілів в потоці. Стохастичні моделі відрізняються більшою адекватністю, у них прийнято визначати деякі показники в потоці випадковим чином, а не строго визначеним значенням.

Усі моделі транспортних потоків можна класифікувати за трьома класами: моделі-аналоги, моделі слідування за лідером та ймовірнісні моделі. Моделі-аналоги зображають рух транспорту на автодорогах у вигляді руху рідини чи газу, такий підхід прийнято називати макроскопічним. Рух окремих автомобілів при цьому не враховується, їх потік по дорозі розглядається з точки зору “рідини”, що має властивості густини (кількість автомобілів на одиницю відстані), потоку (кількість автомобілів, що проходять ділянку за одиницю часу) та середньої швидкості (різна на різних ділянках дороги) [4].



Рисунок 1 — Умовний поділ моделей транспортних потоків

В моделі слідування за лідером рух транспортного засобу певним

чином пов'язаний з рухом головного автомобіля. Існують лінійні та нелінійні моделі слідування за лідером. Така модель дає можливість ретельно проаналізувати рух у великих транспортних системах, її використовують при аналізі автомобільного руху на регульованих перехрестях та перетинах доріг.

Імовірнісні моделі описують транспортний потік як результат руху окремих транспортних засобів на елементах мережі. Негнучкий характер обмежень в мережі та масовий характер руху дає змогу виявити чіткі закономірності формування черг, інтервалів, завантажень і т. д. Виявлені закономірності можуть мати виражений стохастичний характер [1].

При дослідженнях руху транспортних потоків та їх моделюванні також застосовуються методи й алгоритми нелінійної динаміки, що дозволяють врахувати складність проблеми та велику кількість умов, що одночасно діють на ситуацію. Такий підхід дозволяє врахувати у транспортному потоці стійкі та нестійкі режими руху, втрати стабільності при зміні умов руху, нелінійні зворотні зв'язки. Нелінійна динаміка дозволяє враховувати велику кількість змінних для адекватного опису системи.

В сучасній практиці набули поширення та зарекомендували себе сучасні програмні продукти, що являють собою розробки в області комп'ютерного програмного забезпечення для моделювання транспортних процесів та їх процесів. Особливе поширення отримали наступні програмні продукти: PTV Vision VISSIM (базується на моделях VISSIM та VISUM), ArcGIS Traffic Analyst (повноцінний інструмент для моделювання транспортних потоків як на рівні та перехресть, так і регіонів) та Aimsun Next (багатопрофільний інструмент для моделювання автотрафіку з можливістю масштабування) [2].

При побудові моделі транспортного потоку враховується різна кількість параметрів, що умовно можна поділити на: умови дорожнього полотна (сталі, такі як кривість дороги та її подовжній профіль, та змінні — видимість, стан узбіч, інженерні споруди, кількість перехресть, стан дороги, рівність, жорсткість тощо), погодні умови (дощ, сніг, ожеледь, вітер) та параметри транспортних засобів, а також їх водіїв. Важливим параметром також вважається транспортний потік, його інтенсивність, склад та рівень завантаженості (рис. 2).

Таким чином, моделювання транспортних потоків на мікрорівні дозволяють виконувати наступні завдання:

- порівняння пунктів перетинання залежно від існуючих форм (круговий рух, регулювання, напрямки руху, перехрестя з сигнальними пристроями та розв'язки);
- аналіз залежності транспорту від сигнальних пристроїв;
- аналіз заходів щодо полегшення руху громадського транспорту;
- оцінка пропускнуої здатності;
- створення правил керування рухом транспортом на різних типах доріг.

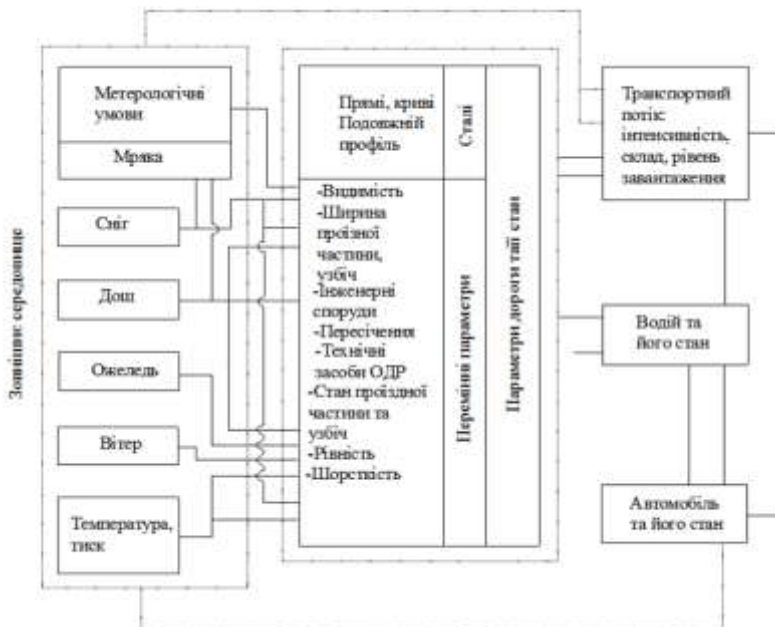


Рисунок 2 — Взаємодія параметрів, що впливають на транспортний потік

Розробка моделей на макрорівні дозволяє виконувати наступні завдання:

- аналізувати доступність транспортних засобів на ділянках дороги;
- моделювати зміни попиту на транспортні перевезення у результаті змін в інфраструктурі, землекористуванні, політиці чи демографії;
- проводити оцінку великих інфраструктурних проєктів;
- формувати основи екологічного впливу на довкілля в результаті використання транспортної мережі.

Список використаної літератури

- 1.Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса / В.В. Семенов. - Москва: Институт прикладной математики РАН,2004.-45 с
- 2.Черненко А. О. Щодо моделювання транспортних потоків для аналізу завантаженості доріг в містах [Текст] / А. О. Черненко, Н. В. Халіпова, І. Ю. Леснікова // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету ім. ак. В. Лазаряна “Транспортні системи та технології перевезень», 2016 – Вип. 12 — С 90-98.
- 3.Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: Монографія. / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, О. В. Степанчук, Р. В. Кротов -- К. : НАУ, 2015. – 177 с.

НОВІ ПІДХОДИ ЦИФРОВОГО АНАЛІЗУ КАРТИН ДИФРАКЦІЇ ЕЛЕКТРОНІВ В ДЕФОРМОВАНИХ КРИСТАЛАХ

Пинюк П. Я., Борча М. Д.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
Чернівці, Україна

Дослідження фізичних, механічних та пружних властивостей монокристалів, зокрема алмазу, германію та їх плівок супроводжується рядом труднощів через те, що вони і їх комплексні зональні структури мають малі розміри. Перспективним методом для аналізу кристалічної структури є метод дифракції електронів на відбивання (EBSD, метод Кікучі). Цей метод дає можливість охарактеризувати матеріал за допомогою дифрактограм, що отримуються за допомогою скануючого електронного мікроскопа. Смуги дифракції на одержаних дифрактограмах зазвичай ідентифікуються за допомогою перетворення Хафа з використанням стандартного програмного забезпечення, а потім, шляхом визначення відносного кута зон, зразок індексується. Так як просторова роздільна здатність обмежена просторовою областю взаємодії електронного пучка зі зразком, розмір якого становить близько сотень нанометрів, точність знаходження орієнтації зонної осі приблизно $0,1-0,5^\circ$. Цього зазвичай достатньо для визначення розміру зерна і текстури технічних матеріалів, проте для встановлення розподілу полів деформацій у високоякісних матеріалах необхідна додаткова інформація, яка може бути отримана за допомогою нових підходів до аналізу картин EBSD з високою роздільною здатністю [1, 2].

Дифракція електронів на відбивання з високою кутовою роздільною здатністю (HREBSD) включає в себе виконання взаємної кореляції між еталонним шаблоном EBSD і тестовим зразком в ряді областей, котрі нас цікавлять (ROI) [1]. Точність цього методу теоретично залежить від роздільної здатності детекторних пристроїв, що використовуються для запису картин EBSD. На практиці є багато факторів, наприклад, низька якість дифракційної картини, спотворення об'єктиву камери, невизначеність в розташуванні джерела дифракційної картини, великі кути розорієнтації між картинками, через які досягається значно менша точність [3]. Розорієнтація між картинками усувається шляхом перепризначення шаблону, за допомогою якого «спотворюється» еталонне або тестове зображення і встановлюється максимальна узгодженість між ними, що і підвищує точність їхньої кореляції.

Для вирішення цих проблем необхідні додаткові розрахунки. В роботі [1] описаний підхід, який дозволяє спростити обчислювання. Це зворотний композиційний метод Гаусса-Ньютона (ICGN). HREBSD на основі ICGN має різні реалізації взаємної кореляції HREBSD з використанням модельованого набору даних: проста крос-кореляція, взаємна кореляція з етапом перепризначення і взаємна кореляція з ітеративним перепризначенням.

В методі крос-кореляції HREBSD вимірюються невідповідності між елементами еталонного шаблону і тестового зразка, а потім використовуються

для розрахунку їх градієнта відносної деформації. Проста крос-кореляція - це найшвидший спосіб вимірювання невідповідностей, тому що їх можна визначити за допомогою дискретних перетворень Фур'є, проте нормалізована взаємна кореляція є кращою [4].

На даний момент, існує кілька відомих обмежень, які впливають на точність взаємної кореляції HREBSD. Перше обмеження пов'язане з тим, що дифракція електронів на відбивання з високою роздільною здатністю визначає тільки відносні деформації, а зазвичай необхідні абсолютні деформації. Наступним основним джерелом похибок є невизначеність в розташуванні центру шаблонів, яка може досягати порядку 500 μm під час калібрування з використанням ітераційних методів підгонки. Хоча існують методи для зменшення цієї похибки, але вони мають ряд обмежень [3]. Інше джерело похибки пов'язане з використанням нормованої крос-кореляції для визначення невідповідностей, коли присутня висока розорієнтація між шаблонами. Обчислені значення зсуву менш точні, оскільки крос-кореляція не враховує деформацію обраної ROI, а тільки зміну позиції. В [1] реалізовано три різні варіанти взаємозв'язку HREBSD по відношенню до HREBSD на основі ICGN.

Перевагою алгоритму ICGN над іншими методами на основі градієнта є те, що матрицю Гессе потрібно розраховувати лише один раз, а не на кожному кроці. Також перевагою є те, що для цього методу потрібна лише одна ROI кожного шаблона, а не велика кількість малих, які перекриваються. Це робить обчислення більш ефективними. Також стало відомо, що ідеальне розташування ROI має бути кільцевим [1]. Хоч метод HREBSD оснований на ICGN схожий на перехресну кореляцію HREBSD з перепризначенням, вони мають свої відмінності, які полягають в засобах, за допомогою яких визначається крок. Обидва вони можуть розглядатися як методи оптимізації. В [1] запропоновано алгоритми цих методів та порівняння їх ефективності.

Отже використання і розробка нових підходів та методів на основі дифракції електронів на відбивання (EBSD) є актуальною. Вони дозволять значно удосконалити характеризацію матеріалів, що в свою чергу дозволить отримати інформацію про механізми формування реальної кристалічної структури в процесі синтезу, інформацію про залежність властивостей монокристалів від їх внутрішньої структури та ступеня однорідності.

Список літературних джерел

1. T.J. Ruggles, G.F. Bomarito, R.L. Qiu, J.D. Hochhalter, New levels of high angular resolution EBSD performance via inverse compositional Gauss-Newton based digital image correlation, *Ultramicroscopy* (2018), pp. 85–92.
2. Fodchuk, S. Balovsyak, M. Borch, Y. Garabazhiv, V. Tkach, Determination of structural homogeneity of synthetic diamonds from analysis of kikuchi lines intensity distribution, *Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics*.
3. J. Basinger, D. Fullwood, J. Kacher, B. Adams, Pattern center determination in EBSD microscopy, *Microscopy and Microanalysis* 17 (2011), 330–340.
4. J. P. Lewis, Fast normalized cross-correlation, in: *Vision interface*, Vol. 10, 1995, pp. 120–123.

ПОКРАЩЕНИЙ КВАНТОВИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ З КУТРІТНИМ ПРЕДСТАВЛЕННЯМ В ЗАДАЧАХ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Ткачук В. М.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
Івано-Франківськ, Україна

Робота квантового генетичного алгоритму (QGA) базується на поєднанні ідей класичного генетичного алгоритму та технології квантових обчислень [1,2]. В основі такого підходу лежить поняття кубіта – квантової системи із двома основними станами. Як показали дослідження [3,4], використання квантової логіки із кількома, більше двох, основними станами є більш перспективним з точки зору обчислювальної потужності та ефективності роботи алгоритму.

При кількості основних станів $n=3$ квантову одиницю інформації називають кутрітом. Він може перебувати у довільному стані, що є лінійною комбінацією базових:

$$|q\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle + \gamma|2\rangle \quad (1)$$

із умовою нормування:

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \quad (2)$$

тут α^2 , β^2 та γ^2 - імовірності перебування кутріта у стані $|0\rangle$, $|1\rangle$ та $|2\rangle$ відповідно. При практичній реалізації QGA засобами класичного комп'ютера використовується матричне представлення, у якому одну особину можна задати у вигляді наступної структури:

α_1	α_2	α_3	...	α_N
β_1	β_2	β_3	...	β_N
γ_1	γ_2	γ_3	...	γ_N

тут $\{\alpha_i, \beta_i, \gamma_i\}$ описує стан одного кутріта $|q_i\rangle$. Система із N незалежних кутрітів формує одну особину популяції.

Початковий стан квантової системи не несе інформації про задачу та алгоритм її розв'язку, тому на початку всі кутріти перебувають у стані, що являє собою суперпозицію базових із однаковою імовірністю [2].

Для задач функціональної оптимізації довжина квантової хромосоми N визначається точністю пошуку розв'язку ε , областю пошуку $[x_{\max} - x_{\min}]$ та кількістю основних станів квантової системи n [4]:

$$N = \log_n \left(\frac{x_{\max} - x_{\min}}{\varepsilon} + 1 \right) \quad (3)$$

Роботу пропонованого QGA можна подати у вигляді наступного алгоритму:

Алгоритм 1. Квантовий генетичний алгоритм

```

1    $t = 0$ 
2   ініціалізація  $Q(t)$ 
3   вимірювання  $Q(t)$  та перехід до  $P(t)$ 
4   оцінка пристосованості  $P(t)$ 
5   знаходження  $B$  - найкращого розв'язку в  $P(t)$ 
6   while (умова завершення еволюції)
7        $t = t + 1$ 
8       оновлення  $Q(t)$  за допомогою оператора квантового гейту
9       вимірювання  $Q(t)$  та перехід до  $P(t)$ 
10      оцінка пристосованості  $P(t)$ 
11      знаходження  $B$  - найкращого розв'язку в  $P(t)$ 
12      оператор квантової катастрофи
13  end while

```

тут: $Q(t)$ - квантова популяція розв'язків на момент часу t ;

$P(t)$ - класичне представлення особин популяції в системі числення із основою $n=3$, отримане в результаті квантового вимірювання. Операція квантового вимірювання реалізована згідно [3] та додаткового пояснення не потребує.

Збереження найбільш пристосованих особин популяції від покоління до покоління та збереження її різноманітності – дві важливі, але взаємовиключні вимоги до роботи будь-якого генетичного алгоритму. Пропонується на кожному етапі еволюції розділяти населення на дві підпопуляції за критерієм подібності. В його якості виступає евклідова відстань між класичними особами [5]. Її для особин, заданих хромосомами $P_i(t) = [x_1^i, x_2^i, \dots, x_N^i]$ та $P_j(t) = [x_1^j, x_2^j, \dots, x_N^j]$, визначимо наступним чином:

$$d_{i,j} = \sqrt{\sum_{k=1}^N (x_k^i - x_k^j)^2} \quad (4)$$

Таке визначення ніяким чином не означає реальну область в просторі пошуку (див Рис.1). Верхню межу відстані $d_{i,j}$ між особинами, при якій вони вважаються одного виду і до яких застосовується оператор квантового гейту, визначає параметр R . Його величина має значний вплив на ефективність роботи QGA та визначається за результатами окремих досліджень.

Пропонується будувати два види підпопуляцій за їх подібністю до поточної найкращої особини B . Критерій подібності R для досліджуваних нижче функцій визначається розмірами області пошуку та лежить в межах $2.5 \div 5.0$.

Оператор квантового гейту [3,4] із врахуванням критерію подібності реалізовано наступним чином:

Алгоритм 2. Оператор квантового гейту

```

1  for  $k \in 1, \dots, N$  do
2       $d = 0$ 
3      for  $j \in 1, \dots, N$  do
4           $d = (b_j^k - x_j^k)^2$ 
5       $d = \sqrt{d}$ 
6      if  $d < R$  then традиційний оператор квантового гейту
7  end for

```

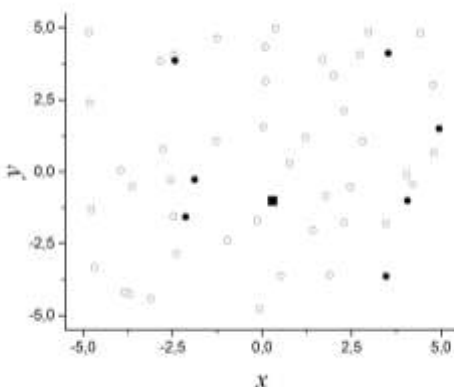


Рисунок 1 – Приклад розподілу особин по під популяціях в двомірній області пошуку:

■ – найкраща особина популяції; ● – подібні до найкращої особи популяції;
○ – інші особи популяції

Для збереження різноманітності популяції та ефективного виходу із локальних оптимумів ефективним є використання оператора квантової катастрофи [4]. Як показав чисельний експеримент, його імовірність при розмірі популяції $s = 50$ повинна забезпечувати дію на порядку трьох особин. Оператор застосовується до всіх особи популяції, за виключенням найкращої, не залежно від критерію подібності.

Для ілюстрації ефективності запропонованого покращеного QGA_3 використано ряді тестових функцій, які традиційно застосовуються для тестування алгоритмів оптимізації [3,4].

При практичній реалізації QGA, QGA_3 та запропонованого алгоритму було прийнято наступні параметри моделювання: розмір популяції $s = 50$, кількість ітерацій по часу $t = 500$, точність пошуку розв'язку $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-6}$. Зважаючи на імовірнісний механізм роботи квантових генетичних алгоритмів всі дані в Таб.1 приведено як результат усереднення по 100 запусках. Тут f_{avr} –

середнє значення функції пристосованості найкращої особини популяції, f_{sd} – його середньоквадратичне відхилення.

Таблиця 1 – Результати оптимізації тестових функцій шести змінних.

Функція	QGA		QGA_3		Покращений QGA_3	
	f_{avr}	f_{sd}	f_{avr}	f_{sd}	f_{avr}	f_{sd}
<i>Sphere</i>	$1.3 \cdot 10^{-4}$	$3.2 \cdot 10^{-4}$	$0.4 \cdot 10^{-4}$	$1.8 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-5}$
<i>Trid</i>	-44.67	74.4	-47.2	50.4	-46.4	8.66
<i>Levy</i>	0.185	0.47	0.163	0.38	0.021	0.046
<i>Schwefel</i>	38.6	57.7	89.2	100.0	1.25	9.03
<i>Ackley</i>	0.138	0.46	0.002	0.004	$4.9 \cdot 10^{-5}$	$6.9 \cdot 10^{-5}$
<i>Rastrigin</i>	3.41	2.02	2.05	1.99	$4.7 \cdot 10^{-6}$	$2.1 \cdot 10^{-5}$

Дані табл.1 ілюструють, що перехід до кутрітного представлення квантової хромосоми та використанням двох субпопуляцій дозволяє значно підвищити ефективність роботи QGA. Пропонована методика ґрунтується на ідеї поділу популяції на два підвиди в залежності від рівня їх подібності до найкращої особини популяції. Такий підхід використовує один додатковий параметр – евклідову відстань до найкращої особини популяції. При цьому перша підпопуляція, що формується навколо поточної найкращої особини, відповідає за механізм локального пошуку за рахунок оператора квантової катастрофи. Друга формується із найменш подібних до найкращої особин, та у поєднанні із оператором квантової катастрофи відповідає за роботу механізму глобального пошуку.

Результати дослідження підтверджують ефективність запропонованого підходу до задач великої розмірності та складної топології в області глобального оптимуму.

Список літературних джерел

1. Narayanan A., Moore M., Quantum-inspired genetic algorithms, Proc. IEEE Evolutionary Computation, pp.61-66, 1996.
2. Han K. H., Kim J. H., Genetic quantum algorithm and its application to combinatorial optimization problem, Proc. Congress on Evolutionary Computation, pp.1354-1360, 2000.
3. Tkachuk V., Quantum Genetic Algorithm Based on Qutrits and Its Application, Mathematical Problems in Engineering, V. 2018, Article ID 8614073, 8 pages.
4. Tkachuk V., Quantum Genetic Algorithm on Multilevel Quantum Systems, Mathematical Problems in Engineering, V. 2018, Article ID 9127510, 12 pages.
5. Li J.-P., Balazs M.E., Parks G.T., Clarkson P. J., A Species Conserving Genetic Algorithm for Multimodal Function Optimization, Evolutionary Computation, V. 10, N. 3, pp.207-234, 2002.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТІЛ У ГРАВІТАЦІЙНОМУ ПОЛІ ЗЕМЛІ

Таран Р. В.¹, Коротка Л. І.²

¹ Дніпровський національний університет ім. О.Гончара,
Дніпро, Україна

² ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Одним з ефективних методів вивчення фізичних систем та процесів є комп'ютерне моделювання. Нерідко комп'ютерні моделі простіше та зручніше досліджувати, вони дозволяють проводити обчислювальні експерименти, реальна постановка яких утруднена або може дати непередбачуваний результат. Логічність та формалізованість комп'ютерних моделей дозволяє виявити основні чинники, що визначають властивості досліджуваних об'єктів, розглядати відгук фізичної системи на зміни її параметрів та початкових умов.

Комп'ютерне моделювання вимагає абстрагування від конкретної природи явищ, побудови спочатку якісної, а потім і кількісної моделі. Після цього відбувається проведення серії обчислювальних експериментів, інтерпретація результатів моделювання, зіставлення їх з поведінкою досліджуваного об'єкта, подальше уточнення моделі та ін. [1-3].

Більшість задач пов'язаних з визначенням закону руху тіла поблизу земної поверхні, мають відомі аналітичні розв'язки. Звісно, що при розв'язанні задач такого класу використовується найпростіша модель, в якій не враховуються можливі кручення та внутрішні рухи тіл, тобто реальне фізичне тіло замінюється матеріальною точкою.

Традиційно задачі опису руху матеріальної точки розглядаються в кінематиці та динаміці. Звісно, у кінематиці рух матеріальної точки розглядається безвідносно до причини, яка її визиває, а в динаміці розглядаються сили, які діють на тіло.

В роботі буде розглянуто задачу про одномірний рух матеріальної точки зі сталою масою у гравітаційному полі Землі, яка діє на тіло маси m :

$$F = \frac{\gamma M m}{(R + y)^2} = \frac{g m}{\left(1 + \frac{y}{R}\right)^2},$$

де y – відстань від поверхні Землі; R – радіус Землі; γ – гравітаційна стала; M – маса Землі; $g = \gamma \frac{M}{R^2}$.

У відповідності з законом всесвітнього тяжіння та із врахуванням того, що відношення відстані від поверхні Землі до її радіусу значно менше одиниці, отримуюмо відоме диференціальне рівняння руху матеріальної точки другого порядку. У тому випадку, коли задані початкові умови будемо мати задачу Коші, яку звісно можна розв'язати аналітично.

У тих випадках, коли неможливо отримати аналітичний розв'язок диференціального рівняння або системи рівнянь, як відомо, можна при окремих умовах застосувати чисельні методи.

Існує достатньо велика кількість програмних продуктів, які дозволяють проводити комп'ютерне моделювання досліджуваних процесів та отримувати чисельні розв'язки. Слід зауважити, що не завжди вказані пакети мають вільний доступ або відкритий код.

Розглянемо розв'язок цієї задачі з використанням створеного програмного модуля на мові python, яка є у вільному доступі та має достатню кількість різноманітних бібліотек.

У створеному програмному продукті реалізовані чисельні методи типу Рунге-Кутти першого та четвертого порядків, які дозволяють моделювати рух тіл у гравітаційному полі Землі без та із врахуванням сили тертя.

Елементи імітаційного моделювання побудови залежності швидкості та переміщення від часу без врахування сили тертя приведено на рис. 1.

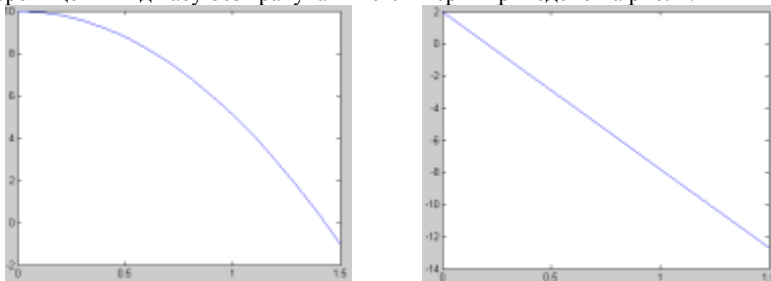


Рисунок 1 – Побудова залежностей

У роботі створено програмний продукт, який дозволяє проводити комп'ютерне моделювання деяких фізичних процесів, зокрема: рух матеріальної точки при врахуванні сили тертя та без неї. Звісно, реалізований у роботі підхід дозволяє розв'язувати достатньо нескладний клас задач, але можливо його поширити для моделювання більш складних процесів.

Список літературних джерел

1. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике / Д. Гулд, Я. Тобочник // Ч.1. М.: Мир, 1990. – 400 с.
2. Гулятьев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс/ А. Гулятьев// СПб.: Питер, 2000. – 432 с.
3. Майер Р.В. Основы компьютерного моделирования: Учебное пособие. /Р.В. Майер // Глазов: ГГПИ, 2005. – 25 с.
4. Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / А.В. Могилев, Н.И. Пак. Под ред. Е.К.Хеннер.// М.: Изд.центр "Академия", 2001. – 816 с.
5. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCad / С.В. Поршнев // М: Горячая линия – Телеком, 2002. – 252 с.

ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ СБАЛАНСОВАНОГО РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ

Шулак В. О., Ляшенко О. А.

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

На сьогодні проблема здорового способу життя, раціонального харчування та фізичної активності серед людей різного віку, території проживання та виду їх зайнятості є досить актуальною. Здорове харчування допомагає людині збалансувати весь свій день, адже якщо приймати їжу строго за розкладом і дотримуватися певного режиму, то можна проводити день з більшою ефективністю і отримувати більшу користь від життя. За статистикою, завдяки правильному, збалансованому харчуванню можна уникнути багатьох захворювань, організм очищується від шкідливих речовин, а також омолоджується.

Раціональне харчування – це достатнє в кількісному й повноцінне в якісному відношенні харчування здорових людей із врахуванням їх віку, статі, характеру праці та інших факторів. Для людини, яка не має спеціальних знань у дієтології та не має навичок побудови раціону харчування, а також визначення власних потреб у даному напрямку буде складно дотримуватися раціонального харчування. Для вирішення даної проблеми було б доцільно розробити систему персонального підбору раціону харчування.

Сьогодні існує чимало різних інформаційних, комерційних, соціальних ресурсів для підтримки ведення здорового образу життя, інформаційної обізнаності в сфері дієтології, фітнесу, медицини. Звісно, розробляється достатньо інформаційних та автоматизованих систем для контролю та обліку персональних показників або результатів по вище описаних сферах. Різні системи мають свої недоліки та переваги.

Метою даної роботи є детальне вивчення запропонованої предметної області та проектування інформаційної підсистеми.

Розглянемо «задачу про дієту». Дана задача також відома в літературі як задача про оптимальну суміш або раціон харчування. Розрахунок оптимальної дієти є однією з класичних задач лінійного програмування, методи вирішення яких за допомогою MS Excel детально розглядаються в роботі [1].

Оптимізаційну задачу про дієту можна сформулювати двома способами. Перший варіант: розробити дієту з мінімальною вартістю, яка буде забезпечувати мінімальну добову потребу людини в поживних речовинах, при цьому розраховувати сумарну калорійність раціону. Другий варіант: розрахувати дієту із заданою калорійністю мінімальної добової потреби, після чого знайти її сумарну вартість [2,3]. Тобто, в обох випадках ключовими показниками – є калорійність та вартість раціону харчування (таблиця 1).

Таблиця 1 – Основні критерії «задачі про дієту»

Їжа	Вартість за 100 г.	Калорійність, кКал
Хліб	3	150
Молоко	2,5	85
Сир	15	230

В ході дослідження предметної області було проаналізовано існуючі інформаційні підсистеми, такі як «Мой здоровый рацион», MyFitnessPal, SamsungSHealth, Lifesum. В результаті були виявлені наступні недоліки:

- користувачам не надається інформація про методи розрахунку їх рекомендованих норм харчування;
- користувачам надаються готові списки із раціонами харчування;
- необхідність у самостійному підборі складових раціону, таких як макронутрієнти та вага продуктів харчування, їх розрахунку для задоволення денної потреби відносно власних норм;
- відсутня вартість продуктів харчування окремо та загальна вартість усього раціону.

В результаті виконання роботи було наведено структуру розроблювальної підсистеми визначення збалансованого раціону харчування та сформульовано функції, які вона повинна виконувати. Приведено постановку задачі та сформульовано вимоги до проектованої системи. Також було виконано проектування розроблюваної підсистеми за допомогою сучасних CASE-засобів.

Розроблена інформаційна підсистема повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- введення персональних даних до системи;
- підрахунок персональних рекомендацій, щодо споживчих нормативів користувачів;
- виведення готових раціонів харчування користувачеві;
- підбір складових раціону харчування відносно харчових рекомендацій користувача.

Для реалізації веб-орієнтованого програмного забезпечення були обрані такі мови програмування, якHTML, Javascript, PHP, JQuery, mySqlта середовища програмування: PhpMyAdmin, Apache HTTP-сервер, SublimeText 3, mySqlWorkbench, mysqlserver, а також фреймворки – Bootstrap, MDUIKit.

Список літературних джерел

1. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MSExcel. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 704 с.
2. Joseph Czyzyk, Timothy J. Wisniewski The Diet Problem: A WWW-based Interactive Case Study in Linear Programming, Mathematics and Computer Science Division Argonne National Laboratory Argonne, IL 60439-4844.
3. Покришка О.И. Курсовая работа «Оптимизационная задача о диете и ее решение в среде ЭТ MSExcel и математического пакета MATHCAD», Донской Государственный Технический Университет (ДГТУ) Ростов-на-Дону, Россия.

СЕКЦИЯ 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**

SESSIONS 3

INTELLIGENT COMPUTER SYSTEMS

- **neurocomputers and neural networks**
- **knowledge-oriented computer systems and ontology engineering**
- **fuzzy computing in computer science, modeling and management**
- **distributed information systems**
- **expert data processing systems**
- **decision support system**

СЕКЦИЯ 3

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

- **нейрокомпьютеры и нейронные сети**
- **знание-ориентированные компьютерные системы и онтологический инжиниринг**
- **мягкие вычисления в информатике, моделировании и управлении**
- **распределенные информационные системы**
- **экспертные системы обработки данных**
- **системы поддержки принятия решений**

FUZZY MODELING OF STRUCTURAL DURABILITY PREDICTION

Korotka Y. A., Korotka L. I.

Ukrainian State Chemical Technology University, Dnipro

In the different branches of industry and building one the mechanical systems with changing characteristics are widely used, the actuality of the problem of modeling their behavior being caused by it. The example of such systems can be constructions functioning in the external aggressive mediums and corroding. One the peculiarities of this article is that the parameters of aggressive medium (AM) are examined like quantities the information of which are incomplete or inaccurate. If the parameter of aggressive medium is examined as the corrosion rate when being absence of voltage it will be obviously that its significance cannot be determined uniquely.

In the real conditions this parameter depends on the whole range of factors: medium temperature, its moisture, grade of saturation of different elements and others. On the one hand quantitative characteristics of all these factors are determined with difficulty, on the other hand – can change in the wide range during the whole term of exploitation. When setting the task the medium is known in the best case to have that or another grade of aggression which can be described with help of linguistic variable [3].

When modeling corrosive process in the work the influence of the mechanical voltage on the corrosion rate is taken into account, that results in the appearance of the feedback in the scheme of solving the task of forecasting of durability [1]. Solving the task of forecasting of durability in particular allows to determine the predictable significance of durability of every element taking into account changes of voltages in them and, therefore, in the whole system.

The procedure of calculation of forecasting durability of the element liable to corrosion or determination of its the calculation of strained condition (SC) in some moment of time supposes the joint using of some numeral method of calculation SC (in this work – method of final elements (MFE)) and numeral method of solving the Cauchy task for system of differential equations (SDE) describing corrosion process [1, 3].

It is obviously that probabilistic stochastic method can be alternative to the determinative method of solving tasks of forecasting durability at inaccurate data. However, at that it is necessary to carry out rather non-trivial conditions (for example, statistical stability, knowledge of distribution of laws of random quantity or their parameters, information of which, as a rule, is absent). That's why the using of this method is connected with some difficulties.

Two directions can be noted for formalization of incomplete information which have appeared practically simultaneously, these are the mathematical device of the fuzzy sets theory (FST) and the device of classical interval analysis (IA). They can be used depending on solvable tasks and problems. Let's examine the possibility of their using when solving this kind of tasks.

The interval analysis and its methods have a value in the tasks where ambiguities appear from the very beginning and are the essential parts of setting tasks [4]. Let's note that using the intervals doesn't require knowledge of the laws or parameters of distribution of random quantity. The interval quantity can have and can't have the distribution on interval. Moreover all points of the interval are "equitable" (but it doesn't mean that they are distributed on the interval equally, if, of course, there is no statistical information).

When solving the tasks of forecasting of durability the statement the device of interval analysis has been used. Since the parameter AM is examined as interval quantity so it is reasonable to use interval methods for solving SDE. For this purpose a wide range of double and interval methods can be used [4]. In this case double solving of the task of forecasting of durability of corrosive constructions can be received.

Using interval numeral methods or the device of the fuzzy sets theory at SDE solvent, describing the process of the accumulation of the geometrical damages, allows to take into account fuzzy character of the medium parameter, however, it is mated with large calculating inputs. Especially this problem becomes actual in the case when the task of forecasting of the durability is a part of more general task – the determination of optimal parameters of corrosive constructions, when limit functions suppose the determination of the durability of the construction and the solvent of the task of nonlinear mathematical programming at every step.

Procedures for representing the corrosion rate as a fuzzy value in the form of a tuple of its values, as well as converting a fuzzy set of longevity values into a clear number are well known [2, 3]. Naturally, their implementation does not represent any computational complexity and does not have a significant effect on the speed of the algorithm. Significantly greater complexity from this point of view is the task of determining the values of the tuple of longevity, corresponding to the values of the tuple of corrosion rates. The methods of formalization of inaccurate or incomplete information about parameters of external aggressive medium with the help of the mathematical analysis of the fuzzy sets theory and interval analysis are suggested.

References

1. Zelentsov D.G. The calculation of constructions with changing geometrics in the aggressive mediums. Rod systems. – Dnepropetrovsk : USCTU, 2002. – 168 p.
2. Korotkaya L.I. Selection of parameters of numerical procedures for forecasting problems solution of durability of prone to corrosion / L.I. Korotkay, N.Y. Naumenko // Bulletin Kherson national Technical University № 3(5).- 2014. - P. 56-61.
3. Korotka L.I. The use of elements of computational intelligence in problems of forecasting of corroding constructions durability / L. I. Korotka, Y. A. Korotka // Mathematical and computer modelling. Series: Technical sciences – 2017. Issue 16. – P 64-71.
4. Shariy S.P. The finite-dimensional interval analysis / S.P. Shariy - Publishing house "XYZ", 2010. - 597p.

METHODS AND TECHNOLOGIES OF MONITORING OF THE POSITION OF A MOBILE OBJECT IN SPACE

**Nechyporenko O. V., Korpan Ya. V., Nechyporenko O. V.,
Khomchenko O. S.**

Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Today much attention is paid to achievements in branches of robotics and robotic systems. It is known that the core task of controlling robotic systems, and especially mobile robots, is to control their movements.

The motion control of an autonomous mobile robot or group of robots often depends on an precise estimation of the robot's position in space or accurate information about the environment. However, in many situations this information may not be available. In this case, in order to solve the task of planning the trajectory of traffic, first of all, the mobile object must determine its location and evaluate the surrounding environment.

It is known that position tracking is a combination of hardware and software that allows to determine the absolute position of an object in space. This technology is crucial in motion control of an autonomous mobile robot.

The task of the robot creating a reconstruction of the surrounding environment is highly relevant and actively explored. Many works are related to dense and semi-free methods of SLAM using images from one camera [1-3].

In non-deterministic environments where there are no reference points, such as reflective markers, traditional navigation devices: encoders, inertia sensors, GPS, radio beacons, rangefinders, do not always provide a fairly accurate measurement of the robot's current coordinates.

The task of machine-driven positioning and space orientation is relevant in such areas as technological processes control, security systems, human-machine interaction, vehicle navigation, entertainment industry and everyday life.

The purpose of this work is to review the methods and technologies of identifying the position of the object in space. To achieve this goal, it is necessary to analyze the methods and approaches to the solution of the position problem, consider the technology of navigating the mobile robot and conduct a comparative analysis of existing SLAM algorithms.

In robotics, there are three types of navigation systems:

- global - the definition of device's absolute coordinates;
- local - determining the device's coordinates relative to the base point;
- personal - positioning robot manipulators to interact with adjacent

objects.

Navigation systems are classified by another feature - they can be passive or active. The passive navigation system receives data about its own coordinates and other characteristics of its movements from external sources, while the active is designed to determine the location on it's own. Usually, all global navigation systems are passive, local can be both, and personal are always active.

The set of methods and approaches to solving the problem of determining the position of an object in space can be divided into several groups: acoustic, radio

frequency, magnetic, optical, inertial, hybrid [4, 5]. In addition, there are two approaches of position tracking:

1. Outside-in approach (a stationary external observer determines the position of the moving object using feature points).

2. Inside-out approach (involves the presence of an optical sensor on moving object to tracks its position relative to fixed points).

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) is the task of constructing and updating maps of an unknown environment and simultaneously determining the position of a robot on this map. SLAMs problem is one of the most urgent tasks in modern robotics, and today a huge number of people are working on its solution, as evidenced by the emergence of many publications with the most varied approaches to solve it. In general, to construct a map the description of objects next to the robot is made, the coordinates of these objects are determined, the objects are mapped, and when the robot reappears in the same place, these objects are recognized by the recorded points and the robot's current coordinates are calculated. To describe the objects various sources of information are used at the same time: the environmental profile from the laser range finder and the ultrasound sensors, the single or stereo image of the object from the camera, information on the presence of obstacles from contact sensors, position data from GPS and compass, etc.

An important feature of SLAM is that most of its algorithms can be implemented only in a static environment, that is, the room or area on which the robot is located should not change.

At the moment, there are many different SLAM algorithms that differ in both the type of input information, representation of the surrounding space and the methods of processing this information. Here is a classification of localization algorithms in terms of the size of a mapped space:

- two-dimensional localization on a plane (2D-SLAM);
- three-dimensional localization in space (3D-SLAM);
- color localization on R, G, B components of the image (Color-SLAM);
- color three-dimensional localization in space (6D-SLAM).

In addition, one should distinguish global and sequential localizations. Global localization allows determining the robot's position on a map without an initial approximation. Another feature of SLAM algorithms of this type is the ability to lock loops, that is, recognition of the already passed map area followed by the relaxation of the entire map along the robot's trajectory.

The sequential localization determines the change in the robot's position between two consecutive scans. Algorithms of this type tend to give a more accurate result of determining the position of a mobile robot, compared with global SLAM algorithms, but must be performed in real time. However, if this algorithm has not converged at least once, its further use is impossible without additional correction. To achieve best results in accuracy and reliability of the localization, both algorithms need to be used together. Methods of global localization are based on the allocation of landmarks from the scan and their recognition to get the robot's geometric position. Methods of this type include: Markov localization, generalized Kalman filter (EKF), particle filtering method.

The sequential localization process has several names: scan matching or scan registration, since the algorithm was initially intended to sequentially scan the object in order to obtain its three-dimensional geometric model. There are several main algorithms for sequential localization: ICP, IDC, Hector mapping, NDT, extreme navigation, GMapping, recurrent filter method.

In conclusion, the authors reviewed popular systems and methods for measuring the object's spatial position, as well as algorithms and technology for navigating a mobile robot. Their advantages and disadvantages are determined.

Conducted comparative analysis of the main varieties of SLAM algorithms has confirmed this method's prospects.

The analysis showed that algorithms based on the minimization of the cross-correlation function, namely, the method of transformation of normal distributions, have the greatest accuracy at maximum speed. However, in comparison with others, they have an insufficient area of convergence. ICP and IDC algorithms don't use a map, thus quickly accumulate mistakes.

It was revealed that due to the necessity of using mobile robot groups, interest in the problems of group navigation and intellectual control of the movement of mobile robots done through distributed computing has increased significantly. Using methods of artificial intelligence will allow complex information from various sensors, without using large computing power, but in conditions of great uncertainty. Multi-agent system will provide the principle of redundancy of navigation information, and expert systems will allow to filter information in different conditions of mobile robot work.

List of Literary Sources

1. Newcombe, R. A. DTAM: Dense tracking and mapping in real-time [Electronicresource] / R. A. Newcombe, S. J. Lovegrove, and A. J. Davison // IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Barcelona, Spain, November 2011. –P. 2320–2327. – DOI: 10.1109/ICCV.2011.6126513. – Available at: \www/URL: https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/rg/papers/newcombe_davison_2011_dtam.pdf.
2. Engel, J. LSD-SLAM: Large-scale direct monocular SLAM [Electronicresource] / J. Engel, T. Schöps, and D. Cremers // European Conference on Computer Vision (ECCV), Zurich, Switzerland, September 2014. –P. 834–849. – Available at: \www/URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10605-2_54.
3. Mur-Artal, R. ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System [Electronicresource] / R. Mur-Artal, J. M. M. Montiel, and J. D. Tardos // IEEE Transactions on Robotics, vol. 31, no. 5, 2015. – P. 1147–1163. – DOI: 10.1109/TRO.2015.2463671. – Available at: \www/URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7219438/?part=1>.
4. Menache, A. Understanding motion capture for computer animation - Second Edition [Text] / A. Menache. – The Morgan Kaufmann Series In Computer Graphics. – 2011. – 254 p.
5. Tobon, R. The Mocap Book: A Practical Guide to the Art of Motion Capture [Text] / R. Tobon. – Forisforce, 2010. – 258 p.

ON THE PROBLEM OF THE EFFICIENCY OF A MULTIPROCESSOR COMPUTING SYSTEM WHEN SOLVING ONE CLASS OF THE PROBLEM

**Shvachych G. G.¹, Moroz B. I.², Pobochii I. A.¹,
Sushko L. F.³, Busygin V. V.¹**

¹National Metallurgical Academy of Ukraine, the city of Dnipro

²National TU Dnipro Polytechnic, Ukraine

³Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine

In this paper, this problem is considered. There is a difference mesh of dimension M ; the problem computational time using a single-processor system is determined by the value of t . This parameter is not determinative. Here it is essential to increase the size of the grid, and more than one that can be processed in the memory of one processor. This procedure is crucial for a more detailed computation, or for obtaining some new effects of the researched processes. In this case, it is necessary to study the features of the computations in the conditions of this class of problems based on using the InfiniBand network interface in multiprocessor computing systems.

The purpose of this paper is to study the features of the InfiniBand network interface in multiprocessor computing systems in solving problems related to the computing area expansion.

At the same time it is necessary to solve the following problems:

1. Identify the basic regularities regarding the time of the problem computation from the change of computing area of a multiprocessor computing system constructed, using the InfiniBand network interface. It is necessary to derive the main analytical relations that determine the dependence of the problem solution time based on the parameters of the multiprocessor computing system.

2. To study the variant of a hypothetical computer with unlimited memory and conduct its comparative analysis with a real multiprocessor computing system. At the same time, derive analytical relations that determine the peculiarities of computing for such a computer. Perform a comparative analysis of the functioning of a real multiprocessor system and a hypothetical computer with unlimited memory in order to determine the main factors that affect the efficiency of parallelizing the real computing system.

3. Run the simulation phase of the main time characteristics of the solvable problem by a multiprocessor computing system based on the InfiniBand network interface. Identify the main regularities of the problem solving time depending on the computing area expansion.

The studies carried out are aimed at further development of the approach highlighted by the authors in [1-3] and relates to the developed multiprocessor computing system [4].

Consequently, the problem of expanding the computing area by increasing the number of nodes in the cluster system is considered. At the same time, we assume that the computing area is evenly distributed among the nodes of the cluster system. The main analytical relationships for determining the efficiency of such a

multiprocessor computing system is derived in [5]. Under such conditions it is defined T_{ex} is the time of boundary data interchange among nodes of a cluster, sec. Note that if the iteration computational time depends only on the processor power, the time of the boundary data interchange is determined by the size of the difference grid, the number of nodes of the cluster system and the bandwidth of the computing network. Consequently, the value T_{ex} can be determined by the following ratio:

$$T_{ex} = \frac{m \cdot N \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}}{k \cdot d \cdot V_p} . \quad (1)$$

The m value can be equal to units for one-way boundary data interchange or for two for two-way, V_p is the throughput of the network interface port (Gbit/sec), N is the number of nodes in the multiprocessor computing system, S is the total volume of the multiprocessor computing system, k is the number of channels of computer networks simultaneously (number of computing networks), d is half-duplex ($d = 1$) or duplex ($d = 2$) mode of the cluster system's computing network.

In this class of problems, all computations are performed on the basis of the difference grid. In addition, for the analysis of the efficiency of the multiprocessor computing system, the most important parameter will be one iteration (T_{it}) computation relative to the computing area. Then, in a multiprocessor application, the total time of one iteration will be determined on the basis of the following relationship:

$$T_{it} = T_c^N + T_{ex} . \quad (2)$$

Here T_c^N is one iteration computation time when using N computing nodes, sec.

Obviously, for a case when $N = 1$, it is obtained that

$$T_{it} = T_c^1 . \quad (3)$$

Here T_c^1 is the time of one iteration for one-processor computing system.

Analysis of the ratio (1, 2) shows that an increase in the field of computing by N the problem computational times increases as $N^{3/2}$ with some coefficient that depends on node RAM volume, the bandwidth capacity of the cluster network and the character of the data interchange among computing nodes, i.e.:

$$T_{it} = T_c^N + N^{3/2} \cdot f(m, R, V) . \quad (4)$$

The analysis of the ratio (4) demonstrates the perspective of the use of modern communication technologies, such as InfiniBand, as well as multi-core computing platforms.

Based on our research background, let us consider the case of a hypothetical computer with an unlimited amount of memory. Thus, taking into account the relation (3), we obtain:

$$T_c^1(S) = \frac{S_i}{V_c} . \quad (5)$$

In relation (5), the total computational scope of a hypothetical computer can be filed as follows:

$$S_i = i \cdot R, \quad (6)$$

here, i is the coefficient that determines the change in the computing area of a hypothetical computer.

The analysis of relations (5), (6) illustrates that with an increase in the total volume of computations by N times, the computational time of problems grows linearly with some coefficient, which depends on the computational capabilities of those processors used in the system.

In accordance with the above ratios, computing experiments were carried out for a computer platform equipped with an *Intel E8400 3 GHz* processor. Here, as the initial one, the corresponding characteristics of the class of problems solved by the very cluster system were adopted. The simulation results are presented as graphical dependencies (Figure 1).

As it can be seen from Figure 1, one iteration computational time with the increase in the computing area of the multiprocessor system varies according to nonlinear dependence (curve 1, T_{it}). This dependence shows that with an increase in the computing area by N times, the computational time of the problem increases as $N^{3/2}$ with some coefficients depending on the RAM amount of the cluster node, the network interface bandwidth, and the nature of the data interchange among the computing nodes. At the same time, one iteration computational time of for a hypothetical computer with unlimited memory, as expected, increases linearly (line 2, T_{id}). The inclination angle of such a line is determined by the characteristics of the computer platform used in the system. The simulation results represented the following general trend.

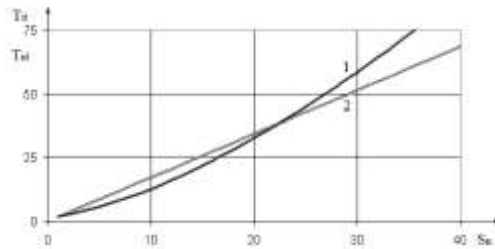


Figure 1 - Curves of the time dependence of the calculation of one iteration on the size of the computing area of the multiprocessor system

It is obvious that in the case, when $S_n < S_{id}$, the computational time of the multiprocessor computing system becomes less than computation time of the ideal computer. This is due to the increase in the number of processors of the multiprocessor system. On the other hand, when $S_n > S_{id}$, due to the significant impact of the time boundary data interchange on the total time of solving the problem, with the background of expanding the computing scope, the time of solving the problem for a real multiprocessor computing system will significantly increase compared to the ideal computer. It becomes apparent that the promising mode of using the multiprocessor computing system is a case, when $S_n < S_{id}$. A

highlight of the mode peculiarities of such a work of the multiprocessor computing system and the authors' further research is devoted.

Consequently, on the basis of the conducted researches it is possible to note the following:

1. The basic regularities concerning the problem computational time are revealed, depending on the change of the computation domain of the multiprocessor computing system. It is shown that with total number of computations increasing by N times the problem computation time grows as N in the power of one and a half.

2. The main analytical relations are obtained, which determine the problem solving time dependence on the basic parameters of the multiprocessor computing system. Such correlations have shown that the problem computation time increases according to the nonlinear law with some coefficient, depending on the RAM volume of the node of the computing systems, the cluster network bandwidth and the nature of the data interchange among the computing nodes.

Reference

1. Іващенко В.П. Чисельно-аналітична концепція розв'язків прикладних задач на основі схем підвищеного порядку точності / В.П. Іващенко, Г.Г. Швачич, О.В. Іващенко // Збірник наукових праць «Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація». – № 1(1). – Дніпро, 2017. – С. 85–90.

2. Shvachych G.G. Research of the problem of compatibility in the multi-processing compound systems / Shvachych G.G., Pobochii I.A., Ivaschenko E.V., Busygin V.V.// Science review, Vol 1, № 2(9), February, Warsaw, 2018. – P. 19 – 23.

3. Shvachych G.G. Visualization of the decisions of applied problems in multiprocessor system / Shvachych G.G., Kholod E.G., Ivaschenko E.V., Busygin V.V. // Natural and Technical Sciences, V. 1(17), February, Budapest, 2018. – p. 65 – 69.

4. Башков Є.О. Високопродуктивна багатопроцесорна система на базі персонального обчислювального кластера / Є.О. Башков, В.П. Іващенко, Г.Г. Швачич // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування". – Вип. 9 (179). – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С.312 – 324.

5. Ivaschenko V.P. Prospects of network interface infiniband in multiprocessor computer system for solving tasks of calculations' area spreading / V.P. Ivaschenko, G.G. Shvachych, M.A. Tkach // System technologies. № 2(91). – Dnipropetrovsk, 2014. – P. 32 – 43.

THE IMPLEMENTATION FEATURES OF THE AGGREGATION MODE OF NETWORK INTERFACE CHANNELS IN THE MULTIPROCESSORING COMPUTER SYSTEMS

**Shvachych G. G.¹, Moroz B. I.², Pobochii I. A.¹,
Sushko L. F.³, Ivaschenko E. V.¹**

¹National Metallurgical Academy of Ukraine, the city of Dnipro

²National TU Dnipro Polytechnic, Ukraine

³Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine

In our opinion, the new qualitative stage of development of multiprocessor cluster systems lies in the use of new modern network technologies. In this case, the efficiency of parallelizing computations depends on many factors, but one of the defining is the choice and organization of the network interface. This is explained in this way. The network of the cluster computer system is fundamentally different from the network of workstations, although for the construction of the cluster, ordinary network cards and hubs/switches that are used to organize the workstations network are required. However, in the case of a clustered computing system, there is one fundamental feature. *The cluster network, first of all, is not intended for computers communication, but for connection of computational processes.* In this regard, the higher the bandwidth of the cluster network, the faster the user-defined parallel problems performed on the cluster are solved. Thus, the technical characteristics of the computing network are of primary importance for multiprocessor cluster systems.

Currently, the problem of selecting and analyzing network technologies for modular, multiprocessor cluster systems has not been properly developed. In addition, there are practically no papers devoted to the study of the impact of network technologies on the efficiency of parallelization in modular multiprocessor cluster systems. In this regard, the studies that are considered in this paper are relevant and of a kind that will be of interest to the relevant specialists.

The operation modes analysis of the multiprocessor computing system network interface allowed to reveal such a problem: *how, due to the computer networks architecture design features in multiprocessor computing systems, can it increase its efficiency and performance?*

This problem can be solved by the fact that data interchange among computing nodes of a multiprocessor computing system can be passed to a separate network that works on the channel (second) level using *channel bonding* technology. This allows to increase the speed of data interchange among the nodes of the system and reduce the channel download that connects them [3]. This network interface architecture implements high-speed node access memory. Generally, we note that the use of the reconfigurable network can improve the efficiency of the multiprocessor computing system, *adapting the structure of its resources to resolving each specific type of problem.* Hence, the multiprocessor computing system network architecture should ensure, firstly, an increase in the computing speed when solving tight problems, and secondly, high-speed access to the memory

of nodes, reducing the channel download that connects them. In order to increase the bandwidth of the network system, it is recommended to apply the aggregation procedure or *channel bonding* technology. Such technology allows to combine several network adapters into one high-speed channel.

The purpose of the research is to provide the channels aggregation mode of the network interface in such a way that several computing networks that operate symmetrically on the basis of the corresponding switching matrices are configured in the data interchange network of the multiprocessor computing system.

At the same time it is necessary to solve the following problems:

1. Identify the basic laws regarding the problem computation time, depending on the change in the computing area of a multiprocessor computing system, constructed on the basis of the channels aggregation mode of the network interface.
2. Run the simulation stage of the basic time characteristics of the solvable problem by applying a multiprocessor computing system designed on the basis of the channels aggregation of the network interface. Identify the main regularities of the time of solving the problem depending on the expansion of the computing area.
3. Perform research aimed at determining the deceleration factor associated with the implementation of the network aggregation mode network interface.
4. Run the simulation phase of the deceleration computing and set the patterns of its change, depending on the network interface channels number.

Computational experiments were conducted for a computing platform equipped with an *Intel E8400 3 GHz* processor. Here, as the initial one, the corresponding characteristics of the class of solvable problems and the cluster system itself were adopted.

At the first stage, the procedure for simulating the dependence of one iteration computation time on size of the computing area of multiprocessor computing system was performed. The simulation results are presented as graphic dependencies (Figure 1).

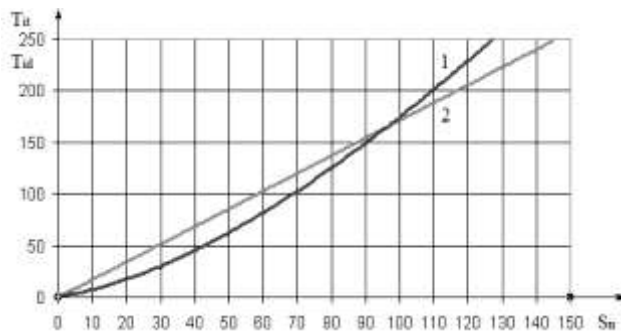


Figure 1 - The curves of the time dependence of one iteration computation time on the size of the computing area of the multiprocessor computing system for the channels aggregation mode of the network interface

It is quite obvious that the network aggregation mode allows the network equilibrium point to be substantially maintained in the direction of an increase in the computation domain S_n . This becomes possible by increasing the speed of data interchange among the nodes of the system and reducing the channels download that connect them [3]. It is obvious that this mode of network interface is implemented, when $S_n < S_{id}$, and under such conditions, the computing time of the multiprocessor system becomes less than time to compute of the ideal computer. This is due to the increase in the number of processors of the multiprocessor computing system.

At the second stage of the research, a procedure was performed to simulate the deceleration rate of the computations, depending on the number of nodes of the multiprocessor system in the case when the aggregation process of the network interface channels was implemented. The simulation results are presented as graphical dependencies (Figure 2).

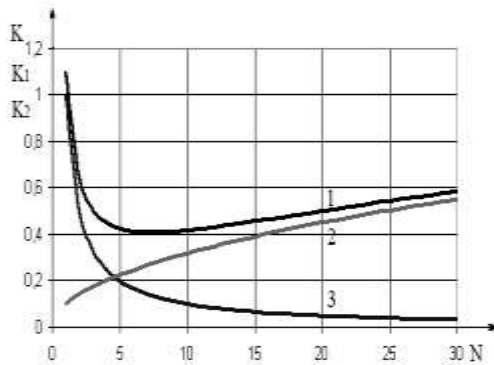


Figure 2 - Dependence curves of the deceleration rate from the number of nodes of the multiprocessor computing system for the aggregation mode of the network interface channels

Figure 2 demonstrates the general trend of decreasing the deceleration rate. Against the background of the noted features, a significant reduction in the time limit data interchange and the deceleration rate values can be noted. By the observed, we get that in this case $N_{id} = 5$, while the smallest deceleration computations value corresponds to $K = 0.4$.

The given data testify to the perspective of the chosen research direction. The proposed approach provides a uniform distribution of load between the corresponding nodes of the multiprocessor computing system, and also helps to increase the speed of data interchange between its nodes. Obviously, the higher the bandwidth of the network, the faster the parallel problems will be solved and the lower the deceleration rate will be.

Consequently, on the basis of the conducted researches it is possible to note the following:

1. This paper outlines ways to improve the efficiency of the multiprocessor computing system by changing its network interface architecture. It is established that the undoubted advantage of the channels' aggregation mode is a significant increase in the speed of data interchange among computing nodes of a multiprocessor computing system and a significant decrease in the deceleration factor.

2. The main feature of the proposed operation mode of the network interface is that the operation reliability of the multiprocessor computing system increases. So, in the event of adapter failure, the traffic is sent to the next valid adapter without interrupting the computing process. If the adapter starts working again, the data transfer through it is restored again.

3. The basic regularities regarding the problem computational time are revealed, depending on the change of the computation domain of the multiprocessor computing system in the aggregation mode of the network interface channels. It is shown that this approach allows increasing the network interface bandwidth of the system and significantly reducing the deceleration rate.

4. The current operating mode of the network interface of a multiprocessor computing system provides a wider range of possibilities for the implementation of the procedure for data interchange among the computing nodes, significantly improving the characteristics of its efficiency, performance and reliability of its operation.

Reference

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. – № u 2010 09341; заявл. 26.07.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

2. Башков Є.О. Високопродуктивна багатопроцесорна система на базі персонального обчислювального кластера / Є.О. Башков, В.П. Іващенко, Г.Г. Швачич // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування". – Вип. 9 (179). – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – С.312 – 324.

3. Швачич Г.Г. Многоканальный режим сетевого интерфейса кластерных вычислительных систем / Г.Г. Швачич // Восьма Всеукраїнська наукова конференція «Значення сучасної науки для динамічного розвитку України». – Тернопіль, 2011. – С. 16 – 19.

МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Бондарев Д. С.

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

В нынешнем технологическом прогрессе и гонке технологий особое место занимают интеллектуальные системы. Исследование методов построения и алгоритмов данных систем опираются на нейронные сети, распознавание образов, а также генетические алгоритмы.

Данная работа будет посвящена методам оптического распознавания образов. Цель работы – ознакомить читателя с основными существующими методами распознавания изображения. Большинство специалистов, впервые столкнувшихся с данной тематикой, пытаются применить метод из смежной области знаний, который логичен, но в Image Recognition полностью не работает. Начнем с нескольких принципов:

- При постановке задачи всегда необходимо идти от простейшего. Гораздо проще отметить объект меткой, чем следить за ним выделяя его каскадами.

- Одним из крайне важных условий в методах оптического распознавания, является строгая постановка задачи. Малейшая опечатка в ТЗ может стоить половины проделанной работы.

- В задачах распознавания образов нет универсального решения, способного покрыть весь объем требований. Возможен общий алгоритм, но это будет стоить огромного труда большой команды, и состоять из десятков задействованных подпрограмм.

- Библиотека OpenCV является одним из наиболее популярных инструментов для решения задач распознавания образов. В ней собрано около 2500 оптимизированных алгоритмов, но на практике бывают задачи, не решаемые с помощью данной библиотеки. Но и их возможно решить, если трезво оценивать их с нуля не используя OpenCV.

Разобьем существующие методы на три группы. Первая группа будет отвечать за методы предварительной фильтрации изображения. Вторая – это алгоритм логической обработки результатов фильтрации. Третья группа будет состоять из алгоритма принятия решения на основе логической обработки.

Группа 1. Фильтрация. Основная часть данных методов применяет нормализацию ко всем точкам изображения. На данном уровне анализ изображения не производится, но точки, что пройдут фильтрацию, будут рассматриваться как области с особыми характеристиками.

Классическая фильтрация Фурье. В анализе изображений используется ресурсоемкое двумерное преобразование объекта. На практике его мало кто использует, куда быстрее и проще использовать свертку функций интересующей области с уже готовым фильтром, заточенным на низкие и высокие частоты. Данный метод не позволяет провести анализ спектра, но в определенной задаче обычно нужен не анализ, а результат.

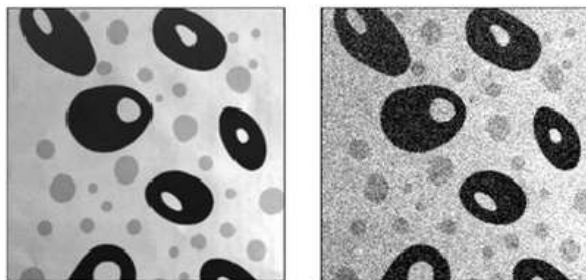


Рисунок 1 – Пример изображения до фильтрации и после

Бинаризация по порогу, выбор области гистограммы. Для RGB изображения порогом является значение серого цвета. Предположим, что необходимо выделить объекты на белом листе бумаги:

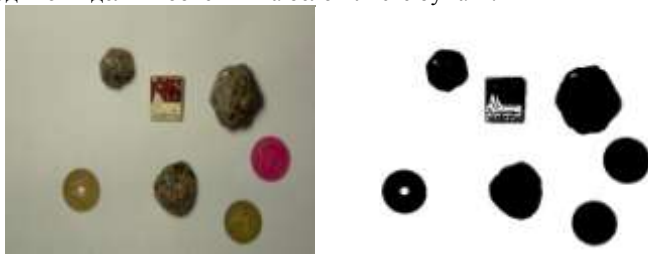


Рисунок 2 – Пример бинаризации объектов на белом листе бумаги

Порог, по которому происходит бинаризация, определяет процесс самой бинаризации. В данном случае, изображение было бинаризовано по среднему цвету. Обычно бинаризация осуществляется с помощью алгоритма, который адаптивно выбирает порог. Примером такого алгоритма может быть выбор моды или мат. ожидания. Бинаризация дает очень интересные результаты при работе с гистограммой. Например, сегментировать интересующие цвета.

Корреляция. Является незаменимым инструментом при фильтрации изображений. Стандартное применение – корреляция видеопотока для нахождения сдвигов или оптических потоков. Если нет корреляции изображения, значит, там было движение. Простейший детектор сдвига — тоже в каком-то смысле коррелятор.

Группа 2. Логическая обработка сигналов. Зачастую нельзя просто взять и использовать данные фильтрации без их обработки. В этой группе будет несколько стандартных методов, позволяющих перейти от изображения к свойствам объектов

Контурный анализ. Полученные ранее границы очень просто преобразуются в контур. Контур является уникальной характеристикой объекта, это часто позволяет идентифицировать объект. Для идентификации объекта по контуру пользуются методами математического контурного анализа.

Морфология[1]. Для перехода от фильтрации к логике зачастую используются методы математической морфологии. Данные методы убирают шумы из бинарного изображения, увеличив или уменьшив имеющиеся элементы.

Особые точки[1]. Это уникальные свойства объекта, что позволяют сравнить объект сам с собой или с объектами похожих классов. Существует множество способов, позволяющих определить такие точки. Некоторые способы выделяют особые точки через большой промежуток времени и при смене освещения, некоторые позволяют найти точки, которые остаются особыми даже при движении объекта. Данные способы заслуживают освещения в отдельной работе.

Группа 3. Алгоритм принятия решения

В большинстве случаев суть обучения в задаче распознавания образов заключается в следующем: имеется тестовая выборка с несколькими классами объектов. К примеру, присутствие человека на фотографии. Для каждого изображения из выборки есть набор признаков, выделенные каким-нибудь методом. Алгоритму обучения необходимо построить такую модель, по которой он сумеет, проанализировав новое изображение, принять решение, какой из объектов находится на изображении. По факту каждое из тестовых изображений – это точка в пространстве признаков. Ее координаты это вес каждого из признаков на изображении. Целью классификатора является отрисовать в пространстве признаков области, характерные для объектов классификации. Существует очень много классификаторов. Каждый разработан для решения определенной задачи, но четкого правила подбора классификатора пока не существует.

Заключение. Основные выводы:

- Каждый из методов разработан для решения определенной задачи.
- В разработке приложений с применением распознавания образов необходимо четко поставленное тех. задание.
- На данный момент не существует универсального метода по распознаванию образов.
- Что бы получить правильный результат, необходимо использовать несколько методов одновременно.
- Все методы строятся на математическом анализе тех или иных свойств полученного изображения.
- Библиотека OpenCV, содержит в себе большинство алгоритмов по распознаванию образов, и существенно облегчает разработку приложений связанных с данной тематикой.

Список литературных источников

1. Яне Бернд Цифровая обработка изображений: пер. с англ./Б. Яне. – М. : Технофера, 2007. – 584 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ПРОДАЖУ РЕКЛАМНИХ МІСЦЬ МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИМИ

Бородіна Г. Д., Островська К. Ю.

Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

В сучасних умовах регулярно відбуваються зміни, які стосуються всіх галузей, в зв'язку з технологічним прогресом, пошуком і дослідженням нових технологій, в тому числі і реклами. Рекламні послуги представляють ключовий суб'єкт ринку маркетингових комунікацій. На рекламному ринку вони виступають, як товар, який повинен задовольняти потреби суб'єктів і є об'єктом купівлі-продажу.

Ринок рекламних послуг стрімко розвивається, в результаті чого посилюється необхідність вивчення споживчого попиту, його галузевих, територіальних, сезонних і інших особливостей. Тому існує необхідність вивчення проблем розвитку рекламної сфери.

Міський інформаційний довідник 2ГІС-популярний ресурс, який об'єднав в собі карту міста і пошукову систему. Представлен 2ГІС в 19 країнах світу, в тому числі і в Україні, а саме в чотирьох найбільших містах країни: Київ, Дніпро, Харків і Одеса, а також прилеглі до них території. У 2ГІС є великий рубрикатор, завдяки якому 32 938 організацій нашого міста розділені на відповідні рубрики, такі як: поїсти, автосервіс, краса, розваги, медицина, автотовари, послуги, туризм, продукти, спорт та інше [1]. Всі організації нашого міста користуються попитом в рекламі. Але які рубрики найбільше потребують реклами? А які найчастіше користуються рекламними послугами? У чому властивість і перевага рекламних послуг, а також які види рекламних позицій надає 2ГІС? І як зміниться загальна картина рекламодавців Дніпра найближчим часом? На всі ці запитання можна дати відповіді за допомогою інтелектуального аналізу даних.

Існують різні методи інтелектуального аналізу даних, такі як OLAP і Data Mining. В основі останнього покладена концепція патернів, які відображають фрагменти багатоаспектних взаємовідносин у даних. Вони представлені у вигляді закономірностей, властивим підвибіркам даних, які вже можна уявити у зрозумілій формі для людського сприйняття. Data Mining - це процес виявлення сирих даних, які раніше не були відомі, нетривіальних, практично корисних і доступних закономірностей, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності. Результатом Data Mining є емпіричні моделі, класифікаційні правила, виділені кластери і тд, які після можна інкорпорувати в існуючі системи підтримки прийняття рішень і використовувати їх для прогнозу майбутніх ситуацій

У методах Data Mining виділяють п'ять стандартних типів закономірностей: асоціація, послідовність, класифікація, кластеризація, прогнозування[2].

Для вирішення нашої проблеми найбільш підходять послідовність (застосовуємо, коли є ряд пов'язаних подій), класифікація (виявлення ознак,

який характеризують групу, до якої належить об'єкт) і прогнозування (створюються шаблони, які адекватно відображають динаміку поведінки цільових показників).

Прогнозування, мабуть, одна з найбільш поширених завдань інтелектуального аналізу даних. Вона може бути застосована в будь-якій сфері діяльності. Сфера реклами не стала винятком: завдання будь-якої рекламної компанії полягає в тому, щоб змусити людей з різними стереотипами, цінностями, фінансовими можливостями, здійснювати покупки. Завдання складне, але це не означає, що вона нездійсненна. Будь-яке прогнозування завжди базується на актуальних аналогіях в минулому або сьогоденні моментах часу. На етапі старту рекламної компанії враховуються історія компанії, портрет і лояльність цільової аудиторії, наявні ресурси, доступні канали комунікації та обмеження (наприклад, максимальний бюджет). Таким чином, на основі наявної інформації, можна спрогнозувати ефективність реклами, а значить і термін рекламованої компанії (чим ефективніше реклама, тим частіше компанія буде користуватися послугами). Аналогічно прогнозуємо на основі запитів користувачів ті рубрики і компанії, які найбільш популярні зараз і як ситуація зміниться в подальшому. Адаже є чимало факторів від яких залежить популярність запитів. Так, наприклад, навесні популярні запити з пошуку велосипедів, взимку ж дані пошуки практично не відбуваються.

За допомогою класифікації, об'єднуємо рубрики в більш глобальні, що дає найбільш чітку картину ринку попиту.

За допомогою послідовності, ми відстежуємо тимчасові ділянки, при яких той чи інший запит найбільш популярний, а звідси бачимо картину, коли найбільш ефективно давати рекламу в тій чи іншій рубриці.

Список літературних джерел

1. Інформаційні та навчальні ресурси для працівників 2ГІС.
2. Дюк В.А., Самойленко А.П. Data Mining: учебный курс. - СПб.: Питер, 2001.
3. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб.— К.: КНЕУ, 2004. - 614 с.

ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГРИ З МАТЕМАТИЧНОЮ ЛОГІКОЮ

Вітрук І. Ю.

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

Досліджується система мобільних розробок ігор за допомогою ігрової системи Unreal Engine 4 – ця система являється однією з найпоширеніших й найсучасніших для розробки мобільних ігор, десктопних та консольних ігор що поширюється в вільному доступі в мережі. Мобільні ігри та додатки становляться все більш поширеними, майже кожний громадянин має в своєму розпорядженні мобільний пристрій під управлінням мобільних операційних системи Android чи IOS.

Була розроблена мобільна гра для операційної системи Android 4.03-8.2 (рис. 1) [1-3].



Рисунок 1 – Зображення мобільної гри

Також для цієї гри було зроблено ігрове меню (рис. 2) за допомогою якого можна:

- відключати чи включати звук;
- запускати та ставити гру на паузу;
- додавати додаткові ефекти.



Рисунок 2 – Ігрове меню

Для мобільного движку Unreal Engine 4 можна створювати алгоритми позиціонування та переміщення за допомогою програмного коду чи за допомогою візуального редактора що позиціює себе як редактор візуального програмування, який має назву Blueprints, за допомогою візуально редактора була розроблена система руху головного персона для 2D гри (рис. 3).

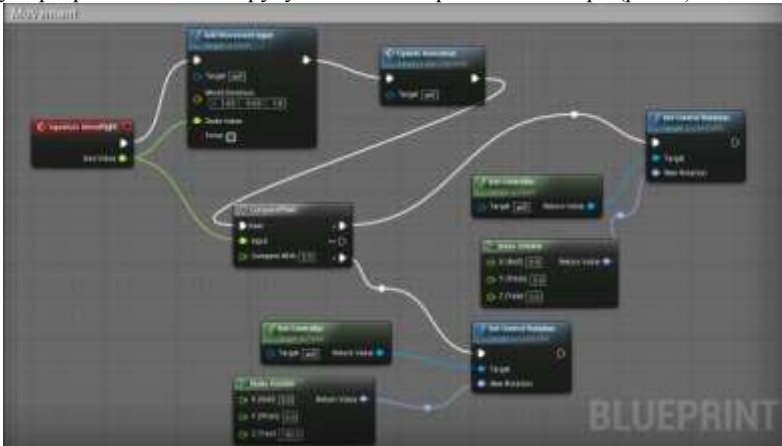


Рисунок 3 – Графічне програмування алгоритму руху

Також була спроектована система циклічного повтору руху, яке потрібно для постійного відновлення переміщення персонажу в просторі це специфічна умова для побудови руху в візуальному редакторі Blueprints (рис. 4).

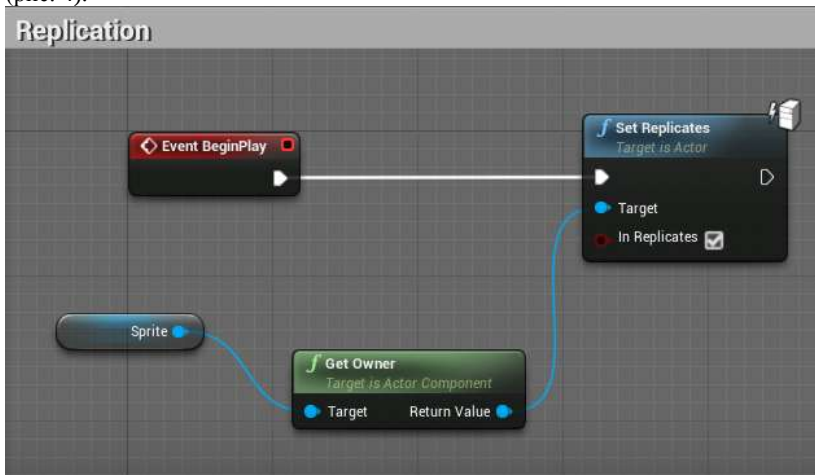


Рисунок 4 – Візуальний алгоритм циклічного руху

Для цієї гри була написана музика яка працює на фоні, для створення музики використовувалася акустична гітара, після цього частину мелодії

відредакували в програмі «Adobe Audition CC» в ній була очищена мелодія від шуму та зациклена на повтор щоб не було різких переходів з низьких тонів до високих.

Також був написаний програмний код для переміщення об'єкту в просторі, на мові програмування C++, ця мова пропонує об'єктно орієнтований підхід та використовується розробниками мобільних ігор для доступу об'єктів та засобів ігровому движку можна за допомогою цієї мови створювати різні графічні ефекти, панель керування, алгоритми рухів, анімацію та інше. Приклад програмного коду представлений в таблиці (таблиця 1). Програмний код був написаний в програмному редакторі «Visual Studio 2017», цей редактор пропонується в комплекті з програмним движком «Unreal Engine 4»

Таблиця 1 - Результати розв'язку оптимізаційної задачі

Файл MyActor.cpp // Fill out your copyright notice in the Description page of Project Settings. #include "MyActor.h" // Sets default values AMyActor::AMyActor() { // Set this actor to call Tick() every frame. You can turn this off to improve performance if you don't need it. PrimaryActorTick.bCanEverTick = true; Mesh = CreateDefaultSubobject<UStaticMeshComponent>("M yMesh"); } // Called when the game starts or when spawned void AMyActor::BeginPlay() { Super::BeginPlay(); } // Called every frame void AMyActor::Tick(float DeltaTime) { Super::Tick(DeltaTime); FVector NewLocation = GetActorLocation(); NewLocation.Z += 1.f; //move 1 unit up every top on new frame SetActorLocation(NewLocation); }	MyActor.h // Fill out your copyright notice in the Description page of Project Settings. #pragma once #include "CoreMinimal.h" #include "GameFramework/Actor.h" #include "MyActor.generated.h" UCLASS() class CODETUTORIALS2_API AMyActor : public AActor { GENERATED_BODY() public: // Sets default values for this actor's properties AMyActor(); protected: // Called when the game starts or when spawned virtual void BeginPlay() override; public: // Called every frame virtual void Tick(float DeltaTime) override; UPROPERTY(EditAny where) UStaticMeshComponent* Mesh; };
--	---

Список літературних джерел

1. Программирование и основы алгоритмизации: Учеб. пособие/В.Г. Давыдов. — М.: Высш. шк., 2003. — 447 е.: ил.
2. Андроїд : [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Android> – Загл. з екрану.
3. Unreal Engine 4: [<https://docs.unrealengine.com/en-us/>] / Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Android> – Загл. з екрану.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ОБРАЗІВ

Вовк К. І., Ляшенко О. А.

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

Проблема розпізнавання образів придбала велике значення в умовах інформаційних перевантажень, коли людина не справляється з лінійно-послідовним розумінням повідомлень, які до неї доходять, в результаті чого виникає необхідність автоматизації розпізнавання образів.

Останнім часом було виявлено, що штучний інтелект, а саме нейронні мережі перевершують продуктивність людини в ряді завдань, пов'язаних з комп'ютерним зором. У 2015 році дослідники констатували, що програми в певних завданнях проекту ILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge – кампанія по широкомасштабному розпізнаванню образів в ImageNet) перевершили людські здібності в ідентифікації символів на основі одного прикладу [1].

Таким чином, в умовах науково-технічного прогресу для більш ефективного і швидкого розпізнавання образів стоять завдання:

- виконати аналіз сучасного стану використання нейронних мереж у розпізнавання образів;
- встановити особливості використання згорткових нейронних мереж, створити актуальну нейронну мережу, яка буде натренована за допомогою глибинного навчання комбінуючи алгоритми навчання з учителем та без;
- створити інформаційну систему, яка має ефективно оптимізувати процеси з ідентифікацій зображень.

Найкращі результати в області розпізнавання зображень показала Convolutional Neural Network (CNN) або згорткова нейронна мережа (ЗНМ), яка є логічним розвитком ідей таких архітектур нейронних мереж, як архітектура когнітрону і неокогнітрону. Успіх згорткової нейронної мережі обумовлений можливістю обліку двовимірної топології зображення, на відміну від багат шарового персептрона.

ЗНМ забезпечують часткову стійкість до змін масштабу, зсувів, поворотів, зміни ракурсу та інших спотворень. Вони об'єднують три архітектурні ідеї для забезпечення інваріантності до зміни масштабу, повороту зрушення і просторових спотворень:

- локальні рецепторні поля (забезпечують локальну двовимірну зв'язність нейронів);
- загальні вагові коефіцієнти синапсів (забезпечують детектування деяких рис в будь-якому місці зображення і зменшують загальне число вагових коефіцієнтів);
- ієрархічна організація з просторової підвибірки.

ЗНМ використовують різновид багат шарових персептронів, розроблений так, щоб вимагати використання мінімального обсягу попередньої обробки [2]. Вони відомі також, як інваріантні відносно зсуву

(англ. Shift Invariant) або просторово інваріантні штучні нейронні мережі (англ. Space Invariant Artificial Neural Networks, SIANN), виходячи з їхньої архітектури спільних ваг та характеристик інваріантності відносно паралельного перенесення [3–4].

На даний момент ЗНМ та її модифікації вважаються кращими по точності і швидкості алгоритмами знаходження об'єктів на сцені. Починаючи з 2012 року, нейромережі займають перші місця на відомому міжнародному конкурсі з розпізнавання образів ImageNet.

Саме тому в роботі пропонується використання згорткової нейронної мережі, заснованої на принципах неокогнітрона і доповнену навчанням за алгоритмом зворотного поширення помилки.

Глибинне навчання – це галузь машинного навчання, що ґрунтується на наборі алгоритмів, які намагаються моделювати високорівневі абстракції в даних, застосовуючи глибинний граф із декількома обробними шарами, що побудовано з кількох лінійних або нелінійних перетворень.

Глибинне навчання є частиною ширшого сімейства методів машинного навчання, що ґрунтуються на навчанні ознак даних. Зображення може бути представлено багатьма способами, такими як вектор значень яскравості для пікселів, або абстрактнішим способом, як множина кромок, областей певної форми тощо. Деякі представлення є кращими за інші у спрощенні задачі навчання. Однією з обіцянок глибинного навчання є заміна ознак ручної роботи дієвими алгоритмами автоматичного або напівавтоматичного навчання ознак та ієрархічного виділення ознак.

Для реалізації проекту було обрано в якості середовища програмування – Python та TensorFlow. TensorFlow – це відкрита програмна бібліотека для машинного навчання цілої низки задач. Вона розроблена компанією Google для вирішення завдань побудови і тренування нейронної мережі з метою автоматичного знаходження та класифікації образів, досягаючи якості людського сприйняття [5]. Дана бібліотека застосовується як для досліджень, так і для розробки власних продуктів Google. Основне API для роботи з бібліотекою реалізовано для Python, також існують реалізації для C++, Haskell, Java, Go і Swift.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. A Learning Advance in Artificial Intelligence Rivals Human Abilities, The New York Times 2015.
2. LeCun, Yann. LeNet-5, convolutional neural networks. Прочитовано 16 November 2013.
3. Zhang, Wei (1988). Shift-invariant pattern recognition neural network and its optical architecture. Proceedings of annual conference of the Japan Society of Applied Physics.
4. Matusugu, Masakazu; Katsuhiko Mori; Yusuke Mitari; Yuji Kaneda (2003). Subject independent facial expression recognition with robust face detection using a convolutional neural network. Neural Networks 16 (5): 555–559.
5. Google Just Open Sourced TensorFlow, Its Artificial Intelligence Engine. Wired November 9, 2015.

ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ НАВАНТАЖЕНИХ WEB-СЕРВІСІВ

Гайда А. Ю.¹, Гусейнов Р. Г.²

¹ Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

² Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені
адмірала Макарова, Херсон, Україна

Стрімке зростання обсягів даних в корпоративних інформаційних системах, їх критична значимість для окремих областей діяльності, широке впровадження інтернет-технологій визначають актуальність досліджень в області збереження та захисту даних розподілених інформаційних систем, до яких належать Web-сервіси. Веб-технології є привабливими для користувачів, оскільки дозволяють з невеликими витратами отримати доступ до різноманітних сервісів обробки даних. Популярність таких сервісів та значні обсяги даних, що зберігаються, визначають проблеми ефективної доступу, організації та захисту інформаційних ресурсів таких сервісів.

Для надійного та оперативного забезпечення Веб-сервісів необхідними даними в частині швидкості обробки запитів, масштабованості, надійності методів попередньої обробки даних сучасні СКБД повинні відповідати різним, часто суперечливим вимогам в частині механізмів зберігання, доступу і захисту даних, адміністрування великих баз даних та забезпечення відповідності їх структури вимогам бізнес-процесів.

Зважаючи на значну кількість технологій організації, збереження та захисту даних в інформаційних системах постає задача науково-обґрунтованого вибору СКБД для організації сховищ даних навантажених Веб-сервісів.

Для вирішення поставленої задачі був проведений аналіз технологій організації сховищ даних на основі реляційних, об'єктно-орієнтованих, NoSQL, ієрархічних та інших СКБД. За результатами аналізу були визначені основні області використання різних СКБД, наявні переваги та недоліки кожної з СКБД (табл.1).

На основі результатів аналізу та математичного моделювання було запропоновано механізм динамічної реорганізації структур бази даних відповідно до частоти запитів окремих атрибутів таблиць бази даних та статистичних показників часу обробки запитів даних.

За результатами дослідження реалізовано алгоритм реорганізації структури бази даних з визначенням та перенесенням частини даних з основної, навантаженої СКБД в більш швидке, але менш потужне сховище даних.

В результаті може бути створена адаптивна система збереження даних, що дозволить автоматично підтримувати ефективну з точки зору часу доступу та навантаження на систему локалізацію даних в сховищі навантаженого Веб-сервера або інформаційної системи.

Таблиця 1 – Типи СУБД, їх переваги, недоліки та області використання

№	Тип сховища	Область використання сховища	Доступ та захист даних
1	Реляційні СКБД	Класичні проекти з відносно простою бізнес логікою	Висока швидкість обробки запитів; складності захисту даних, викликані особливостями побудови індексів
2	NoSQL СКБД	Проекти зі складною бізнес логікою та відносно невеликим обсягом даних	Можливості збереження неструктурованих даних; складності вибору методів захисту через можливо невідому природу даних
3	ОО СКБД	Проекти зі складною бізнес логікою та відносно великим обсягом даних	Ефективна автоматизація відносно простих запитів, можливості реалізації використання вбудованих в об'єкти методів захисту; Високе навантаження на систему
4	Документо-орієнтовані СКБД	Проекти з ієрархічно-впорядкованими даними	Можливості створення систем багаторівневого захисту
5	Розподілені СКБД	Проекти систем обробки даних з низькими вимогами до надійності	Можливості створення систем багаторівневого захисту, наявність проблем захисту при передачі даних
6	Надоор	Проекти систем обробки даних з високими вимогами до збереження великих наборів даних і низькими вимогами до надійності	Недоліки захисту даних, викликані розподіленою природою систем збереження даних, потреба постійно оновлювати дані

Запропоновані рішення можуть бути застосовані при вирішенні задач реорганізації розподілених сховищ даних в системах збору і обробки даних.

Список літературних джерел

1. Медведовский И.Д. Атака на Internet / И.Д. Медведовский, П.В.Семьянов, Д.Г. Леонов. – М.: ДМК, 1999. – 336 с.
2. Фаль О.М. Криптографія: основні ідеї та застосування/ О.М. Фаль. – К.: Вид-во НТТУ КПІ, 2004. – 28 с.

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Гнатушенко Вік. В., Журавель М. Є.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Розпізнавання візуальних образів є один з найважливіших компонентів систем управління та обробки інформації автоматизованих систем та систем прийняття рішень. Завдання, пов'язані з класифікацією і ідентифікацією предметів, явищ і сигналів, що характеризуються кінцевим набором деяких властивостей і ознак, виникають в таких галузях як робототехніка, інформаційний пошук, моніторинг та аналіз візуальних даних. Широко використовуються системи розпізнавання рукописного тексту, автомобільних номерів, відбитків пальців або людських осіб, безпеки та ідентифікації особистості. Специфічним завданням розпізнавання образів є віртуальна (доповнена) реальність - штучне середовище, яке заміщає людині всю аудіо-візуальну інформацію, яка надходить з навколишнього світу, тобто інформація з навколишньої дійсності лише частково доповнюється віртуальним змістом [1]. Тому з появою великої кількості доступних споживчих мобільних пристроїв завдання масового застосування технологій віртуальної реальності є актуальною.

Основними принципами, які характерні для системи з доповненої реальністю є [2]:

- комбінування реального та віртуального;
- взаємодія в режимі реального часу;
- робота з тривимірним простором.

Доповнену реальність можна розглядати як технологію інтеграції віртуальних об'єктів в реальний світ. Яка включає в себе кілька аспектів.

1. Візуалізація. Способи відображення візуальної інформації: візуалізації тривимірних об'єктів реального світу безпосередньо в контексті його експлуатації. Наприклад, предмети обстановки, які візуалізовані в інтер'єрі, архітектурний об'єкт на місцевості з геоприв'язкою.

2. Контекстні операції (тригери) - об'єкти реального світу, геопозиція або положення в просторі. Наприклад, перегляд людиною в незнайомій місцевості інформації про те, які об'єкти її оточують. В основному в існуючих додатках тригером найчастіше виступає геопозиція і напрям погляду користувача.

3. Візуальні вказівки - завдання, в ході яких, система надає контекстно залежну інформаційну підтримку користувачеві. Наприклад, візуальні вказівки навігації на місцевості.

Для вирішення задач створення доповненої реальності слід використовувати датчики мобільних пристроїв, які дозволяють визначати своє поточне місцезнаходження, а також його напрямок в просторі [3].

1. GSM-модуль - це пристрій, призначений для управління будь-якими виконавчими пристроями, як мобільними, так і стаціонарними, що знаходяться в межах покриття мобільної мережі чинного стандарту (GSM 900 МГц).

2. GPS-приймач - пристрій, який одночасно дозволяє визначити географічні координати поточного положення приймача. Дані про місцезнаходження обчислюються на підставі тимчасових затримок надходження радіосигналів, які випромінюються навігаційними супутниками.

3. Магнітометр - прилад, що вимірює характеристики магнітного поля. Магнітометри можуть спиратися на різні дані, щоб виконати свої функції. У телефонах встановлюються датчики, вимірювані напруженість поля (ерстедмери). Такий магнітометр вимірює тільки силу напруженості поля, не враховуючи напрям або градієнт поля. Такий датчик може реагувати не тільки на природний магніт - Землю, а й на найближчі намагнічені або просто металеві деталі.

4. Гіроскоп - модуль, який здатний реагувати на зміну кутів орієнтації тіла в просторі.

Однією зі складових в реалізації технології доповненої реальності є процес, який пов'язан з відстеженням положення спостерігача щодо навколишнього оточення - трекінг [4]. Для коректної візуалізації об'єктів в тривимірному просторі необхідно проводити трекінг з шістьма ступенями свободи: три значення позиції (x, y, z) і три кути (поворот навколо відповідних осей) для визначення орієнтації.

Для реалізації технології доповненої реальності необхідні два основних програмних компонента: трекінг і візуалізація. Для цього використовується комп'ютерний зір - наукова дисципліна, що вивчає теорію і базові алгоритми аналізу зображень і сцен [5]. Алгоритми комп'ютерного зору дозволяють виділяти ключові особливості на зображенні (кути, межі області), проводити пошук фігур і об'єктів в реальному часі, виконувати 3D реконструкцію з кількох фотографій.

В ході дослідження розглянуто існуючі підходи до технології створення доповненої реальності, методи візуалізації і геоприв'язки даних, які дозволяють забезпечити масову доступність, реалістичність і функціональність.

Список літературних джерел

1. Агеев В. Н., Узилиевский, Г. Я. Человеко-компьютерное взаимодействие: концепции, процессы, модели/ В. Н. Агеев, Г. Я. Узилиевский. – М.: Мир книги, 1995. – 538 с.

2. Azuma, R. A Survey of Augmented Reality// Presence: Teleoperators and Virtual Environments.– 1997.–vol. 6.– №4.– pp. 355-385.

3. Android Developers. Sensors Overview [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html.

4. Yemez Y., Schmitt F. 3D reconstruction of real objects with high resolution shape and texture //Image and Vision computing. – 2004. – Т. 22. – №. 13. – С. 1137-1153.

5. Визильтер Ю. В. и др. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий / М.: Физматкнига, 2010.–767 с.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ

Гнатушенко Вік. В., Кузнецов О. С.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Розвиток сучасних інформаційних технологій відкриває великі можливості в дослідженні багатьох фізіологічних явищ, що відбуваються в організмі людини. Розробляються нові методи і прилади. Велика увага приділяється комп'ютерної передачі та обробці даних, яка дозволяє реєструвати і досліджувати аномалії різних органів людини, наявність яких, відповідно до сучасних поглядів лікарів є одним з основних предикторів раптової смерті [1-3]. У порівнянні з традиційними методами надання лікувально-профілактичних послуг мобільна охорона здоров'я має ряд переваг: забезпечує зручний доступ до інформації та послуг із застосуванням портативних пристроїв в режимі реального часу. Технології зв'язку, що використовуються в пристроях медичного призначення, багато в чому залежать від зони покриття, швидкості передачі даних і споживання енергії, що є ключовими факторами при виборі мережевої технології для конкретного випадку [4].

Технологія Bluetooth - це бездротова технологія передачі даних забезпечує передачу інформації на невеликій відстані між пристроями. Bluetooth дозволяє спілкуватися таким пристроями, коли вони перебувають в радіусі до 10 метрів один від одного. Перевагами є низьке енергоспоживання; дає підтримку широкого діапазону додатків і дозволяє зменшити розмір кінцевого пристрою, що є важливим у медицині.

Технологія ZigBee - технологія, заснована на стандарті IEEE 802.15.4 і призначена для створення бездротових персональних мереж (WPAN) з використанням малопотужних радіопередавачів малих розмірів. Вона призначена для додатків, які потребують великого часу автономної роботи від батареї і надійної безпеки, при передачі даних на невеликих швидкостях. Використовується в пристроях медичної діагностики пацієнта, медичному обладнанні та біодатчиків і для моніторингу стану пацієнтів.

Технологія ANT + є стандартом бездротового зв'язку, який використовує ту ж частоту, що і Bluetooth, але дальність передачі до 30 метрів. Перевагою стандарту є енергозбереження (підключення по ANT + на 70% менш енергоємне, ніж по Bluetooth).

Технологія GPS (Global Positioning System) - система супутникової навігації, яка дозволяє визначати місце розташування і швидкість в будь-якому місці Землі і навколосемному космічному просторі. Найбільш корисною є при моніторингу стану літніх пацієнтів та людей з вадами опорно-рухового апарату.

Технологія 3G / 4G LTE. 3G - третє покоління технології мобільного зв'язку. Є набором послуг, що об'єднує як технологію зв'язку, що створюють канал передачі даних, так і високошвидкісний мобільний доступ з послугами мережі Інтернет. Під цим терміном мається на увазі технологія UMTS з

надбудовою HSPA. Зв'язок 3G будується на основі пакетної передачі. Мережі 3G працюють на межі дециметрового і сантиметрового діапазону, в основному, в діапазоні близько 2 ГГц, і передає дані зі швидкістю до 3,6 Мбіт/с.

4G LTE - четверте покоління технології мобільного зв'язку – стандарт високошвидкісної бездротової передачі даних для мобільних і нерухомих пристроїв, що працюють з даними. LTE це стандарт безпроводової передачі даних і розвитком стандартів GSM/UMTS. Метою LTE було збільшення швидкості і пропускної здатності з використанням нового методу модуляції і методу цифрової обробки сигналів, а також реконструювання і спрощення архітектури мереж, заснованих на IP, при цьому, значно зменшивши затримки при передачі даних в порівнянні з архітектурою 3G мереж. Бездротовий інтерфейс LTE повинен працювати на окремій частоті, тому що є несумісним з 2G і 3G. Специфікація LTE дозволяє забезпечити швидкість завантаження до 326,4 Мбіт/с, швидкість віддачі до 172,8 Мбіт/с, а затримка в передачі даних може бути знижена до 5 мілісекунд.

Технологія NFC. Near field communication або NFC - технологія високочастотного бездротового зв'язку малого радіусу дії, яка дає можливість обміну даними між пристроями, що знаходяться один від одного на відстані до 10 сантиметрів. NFC націлена перш за все на використання в цифрових мобільних пристроях. Ця технологія є простим розширенням стандарту безконтактних карт, що об'єднує інтерфейс смарт-карти і пристрою, що зчитує. Пристрій NFC підтримує зв'язок зі смарт-картами і з іншими пристроями NFC, тому є сумісним з існуючою інфраструктурою безконтактних карт [14].

Мобільна охорона здоров'я все більше впроваджується в повсякденне життя людини для передачі даних в портативному форматі і охоплює великі географічні території. Використання різних медичних пристроїв і додатків допомагають активному залученню людей до процесу моніторингу фізичної форми і підтримки здорового способу життя. Розробка веб-додатку, який би мав можливість швидко та без додаткових труднощів відтворювати медичні данні, обробляти та переглядати детальну інформацію про пацієнта є актуальною, що обумовлено необхідністю процесу збору, передачі та обробки інформації у сучасній медичній діагностики.

Список літературних джерел

1. Никитин П. В., Мурадянц А. А., Шостак Н. А. Мобильное здравоохранение: возможности, проблемы, перспективы // Клиницист. 2015. Т. 9. № 4. С. 13–21.
2. Kirichek R., Pirmagomedov R., Glushakov R., Koucheryavy A. Live Substance in Cyberspace – Biodriver System // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 274–278.
3. Пирмагомедов Р. Я., Кучерявый Е. А., Глушаков Р. И., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Живые организмы в киберпространстве – проект «Биодрайвер» // Электросвязь. 2016. № 1. С. 47–52.
4. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы/ В. Олифер, Н. Олифер. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.

ГЛИБИНА КОЛЬОРУ ТА КОЛЬОРНІ МОДЕЛІ

Дерев'янка О. І., Горбонос М. Л., Фененко Т. М.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Дослідники мікроструктури металевих сплавів під друку отримують зображення з поганою якістю. Навіть якщо роздільна здатність оптичного мікроскопу була великою, під час друку мале значення лініатури може погіршити якість фото. Тому була поставлена задача розробити такий інструмент корекції кольору растрових зображень, який підвищить лініатуру, зменшуючи при цьому глибину кольору. В роботі також розроблений метод видалення кольорів зображення (зменшення глибини кольору), що збільшить лініатуру зображення для якісного відображення друкованого фото мікроструктури металевих сплавів.

Проблема відображення на екрані та принтері кольорів растрових зображень пов'язана, по-перше, з взаємним перетворенням зображення колірних моделей RGB та CMYK, що приводить до втрати деяких кольорів; по-друге, з залежністю геометричної розподільної здатності та глибини кольору для друку.

Для коректного друку фото металографічних сплавів важлива лініатура, а точніше важливо її збільшити до роздільної здатності монітора або роздільної здатності оптичного мікроскопа, адже стандартна лініатура в струйних принтерах інколи буває маленькою, від чого помітна відстань між точками та зображення друкується з меншою точністю, ніж його можна побачити на екрані монітора чи оптичного мікроскопу.

Відношення роздільної здатності принтера до лініатури растра дає розмір сторони комірки растру, що вимірюється в точках принтера. Максимальна кількість точок принтера, що складають растрову точку рівна квадрату сторони комірки. Так, наприклад, якщо лініатура растру встановлена рівною 100 ліній/дюйм, а роздільна здатність принтера – 600 точок на дюйм, то сторона комірки растру буде рівна $600/100=6$ точкам. При заданих умовах растрова точка формується з $6 \times 6=36$ точок принтера. Ця величина має велике значення для адекватної передачі фото мікроструктури металевих сплавів, оскільки саме вона визначає кількість відтінків, що може передати растр з заданими параметрами. Чим вища лініатура – тим менш помітними будуть точки, що складають растр і тим ближче відбиток буде до фотографічного оригіналу. [1]

Глибина кольору в зображенні являє собою кількість бітів, які використовуються для відображення кожного кольорового пікселя. Таким чином, чим вище бітова глибина, тим краще дозвіл і якість зображення. Глибина кольору - сумарна кількість градацій інтенсивності, що характеризує максимальну кількість кольорів, яку можна теоретично відтворити на екрані.

Управління глибиною кольору дозволяє побачити різницю, між зернистим і більш чітким зображенням. Саме з допомогою налаштування глибини кольору стає можливим змінити лініатуру друку зображення. Функція налаштування глибини кольору - це налаштування кількості колірних відтінків і тонів, які містить зображення.

Розмір і якість комп'ютерного зображення в основному визначаються таким поняттям, як роздільність. Зображення формується з елементів, званих пікселями (рисунок 1.1). Кожен піксель растрового зображення має чотири характеристики - розмір, тоновий значення, глибину кольору та позицію. Ці чотири атрибута визначають роздільність, причому кожен це робить по-своєму.

Всі пікселі одного цифрового зображення мають однаковий розмір (рисунок 1.1). Спочатку розмір пікселя визначено роздільністю, з якою було скановане або оцифроване зображення. Так, дозвіл в 1000 пікселів на дюйм вказує, що розмір кожного пікселя дорівнює приблизно 1/1000 дюйма.

Чим вище дозвіл, тим менше розмір пікселя і тим більше кількість інформації і деталей на одиницю виміру.

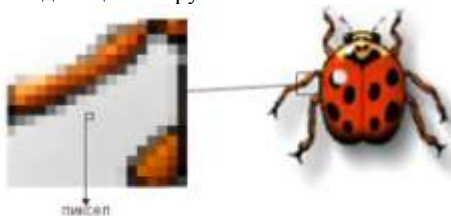


Рисунок 1 – Збільшений фрагмент (ліворуч) картинки (праворуч)

При низькій роздільній здатності розмір пікселя(точки) картини збільшується, що призводить до мозаїчної структури зображення (рисунок 2).



Рисунок 2—Зліва цифрове зображення має більш високу роздільну здатність, ніж зображення праворуч

Список літературних джерел

1. М.Н. Петров, В.П. Молочков. Компьютерная графика. Учебник (+CD). – СПб: Питер, 2002, 736с.
2. Петров М. Н. Компьютерная графика: Учебник для вузов. 3-е изд. (+CD). — СПб.: Питер, 2011, 544 с.
3. Васильев В. Е., Морозов А. В. Компьютерная графика: Учеб. пособие. СПб.: СЗТУ, 2005, 101 с.

АЛГОРИТМИ МАСКУВАННЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ АУДІО ФАЙЛІВ

Дерев'янюк О. І., Темченко В. В., Фененко Т. М.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Аналіз тенденцій розвитку комп'ютерних мереж показує, що найближчими роками інтерес до розвитку методів стеганографії посилюватиметься. Передумови до цього вже існують сьогодні. Зокрема, актуальність проблеми та вимоги інформаційної безпеки постійно росте, що стимулює пошук нових методів захисту інформації. І звичайно, сильним каталізатором цього процесу є розвиток комп'ютерної мережі загального користування Internet, зокрема такі невирішені суперечливі проблеми Internet, як захист авторського права, захист прав на особисту таємницю, організація електронної торгівлі, протиправна діяльність хакерів, терористів і тому подібне.

При побудові стегосистеми повинні враховуватися наступні положення:

- супротивник має повне уявлення про стеганографічну систему і деталі її реалізації. Єдиною інформацією, яка залишається невідомою потенційному супротивникові, є ключ, за допомогою якого тільки його утримувач може встановити факт присутності і зміст прихованого повідомлення;
- якщо супротивник якимсь чином дізнається про факт існування прихованого повідомлення, це не повинно дозволити йому здобувати подібні повідомлення в інших даних до тих пір, поки ключ зберігається в таємниці;
- потенційний супротивник повинен бути позбавлений яких-небудь технічних і інших переваг в розпізнаванні або розкритті змісту таємних повідомлень.



Рисунок 1 - Узагальнена модель стегосистеми

У зв'язку із зростанням ролі глобальних комп'ютерних мереж стає все більш важливим значення стеганографії. Аналіз інформаційних джерел комп'ютерної мережі Internet дозволяє зробити висновок, що в даний час стеганографічні системи активно використовуються для вирішення наступних основних завдань:

1. Захист конфіденційної інформації від несанкціонованого доступу;
2. Подолання систем моніторингу і управління мережевими ресурсами;
3. Камуфляжі програмного забезпечення;
4. Захист авторського права на деякі види інтелектуальної власності.

На даний момент два основні методи стеганографії - кодування в найменших значущих бітах і кодування на основі шумоподібного сигналу адаптовані для використання у випадку аудіопослідовностей.

Метод маскування інформації в найменших значущих бітах широко відомий. До недоліків - повну відсутність перешкодозахисної і високу вірогідність виявлення факту приховування статистичним аналізом. Цей метод добре підходить для випадків передачі інформації між відправником і одержувачем в цифровому вигляді, за наявності гарантій, що по шляху проходження сигнал не буде підданий якому – небудь перетворенню.

Метод маскування на основі шумоподібних сигналів широко відомий з теорії радіозв'язку, де він використовується для підвищення перешкодозахисності. Суть даного методу полягає в генерації псевдовипадкового шуму, упроваджуваного повідомлення, що є функцією, і підмішуванні отриманого шуму до основного сигналу-контейнера як аддитивної складової.

Список літературних джерел

1. Kipper G. "INVESTIGATOR'S GUIDE TO STEGANOGRAPHY". «Press Company». New York . 2004.
2. Katzenbeisser S. Fabien A. "Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking". «Artech House». Boston. 2000.
3. Конахович Г. "Цифровая стеганография ". «МК-Пресс». Киев. 2006.
4. Барсуков В. Шувалов А. "ЕЩЁ РАЗ О "СТЕГАНОГРАФИИ" – САМОЙ СОВРЕМЕННОЙ ИЗ ДРЕВНЕЙШИХ НАУК". «Бюро Научно-Технической Информации». www.bnti.ru.

СТЕГАНОГРАФІЧНІ АЛГОРИТМИ МАСКУВАННЯ ДАНИХ

Дерев'янюк О. І., Ярош Д. В., Фененко Т. М.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Завдання захисту інформації від несанкціонованого доступу вирішувалася в усі часи протягом історії людства. Вже в стародавньому світі виділилося два основних напрямки вирішення цього завдання, існуючі і по сьогоднішній день: криптографія і стеганографія. Метою криптографії є приховування вмісту повідомлень за рахунок їх шифрування. На відміну від цього, при стеганографії ховається сам факт існування таємного повідомлення.

Задачу вбудовування і виділення повідомлень з іншої інформації виконує стегосистема. Стегосистема складається з наступних основних елементів, представлених на рисунку 1.

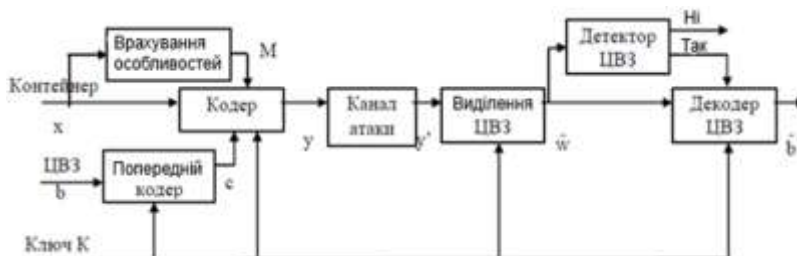


Рисунок 1 - Структурна схема типічної стегосистеми

На рисунку 2 представлена класифікація систем цифрової стеганографії.

У стеганографії використовується багато ідей з області компресії зображення. Крім того, знання алгоритмів стиснення відео допомагає конструювати робастні до цих алгоритмів.

Алгоритми, що використовують приховування даних в просторовій області, приховуються повідомлення в області вихідного зображення. Їх перевагою є те, що для приховування повідомлення немає необхідності виконувати обчислювально громіздкі лінійні перетворення зображень. Повідомлення маскується за рахунок маніпуляцій яскравістю або кольорними складовими.



Рисунок 2 - Класифікація систем цифрової стеганографії

У більшості методів приховування даних в зображеннях використовується та чи інша декомпозиція зображення-контейнера. Серед всіх лінійних ортогональних перетворень найбільшу популярність в стеганографії отримали вейвлет-перетворення і ДКП, що пояснюється їх успішними застосуванням при стисненні зображень.

Список літературних джерел

1. В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев, В. Ю. Головачев, Р.М. Ковалев, А. В. Коняев. Цифровая стеганография.
2. Kutter M., Jordan F., Bossen F. Digital signature of color images using amplitude modulation // Proc. of the SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases V. 1997. Vol. 3022. P. 518-526.
3. Darmstaedter V., Delaigle J.-F., Quisquater J., Macq B. Low cost spatial watermarking // Computers and Graphics. 1998. Vol. 5. P. 417-423.
4. Langelaar G., Lagendijk R., Biemond J. Robust labeling methods for copy protection of images // Proc. of the SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases V. 1997. Vol. 3022.
5. Nikolaidis N., Pitas I. Robust image watermarking in the spatial domain // Signal Processing, Special Issue on Copyright Protection and Control. 1998. Vol. 66. № 3. P. 385-403.

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ FPGA ПРОЕКТОВ В СОСТАВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заризенко И. Н.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина

Проект «Предоставление FPGA как сервис в облачных технологиях» основан на интеграции программируемых пользователем вентильных матриц для поддержки IaaS. FPGA как сервис предполагает, что платформа ПЛИС используется в качестве реконфигурируемого сервиса. Поскольку эти устройства предлагают набор функций, таких как хорошая производительность, более высокий уровень параллелизма и эластичность, которые идеально вписываются в центры данных. [1] В частности, это позволяет назначать и переназначать FPGA на разные виртуальные машины, расположенные на том же локальном узле, с использованием механизма мультиплексирования с временным разделением.

Платформы расположены удаленно и подключены к серверу с помощью различных интерфейсов. Пользователь, используя веб-службу FaaS Tasks, связанную с серверным приложением, может предоставить файл конфигурации битового потока для программируемого устройства. [2]

Таким образом, разработчики сервиса предлагают клиентам список виртуальных машин с поддержкой FPGA. Клиенты могут получить доступ к FPGA для прозрачного использования своих приложений в течение определенного периода времени.[4]

Проект включает в себя инструментальный комплект, предназначенный для осуществления процессов проектирования и верификации. Пользователь получает возможность с помощью облачных технологий разрабатывать собственную логику, имитировать и отлаживать ее используя ресурсы FPGA.[5] Можно использовать сторонние симуляторы, компиляторы более высокого уровня языка, инструменты графического программирования и библиотеки IP-ядер для FPGA. Также эта высокопараллельная платформа может использоваться для создания пользовательских ускорителей и обработки сложных вычислительных задач. Помимо создания приложений и услуг для собственного использования, пользователь сможет избежать всех капиталоемких и трудоемких шагов. (моя статья 2017)

В работе рассмотрены основные характеристики отладочных комплектов, которые включают в себя инструментальные модули, выполненные на базе кристаллов программируемой логики.

Представленная информация позволит разработчикам выбрать оптимальный инструментальный комплект, который в свою очередь может быть использован при реализации внедрения ПЛИС-ориентированных систем в облачные технологии.

Исходя из проведенного сравнения отладочных комплектов, их подходов к проектированию, можно предположить, что подходящим решением вполне способны стать ALTERA Cyclone IV GX с программируемой архитектурой, обладающие необходимой универсальностью и имеющие некоторые выявленные преимущества по сравнению с остальными рассмотренными подходами.

Платформа, которая предоставляет FPGA как сервис в облачных технологиях оборудована процессорами Intel Broadwell E5 2686 v4 (базовая частота 2,3 ГГц, режим Turbo 2.7 ГГц на всех ядрах и режим Turbo 3.0 ГГц на одном ядре), до 976 Гбайт памяти, до 4 ТБ хранилища NVMe SSD и до восьми FPGA. Платформа предоставляет разработчику множество ресурсов в дополнение к основной логике на основе FPGA. FPGA предназначены для платформы и изолированы для использования в средах с несколькими арендаторами.

Ниже представлены их основные характеристики отладочного комплекта, которые необходимы для выполнения проекта:

- 1) ALTERA Cyclone IV GX;
- 2) Объем памяти 64 Гб DDR4;
- 3) выделенный интерфейс PCIe X4 для процессора;
- 4) 29440 миллиона логических элементов;
- 5) приблизительно 6800 DSP-процессоров.

Список литературных источников

1. AWS, A. (2016). Amazon EC2 F1 Instances (Preview) – Run Custom FPGAs in the AWS Cloud. Web page at <https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/f1/>.
2. Perepelitsyn A. E., Kulanov V. O., Kolesnyk I.N. Providing of FPGA Resources as a Service: Technologies, Deployment and Case-Study// Proceedings of the PhD Symposium at 13th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications co-located with 13th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications, Kiev.-2017.
3. Eguro, K. and Venkatesan, R. (2012). FPGAs for Trusted Cloud Computing. In IEEE, editor, Proceedings - 22nd International Conference on Field Programmable Logic and Applications, 2012.-70.c.
4. Kachris, C. and Soudris, D. (2016). A Survey on Reconfigurable Accelerators for Cloud Computing. In Proceedings of the 26th International Conference on Field Programmable Logic and Applications 2016.-10.c.

АНАЛІЗ ДАНИХ З ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА МОДУЛІВ ВЕБ – ДОДАТКА

Зайченко А. О., Дорош Н. Л.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

Все більш популярною стає сфера інформаційних технологій, зокрема, діяльність по розробці програмного забезпечення: з'являються нові технології та нові професії. Щоб краще зрозуміти деякі тенденції в сфері, яка дуже динамічно розвивається, корисно провести дослідження даних з працевлаштування IT-спеціалістів. Дослідження акцентовано на спеціалістах, які зайняті у сферах веб-розробки та розробки додатків мобільних пристроїв. Саме ці два напрями є найпопулярнішими в нашій країні.

Розроблено веб-додаток для вводу, збереження та аналізу даних з працевлаштування IT-спеціалістів. Використано PHP-фреймворк Laravel та системи управління базами даних MySQL [1, 2]. Запропоновано дослідження даних у вигляді часових рядів[3].

Веб-додаток має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, для створення інтерфейсу сайту біла використана бібліотека Twitter Bootstrap[4]. Також завдяки використанню PHP-фреймворк Laravel, веб-додаток має високу надійність в роботі та забезпечує необхідну безпеку від несанкціонованого доступу, таких як SQL-ін'єкції, XSS, CSRF ті інше. Треба також зауважити, що розробка на PHP-фреймворк Laravel передбачає можливість розширення функціоналу (інтеграції додаткових модулів) без істотних витрат на зміну поточної системи.

У веб-додатку проведено візуалізацію даних з використанням графіків. Для цього використана спеціалізована бібліотека lavacharts [5], яка дозволяє автоматизувати створення графіків. Конфігурація є інтуїтивно зрозумілою і простою, оскільки вона використовує ті ж параметри, що і API Google Chart. Бібліотека Lavacharts призначена для роботи з будь-яким PHP-проектом, але деякі додаткові функції дозволять доволі легко інтегрувати в php-фреймворк Laravel.

Модулі аналізу даних розроблено на основі алгоритмів дослідження часових рядів. Реалізовані функції згладжування даних методами експоненційного згладжування, нелінійного перетворення Бокса-Кокса, цифрової фільтрації. При цифровій фільтрації використані декілька методів усереднення[3]. Проведено аналіз інформації. передбачено перегляд даних та спектральної щільності сигналу.

Дані анкет IT-фахівців можна розділити на кілька типів: особиста інформація – вік, стать; посада – програміст, тестувальник, дизайнер інші; область розробки: веб-технології (web-development), або розробка додатків для мобільних пристроїв (mobile-development); замовники з України або за кордону (аутсорсинг). На рисунку 1 показані графіки розподілу обраних спеціальностей серед IT-фахівців. Видно, що найбільша кількість працівників – це програмісти.

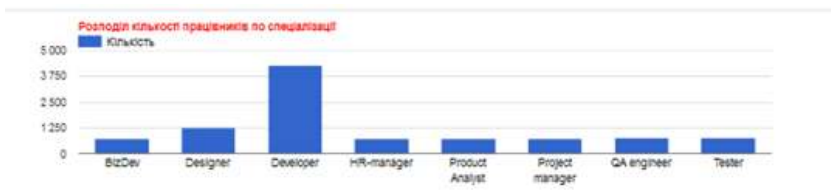


Рисунок 1 – Розподіл кількості працівників по спеціалізації (стовпчикова діаграма)

На рисунку 2 надано діаграму розподілу ІТ-спеціалістів по замовникам (червоний – іноземні замовники, синій – замовники на території країни). Як видно з діаграми, майже 60 відсотків ІТ-спеціалістів займаються розробкою для іноземних замовників. Інші зайняті в виконанні завдань для замовників на території країни. Перевага роботи з іноземними замовниками обумовлена більш високими прибуткам, але і потребує володіння іноземною мовою.

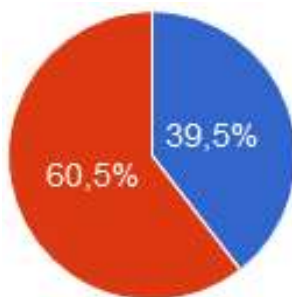


Рисунок 2– Співвідношення замовників

Список літературних джерел

1. Люк Веллинг, Лора Томсон. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL. 5-е издание. Пер. с англ. – М. – Диалектика-Вильямс, 2017. – 768с.
2. LARAVEL. [Електронний ресурс] – Режим доступу. — URL: <https://laravel.com> (дата звернення 20.09.2018).
3. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. Пер. с англ. /Под ред. В. И. Хохлова. – М. – Мир, 1982. – 428с.
4. Bootstrap from Twitter. [Електронний ресурс] – Режим доступу. — URL: <http://getbootstrap.com> (дата звернення 20.09.2018).
5. LAVACHARTS. [Електронний ресурс] – Режим доступу. — URL: <http://lavacharts.com> (дата звернення 30.09.2018).

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДИНАМІЧНОЇ ПОБУДОВИ ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА НА ОСНОВІ СТРУКТУРИ ПРИКЛАДНОЇ ОНТОЛОГІЇ

Кодола Г. М., Венедіктов Д. В.

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

Сучасні засоби для розробки користувацького інтерфейсу, а саме – будівники інтерфейсу і системи управління користувацьким інтерфейсом пропонують більш простий, зручний і зрозумілий підхід до розробки користувацького інтерфейсу.

Для реалізації основних вимог сучасного світу до розробки програмних засобів, а зокрема і графічного користувацького інтерфейсу (ГІК – графічний інтерфейс користувача) запропонований підхід до розробки інтерфейсу, який полягає в динамічній побудові інтерфейсу користувача за допомогою загальнодоступних (opensource) технологій, що в подальшому дозволить з легкістю модифікувати, а також підтримувати проект. В основі методу розробки лежить простота в застосуванні, що дозволить розробнику швидко і просто зрозуміти принцип роботи даного програмного забезпечення. Основними положеннями концепції розробки динамічної побудови інтерфейсу є наступні концепції [1]:

- об'єднання однорідних за структурою елементів сторінки в контейнери;
- можливість генерації елементів з різними параметрами, наприклад, ширини, висоти та інше;
- можливість додавання наповнення структурного елемента, наприклад, параграфи або заголовки;
- властивість позиціонування наповнення в залежності від батьківського елемента (елемент всередині якого знаходиться наповнювач), наприклад, позиціонування тексту по центру;
- властивість позиціонування безпосередньо елемента, за допомогою курсору в будь-якій ділянці сторінки;
- можливість збереження цієї структури для подальшого використання в особистих цілях.

Для динамічної побудови графічного інтерфейсу можуть бути використані такі технології як: Angular 6, React, VueJs, Knockoutjs, Backbonejs.

На відміну від статичної побудови у розробника не буде необхідності прописувати тисячі рядків коду для створення власної теми або індивідуального дизайну, а щоб не витратити багато часу на його розташування в динамічній побудові графічного інтерфейсу буде включена функція перетигування і можливість змінювати його розмірність безпосередньо на екрані, для більшого візуального сприйняття.

Для вирішення проблеми динамічної побудови графічного інтерфейсу пропонується підхід до розробки інтерфейсу, заснований на онтологіях.

Основна ідея підходу – формувати декларативну модель користувальницького інтерфейсу на основі універсальних моделей онтологій і потім за високорівневим декларативним описом автоматично генерувати виконавчий код інтерфейсу. Для спрощення формування компонента моделі інтерфейсу – моделі виразних засобів – розроблена модель онтології «графічний користувальницький інтерфейс», яка описує графічні інтерфейсні елементи, їх властивості та зв'язок один з одним для формування діалогу з користувачем, заснованому на екранних формах.

Один з кращих підходів для побудови ГІК, який заснований на використанні онтології для представлення використовуваних понять, це дозволяє більш детально описати проєктований користувацький інтерфейс для подальшого представлення в машинному коді. Для застосування такого підходу необхідно сформулювати систему понять користувача, яку можна розділити на систему понять діалогу і систему понять задач користувача.

Система понять діалогу – це система понять, через яку виражаються вхідні і вихідні дані, здійснюється інтелектуальна підтримка користувача в процесі його взаємодії з програмним засобом.

Система понять задач користувача описує задачі, які він може вирішити, використовуючи програмний засіб, при цьому окрема задача може складатися з набору підзадач. Згідно онтологічному підходу кожен елемент WIMP-інтерфейсу визначається своїм типом, безліччю параметрів, подій і функцій [2].

Основними елементами інтерфейсу, призначеними для угруповання в пов'язані групи і класи, є елементи типу «вікно-контейнер», елементи для операцій введення / виведення даних і виклику команд (елементи управління), елементи для опису. Кожен параметр елемента інтерфейсу складається з імені і типу його можливого значення. З кожним елементом інтерфейсу зв'язується безліччю його подій, які визначають реакції елемента інтерфейсу при його взаємодії з користувачем. Для опису безлічі можливих дій над елементом інтерфейсу використовуються функції.

Онтологічний підхід включає в себе побудову кількох моделей онтологій. Існують наступні моделі онтологій [3]:

- модель онтології системи понять діалогу (ОСПД) описує структуру термінів системи понять діалогу у вигляді зв'язків між ними;

- модель онтології задач користувача (ОЗК) описує задачі, які вона може вирішити за допомогою програмного засобу;

- модель онтології WIMP-інтерфейсів складається з двох рівнів: метаонтології, призначеної для опису структури інтерфейсних елементів і безпосередньо онтології, що містить опис безлічі інтерфейсних елементів відповідно до структури, представленої в метаонтології і безпосередньо онтології, що містить опис безлічі інтерфейсних елементів відповідно до структури, представленої в метаонтології.

- модель метаонтології WIMP-інтерфейсів (ОІР) – це безліч елементів інтерфейсу (Controls), які пов'язані з подіями (Eventsi), які задають безліч можливих реакцій [4].

Структурне відображення вищенаведених онтологічних моделей:

$$\text{ОСПД} = \langle \text{Ім'я Системи Понять, Групи Термінів} \rangle,$$

де Ім'я Системи Понять – ім'я системи понять діалогу;

Групи Термінів – безліч груп термінів:

$$\text{Групи Термінів} = \{\text{Група Термінів}\}.$$

Модель онтології задач користувача (ОЗК) описує задачі, які вона може вирішити за допомогою програмного засобу:

$$\text{ОЗК} = \langle \text{Ім'я Загальної Задачі, Задачі} \rangle,$$

де Ім'я Загальної Задачі – ім'я спільної задачі;

Задачі – задачі користувача:

$$\text{Задачі} = \langle \text{Тип Множини, \{Задача\}} \rangle,$$

де Тип Множини – тип безлічі,

Задача – задача користувача.

За допомогою перерахованих вище технологій, понять і методологій, а також їх зв'язку з елементами об'єктної моделі документа, можлива проста і зручна реалізація динамічної побудови інтерфейсу користувача на веб-сторінці, що значно прискорить час на розробку даного етапу в реалізації проекту.

Список літературних джерел

1. Гращенко Л. А. Обобщенная модель угроз информационной безопасности визуальных интерфейсов пользователя // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Информационные системы и технологии. – 2006. – №. 1. – с. 41-45.
2. MarkGreen, RobertJacob. SIGGRAPH: 90 Workshop report: software architectures and metaphors for non-WIMP user interfaces // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. – July 1991. – № 25(3). – с. 229–235
3. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, June 6–8, 1998 / Ed. N.Guarino. Amsterdam: IOS Press, 1998. с. 3–15
4. Gruber T. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // International Journal of Human-Computer Studies. November 1995. Vol. 43. Issues 5–6. с. 907–928.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Кодола Г. М., Кривченко К. С.

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

Кожне підприємство має свої цілі, асортимент послуг і товарів, система може бути розширена чи змінена під певні потреби. Комплекс для автоматизації і можливість тестування веб-додатку дозволить без зайвих складнощів проводити індивідуальні модифікації системи і дозволить мінімізувати кількість помилок в процесі доробки системи іншими спеціалістами.

В проєкті для покриття тестами всіх необхідних компонентів будуть використовуватись різні тестові сценарії і технології для їх реалізації. Це дозволить в майбутньому без складнощів розширяти проєкт новими функціями, або оновляти і вносити зміни в існуючий код спеціалістам з будь-якою кваліфікацією, і при цьому уникати можливих відмов у роботі веб-додатку, так як всі основні компоненти будуть мати тестові сценарії, і при їх невиконанні зміни не будуть вноситись в основний проєкт, і відповідно таким чином буде реалізована безпечна і зручна підтримка веб-додатку.

Тестування програмних додатків необхідно для забезпечення високого рівня безпеки і мінімізації вірогідності помилок або збоїв в роботі програми. Без покриття тестами програмного коду додатку можуть виникнути різні складнощі, такі як [1]:

- безпека персональних даних і даних яка оброблює і зберігає програмний продукт. Тестування дозволяє здійснювати додаткові перевірки в можливих вразливих місцях в коді програми, запускати тестові сценарії роботи користувача і спроби отримати закриту інформацію;

- вірогідність відмови в роботі певних компонентів програми при роботі різних спеціалістів над однаковими фрагментами коду – коли штат спеціалістів великий, існує велика вірогідність що інший програміст, який вносить зміни в існуючий код може змінити логіку роботи таким чином, що цей код буде працювати некоректно, або буде негативно впливати на роботу інших програмних вузлів. Тестування допомагає додатково перевіряти чи не змінився тип оброблюваних даних, призначення методу і в цілому механізм роботи функції, особливо якщо компонент активно взаємодіє з іншими частинами програми;

- вірогідність збоїв при навантаженні додатку. Перевірка програми на стійкість до навантажень особливо важлива у випадку якщо проєктом буде користуватись велика кількість людей. При розробці всі компоненти можуть працювати без помилок і досить швидко, але стрес-тести допомагають виявити слабкі і неоптимізовані місця проєкту і уникнути труднощів в експлуатації великою кількістю користувачів;

- обробка документації тестів і оцінка ефективності роботи програми з урахуванням змін. По тестовим сценаріям можливо оцінювати глибину та

ефективність тестів. У порівнянні з ручним тестуванням неможливо оцінити ефективність роботи і дати точну гарантію стабільної роботи після оновлення веб-додатку;

– розходження функціоналу і можливостей фінального релізу програмного продукту і умов вказаних в технічному завданні до проекту. Якщо проект складний і дуже об'ємний, можливі ситуації коли виникає різниця між технічним завданням і самим проектом. Написання тестів дозволяє заздалегідь спроектувати найважливіші аспекти проекту і уникнути при його подальшому розвитку серйозних розходжень в плані функціоналу і роботи продукту.

Для покриття різних варіантів сценаріїв збоїв і складнощів при розширенні можливостей веб-додатку, було прийнято рішення використовувати наступні види тестування програмного забезпечення [2]:

1. Unit-тести (Одиничне тестування, або модульне тестування) – це автоматичний вид тестування програмного забезпечення (виконується скриптом) тест для певної частини програми. Автоматичні тести дозволяють значно збільшити обсяг тестування порівняно з ручним тестуванням компонентів.

2. Тести сумісності – подібні тести дозволяють впевнитись що інтерфейс додатку буде сумісний з відповідними версіями браузерів. Можливо перевірити коректність роботи CSS-стилів, HTML-розмітки, Java Script коду в різних браузерах та їх версіях.

3. Тести бази даних – цей вид тестування надає можливість контролювати стабільну роботу бази даних додатку, цілісності даних таблиць, індексів і функцій.

4. Функціональне тестування – це тестування програмного забезпечення для перевірки реалізації функціональних вимог, тобто можливості в певних умовах вирішувати певні задачі які необхідні користувачам програми.

5. Стрес-тести – це тестування веб-додатку в умовах перевищення кордонів для нормального функціонування додатку. Стрес-тест призначений для визначення продуктивності системи і передбачення поведінки системи в умовах стресових навантажень.

Всі вище перераховані види тестів необхідно використовувати разом, для отримання найкращих результатів в плані безпеки і надійності роботи програмного продукту.

В майбутньому це дозволить здійснювати будь-які модифікації для збільшення швидкості виконання всіх бізнес процесів з продажу, обліку і аналізу даних підприємств – що дозволить збільшити конкурентоздатність на ринку певного напрямку.

Список літературних джерел

1. Myers G.J. The Art Of Software Testing. N.Y. John Wiley & Sons, Inc. 2004. – 254 p.
2. Burns D. Selenium 1.0 Testing Tools / D. Burns – London : Packt Publishing, 2011. – 248 p.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛИРОВАНИЯ РАСХОДОВ

Колесник Л. В., Северина В. С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Учет финансов является важным моментом нашей ежедневной жизни. Для того, что бы каждый желающий мог гармонично распределять свой бюджет, чтобы не только к концу месяца деньги оставались на важные покупки, но еще и удавалось накапливать. Финансы важно не только контролировать, но и уметь их грамотно распределять. Таким образом, была поставлена задача исследования методов оптимизации учета финансов и построение на их основе системы поддержки принятия решений (СППР) для контролирования собственных расходов. На данный момент есть различные принципы, позволяющие экономить деньги и помогать откладывать на какие-то важные затраты, покупки в будущем, что требуют длительного накопления финансов. Например: поскольку все статьи расхода являются важными для человека, необходимо каждую сокращать пропорционально друг другу, то есть уменьшать каждую статью расходов на одинаковый процент; наибольшему уменьшению подлежат те статьи расходов, на которые больше всего уходит средств, то есть расходы по ним вероятнее всего можно сократить; при покупке вещей нужно четко контролировать процесс и покупать только то, что планировалось, а не идти на поводу у сниженных ценников или выгодных оптовых цен, если на самом деле вам это не нужно. Все эти принципы подводят к тому, что для разумного учета финансов и оптимизации необходимо не только постоянно вести учет своих финансов (записывать, заносить данные в приложение), но и использовать методы планирования. Это позволит наперед знать, сколько и на что, вы сможете потратить, что можете себе позволить, а в чем стоит отказать. На сегодняшний день существуют «идеальная» модель планирования, к которой необходимо стремиться – модель «50:20:30». Модель хороша тем, что работает на макроуровне. Это правило позволит вам копить деньги и не отказывать себе в удовольствиях. Финансовое планирование не должно сопровождаться лишениями. Нет смысла составлять бюджет, если вы не сможете ему следовать. Эту модель придумала Алекса фон Тобель [1], основатель и глава американского финансового сервиса LearnVest. В основе этой модели лежит следующий подход разделения средств:

- 50 % вашего ежемесячного заработка должны уходить на все необходимые траты (например, аренду или ипотеку, транспорт, продукты, коммунальные услуги и так далее);
- 20 % должны уходить на сбережения или выплату долгов;
- 30 % – на развлечения (например, шоппинг, рестораны, уход за собой и другое).

Само собой, не у всех это получится сразу: у кого-то только на аренду квартиры уходит половина зарплаты или даже больше. Но соотношение «50:20:30» – это то, к чему обязательно нужно стремиться. Хотя, по мнению

автора [2], 20 % (сбережения или выплата долга) является самой важной частью контролирования финансов и считается, что обязательно необходимо оставлять часть денег «на себя». Таким образом, 20% идут не только на выплату долгов, но и в сбережения на личные нужды, чтобы не терять мотивацию.

СППР реализована в виде мобильного приложения и позволяет вести учет финансов, а реализованная модель «50:20:30» позволит оптимизировать их ведение. Такая модель позволит максимально разумно подойти к финансам и помочь пользователю распределить их так, что бы хватало и на досуг, и на питание, и на прочие необходимые категории.

Доступ к системе будет осуществляться через мобильное приложение для мобильной платформы (Apple iOS, Google Android) и поддерживать работу на смартфонах и планшетах. Окно мобильного приложения «Ввод затрат» представлено на рисунке 1.

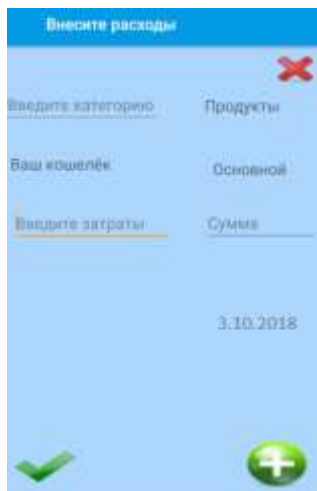


Рисунок 1 – Окно ввода затрат

В свою очередь приложение, используя модель «50:20:30», позволяет распределять доходы. Для наглядности использования данной модели проведем процедуру месячного планирования финансов двух студентов с доходом 1270 на каждого человека. На основании данной системы, получаем следующей распределение доходов: 50% необходимые траты – 1270 грн. (табл. 1), 20% сбережения – 508 грн., и 30% досуг – 762 грн. (табл. 2).

Данные представленные в таблицах 1 и 2 являются примерными и индивидуальными для каждого человека, так же они могут варьироваться от месяца к месяцу в зависимости от потребностей человека.

Таблица 1 – Ежемесячные затраты на «самое необходимое» (50%)

Наименование товары/услуги	Количество товаров/услуг, (кг./шт./ед.)	Цена за 1 (кг./шт./ед.), грн.	Суммарный расход по этой позиции, грн.
Мясо свинина	3	110	330
Мясо курица	2	80	160
Бумага	12	5,3	63,6
Хлеб	8	10,4	83,2
Молоко	6	17,8	106,8
Кетчуп	1	18	18
Майонез	1	30	30
Яйца	30	1,9	57
Крупа гречневая	2	25	50
Крупа рисовая	1	25	25
Крупа пшеничная	1	10	10
Картофель	6	8	48
Масло подсолнечное	1	20	20
Макарон	3	25	75
Масло сливочное	0,5	84	42
Сахар	1	15	15
Мука	1	16	16
Конфеты	1	100	100
Проезд на метро	20	2,5	50
			Всего: 1299,6 грн.

Таблица 2 – Ежемесячные затраты на досуг (30%)

Наименование услуги	Количество услуг, ед.	Цена за 1 ед. услуги, грн.	Суммарный расход по этой позиции, грн.
Поход в кино	1	160	160
Поход в кафе	3	75	225
Мобильная связь	1	130	130
Велосипед	1	200	200
			Всего: 715 грн.

Разработанная СППР осуществляет планирование расходов. Для этого подсчитывается в какой категории сколько было затрат в течение предыдущего месяца и сколько еще возможно потратить на ту или иную статью расхода, или же наоборот, где стоит сэкономить. Что позволит пользователю в следующем месяце более рационально контролировать и корректировать будущие затраты.

Список литературных источников

1. <http://www.lookatme.ru/mag/how-to/better-life/209397-lifehack-rule-50-20-30>.
2. A. Tobel: Financially Fearless: The LearnVest Program for Taking Control of Your Money. – Crown Business, 2013. – 336 p.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Колесник Л. В., Шкодич В. А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

В современном мире невозможно представить себе обыденность человека без компьютера. Именно в век передовых технологий наиважнейшую роль для человека занял – персональный компьютер (РС). Для кого-то – это «рабочая машина», для кого-то – развлечение (просмотр фильмов, интернет-сёрфинг, игры). Однако всех людей объединяет потребность в РС, но ведь он есть не у всех, либо уже существующий не справляется с поставленными задачами. Возникает желание и потребность – приобретения компьютера.

На сегодняшний день не существует системы поддержки принятия решений (СППР), которая бы полностью смогла помочь в выборе РС или отдельных его комплектующих в полной мере. Существуют системы (сайты), на которых можно лишь частично определиться с выбором той или иной детали.

Поэтому лицо, принимающее решение (ЛПР) для выбора комплектующих РС может использовать следующие подходы:

- обращение за помощью к специалисту и/или мастеру;
- самостоятельное обучение и изучение различных технологий изготовления, принципов компоновки деталей, основанных на их совместимости и так далее.

Однако все они затратные по финансам и по времени. Поэтому актуальной задачей является разработка СППР для выбора РС, которая удовлетворяет заявленным выше требованиям и является универсальным программным обеспечением, которое подойдёт как опытным пользователям РС, так и простым пользователям.

При использовании данной системы ЛПР сможет выбрать отдельные комплектующие для удовлетворения его потребности или выбрать наиболее важные критерии, которым должен отвечать компьютер, например недорогой, или производительный и т.д., и получить «готовую сборку компьютера».

Работа системы основана на подходе – MULTIMOORA, который является общей формой метода MOORA, разработанной в 2010 году. Ранжирование определяется в соответствии с методами MOORA, системой соотношения и ориентировочным подходом, MULTIMOORA делает окончательную оценку на основе их доминирования [1].

Метод MOORA нацелен на одновременную оптимизацию двух или более перекрывающихся качеств или целей в условиях ограничений. MULTIMOORA – формируется путем добавления полной мультипликативной формы. Это не другой алгоритм, он включает в себя два или более методов, в этом случае методы будут контролировать друг друга.

Метод системы соотношений начинается с определения критериев и значений производительности альтернатив в соответствии с этими

критериями. Ниже приведена матрица [1], которая позволяет формализовать этот процесс

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad j = \overline{1, m}; \quad i = \overline{1, n},$$

где x_{ij} – «ответ» альтернативы j на критерий i ;

m – количество альтернатив;

n – количество критериев.

Используя уравнение (1), матрица нормализуется и общая оценка каждой альтернативы определяется с использованием уравнения (2). Общая оценка альтернативы j по всем критериям (y_j^*) показывает порядковый рейтинг ЛПР, который строит матрицу [1]

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (1)$$

где x_{ij}^* – безразмерное число, представляющее «ответ» альтернативы j по критерию i .

$$y_j^* = \sum_{i=1}^{i=g} x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=n} x_{ij}^*. \quad (2)$$

В (3) учитывается значимость критериев i с использованием коэффициентов значимости s_i , $i = \overline{1, n}$.

$$y_j^* = \sum_{i=1}^{i=g} s_i x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^{i=n} s_i x_{ij}^*; \quad 0 \leq s_i \leq 1; \quad \sum_{i=1}^n s_i = 1, \quad (3)$$

где s_i – коэффициентов значимости i -го критерия.

Метод ориентировочного подхода [2] основан на нормированных данных, полученных методом системы соотношений. Наибольшее значение принимается в качестве опорного значения (r_i) для максимизации альтернатив по каждому из критериев и наименьшее значение принимается в качестве опорного значения в случае минимизации. Используя уравнение (4) вычисляется «расстояние» альтернатив до контрольной точки в соответствии с каждым критерием

$$d_{ij} = r_i - x_{ij}^* . \quad (4)$$

Матрица рассчитывается с использованием минимаксного подхода [2]

$$\min_j \left\{ \max_{(i)} |d_{ij}| \right\} . \quad (5)$$

Альтернативы сортируются от меньшего к большему, то есть происходит процесс ранжирования. Первый вариант, который имеет самое низкое значение, считается лучшим.

Для учета важности критерием можно (4) преобразовать к виду

$$d_{ij} = s_i r_i - s_i x_{ij}^* . \quad (6)$$

В методе полной мультипликативной формы [3] максимальные значения каждой альтернативы перемножаются и делятся на перемноженные минимальные значения. Для этого можно воспользоваться формулами (7)–(9).

$$U_j = \frac{A_i}{B_j} , \quad j = \overline{1, m} ; \quad i = \overline{1, n} , \quad (7)$$

$$A_i = \prod_{g=1}^s x_{gi} , \quad (8)$$

$$B_j = \prod_{k=i+1}^n x_{kj} , \quad (9)$$

где U_j – полезность j -й альтернативы;

m – количество альтернатив;

n – количество критериев;

s – количество критериев, которые должны быть максимизированы;

$(n - s)$ – количество критериев, которые должны быть минимизированы.

Значения сортируются от большего к меньшему и наилучшей альтернативой считается та, значение которой наибольшее.

Проанализировав предметную область, можно сделать вывод, что в общем случае существует 9 составных частей PC, а именно: системный блок, материнская плата, процессор, оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ), жёсткий диск (HDD), твердотельный накопитель (SSD), видеокарта, система охлаждения, звуковая и сетевая карты. На рисунке 1 приведены результаты подбора одной комплектующей на примере видеокарт.

Видеокарта	Критерии							The Subject of MOORA	The Reference Point: Approach of MOORA	The Full Information: Data
	1	2	3	4	5	6	7			
Альтернатива	Видео	Скорость	Частота такта чипа (MHz)	Частота такта памяти (MHz)	Частота AGP (MHz)	Цена (\$M)		Альтернативы по 1-й шкале	Альтернативы по 2-й шкале	Альтернативы по 3-й шкале
1	Asus	GeForce GT 340	6	282	8808	1308	8808	+	-	-
2	Gigabyte	GeForce GT 420	5	32	1912	954	1207	+	+	+
3	MSI	GeForce GT 420	3	56	1818	902	2176	-	-	-
4	Palit	GX 420	2	128	7808	1381	4790	-	-	-
5	MSI	GeForce GT 340	3	192	8808	1308	7796	-	-	-
6	Gigabyte	GeForce GT 340	3	128	7808	1354	4599	-	-	-
7	Gigabyte	GeForce GT 420	4	128	7808	1290	5767	+	+	-
8	Palit	GeForce GTx 380	6	192	8808	1308	10009	-	-	-

Рисунок 1 – Результаты подбора одной комплектующей на примере видеокарт

На рисунке 2 представлен результат работы СППР для выбора PC, в основе которого лежит подход и математический аппарат описанный выше.

The screenshot shows the 'PCBuilder' application window. The main title is 'Ваша сборка PC'. Below it is a table with columns: 'Продукт', 'Производитель', 'Серия', 'Наименование', and 'Цена (грн)'. The table lists various PC components like Processor, Video card, Motherboard, Operating system, Hard disk, Memory, Hard drive, and Power supply, each with its manufacturer, model, and price. To the right of the table is a section titled 'Выберите интересные вас программы:' with a list of software applications and checkboxes. The 'Microsoft Office 2010' checkbox is checked. At the bottom, there is a 'Плюс' button and a text field for 'Введите сумму, которую готовы потратить:' with the value '21000' entered.

Рисунок 2 – Пример работы программного средства

Разработанная СППР позволяет осуществлять подбор составных частей PC и при заданных условиях – ограничений (в частном случае – общая стоимость PC) производить выбор наилучшей комплектации.

Список литературных источников:

1. Balezentis, A., Balezentis, T., Valkauskas: Evaluating situation of Lithuania in the European Union: Structural indicators and MULTIMOORA method, Technological and Economic Development of Economy. – ResearchGate, 2010. – 585 p.
2. Brauers, W.K.M., Zavadskas: MULTIMOORA optimization used to decide on a bank loan to buy property, Technological and Economic Development of Economy. – ResearchGate, 2011. – 177 p.
3. Brauers, W.K.M., Zavadskas: Robustness of MULTIMOORA: A method for multi-objective optimization. – ResearchGate, 2012. – 11 p.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Колесник Л.В., Червенчук О.С.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

В последние года распространение Интернета во все отрасли жизнедеятельности человека привели к тому, что все чаще люди отдают предпочтение покупкам в онлайн-режиме. Данная тенденция коснулась и области бронирования и покупки железнодорожных, автобусных и авиационных билетов.

Самым важным для человека есть время, поэтому очень важно, чтобы время, затрачиваемое на покупку билетов, было минимальным, а сами билеты были оптимальны. В наше время существует огромное количество веб-ресурсов, позволяющих совершать покупки билетов онлайн, но каждая из них не соответствует вышеуказанным требованиям. Поэтому разработка системы поддержки принятия решений (СППР), которая позволяет производить поиск и бронирование билетов с учетом пересадки между всеми видами транспорта и возможностью выбора пользователем важного для него критерия оптимальности (время в пути или стоимость билетов), является актуальным.

В основе разработки системы лежит теория графов и алгоритмы поиска оптимального пути по графам [1].

Первым этапом является построение графа. Для построения всех вариантов маршрутов (с учетом, что на пересадку не менее 2 часов между различными видами транспорта) между пунктами используется алгоритм, в основе которого лежит алгоритм поиска в ширину. Алгоритм строит сетевой граф, где вершины – это места пересадок, дуги – количественные характеристики (время в пути или стоимость билета). Алгоритм работает по принципу, что если есть начальная точка отправления А и конечная точка В и нет прямых соединений между пунктами, то алгоритм добавляет следующую вершину в граф, только если данный промежуточный пункт будет вести нас к точке прибытия В.

После построения самого графа всех вариантов маршрутов необходимым шагом является алгоритм поиска оптимального маршрута. Для выбора алгоритма был произведен анализ наиболее популярных методов:

- алгоритм Дейкстры. Алгоритм работает исключительно для графов с ребрами положительного веса. Хорошо выполняется в графах с небольшим количеством вершин;

- алгоритм Беллмана-Форда. Это алгоритм поиска кратчайшего пути во взвешенном графе, который находит путь от одной вершины до всех остальных. Допускается наличие в графе ребер с отрицательным весом;

- алгоритм поиска A^* . Алгоритм является расширением алгоритма Дейкстры, но достигает более высокой производительности за счет введения в работу алгоритма эвристической функции. Алгоритм A^* является алгоритмом поиска по первому наилучшему совпадению на графе, который находит

маршрут с наименьшей стоимостью от одной вершины к другой. Порядок обхода вершин определяется эвристической функцией «расстояние+стоимость». Данный алгоритм пошагово просматривает все пути, ведущие от начальной вершины в конечную, пока не найдет минимальный;

– алгоритм Флойда-Уоршелла. Является динамическим алгоритмом для поиска кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа.

Поскольку для реализации поставленной задачи необходимо, чтобы алгоритм работал с большим количеством вершин, а скорость работы была высокой, то исходя из асимптотической сложности алгоритмов (табл. 1) был выбран A*.

Таблица 1 – Оценка асимптотической сложности алгоритмов

Название алгоритма	Сложность
Дейкстры	$O(n^2 + m)$
Беллмана-Форда	$O(n * m)$
A*	$O(\log(k(x)))$
Флойда-Уоршелла	$O(n^3)$

Для лучшего понимания взаимодействия пользователя с элементом СППР было построено схему взаимодействия (рис. 1) с помощью языка UML [2].

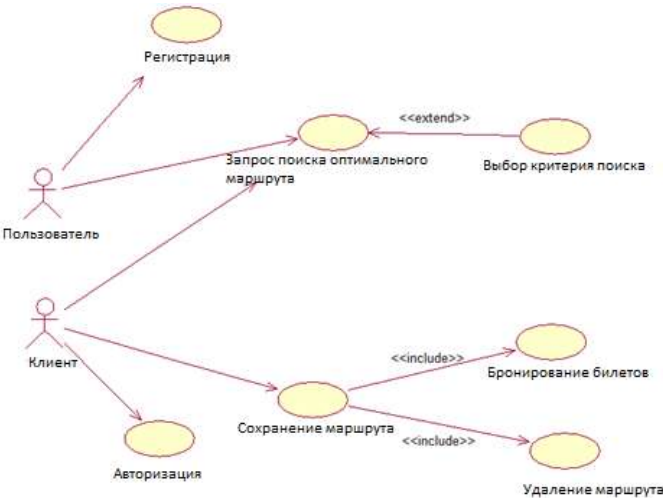


Рисунок 1 – Схема вариантов использования системы авторизованным пользователем (клиент) и неавторизованным пользователем (пользователь)

Для реализации клиентской части, был разработан веб-ресурс с использованием следующих технологий:

- платформа ASP.NET Core 2;
- HTML, CSS, JS, AJAX – для создания дружелюбного пользовательского интерфейса;
- Entity Framework Core – для хранения данных;
- технология SPA (одностраничное приложение) – это приложения, которые доступны через веб-браузер, как и другие веб-сайты, но предлагают более динамичные взаимодействия, напоминающие родные мобильные и настольные приложения. Самая заметная разница между обычным сайтом и SPA – это уменьшение количества обновлений страницы [3].

Далее приведем пример работы разработанного веб-ресурса в двух плоскостях. Первая – со стороны работы алгоритма на примере поиска маршрута «Павлоград-Киев» (рис. 2) с учетом критерия оптимальности в виде времени, затраченного на маршрут.

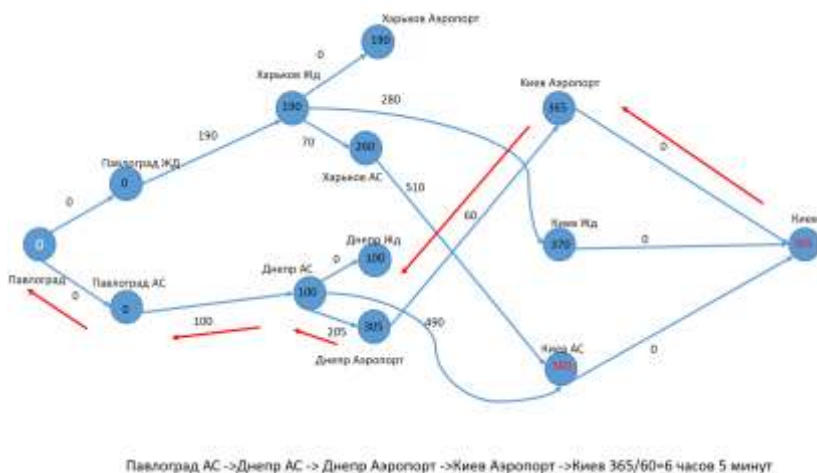


Рисунок 2 – Пример работы алгоритма поиска оптимального маршрута с временным критерием оптимальности

Вторая – со стороны интерфейса пользователя. На рис. 3 представлено форму заполнения данных для поиска. В данной форме необходимо заполнить такие поля, как пункт отправление, пункт прибытия, дата и время отправления. Также есть возможность выбрать какие виды транспорта должны быть использованы для поиска билетов. В случае если пользователем выбран прямой маршрут и этого маршрута не существует, система выводит сообщение об этом и предлагает произвести поиск маршрута с пересадками. На рис. 4 представлено результат работы алгоритма, представленного на рис. 2. Когда выбрано поиск маршрута с пересадками, система формирует различные

комбинации со всеми выбранными видами транспорта с учетом того, что на пересадку предполагается не менее двух часов.

Поиск оптимальных маршрутов Мои маршруты [Вернуться к настройкам](#) [Выход](#)

Выберите время отправления

Выберите тип используемого транспорта:

☐ Поезд
☐ Автобус
☐ Самолет

☐ Прямой маршрут ☐ С пересадками
☐ Все ☐ Самый дешевый ☐ Самый быстрый

Прямой маршрут между выбранными городами нет. Вы можете выбрать маршрут с пересадками

Рисунок 3 – Форма заполнения информации о поиске маршрута

Поиск оптимальных маршрутов Мои маршруты [Регистрация](#) [Вход](#)

☐ Поезд
☐ Автобус
☐ Самолет

☐ Прямой маршрут ☐ С пересадками
☐ Все ☐ Самый дешевый ☐ Самый быстрый

Время в пути 06:05:00, стоимость маршрута 2851грн, время на пересадку 03:25:00				Сохранить
БАЗ Автобус	Павлоград АС 2018-11-14 06:20:00	ДНЕПР АВЦ 2018-11-14 08:00:00	01:40:00 51грн	
PS1004 Самолет	Международный аэропорт Днепропетровск 2018-11-14 11:25:00	Международный аэропорт Борисполь 2018-11-14 12:25:00	01:00:00 2800грн	

Рисунок 4 – Результат работы разработанного веб-ресурса

Список литературных источников

1. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ: Пер с англ. – М.: «Вильямс», 2006. – 1296 с.
2. Шмullер Дж. Освой самостоятельно UML за 24 часа: Пер с англ. – М.: «Вильямс», 2002. – 352 с.
3. Gil Fink, Ido Flatow. Pro Single Page Application Development: Using Backbone.js and ASP.NET. – Apress, 2014. – 225 p.

АЛГОРИТМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ

Копей В. Б.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ, Україна

Відомі технології синергетичного штучного інтелекту ґрунтуються на синергетичному об'єднанні великої кількості різноманітних інтелектуальних елементів. Зокрема гібридні інтелектуальні системи об'єднують різні концепції подання і обробки знань [1], а багатагентні системи ґрунтуються на взаємодії великої кількості інтелектуальних агентів [2]. Такого роду інформаційні системи (ИС) потрібно відносити до класу складних систем і, відповідно до принципу ізоморфізму, їм повинні бути властиві усі закономірності складних систем [3]. До закономірностей складних систем відносять: закономірності взаємодії частини і цілого (емерджентність, адитивність, прогресуюча систематизація, прогресуюча факторизація, інтегративність), закономірності ієрархічної впорядкованості (ієрархічність та комунікативність), закономірності здійсненності систем (закон "необхідної різноманітності", еквіфінальність, закономірність потенціальної ефективності), закономірності розвитку систем (історичність та самоорганізація) [4]. Складним системам властива синергія усіх цих закономірностей.

В праці [1] наголошується на важливості самоорганізації в гібридних інтелектуальних системах. Найбільший вплив на самоорганізацію мають такі відношення між елементами системи як "координація", "узгодженість" і "спір" [1]. Аналіз цих відношень показав, що існує, як мінімум, два класи мікрорівневих моделей ІС за ознакою наявності координації між координатором і експертами, три класи за ступенем узгодженості експертів і два класи за ознакою наявності спору. Таким чином, може існувати не менше 12 різних класів мікрорівневих моделей ІС [1]. Під час самоорганізації ІС змінює свою мікрорівневу модель так, щоб залишатися релевантною задачам [1].

До таких систем слід відносити також ІС підтримки життєвого циклу (ЖЦ) виробу. В праці [3] на основі принципу ізоморфізму закономірностей складних систем та міждисциплінарного аналізу цих закономірностей у різних природних та штучних системах розроблено абстрактну модель такої ІС. Класифікація ЖЦ виробу методом дихотомії дозволила описати класи функціональних елементів моделі ІС та їх ієрархію. Виділено і описано зміст класів "ідея", "вимога", "аналіз", "мотив", "рішення", "контроль", "оцінка", "реалізація". Виконано аналіз бінарних відношень між класами моделі та виділено їх типи: "тотожність", "синхронність", "пряма послідовність", "антипослідовність", "обернена послідовність".

Міждисциплінарні дослідження загальносистемних закономірностей на прикладах різних природних та штучних складних систем повинні бути основою побудови таких ІС. У зв'язку з великою кількістю таких досліджень в

самій ІС потрібно створити механізми автоматизованої реалізації результатів цих досліджень в алгоритмах ІС. Це можливе, наприклад, шляхом організації загальнодоступної бази знань з цими результатами, яка наповнюватиметься дослідниками якою-небудь мовою опису систем.

На основі міждисциплінарних досліджень складних систем можна запропонувати наступний алгоритм функціонування ІС. Алгоритм включає механізми ізоморфні до механізмів соціальних систем і біологічної еволюції (соціальні групи, політика, природний добір і мутація).

1. Створюється початкова множина з різноманітними незалежними функціональними елементами ІС. Функціональний елемент може розв'язати частину задачі і володіє інформаційним входом і виходом для взаємодії з іншими елементами. Це можуть бути лінгвістичні ресурси, бази даних, бази знань, прикладні програми, комп'ютерні моделі, апаратне забезпечення, користувачі. Різноманіття елементів забезпечує стійкість ІС, так само як біорізноманіття забезпечує стійкість біоценозів. Якщо синергія механізмів мутації і природного добору є причиною біорізноманіття, то і ІС повинна володіти подібними механізмами.

2. Вибирається множина ознак (координатних осей) для класифікації елементів. Наприклад можна взяти дві ознаки: етап ЖЦ та рівень динаміки системи [3] (рис. 1).

3. Відповідно ознак множина функціональних елементів ІС ділиться на класи методом дихотомії [3]. У найпростішому випадку можна обмежитись двома класами за кожною ознакою, наприклад, {"етап 1", "етап 2"}, {"статика", "динаміка"}. Якщо поділити кожен етап ЖЦ на два класи ще раз, то отримаємо всього 8 класів $f(x, y)$, де x - етап ЖЦ, y - рівень динаміки (рис. 1).

4. Вибирається модель взаємодії класів. Для побудови моделей взаємодії класів може бути використаний аналіз різних типів ідеологічних і політичних систем в суспільстві. Відомо, що ці типи відповідають задачам, які виникають перед суспільством, і етапам ЖЦ суспільства. Модель взаємодії може генерувати спеціальний елемент ІС "координатор". Він повинен вибиратись тимчасово з того класу, який відповідає задачі. Наприклад можна запропонувати синергетичну з точки зору подібності цілей модель взаємодії - елементи взаємодіють тільки з сусідніми класами на координатній осі. Наприклад $(f(1,1), f(1,2))$ (рис. 1). В такій моделі виникає мінімум конфліктів. У випадковій моделі взаємодіють довільні пари елементів, що може призводити до дисинергії (як $(f(1,1), f(3,1))$). Взаємодія може бути послідовна $(f(1,1), f(2,1))$ або паралельна $(f(1,1), f(1,2))$ за ознакою "етап". Відповідно закону "необхідної різноманітності" необхідно забезпечити різноманітність таких моделей і дотримуватись рівноваги між "порядком" і "хаосом".

5. Виконується взаємодія елементів. В результаті взаємодії можуть утворитись нові елементи (рішення), які додаються в множину.

6. Відбувається повтор - перехід до п. 5 (або 4, або 3, або 2). Таким чином формується ЖЦ ІС і його ієрархія.

Такий ІС повинні бути властиві усі базові закономірності складних систем. В даному випадку дихотомічна класифікація забезпечує емерджентність, інтегративність і ієрархічність; незалежність елементів -

адитивність; різнотипність елементів і відношень - "необхідну різноманітність"; ЖЦ ІС - історичність; різнотипна координація - самоорганізацію.

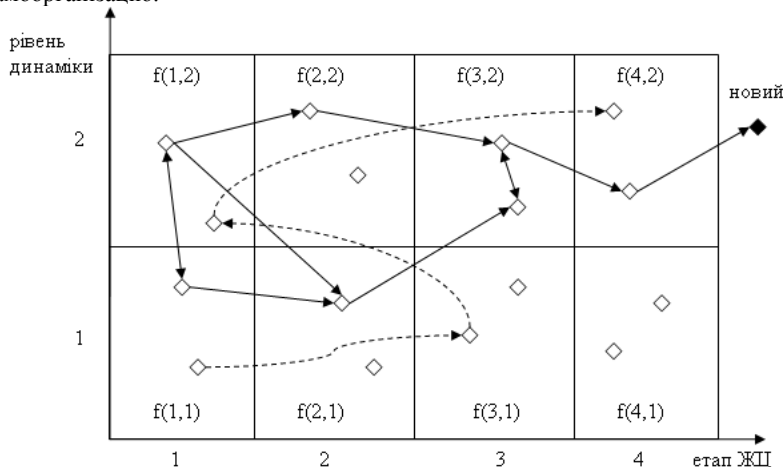


Рисунок 1 - Відношення між елементами ІС (◇): синергетичні (-), дисинергетичні (- -)

Реалізувати таку ІС можна мовою програмування загального призначення Python, на основі принципів запропонованих в праці [5]. Кожен елемент є незалежним Python-класом, в якому описано алгоритм його функціонування.

Список літературних джерел

1. Колесников, А.В. Гибридные интеллектуальные системы с самоорганизацией: координация, согласованность, спор / А.В. Колесников, И.А. Кириков, С.В. Листопад – М.: ИПИ РАН, 2014. – 189 с.
2. Wooldridge, M. An Introduction to Multiagent Systems / Michael Wooldridge - Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002. – 366 p.
3. Копей, В. Б. Абстрактна модель інформаційної системи підтримки життєвого циклу виробу / В. Б. Копей // Прикарпатський вісник НТШ. Число. – №2(38). – 2017. – С.71-96.
4. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высш. шк., 2004. – 616 с.
5. Копей, В. Б. Застосування мови програмування Python для побудови баз знань з проблем надійності і довговічності штангових свердловинних насосних установок / В. Б. Копей, І. І. Палійчук // Нафтогазова енергетика. – №2(15). – 2011. – С.12-18.

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖАХ

Костенко Д. Є., Гавриш В. В., Сасенко В. В.

Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна.

Сучасні інформаційні технології надають досліднику потужний апарат для "маніпулювання даними". Переведені в електронну форму дані набувають нової якості, забезпечуючи більш просторе поширення і ефективне використання. Але при цьому існує одна з вічних проблем людського суспільства – проблема пошуку інформації. На перший погляд, може скластися враження, що розвиток інформаційних технологій не може надати адекватний апарат для оперування з інформацією та інформаційними ресурсами. А.Н. Колмогоров неодноразово наголошував, що дані представляють інформаційну цінність лише тоді, коли вони є складовою частиною деякої моделі реального світу і пов'язані з іншими даними. [1]

Таким чином, застосування інформаційних інтелектуальних технологій (в тому числі – технологій пошуку інформації) повинно ґрунтуватися на використанні різних моделей.

Всесвітня мережа пропонує нам колосальну кількість інформації, але недосконалість пошукових систем викликає значні труднощі при доступі до даного матеріалу і з кожним роком цих проблем стає все більше, а виправлення проблем вимагає витрат ресурсів, застосування більш досконалих технологій і алгоритмів.

Основні проблеми пошуку інформації:

1. Накопичення людиною в Інтернеті (і не тільки) «порожньої» і застарілої інформації.
2. Ресурси та сервіси з малою текстовою інформацією.
3. Проблема релевантної та пертінентної інформації.

Існуючу проблему пошуку інформації вже давно намагаються вирішити шляхом створення універсальних або спеціалізованих інформаційно-пошукових систем. В результаті випереджального розвитку технологій пошуку в порівнянні з методиками роботи семантичною інформацією утворився помітний розрив між технікою роботи з даними (пошуком) і здатністю працювати з вмістом, закладеним в цих даних [1].

Проблема пошуку інформації полягає в тому, що з моменту створення Інтернету в мережу щодня вивантажується величезна кількість інформації і лише невелика частина залишається актуальною на сьогоднішній день. Вся застаріла і «порожня» інформація накопичується і забиває інформаційний простір. Пошукові системи вкрай погано справляються з обробкою запиту і при виклику користувач отримує всю інформацію без розбору. В результаті потрібний матеріал, майже завжди, втрачається в потоці непотрібної інформації.

Одним з найбільш неприємних наслідків описаної ситуації є складність пошуку інформації, що міститься в текстових документах мережі Інтернет. Це відноситься і до традиційних методів пошуку, характерним для бібліотек:

пошук по імені автора, документа, назви документа, або тематичний пошук, оскільки документ, забезпечений метаданими (структуровані дані), може не містити явно заповнених відповідних полів метаданих. Зрозуміло що, подібна обробка не може бути повністю автоматизована. Звідси виникає потреба, у відповідних програмних засобах, зменшення необхідності участі людини в процесі контролю за якістю обробки інформації. Тому стає актуальною задача розробки і реалізації алгоритмів, що автоматизують основні етапи пошукового процесу.

І одна з найважливіших – це проблема релевантної та пертінентної інформації. Релевантною називається інформація, зміст якої відповідає інформаційним запитом, а пертінентною – зміст якої відповідає інформаційній потребі. Наприклад, слова «вино» і «вина» мають в деяких відмінках подібні словоформи, внаслідок чого при запиті будуть включені обидва названих слова. Тим самим при включенні в запит слова «вино» буде видана, в тому числі, інформація, що містить слово з початковою формою «вина», яка є, взагалі кажучи, не релевантною. Також варто звернути увагу і на такі омоніми як «орган», оскільки, наприклад при запиті релевантної буде інформація як про музичний інструмент, так і про частину організму.

Побудова масштабних інформаційних систем вимагає розподіленого зберігання інформації. Ефективна експлуатація інформаційних ресурсів можлива тільки в тому випадку, якщо вони постійно підтримуються адміністраторами та авторами цих ресурсів. Виникає проблема інтероперабельності, тобто забезпечення взаємодії різнорідних інформаційних джерел. Для інтеграції різнорідних систем, а також їх ресурсів всередині кожної окремо взятої системи потрібне узгодження як моделей даних, так і форматів їх подання. При створенні інформаційних систем недостатня увага приділяється питанням релевантності та пертінентності інформації. Кінцева мета роботи з застосуванням інформаційних технологій пов'язана з можливістю отримання з інформації знань, яка тягне за собою необхідність наявності зв'язку між документами. Наприклад, потрібен зв'язок власних назв з інформацією про конкретні носії цих імен, в іншому випадку ім'я буде нести обмежену, чи не інформаційну функцію. [1].

Це далеко не всі проблеми пошуку інформації в середовищі Інтернету (і не тільки) і стає зрозуміло, що ситуація з кожним роком буде тільки погіршуватися. Але не все так погано – цю ситуацію можна і потрібно змінювати. Комплексне вирішення цих проблем можливо шляхом створення інтелектуальних інформаційних систем, штучного інтелекту, впровадження семантичних і онтологічних підходів до пошуку інформації, пошукової (SEO) оптимізації, а також інтелектуального інтерфейсу (діалог, графіка), завдяки якому комп'ютер в режимі діалогу підсилює логічні можливості людини. Важливо, щоб створювані системи могли в автоматизованому режимі обробляти слабкоструктуровані документи.

Список літературних джерел

1. Шокін Ю.І. Проблеми пошуку інформації / Шокін Ю.І, А.М.Федотов, В.Б. Барахнін // Новосибірськ: Наука. 2010 – 220с.

ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ У СХОВИЩАХ ДАНИХ

Костенко В. В., Коноваленко І. В., Соколенко В. О.

Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

Рациональне проектування технологічних процесів обробки даних багато в чому визначає ефективне функціонування всієї автоматизованої системи. До складу технологічного процесу входять збір і введення початкових даних у обчислювальну систему, їх розміщення і збереження в сховищах даних, обробки даних з метою одержання результатів і видачі даних у вигляді, зручному для сприйняття користувачем.

На практиці існує багато варіантів (організаційних форм) технологічних процесів обробки даних. Це залежить від використання різноманітних засобів обчислювальної й організаційної техніки на окремих операціях технологічного процесу. Побудова технологічного процесу залежить від характеру розв'язуваних задач, кола користувачів, від використовуваних технічних та програмних засобів, від систем контролю даних і т. д. Весь технологічний процес можна розділити на чотири етапи:

- 1) Первинний (збір початкових даних, їх реєстрація і передача).
- 2) Підготовчий (приймання, контроль, реєстрація вхідної інформації і перенесення її в сховища даних).
- 3) Основний (безпосередня обробка інформації).
- 4) Заклучний (контроль, виведення і передача результатної інформації, її розмноження і збереження).

Залежно від використовуваних технічних засобів та вимог до технології обробки інформації змінюється і склад операцій технологічного процесу. [1]

Поняття сховища даних було введено Б.Інмоном. Він визначив його як предметно-орієнтовану, прив'язану до часу і незмінну сукупність даних для підтримки прийняття управлінських рішень. Сховище даних являє собою репозиторій, що містить несуперечливі консолідовані дані корпорації, що відображають її діяльність за досить тривалий період часу, а також дані про зовнішнє середовище її функціонування. [2]

Обсяг даних в сховищі як мінімум на порядок перевершує обсяги даних в оперативних БД (OLTP-системах). Більшою складністю відрізняються і запити до сховища. Названі особливості обумовлюють необхідність забезпечення:

- високої продуктивності обробки запитів;
- масштабованості використовуваних алгоритмів.

При завантаженні в сховище нових даних повинна виконуватися їх верифікація, що включає виявлення, розв'язання та усунення помилок, зайвої інформації та суперечностей в даних, що надходять з різних джерел.

В архітектурному плані сховище даних може включати два або три рівні. На верхньому рівні – узагальнена інформація для керівників усіх підрозділів підприємства, яким необхідні засоби аналізу даних. Нижній рівень займають джерела даних, в тому числі – оперативна інформація. У тривірневій

архітектурі над дворівневим сховищем організовуються спеціалізовані сховища даних для окремих підрозділів.

Аналіз даних в сховищах базується на технологіях інтелектуального аналізу даних (ІАД). Метою ІАД є отримання знань з даних, а саме – виявлення у вихідних даних раніше невідомих нетривіальних практично корисних і доступних для інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень в різних предметних областях (ПрО). Можливості застосування конкретного методу ІАД визначаються характером видобутих знань і використанням поданням вихідних даних. Найбільш поширений тип знань, видобутих за допомогою технологій ІАД – це закономірності ПрО. Залежно від їх характеру, ПрО можна розділити на три групи: з домінуванням випадкових подій; з причинно обумовленими подіями; з обома видами подій одночасно. У першій групі ПрО переважають частотні закономірності, в другій – жорсткі причинно-наслідкові залежності, в третій – причинно-наслідкові залежності, що допускають виключення.

Як правило, методи ІАД оперують з даними, представленими трьома основними способами: атрибутивним (об'єкти описуються значеннями фіксованого набору атрибутів), структурним (об'єкти визначаються типологічно), повнотекстовим (вихідними даними служать тексти).

Методи ІАД поділяють на три класи [2]:

1. Алгебраїчні методи (дані в них представляються у як алгебраїчні структури);
2. Статистичні методи (вони використовують апарат теорії ймовірностей і математичної статистики);
3. Методи м'яких обчислень (у них використовуються нечіткі уявлення даних і нейромережі).

Традиційно прийнято вважати, що вихідні дані в технологіях ІАД мають структуроване уявлення і є цифровими або символьними. Оскільки до 80% всіх даних існують в неструктурованому вигляді (містяться в текстових документах), важливість інтегрованих засобів, що реалізують технології ІАД і аналізу тексту, буде зростати. Методи ІАД реалізуються в технологіях: інтерактивної аналітичної обробки даних (OLAP), глибинного аналізу даних (Data Mining), візуалізації даних.

Методи візуалізації можна віднести до методів, розрахованих на експертні системи. Ці методи дозволяють поєднувати винахідливість людського розуму, гнучкість сприйняття людиною «середовища» і неймовірні обчислювальні ресурси сучасних технологічних рішень. Метод візуалізації розглядається як системне, засноване на правилах, динамічне або статичне графічне представлення інформації, що сприяє «народженню» ідей. Отже, основна ідея методів візуалізації полягає в наданні людині-експерту великого обсягу даних в формі, в якій буде зручно сприймати інформацію і проводити аналіз.

Користувачу найбільш зручно працювати з даними безпосередньо, розглядати їх з різних сторін і під різними кутами зору. Завдяки цьому користувач отримує додаткову інформацію, яка йому допомагає більш чітко сформулювати цілі і завдання дослідження, прийти до їх вирішення.

Корисність візуального аналізу найбільш велика, якщо мета самого дослідження не визначена до кінця і є недостатньо інформації про саме дані. Таким чином, можна сказати, що візуальний аналіз даних є процесом генерації гіпотез. Згенеровані таким чином гіпотези можна перевірити чи автоматичними засобами, використовуючи Data Mining, або знову вдатися до візуального аналізу для уточнення. Такий підхід має дві основні переваги: легко працювати з неоднорідними і зашумленими даними; представлення даних за допомогою візуальних образів інтуїтивно зрозуміло і не вимагає складних математичних або статистичних алгоритмів.

Візуальний аналіз даних можна розділити на три етапи:

1. Швидкий аналіз – дозволяє ідентифікувати цікаві шаблони і сфокусуватися на одному або декількох з них;
2. Збільшення і фільтрація – ідентифіковані на попередньому етапі шаблони фільтруються у великому масштабі;
3. Деталізація за потребою – якщо користувачу потрібно отримати додаткову інформацію, він може візуалізувати детальніші дані.

Виділяють наступні види даних, з якими можуть працювати засоби візуалізації: одновимірні, двовимірні та багатовимірні дані (до складу багатовимірних даних можна включити і двовимірні); тексти і гіпертексти; ієрархічні і пов'язані структури; алгоритми і програми.

Для візуалізації перерахованих типів даних використовуються різні візуальні образи і методи їх створення.

Методи візуалізації можна розділити на наступні типи: стандартні 2D/3D-образи – гістограми, лінійні графіки і т.д.; геометричні перетворення – діаграма розкладу даних і т.д.; відображення іконок – лінійчаті фігури і зірки; методи, орієнтовані на пікселі – рекурсивні шаблони і т.д.; ієрархічні образи – накладення вимірювань і деревовидні карти. [3]

Не можна однозначно виділити один найкращий і універсальний метод візуалізації даних, так як кожен метод призначений для своїх цілей, і тільки дослідник може самостійно вибрати метод, що підходить для вирішення його завдань. Жоден метод при цьому не є досконалим. Але у дослідника завжди є можливість поєднати різні способи обробки та аналізу даних, щоб отримати максимальні знання – експертизу.

Список літературних джерел

1. Батюк А.Є. Автоматизація технологічного процесу обробки інформації в сучасних умовах / А.Є. Батюк, Г.Т. Кравчук // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : український міжвідомчий науково-технічний збірник / Львів: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 2000. – Вип. 35. – С. 11-15.
2. Башмаков А.И. Интеллектуальные информационные технологии / А.И.Башмаков, И.А.Башмаков // М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
3. Берченко Д. А. Аналитический обзор методов визуализации данных / Д.А.Берченко // Евразийский Научный Журнал – 2017. – №5 – Режим доступа: <http://journalpro.ru/pdf-article/?id=8506>.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ТА БЕЗПЕКИ ОБРОБКИ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ПРОГРАМІ “БАЗА ДАНИХ УЧНІ”

Климюк Ю. Є., Ясінський А. М.

Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука, Рівне, Україна

На сьогодні обробка інформації про особу та забезпечення її захисту потребує неабиякої уваги, передусім з точки зору змісту такого поняття як персональні дані – це будь-яка інформація, що відноситься до ідентифікованої фізичної особи, по якій прямо або опосередковано можна її визначити.

Згідно з [1] обробка персональних даних – це “будь-яка дія або сукупність дій, таких як збирання, реєстрація, накопичення, зберігання, адаптування, зміна, поновлення, використання і поширення (розповсюдження, реалізація, передача), знеособлення, знищення персональних даних, у тому числі з використанням інформаційних (автоматизованих) систем”, суб'єкт персональних даних – це “фізична особа, стосовно якої відповідно до закону здійснюється обробка її персональних даних”, база персональних даних – це “іменована сукупність упорядкованих персональних даних, яка існує в електронній формі та / або у формі картотеки”, володілець бази персональних даних – це “фізична або юридична особа, якій законом або за згодою суб'єкта персональних даних надано право на обробку цих даних та яка затверджує мету обробки персональних даних у цій базі даних, встановлює склад цих даних та процедури їх обробки, якщо інше не визначено законом”.

З метою забезпечення захисту та безпеки обробки персональних даних вживаються спеціальні технічні заходи щодо запобігання їх випадкової втрати або знищення, виключення несанкціонованого доступу до персональних даних та роботи програмного комплексу, за допомогою якого здійснюється обробка персональних даних.

Для здійснення керування будь-яким загальноосвітнім навчальним закладом і своєчасного прийняття управлінських рішень використовуються різні програмні комплекси, які надають можливість максимально зменшити час на виконання трудомістких частин процесів, що циклічно повторюються в діяльності працівників. Оскільки основний контингент загальноосвітніх навчальних закладах складають учні, то у адміністрації, вихователів (класних керівників) та вчителів для підготовки різного роду документів має бути вичерпна інформація про кожного з них. Тому не дивно, що на базі Рівненської української гімназії ще 2002 року була створена комп'ютерна програма „База даних Учні” [2, 3], в якій вже тоді для забезпечення захисту та безпеки обробки персональних даних було передбачено два режими роботи: перегляду, в якому можна було переглядати записи, відбирати групи записів, що відповідають певним визначеним критеріям і друкувати ряд простих документів, та редагування, в якому дозволялося коректувати записи, додавати нові, експортувати дані в MS Word та MS Excel для підготовки

різного роду документів. Режим роботи визначався при завантаженні програми введенням пароля (рис. 1).

На сьогоднішній день база даних програми версії 3.401 складається з шести зв'язаних між собою таблиць, в які заноситься інформація про учнів (таблиця Учні), їх успішність (таблиця Табелі), участь в олімпіадах, МАН і конкурсах (таблиці Олімпіади, МАН, Конкурси) та оздоровлення (таблиця Оздоровлення).

Програма в режимі редагування має наступний інтерфейс (рис. 2): у верхньому рядку на екрані міститься назва бази даних та назва навчального закладу, на який вона зареєстрована. Нижче міститься верхнє меню програми, що складається з шести пунктів: База даних (містить команди, які призначені для відображення в таблицях інформації про поточних або відбуваються, або всіх учнів, створення та зчитування архівів, вихід з програми), Запити (містить команди, які призначені для одержання відомостей про учнів на папері), Записи (містить команди для переміщення по записам, а також швидкого пошуку та сортування записів), Фільтр (містить команди для відмітки як окремих записів, так і згідно критерію), Редагування (містить команди, що стосуються внесення змін в базу даних) та Допомога (дає змогу дізнатися певну інформацію про програму та її розробника). Під верхнім меню міститься кнопочна панель, що дає змогу викликати найбільш часто використовувані команди (при підведенні курсору до кожної кнопки можна дізнатися про її призначення, хоча неважко здогадатися про призначення кнопки по зображенні на ній). Центральну частину екрану становить робоча область програми, яка являє собою блокнот і в якій відображається вміст однієї з таблиць, в залежності від вибраної сторінки на закладці.



Рисунок 1 – Вікно введення пароля програми “База даних Учні”

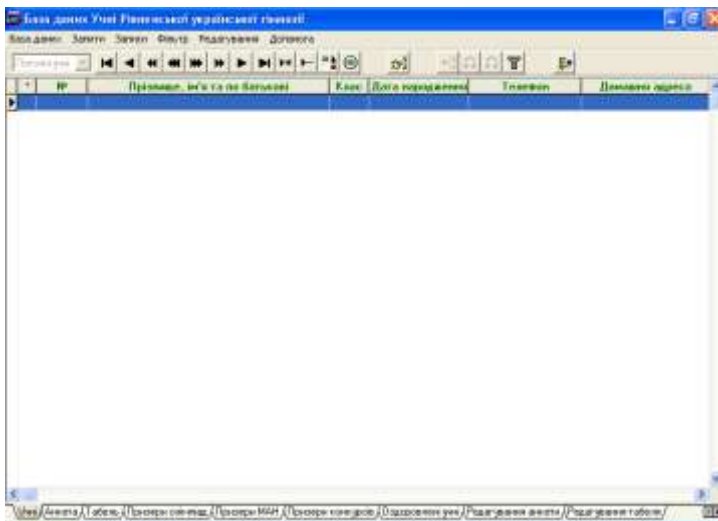


Рисунок 2 – Загальний інтерфейс програми “База даних Учні”

Постійний супровід комп'ютерної програми “База даних Учні” дозволяє їй і надалі успішно використовуватися на базі Рівненської української гімназії паралельно з інформаційною системою управління освітою “ІСУО” [4]. Враховуючи, що з 25 травня 2018 року в юридичному полі Європейського Союзу вступив в силу новий нормативний акт – загальний регламент захисту даних, більш відомий як GDPR (General Data Protection Regulation), в комп'ютерній програмі “База даних Учні” передбачається провести вдосконалення захисту та безпеки обробки персональних даних.

Список літературних джерел

1. Про захист персональних даних : Закон України в редакції від 30.01.2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17>
2. Климюк Ю. Є. База даних Учні / Ю. Є. Климюк, І. В. Ветров, Т. П. Коваль. – Рівне : РУГ, 2002. – 45 с.
3. Комп'ютерна програма «База даних Учні» / Ю. Є. Климюк, І. В. Ветров // Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір № 12346 від 28.02.2005.
4. Наказ МОН України від 29.09.2015 № 986 «Про впровадження інформаційної системи управління освітою “ІСУО” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://old.mon.gov.ua/files/normative/2015-10-07/4457/nmo-986.pdf>.

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Луцик І. І.¹, Луцик І. Б.²

¹ Національний технічний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

² Тернопільський національний педагогічний університет, Тернопіль, Україна

Підвищення вимог до професійних компетентностей сучасних фахівців вимагає динамічних змін у методичному забезпеченні навчального процесу. Вирішити вказану проблему можна, використавши методологію дидактичного дизайну, яка забезпечує формування цілісної структури навчальної дисципліни і базується на поетапному циклічному алгоритмі розв'язку задач аналізу, моделювання, проектування і конструювання [1].

Суттєвим чинником підвищення дієвості інновацій, що вносяться на етапах конструювання оновленої дидактичної системи є зворотний зв'язок, який передбачає процес оцінювання рівня засвоєння знань. Тому актуальним є створення засобів для аналізу результатів оцінювання знань шляхом застосування експертних систем.

Метою дослідження є розкриття технології реалізації експертної системи, що забезпечує узагальнений аналіз рівня засвоєння знань та визначення тем, які потребують більш глибокого розкриття теоретичного матеріалу чи оновлення практичних завдань.

Рівні засвоєння елементів бази знань відповідають етапам формування умінь та навичок і відрізняються психологічною структурою вмінь [2]:

понятійний (фактологічний) засвоєння окремих термінів, фактів без зв'язку між ними; спроби і помилки виконання дій;

репродуктивний формування окремих навичок використання даних знань;

алгоритмічно-дійовий (умовно-професійний) здатність вирішувати типові задачі в типових умовах;

творчий (професійний) здатність вирішувати нетипові задачі в нестандартних умовах.

Для перевірки рівня засвоєння знань та професійних компетентностей використовуються певні засоби контролю (тестові опитування різного рівня складності, виконання індивідуальних завдань та ін.), аналіз результатів яких є основою для оновлення методичного забезпечення.

В умовах невизначеності, нечіткості, неповноти та суперечливості знань і даних, що є характерним для процесу оцінювання навчальних досягнень доцільним є використання систем підтримки прийняття рішень на основі методів штучного інтелекту.

Оскільки оцінювання результатів певних видів навчальної діяльності досить важко здійснити у чіткому числовому вигляді, тому доцільно використати теорію нечітких множин, що забезпечить як однаковість критеріїв, за якими експертами визначається оцінка певного виду навчальної роботи так і можливість перетворення якісних критеріальних оцінок експерта в числові

оцінки, визначені в одній і тій же шкалі оцінювання, за однаковими правилами [3].

Одним із способів реалізації експертної системи є використання алгоритму обчислення нечітких оцінок, що базується на основі формул max-min- композиції і матрично-векторних структур даних [4].

Розробка експертних систем потребує спеціальних програмних оболонок, які пристосовані для того, щоб їх міг заповнювати викладач, який не є фахівцем у галузі програмування [5].

Реалізація алгоритму здійснено в програмному середовищі C#. Модель знань містить два нечіткі відношення, які формуються на основі двох множин X і Y. Множина X описує множину, що відображає перелік тем, які входять в програму певної навчальної дисципліни. Множина Y описує рівні засвоєння знань: y1 – понятійний; y2 – репродуктивний; y3 – алгоритмічно-дійовий; y4 – умовно-професійний; y5 – творчий. Множина Z містить перелік студентів, які вивчають вказану навчальну дисципліну.

Алгоритм розв'язку задачі оцінювання рівня засвоєння матеріалу за допомогою нечітких множин включає таку послідовність даних і операцій:

Формування таблиць експертних оцінок тем та студентів;

Обчислення нечітких оцінок для відношень «тема-студент».

Отже на першому етапі формуємо таблиці опису бінарних нечітких відношень із функціями належності, вибраними за даними експертного оцінювання: таблицю, що відображає відношення «тема – рівень засвоєння знань» та матрицю рівня засвоєння знань студентами (рис. 1).

	Понятійний рівень	Репродуктивний рівень	Алгоритмічно-дійовий рівень	Умовно професійний рівень	Творчий рівень
Тема 1	0,5	0,5	0,1	0,8	0,6
Тема 2	0,5	0,1	0,4	0,8	0,61
Тема 3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4
Тема 4	0,5	0,2	0,9	0,7	0,5
Тема 5	0,2	0,3	0,5	0,45	0,2

Рисунок 1 – Вікно задання нечіткого відношення «тема – рівень засвоєння знань»

Результатом роботи експертної системи є формування матриці, яка дозволяє визначити рівень засвоєння знань за певними темами в загальному по групі чи окремими студентами. Розроблений програмний додаток забезпечує виведення результатів як в графічній так і в табличній інтерпретації (рис. 2).

Важливим також є можливість зберігання отриманих даних для аналізу динамічних змін загального рівня засвоєння знань в процесі оновлення навчального матеріалу.

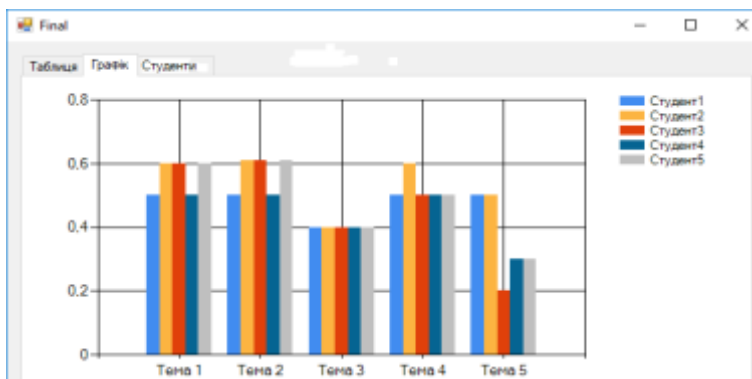


Рисунок 2 – Графічне відображення результатів роботи експертної системи

Таким чином, розроблена експертна система для визначення рівня засвоєння вмінь і знань сприяє формуванню цілісної структури навчального предмету. В свою чергу це сприятиме якісному оновленню навчальної дисципліни, як теоретичних положень так і практичних завдань, що повністю відповідає сучасним принципам дидактичного дизайну.

Список літературних джерел

1. Луцик І. Б. Дидактичний дизайн у професійній освіті / Роман Горбатюк, Ірина Луцик // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців. Зб.наук.пр. – Вип.45 / редкол. – Київ – Вінниця: «Планер», 2016. – С.173-177.
2. Ковальчук Г. О. Активізація навчання в економічній освіті: Навч. посіб. / Галина Ковальчук // К.: КНЕУ, 2003. – 298 с.
3. Гриценко, К. Г. Методологічні аспекти оцінювання знань з використанням теорії нечітких множин / К. Г. Гриценко // Актуальні проблеми розвитку електронної освіти в галузі економіки : тези доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції. 14-16 травня 2011 року м.Севастополь. – Х.: ВД "ІНЖЕК", 2011. – С. 15–18.
4. Федорчук Є. Н. Програмування систем штучного інтелекту. Експертні системи. / Євдоким Федорчук // – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 168 с.
5. Черних В. В. Актуальність використання експертних систем у процесі навчання / В. Черних // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету . Педагогічні науки. – 2013. – № 3. – С. 161-168.

ВІДНОВЛЕННЯ ПРОПУСКІВ У ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ПОСЛІДОВНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Міщук О. С.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Моніторинг забруднення повітря – це система спостережень за змінами стану повітряного середовища, метою якого є не лише пасивна констатація фактів, але їх аналіз та узагальнення, проведення експериментів, моделювання процесів, прогнозування змін [1]. Для визначення чи не перевищує рівень шкідливих домішок у повітрі установлені гранично допустимі концентрації потрібно мати якісну вихідну інформацію. Тому перелік вимірних шкідливих домішок у повітрі повинен бути повним і репрезентативним для досліджуваної географічної території [2].

У дослідженні пропонується метод заповнення пропусків у даних моніторингу, побудований із застосуванням нейромережових засобів. Оскільки пропущені дані можуть бути присутніми для різних параметрів у моніторингу стану забруднення повітряного середовища, виникає потреба навчання великої кількості НМ в різних режимах застосування. Так як застосування НМ широковідомих архітектур пов'язане зі значними затратами часу на налагодження їх параметрів, тому обираємо нейронні структури моделі послідовних геометричних перетворень (далі НС МПП), які навчаються та функціонують повністю в автоматичному режимі [3].

Реалізація алгоритму виконується на наборі даних з 9000 примірників погодинних усереднених відповідей з 5 металевих оксидних хімічних датчиків, вбудованих в пристрій для визначення якості повітря. Вибраний набір даних, що зображений на рисунку 1, складається з погодинної усередненої концентрації оксиду вуглецю (CO), не метанових вуглеводнів (SnO₂), загальних оксидів азоту (NO) та діоксиду азоту (NO₂) та ін. Всі елементи матриці були надані спільним контрольно-перевіреном аналізатором. Відсутні значення позначаються значенням -200.

Date	Time	CO	SnO2	C6H6	Ti	NO	Wb	NO2	WO2	InO	T	RH	AH
10.03.2004	18:00:00	2,6	1360	11,9	1046	166	1056	113	1892	1268	13,6	48,9	0,7578
10.03.2004	19:00:00	2	1292	9,4	955	103	1174	92	1559	972	13,3	47,7	0,7255
10.03.2004	20:00:00	2,2	1402	9,0	939	131	1140	114	1555	1074	11,9	54,0	0,7502
10.03.2004	21:00:00	2,2	1376	9,2	948	172	1092	122	1584	1203	11,0	60,0	0,7867
10.03.2004	22:00:00	1,6	1272	6,5	836	131	1205	116	1490	1110	11,2	59,6	0,7888
10.03.2004	23:00:00	1,2	1197	4,7	750	89	1337	96	1393	949	11,2	59,2	0,7848
11.03.2004	0:00:00	1,2	1185	3,6	690	62	1462	77	1333	733	11,3	56,8	0,7603
11.03.2004	1:00:00	1	1136	3,3	672	62	1453	76	1333	730	10,7	60,0	0,7702
11.03.2004	2:00:00	0,9	1094	2,3	609	45	1579	60	1276	620	10,7	59,7	0,7648
11.03.2004	3:00:00	0,6	1010	1,7	561	-200	1705	-200	1235	501	10,3	60,2	0,7517
11.03.2004	4:00:00	-200	1011	1,3	527	21	1818	34	1197	445	10,1	60,5	0,7465
11.03.2004	5:00:00	0,7	1066	1,1	512	16	1918	28	1182	422	11,0	56,2	0,7366

Рисунок 1 – Матриця вимірів для моніторингу забруднення повітря

Розроблений підхід полягає у використанні залежностей між параметрами моніторингу забруднення повітряного середовища. Алгоритм передбачає створення тренувальної та тестової вибірок, де на входах використовуються повні дані, а на виході – пропущений параметр, котрий потрібно спрогнозувати.

Послідовність кроків алгоритму вірогідного відновлення пропусків за допомогою НС МПГП:

Визначення об'єктів у даних, котрі містять пропуски. Такими об'єктами є виміри CO, NO та NO₂. Тому окремо для кожного визначеного параметру будемо прогнозувати пропущені значення.

Видалення з таблиці всіх об'єктів, котрі містять пропуски.

Розділення випадковим чином нової повної вибірки даних на навчальну матрицю А, котра містить 5000 рядків, та тестову матрицю Б, котра містить 1950 рядків, де входи – всі параметри, крім одного з визначених в п.1., а вихід – один з параметрів CO, NO чи NO₂.

Експериментальний підбір лінійного налаштування НС МПГП.

Навчання нейронної структури на навчальних вибірках, подальше тестування та визначення похибки прогнозування пропущених даних.

Таблиця 1 – Оцінка методу заповнення пропусків за допомогою НС МПГП

Похибка	Тестова, CO	Тестова, NO	Тестова, NO ₂
RMSE	0,012089	2,566669	0,504183
RMSE_M,%	0,102454	0,071018	0,151406

Отже, після заповнення пропусків їхнім прогнозуванням за допомогою НС МПГП, було визначено похибки для кожного об'єкту з пропущеними параметрами та наведені в таблиці 1.

Висновки

Проаналізовано набір даних моніторингу забруднення атмосферного повітря та обґрунтовано важливість заповнення пропусків. Описано алгоритми заповнення пропущених елементів у масивах даних. Запропоновано метод заповнення пропусків шляхом прогнозування за допомогою НС МПГП та визначено, що досліджуваний метод зберігає швидкість виконання заповнення при великому об'ємі даних.

Список літературних джерел

Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери / [Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В]. — Вінниця: ВНТУ, 2012. — 388 с. ISBN 978-966-641-478-9

Скриник О.А., Скриник О.Я. Відновлення пропусків у часових рядах метеорологічних показників // Наукові праці УкрНДГМІ. — 2011. — Вип. 260. — С.46-53.

Learning-based image scaling using neural-like structure of geometric transformation paradigm / [R. Tkachenko, P. Tkachenko, I. Izonin, Y. Tsymbal]. — Advances in Soft Computing and Machine Learning in Image Processing. Studies in Computational Intelligence. — Cham: Springer. — 2018. — v. 730. — P.537-565.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ГРАФОВИХ ТА РЕЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Мирошник Є. В., Дорош Н. Л.

Національна металургійна академія України, Дніпро, Україна

В останні десятиріччя інформаційні технології активно розвиваються в напрямку їх застосуванням в інтелектуальній діяльності людини. Результат цього розвитку - експертні системи і онтології, які акумулюють у собі знання фахівців різноманітних сфер діяльності (медицина, проектування технічних пристроїв, управління, діагностика обладнання та ін.).

Велика частка практичних задач може бути вирішена з використанням одного чи іншого типу СУБД. Питання не стільки в тому, чи можна використати СУБД конкретної моделі даних, скільки в тому, наскільки ефективно буде її застосування в даній предметній області при даних сценаріях і наявних ресурсах.

Основними постачальниками, обробниками та системами збереження даних в сучасному Digital Universe є розподілені мережеві системи і пристрої різного призначення. Превалювання слабоструктурованих даних над структурованими, як і мультіструктурної моделі даних над реляційної моделлю, відзначається і в аналітичних матеріалах досліджень ІТ-ринку компанією Gognizant [1] (Рисунок 1).

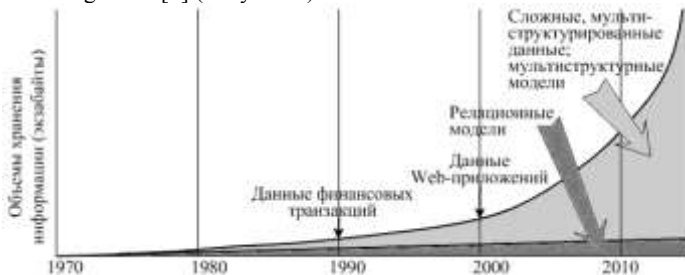


Рисунок 1 - Співвідношення мультіструктурних і реляційних моделей даних

Сховища даних, що використовуються в переважній більшості мережевих інформаційних систем ґрунтуються на реляційній моделі даних. Протягом багатьох років реляційна модель була стандартом де факто для вирішення будь-яких завдань: великих і малих. Але з'явилися і альтернативи, зокрема: структури даних без схеми, нетрадиційні структури даних, прості реплікації, висока доступність, горизонтальне масштабування і нові способи формулювання запитів. Всі ці технології отримали збірну назву NoSQL[2].

Реляційна база даних - це сукупність відносин, що містять всю інформацію, яка повинна зберігатися в БД. Однак користувачі можуть сприймати таку базу даних як сукупність таблиць, між якими встановлені зв'язки - реляції. Реляційна модель даних була досліджена у 1970 році Коддом

[3] і є основою реляційних СУБД. Реляційні системи управління базами даних засновані на теорії множин.

Розглянемо один з найбільш перспективних підходів зберігання і обробки інформації - графові бази даних. Теорія графів існує вже протягом майже 300 років, проте, тільки в останні десятиріччя теорія графів набула значної ваги в області зберігання і обробки інформації. Спочатку графові бази даних допомагали вирішувати проблеми в області соціальних мереж, управління корпоративними даними, геопространства та ін. Пізніше графова модель даних виявилася в центрі уваги таких компанії, як Facebook, Google і Twitter.

Графи є корисними для порозуміння широкого різноманіття даних в областях науки, управління, або бізнесу [4,5]. Графові бази даних характеризуються наступним чином: - дані і/або схеми, які представлені у вигляді графів, або за допомогою структур даних, які зводяться до графів (гіперграфи, або гіпервершини); - маніпуляція над даними виражається або у вигляді перетворення графів, або операціями, примітивними яких є графовими структурами (шлях, підграфи, форми графа, зв'язки та інші); - узгодження даних забезпечується за допомогою обмежень цілісності. Ці обмеження можуть бути згруповані в послідовності схем, наприклад, посилюючої цілісності і функціональних залежностей включення.

Переваги графових баз даних яскраво проявляються при обробці даних з великою кількістю зв'язків. Графова база складається з вузлів і зв'язків між ними. Як з вузлами, так і зі зв'язками можна асоціювати властивості: пари ключ-значення, в яких зберігаються дані. Справжня сила графових баз даних полягає в можливості обходу вузлів, стосовно зв'язків.

Neo4j - новий тип NoSQL, який отримав назву графова база даних. У Neo4j упор робиться на зв'язки між значеннями, ніж на загальні характеристики значень (як в колекціях документів, або в рядках таблиці).

Розмір Neo4j невеликий - настільки, що її можна впровадити практично в будь-який додаток. З іншого боку, в Neo4j можна зберігати десятки мільярдів вузлів і стільки ж ребер.

В роботі наведено приклад обробки інформації з використанням реляційної та графової СУБД.

Список літературних джерел

1. Климанская Е.В. Современные платформы интеллектуальной аналитической обработки информации: графовые базы данных // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. X междунар. науч.-практ. конф. № 3(10). – Новосибирск: СибАК, 2014.
2. Эрик Редмонд, Джим. Р. Уилсон. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. Под редакцией Жаклин Картер / Пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 384с.
3. Коннолли Т., Бегг К., Страчан Ф. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-е изд. :Пер. С англ.: Уч. пос. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2000. – 1120 с.
4. Робинсон Ян, Вебер Джим, Эфрем Эмиль. Графовые базы данных: новые возможности для работы со связанными данными /пер. с англ. Р.Н. Рагимова; науч. ред. А. Н. Кисилев. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 256 с5. Силен ДэвидЮ Мейсман Арно, Али Мохамед. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных. – СПб.: Питер, 2017. – 336с.

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ: БАЗИ ЗНАНЬ

Назаренко Д. Д., Абламська В. М.

Коледж інформаційних технологій та землевпорядкування, Київ, Україна

Системи, що відносяться до систем штучного інтелекту в даний час - експертні системи.

Експертна система - це набір програм або програмне забезпечення, яке виконує функції експерта при вирішенні будь-якої задачі в області його компетенції. Експертна система, як і експерт-людина, в процесі своєї роботи оперує зі знаннями. Знання про предметну область, необхідні для роботи експертних систем, певним чином формалізовані і представлені в пам'яті ЕОМ у вигляді бази знань, яка може змінюватися і доповнюватися в процесі розвитку системи.

Експертні системи видають поради, проводять аналіз, виконують класифікацію, дають консультації і ставлять діагноз. Вони орієнтовані на рішення задач, що зазвичай вимагають проведення експертизи людиною-фахівцем. На відміну від машинних програм, що використовують процедурний аналіз, експертні системи вирішують завдання у вузькій предметній області (конкретної галузі експертизи) на основі дедуктивних міркувань. Такі системи часто виявляються здатними знайти вирішення завдань, які неструктуровані і погано визначені. Вони справляються з відсутністю структурованості шляхом залучення евристичного підходу. Головна перевага експертних систем - можливість накопичувати знання, зберігати їх тривалий час, оновлювати і тим самим забезпечувати відносну незалежність конкретної організації від наявності в ній кваліфікованих фахівців.

Практичне застосування штучного інтелекту на машинобудівних підприємствах і в економіці засноване на експертних системах, що дозволяють підвищити якість і зберегти час прийняття рішень, а також сприяють зростанню ефективності роботи та підвищення кваліфікації фахівців.

Існує безліч класифікацій експертних систем і компонентів.

Одним з компонентів ЕС є база знань (БЗ), призначена для зберігання довгострокових даних, що описують певну предметну область, і правил, що описують доцільні перетворення даних цієї області. Фундаментом експертної системи будь-якого типу є база знань, яка складається на основі експертних знань фахівців.

Основна ідея при побудові логічних моделей знань полягає в наступному - вся інформація, необхідна для вирішення прикладних завдань, розглядається як сукупність фактів і тверджень, які представляються як формули в деякій логіці. Знання відображаються сукупністю таких формул, а отримання нових знань зводиться до реалізації процедур логічного висновку.

При створенні бази знань необхідно описати смисловий зміст предметної області. Слід мати таку форму опису знань, яка гарантує їх обробку формальними методами. БЗ є уявлення знань у вигляді деякої статичної структури в пам'яті комп'ютера.

Створення БЗ здійснюється в кілька етапів.

На першому етапі проводиться визначення предметної області, по якій

розробляється база знань.

Наступний етап - це етап вилучення знань. Вилучення знань являє собою процедуру взаємодії експерта з інженером по знаннях. Процес вилучення знань - це тривала і трудомістка процедура, в якій інженеру по знаннях, озброєного спеціальними знаннями з когнітивної психології, системного аналізу, математичної логіки та ін., Необхідно створити модель предметної області, якою користуються експерти для прийняття рішення. В голові експерта зв'язки встановлені, хоча часто і неявно; задача інженера - виявити послідовність умовиводів експерта.

Далі на етапі структурування структуруються зібрані знання. Для розробки бази знань потрібен не словник, а енциклопедія, в якій всі терміни пояснені в словникових статтях з посиланнями на інші терміни, повинна бути побудована ієрархія понять.

Ієрархія понять - це глобальна схема, яка закладається в основу аналізу структури знань в будь-якій предметній області.

В результаті все зібране - це не розрізнені визначення та поняття, а система взаємопов'язаних елементів, тобто знання про предметну область.

На наступному етапі отримані знання описуються на одній з мов представлення знань. Потім розроблена БЗ реалізується на комп'ютері.

Підготовка матеріалу відповідно до перерахованих етапів побудови баз знань буде виглядати наступним чином.

Уточнення предметної області. На даному етапі вибирається конкретна тема з наукової дисципліни, матеріал який треба представити в базі знань.

Вилучення знань. На цьому етапі відбувається вилучення знань за обраною темою з доступних джерел інформації, тобто збирається матеріал. Джерелами фактів, понять, законів і так далі є підручники, довідники, матеріали конкретних досліджень у розглянутій предметній області.

Структурування знань необхідне для виявлення структури зібраного матеріалу і наявних знань за обраною темою предметної області. Тут визначаються термінологія, список основних понять та їх властивостей, класифікуються поняття по їх утриманню, встановлюються логічні зв'язки і відносини між поняттями, і так далі. Матеріал, який входить в базу знань, повинен бути представлений системою.

Тема розділяється на блоки, блоки - на підблоки і таким чином розподіл доводиться до елементарного рівня (поняття, явища і т.п.). Необхідно враховувати, що зміст одного блоку - це не зміст окремого параграфа, глави або розділу підручників.

Встановлюються зв'язки між елементами, підблоками і блоками, тобто визначається структура системи. Визначаються системоутворюючі зв'язки і системоутворюючий елемент, тобто ті зв'язки і елемент, без яких не буде реалізовуватися цілісність системи. Характеризується кожен елемент системи.

Створена система розглядається як складова іншої системи, тому встановлюються зв'язки з іншими матеріалами.

Подання матеріалу в формальному вигляді, може бути реалізовано у вигляді графа, таблиці, тексту, структурно-логічної схеми і (або) іншими наочними способами. Наочне уявлення матеріалу дозволяє судити про те, на

скільки зібраний матеріал по даній темі цілісний, взаємопов'язаний, узагальнений, структурований. Далі вибирається модель подання знань в базі знань.

Моделі подання знань: логічні моделі подання знань реалізуються засобами логіки предикатів. Будь-якому виступу можна приписати значення істинно або хибно. Окремі висловлювання можуть з'єднуватися зв'язками І, АБО, НЕ, які називаються булевими операторами.

Головна перевага логічних моделей представлення знань полягає в можливості безпосередньо запрограмувати механізм виведення синтаксично правильних висловлювань. Логічні моделі зручні для представлення логічних взаємозв'язків між фактами, вони формалізовані, суворі (теоретичні), для їх використання є зручний і адекватний інструментарій, наприклад, мови логічного програмування Пролог, Python.

При використанні логічних методів спочатку аналізується структура предметної області, потім вибираються відповідні позначення і в висновку формуються логічні формули, що представляють собою закономірності даної області. Безліч таких формул є логічною програмою, що містить інформацію про ПО.

Сукупність логічних формул, що складається із запиту, безлічі пропозицій програми і інтерпретатора мови, можна розглядати як алгоритм вирішення задач додатків.

Продукційна модель, або модель, заснована на правилах, дозволяє уявити знання у вигляді пропозицій типу: Якщо (умова), то (дія). Проблема пошуку рішення в базі знань типу семантичної мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного деякої підмережі, що відбиває поставлений запит до бази. Переваги полягають у простоті і наочності опису предметної області. Також недоліками семантичних мереж є складність обробки різного роду винятків.

У фреймах, і в семантичних мережах успадкування відбувається за допомогою АКО-зв'язків (A-Kind-Of). Слот АКО вказує на фрейм більш високого рівня ієрархії, звідки неявно успадковуються, тобто переносяться, значення аналогічних слотів. Основною перевагою фреймів як моделі подання знань є здатність відображати концептуальну основу організації пам'яті людини, а також її гнучкість і наочність.

Спеціальні мови представлення знань в мережах фреймів FRL (Frame Representation Language) та інші дозволяють ефективно будувати промислові ЕС. Широко відомі такі фреймо-орієнтовані експертні системи, як ANALYST, МОДІС.

РОЗРОБКА ПОШУКОВОЇ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ SEMANTIC WEB

Нгуєн М. А.¹, Федоров Є. Є.²

¹Донецький національний технічний університет, Покровськ, Україна

²Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Розміщена інформація у Всесвітній павутині, на HTML-сторінках, є зрозумілою для людини, але не для машини. Враховуючи те, що її кількість з кожним днем звеличується, пошук в Інтернеті ускладнюється, а також погіршується його якість. Для вирішення цієї проблеми Тімом Бернерсом-Лі, засновником Всесвітньої павутини, була запропонована концепція Семантичної павутини (Semantic Web), яка зараз підтримується Консорціумом Всесвітньої павутини (W3C). Вона полягає у тому, щоб уся інформація в Інтернеті була представлена спільним стандартним форматом, який піддаватиметься машинній обробці. Реалізація Semantic Web є можливою, по-перше, через наявність URI – уніфікованого ідентифікатору ресурсу, а по-друге, завдяки онтологіям, при чому обидва можуть бути застосовані не тільки для веб-ресурсів, а і до будь-яких реальних об'єктів.

У дослідженні планується розробка мультіагентної системи (MAC) для пошуку інформації на основі Semantic Web. Для цього були вивчені основні поняття мультіагентної системи та онтологій.

Інтелектуальним агентом називається комп'ютерна система, яка створена для досягнення певних цілей [1]. На відміну від звичайної програми, він здатен діяти автономно, існувати протягом тривалого періоду часу, адаптуватися під різні умови, тощо. Коли декілька інтелектуальних агентів взаємодіють один з одним, утворюється MAC, усередині якої агенти можуть мати як спільні, так і різні сфери впливу. Для розробки MAC буде використане програмне середовище Java Agent Development Framework (JADE). Воно також дозволить створити онтології для спілкування агентів між собою, але через те, що вони створюються безпосередньо в програмному коді, це є недоліком даної платформи. Тому для винесення онтологій в окремі документи та оптимальної роботи з ними було вирішено поєднати JADE з бібліотекою Jena, яка підтримує стандартизовані технології, рекомендовані W3C: Resource Description Framework (RDF), Resource Description Framework Schema (RDFS), Web Ontology Language (OWL). Дані представляються так званою колекцією трійок «суб'єкт-предикат-об'єкт». Також структуру семантичної мережі можна представити у вигляді графу, до кожного вузла та дуги якого призначається певний URI. Також слід зазначити, що є підтримка мови SPARQL Protocol and

RDF Query Language (SPARQL), яка використовується для запиту до даних в описаному вище форматі, та механізму логічного висновку, заснованого на правилах.

Після того, як були обрані засоби розробки, була спроектована та змодельована MAC. Основний алгоритм роботи представлений наступною схемою:

- користувач вводить пошуковий запит;
- програмний агент отримує запит та вилучає з нього потрібні для пошуку дані, відправляє їх до інших агентів;
- агенти, що займаються пошуком інформації, отримують дані та знаходять інформацію, використовуючи базу знань, представлену RDF-файлами;
- результати пошуку повертаються до першого агента, той в свою чергу видає результат користувачу.

Окрім пошуку та відображення інформації з бази знань, будуть створені агенти, які займатимуться її оновленням. Це позначає, що буде можливість додати нові класи, модифікувати або видаляти існуючі. Спілкування між агентами, зокрема передача даних, відбуватиметься за допомогою повідомлень.

Для побудови онтологій були вибрані такі предметні області, як фільми, книги та люди. Остання була обрана для того, щоб продемонструвати можливості логічного висновку, адже як фільми, так і книги мають зв'язок з людьми (книги написані людьми, фільми зняті людьми, люди знімаються в фільмах, тощо).

Для того, щоб простежити та проаналізувати роботу агентів, будуть використовуватися вбудовані у JADE графічні утиліти, які в свою чергу також є програмними агентами. Через них можна створювати та видаляти агентські платформи, реєструвати нових та виключати діючих агентів, змінювати або шукати їхні описи, слідкувати за листуванням та виконувати інші функції.

Отже, вивчення роботи агентів у MAC з онтологіями дозволить їм поширити сферу свого використання, вони більше будуть застосовуватися у системах штучного інтелекту, при роботі з великими базами даних та знань, в електронній комерції, медичній інформатиці, тощо.

Список літературних джерел

1. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems. Chichester: John Wiley & Sons, Inc. (2002). 348 p.

ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ МАТЕМАТИЧНИХ СИМВОЛІВ

Новицький Є. О., Косухіна О. С.

Дніпровський державний технічний університет

В останнє десятиліття машинне навчання набирає все більшу популярність, і сьогодні займає одну з лідируючих позицій у різних сферах діяльності, які пов'язані з інформаційними технологіями. Обсяг цифрових даних, що використовується людьми в повсякденному житті, збільшується кожен день, в зв'язку з цим, виникає необхідність в автоматичному та швидкому аналізі даних для подальшого розвитку науково-технічного прогресу.

Математичний текст, на відміну від простого тексту, характеризується наявністю відповідного класу символів. До них відносяться знаки математичних операцій, літери грецького та латинського алфавіту, спеціальні математичні символи (оператори, дужки), числа тощо. Крім того, дуже часто в математичних формулах використовуються символи різних розмірів, наприклад, якщо в формулі присутні степені, індекси, або символи, що розташовані в межах декількох рядків (знаки суми, добутка, інтегралу, дужки для систем тощо).

На даний момент машинне навчання активно використовується при розпізнаванні образів, які є складовою частиною нейронних мереж. Однією з найефективніших штучних нейронних мереж є згорткова нейронна мережа (ЗНМ). Згорткова нейронна мережа була вперше запропонована Я. Лекуном та Й. Бенгуа [1]. Така нейронна мережа найкраще зарекомендувала себе для розпізнавання образів зображення.

На вхід подається зображення з символами, яке сегментується за «алгоритмом жука», суть його полягає в наступному: зображення сканується зверху вниз і зліва направо до знаходження об'єкта - першої точки, яка має колір, відмінний від кольору фону (позначимо координати цієї точки як (x, y)).

Алгоритм визначення контуру складається з наступних трьох кроків (рис.1):

1) пошук «сусідів» точки з координатами (x, y) ; «Сусідами» вважаються чорні клітини з координатами $(x-1, y)$, $(x, y-1)$, $(x-1, y-1)$, $(x+1, y)$, $(x, y+1)$, $(x+1, y+1)$, $(x+1, y-1)$;

2) пошук найбільш підходящого «сусіда». Він починається з точки, яка є наступною (по ходу годинникової стрілки) за попередню контурну точку;

3) додавання значень напрямку, за яким пішов «жук»

Алгоритм закінчує свою роботу після того, як повернеться в початкову точку. Результатом роботи алгоритму є декартові координати точок переходу з чорного на біле і з білого на чорне, які задають кордон об'єкта.

За основу взята модифікація згорткової нейронної мережі з архітектурою LeNet-5 [1]. Вона була обрана, як базисна тому що така ЗНМ показала якісний результат в розпізнаванні цифр, а саме 99.18% правильних відповідей. Проте вона не враховує останнього повнозв'язного шару, а вихід

мережі розраховується в звичайній нейромережевій манері.

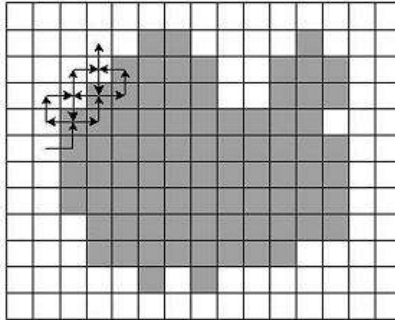


Рисунок 1 – Схема роботи алгоритму "жука"

В якості активації функції був обраний гіперболічний тангенс $x = F(y) = th(y)$, де y - вхід функції (відповідає значенню активації нейрону), x - вихід нейрону. Гіперболічний тангенс обраний тому, що він повністю симетричний і при цьому легко отримати його похідну.

На вхід подаються зображення символів, які спочатку перетворюються в символи з градацією сірого, за допомогою стандартних методів роботи в мові програмування C# з типом даних Bitmap та Color, GetPixel(), SetPixel() та FromArgb(), а потім сегментуються методом жука [2]. Після знаходження границь символу, відбувається зміна розміру за допомогою стандартного конструктору для типу даних Bitmap, до розміру 32x32 пікселів, в градаціях сірого. Для навчання та тренування був використаний набір рукописних символів UNIPEN, який складається з наборів рукописних символів, що містять цифри, великі літери англійського алфавіту, малі літери англійського алфавіту та інші символи.

Був використаний – набір символів, який містить 17070 різних математичних символів. Для навчання було використано 80% підходящих символів з набору і 20% для тестування результатів навчання згорткової нейронної мережі. Навчання проводилось класичним методом оберненого розповсюдження помилки та його модифікованим варіантом, який запропонував Джеффри Хінтон [3].

Програма створена з використанням мови програмування C# системи для створення графічного інтерфейсу WPF, в інтегрованій системі розробки Microsoft Visual Studio 2017. Розмір проекту складає 6.52мб, реалізована для IBM – сумісних ПЕОМ класу Pentium та вище під керуванням операційної системи MS Windows Seven/8/8.1/10 з використанням платформи Net.Framework 4.7.2.

Структурно, програмний продукт містить у собі два головних та два допоміжних модулі. Головні модулі: Training та Testing, займаються навчанням та тестуванням нейронної мережі і містять в собі методи для повноцінного доступу до необхідних даних в структурі нейронної мережі. Інші два модулі, а саме DrawToolkit та DocToolkit, відповідають за можливість малювання на

графічній сцені та зчитування даних з неї для обробки в програмі, а також за можливість зчитування даних вибірки та ваг нейронної мережі з файлів чи запису даних в них.

Після навчання та тестування було отримано результати, що розглядаються в таблицях 1-2.

З отриманих результатів можна зробити висновок, стандартна згортова нейронна мережа якісно справляється з розпізнаванням математичних символів, в більшості випадків. Проте має проблеми, при розпізнаванні схожих за структурою символів ($\{$ і $\}$).

Таблиця 1 – Результати розпізнавання математичних символів

	Класичний метод	Модифікований метод		Класичний метод	Модифікований метод
Символ	% розпізнання		Символ	% розпізнання	
+	100%	100%	>	100%	100%
-	73%	72%	<	100%	100%
=	81%	84%	(	71%	72%
/	97%	97.71%	)	93%	93.82%
^	88%	89%	{	89%	89%
*	85%	84%	}	70%	73%
~	75%	76.7%	[	86%	85.67%
&	100%	100%	]	87%	87%

Таблиця 2– Результати навчання мережі

Точність розпізнавання навчальної вибірки (5844 символа), %	Класичний метод	93.28
	Модифікований метод	93.71
Точність розпізнавання тестової вибірки (1461 символ), %	Класичний метод	87.18
	Модифікований метод	88.74
Кількість епох навчання	Класичний метод	90
	Модифікований метод	70

З розрахунків видно, що за допомогою методу, запропонованого Джоффрі Хінтоном [3], можна отримати такі ж результати якості навчання нейронної мережі, які і при класичному методі оберненого розповсюдження помилки, але швидше, а це може значно зберегти час при навчанні великих нейронних мереж.

Список літературних джерел

1. Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner. Gradient-based learning applied to document recognition // Proceedings of the IEEE, November 1998.
2. Sanjay Sengupta and Hyun S. Yang. Morphological Shape representation and Recognition of Binary Images // Proceedings of SPIE. – Jan. 1987
3. Geoffrey E. Hinton. A practical guide to training restricted boltzmann machines. Technical report, University of Toronto, 2010.

ВИКОРИСТАННЯ ІНДИКАТОРУ MACD ДЛЯ BACK-TESTING РІЗНИХ СТРАТЕГІЙ

Островська К. Ю., Костюк О. В.

Національна металургійна академія Україна, Дніпро, Україна

Back-testing є найважливішим компонентом для створення прибутковою стратегії торгівлі. За допомогою back-testing можна перевірити продуктивність системи з історії попередніх торгів. Back-testing - це відтворення процесу торгівлі на підставі правил, які спекулянт дотримувався в минулому під час трейдингу.

Back-test надає трейдеру статистику, за допомогою якої можна оцінювати прибутковість його торгівлі. Проаналізувавши отримані дані, спекулянт може поліпшити свою торговельну систему, виявити її недоліки і вжити заходів щодо виправлення помилок. Основна ідея back-testing: якщо система торгівлі раніше давала відмінні результати, то вона і в майбутньому буде дієвою.

Використовувати back-testing можна для будь-якої емпіричної стратегії чи моделі. Для цього слід взяти модель (стратегію), прогнати її на наявних рядах, а потім порівняти прогноз з бенчмарком (фактом).

Досить часто на практиці виходить, що модель, яка показала відмінні результати при back-testing, в реальній торгівлі прибуток приносити не здатна. Це пояснюється особливостями прогону, який виконується на історичних, неактуальних в поточний момент часу даних - система змушена адаптуватися до них в результаті оптимізації. Крім того, програми back-testing, як правило, не враховують деякі фактори, що впливають на успішність торгівлі: наприклад, конкуренцію з боку інших численних учасників торгів або ступінь ліквідності інструменту. Також, переважна кількість трейдерів - власників тестованих радників, не є великими гравцями, отже, не мають переваг останніх. Тому їх системи завжди програють в швидкості роботам професіоналів ринку.

За допомогою back-test трейдер дізнається наступну інформацію:

- Співвідношення між прибутковими і збитковими угодами.
- Яка загальна прибуток і загальний збиток.
- Який часовий період найбільше підходить йому для торгівлі.
- Якими активами йому найкраще торгувати.
- Скачки прибутків і збитків.
- Розмір середнього прибутку і середнього збитку.
- Скільки часу в середньому утримувалися позиції.
- Відсоток прибутковості торгової системи за рік.
- Прибутковість, розрахована з урахуванням мінливості ризиків.

Найчастіше для back-test використовується програмне забезпечення з двома екранами. На одному трейдер налаштовує параметри аналізу, а на іншому бачить результати. Перед початком тесту необхідно ввести найбільш точні і правильні параметри, в тому числі:

- розмір комісійних;

- обсяг угод;
- вартість пунктів;
- розмір маржі;
- процентні ставки;
- ввести правила установки трейлинг-стопа і обмежувальних ордерів

і так далі.

Щоб результати тестування були найбільш правильними, необхідно вводити реалістичні параметри. Під час виконання back-test часто виникає переоптимізацію, вона з'являється коли параметри стратегії торгівлі налаштовуються з високою ретельністю, підганяються під дані історії. В цьому випадку торгова система дасть відмінні результати в минулому, але буде приносити збитки в майбутньому. Щоб це не відбувалося рекомендується користуватися нескладною системою торгівлі, яка приблизно однаково ефективна для всіх торгових інструментів трейдера.

Тестування слід проводити на великому часовому інтервалі, в якому будуть охоплені різні тренди ринку і різні умови торгівлі. Слід звернути особливу увагу і на інші моменти. Наприклад, якщо back-test був проведений на ринку технологічних операцій, то, найімовірніше, стратегія буде давати збої на ринках акцій інших секторів.

Back-testing не враховує можливі технічні складності, зводяться до недоліків подібним швидкості виконання заявок, якості з'єднання, збоїв як у роботі брокерів, так і самої біржі. Це слід брати до уваги для найбільш тверезої оцінки можливостей торгової системи.

Бектестінг і має безліч переваг, але при цьому він не є найточнішим методом перевірки роботи торгової системи. Ринок занадто мінливий, щоб можна було врахувати всі чинники. Тому часто системи торгівлі, які давали відмінні результати в минулому, в майбутньому приносять одні збитки. Крім цього важливий вплив на торгівлю надає психологічний аспект.

Індикатор Moving Average Convergence / Divergence (MACD) - сходження / розбіжність ковзних середніх - технічний індикатор, розроблений Джеральдом Аппелем, який використовується в технічному аналізі для оцінки і прогнозування коливань цін на фондовій і валютній біржах [1].

Індикатор використовують для перевірки сили і напрямку тренда, а також визначення розворотів точок. Існує дві модифікації індикатора MACD: лінійний MACD та MACD-гістограма.

Індикатор заснований на експоненційних ковзаючих середніх і показує їх перетину. Коли основна лінія MACD над нулем, це означає, що швидка середня знаходиться над повільній, а ціна зростає в короткостроковому періоді. Положення гістограми над нулем говорить про зростання ціни. Додатково на індикаторі шукають розбіжності руху ціни і сигнальних ліній, що може попередити про розворот тенденції.

Quantopian - багатий інструментарій для бектестінга різних стратегій за допомогою мови Python.

Quantopian проводить конкурси алгоритмів і авторам кращих пропонує гроші в управління. При цьому алгоритм автора буде заліцензований. З усією прибутку алгоритму автор отримує відсоток винагороди. Код алгоритмів

закритий від власників платформи, про що неодноразово згадується в угоді користувача і спливаючих вікнах. Але Quantopian залишає за собою право вивчати вихідні дані алгоритму - прибутковість, волатильність і інші коефіцієнти.

В основі Quantopian лежить бібліотека Zipline, яка доступна на GitHub. Ця система заснована на подіях і підходить, як для бектестінга, так і для живої торгівлі. Додатковою перевагою є ще й те, що система готова до інтеграції з платформою Interactive Brokers.

Додаткова перевага: платформу можна підключити до свого облікового запису у брокера. Тобто для побудови робота вам необхідно створити алгоритм, створити обліковий запис у Interactive Brokers (демо або звичайний) і включити алгоритм.

Індикатор MACD є найбільш поширеним і зручним інструментом технічного аналізу при роботі на валютному ринку. Його унікальність в тому, що на відміну від більшості індикаторів, він дає чіткі сигнали як при бічному русі ціни, так і при тренді. В результаті отримано універсальний засіб для прогнозування подальшого руху вартості валютних пар.

Застосування MACD - індикатора, як втім, і будь-якого іншого індикатора, може іноді супроводжуватися помилковими сигналами. Тому, для більш успішної торгівлі на фондовому і валютному ринку найкраще використовувати індикатор MACD в сукупності з іншими індексами показники яких будуть підтверджувати правильність обраної позиції.

Необхідно чітко дотримуватись своєї торгової стратегії. Якщо по стратегії MACD, Moving Average Convergence / Divergence (Сходження / Розходження ковзають середніх) треба відкривати угоду - відкривайте, якщо фіксувати результат - фіксуйте, і неважливо в плюсі ви чи ні. Тільки дотримання правил індикатора Сходження / Розходження ковзають середніх «від і до» дозволить заробляти.

Список літературних джерел

1. Стивен Б. Акелис. Схождение/расхождение скользящих средних // Технический анализ от А до Я. Полный набор инструментов торговли от «Абсолютного индекса ширины» до «Японских свечей» / Пер. с англ. М. Волкова, А. Лебедева. - М.: Диаграмма, 1999. — С. 30-34, 224 - 225. - 376 с.
2. 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.

МЕТОД КОНСТРУЮВАННЯ ТРАФІКУ В ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ

Павленкова Є. О., Коган А. В.

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

Нові мега-тенденції в інформаційних та комунікаційних технологіях вимагають від мереж більшої гнучкості, пропускну здатності та швидкодії роботи. Але подальше збільшення інфраструктури мереж є лише тимчасовим рішенням і до того ж призводить до ускладнення керування мережею. Тому виникла необхідність пошуку та прийняття нових мережевих моделей. Програмно-конфігурована мережа (Software Defined Networking, SDN) є одним з найбільш перспективних рішень.

Конструювання трафіку (Traffic Engineering, TE) є одним з головних методів для оптимізації роботи і підвищення надійності мережі, але існуючі технології в цій області, не враховують унікальні особливості програмно-конфігурованих, тому актуальною задачею є пошук нових технологій конструювання трафіку, які зможуть використовувати весь потенціал переваг програмно-конфігурованих мереж.

На сьогодні найбільш популярним рішенням по маршрутизації та конструюванню трафіку в програмно-конфігурованих мережах є схема Equal-Cost-Multi-Path (ECMP), вона є досить обмеженою і не враховує завантаженість мережевих ресурсів та розміри потоків. Тому розробляються різні нові технології та методи і популярним напрямком дослідження є методи конструювання трафіку на основі управління потоками, наприклад Hedera, Mahout, MicroTE [1] спрямовані на виявлення великих потоків та подальшу їх обробку контролером мережі, у той час як малі потоки обробляються традиційною схемою ECMP; MiceTrap [5] навпаки концентрує увагу на малих потоках, але він містить переваги попередніх підходів щодо обробки великих потоків, тому цей підхід є більш гнучким.

У роботі пропонується метод конструювання трафіку, який враховує поточне завантаження мережі та пріоритетність трафіку, для досягнення кращого балансування навантаження у мережі. Даний метод розраховує вагу для кожного з маршрутів між парою джерело-призначення для того, щоб розподілити трафік між кількома маршрутами враховуючи їх завантаженість, подібно алгоритму запропонованому у роботі [5], але додатково для розподілу враховується тип трафіку і параметри маршрутів, що важливі для кожного з типів трафіку, це необхідно для того щоб забезпечувати високий рівень якості обслуговування.

Вихідними даними для алгоритму є параметри маршрутів: завантаженість маршруту, вага обрахована з урахуванням завантаженості, надійність роботи маршруту, довжина – кількість хопів. У таблиці 1 наведено вихідні дані для прикладу .

Таблиця 1 – Вихідні дані

№ шляху	Параметри			
	Завантаженість,%	Вага	Надійність	Довжина
1	50	0,25	0,85	8
2	35	0,32	0,60	4
3	60	0,18	0,95	6
4	50	0,25	0,40	3

На рисунку 1 зображено ділянку мережі у вигляді графу та розподіл трафіку, зроблений алгоритмом по вихідним даним з таблиці 1. Від вузла-джерело до вузла-призначення треба розділити і передати по чотирьом маршрутах 2000Mbps даних: 940Mbps – дані чутливі до часу, 400Mbps – дані високої важливості, 660Mbps – дані не чутливі до часу.

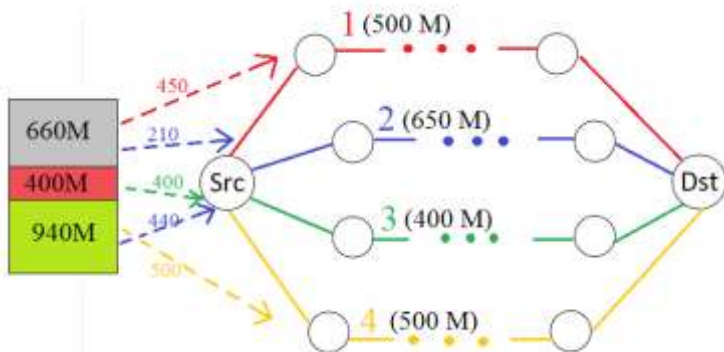


Рисунок 1 – Приклад розподілу даних

Таким чином запропонований метод розподілу трафіку навантажив усі маршрути та досяг рівномірного завантаження: дані високої важливості були відправлені найнадійнішим маршрутом, дані чутливі до часу – по найкоротшим, інші дані були поділені у відповідності до завантаженості маршрутів. Таке балансування навантаження було досягнуто за рахунок врахування поточного стану мережі (маршрутів), а окрім того було забезпечено високий рівень якості обслуговування за рахунок врахування пріоритетності трафіку.

Список літературних джерел

1. Abbasi Mohammad. Traffic Engineering in Software Defined Networks: A Survey/ Mohammad Abbasi, Ajay Guleria, Mandalika S. Devi // Journal of Telecommunications and Information Technology. – 2016. – P. 3-14.
2. Trestian Ramona. MiceTrap: Scalable traffic engineering of datacenter mice flows using OpenFlow / Ramona Trestian, Kostas Katrinis, Gabriel-Miro Muntean // 2013 IFIP/IEEE International symposium on integrated network management (IM 2013). – 2013. – P. 904-907.

ПРОБЛЕМИ І ПЕРЕВАГИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

Павлюк Р. В., Абламська В. М.

Коледж інформаційних технологій та землевпорядкування, Київ, Україна

Під експертними системами розуміється напрямок досліджень в області штучного інтелекту по створенню обчислювальних систем, які вміють приймати рішення, схожі з рішеннями експертів в заданій предметній області.

Як правило, експертні системи створюються для вирішення практичних завдань в деяких вузькоспеціалізованих областях. Експертні системи були першими розробками, які змогли залучити велику увагу до результатів досліджень в області штучного інтелекту.

Такі системи мають одну велику відмінність від інших систем штучного інтелекту: вони не призначені для вирішення якихось універсальних завдань. Експертні системи призначені для якісного вирішення завдань в певній розробником області, в рідкісних випадках - областях.

Експертні системи – це яскраве і швидко прогресуюче спрямування в області штучного інтелекту.

Штучний інтелект– наймолодше наукове спрямування. Його поява була підготовлена розвитком потужності обчислювальних машин. Штучний інтелект займає виключне положення.

Це пов'язано з наступним:

- частину функцій програмування в даний час виявилось можливим передати машині. При цьому спілкування з машиною відбувається на мові, близькою до розмовної. Для цього в ЕОМ закладають величезну базу знань, способи вирішення, процедури синтезу, програми, а також засоби спілкування, дозволяють користувачеві легко спілкуватися з ЕОМ.

- в зв'язку з впровадженням ЕОМ в усі сфери людського життя стає можливим перехід до безпаперової технології обробки інформації. Якщо раніше виробництво орієнтувалося на обов'язкову участь людини, то в даний час знаходять застосування безлюдні технології, засновані на роботизації та автоматизації системи управління.

Інтелектуальні системи в даний час починають займати провідне становище в проектуванні зразків виробів. Частину виробів неможливо спроектувати без їх участі.

Експертне знання - це поєднання теоретичного розуміння проблеми і практичних навичок її рішення, ефективність яких доведена в результаті практичної діяльності експертів в даній області. Фундаментом експертної системи будь-якого типу є база знань, яка складається на основі експертних знань фахівців. Правильно обраний експерт і вдала формалізація його знань дозволяє наділити експертну систему унікальними та цінними знаннями. Лікар, наприклад, добре діагностує хвороби і ефективно призначає лікування, не тому, що він має певні вроджені здібності, а тому що має якісну медичну освіту і великий досвід в лікуванні своїх пацієнтів. Тому цінність всієї експертної системи як закінченого продукту на 90% визначається якістю створеної бази знань.

Експерт надає необхідні знання про ретельно відібрані приклади

проблем і шляхи їх вирішення. Інженер по знаннях, формалізує всю отриману інформацію у вигляді бази знань і допомагає програмісту в розробці експертної системи.

Можна виділити наступні основні класи задач, що вирішуються експертними системами:

- а) діагностика;
- б) прогнозування;
- в) ідентифікація;
- г) управління;
- д) проектування;
- е) моніторинг.

На сьогоднішній день створено вже дуже багато експертних систем. За допомогою них вирішується широке коло завдань, але виключно в вузькоспеціалізованих предметних областях. Ці області добре вивчені і мають у своєму розпорядженні найбільш чіткі стратегії прийняття рішень. Зараз розвиток експертних систем призупинився, і цьому є ряд причин:

1) передача експертним системам "глибоких" знань про предметну область є великою проблемою. Як правило, це є наслідком складності формалізації знань експертів;

2) експертні системи не здатні надати осмислені пояснення своїх міркувань, як це робить людина. Експертні системи всього лише описують послідовність кроків, зроблених в процесі пошуку рішення.

3) налагодження і тестування будь-якої комп'ютерної програми є досить трудомісткою справою, але перевіряти експертні системи особливо важко. Це є серйозною проблемою, оскільки експертні системи застосовуються в таких критичних областях, як управління повітряним і залізничним рухом, системами зброї і в ядерній промисловості.

4) експертні системи мають ще один великий недолік: вони не здатні до самонавчання. Для того, щоб підтримувати експертні системи в актуальному стані необхідно постійне втручання в базу знань інженерів по знаннях. Експертні системи, позбавлені підтримки з боку розробників, швидко втрачають свою значимість.

Незважаючи на всі ці обмеження і недоліки, експертні системи вже довели всю свою цінність і значимість у багатьох важливих додатках.

Експертні системи виникли як значний практичний результат у застосуванні і розвитку методів штучного інтелекту - сукупності наукових дисциплін, що вивчають методи вирішення задач інтелектуального (творчого) характеру з використанням ЕОМ. Область штучного інтелекту має більш ніж сорокарічну історію розвитку. З самого початку в ній розглядався ряд дуже складних завдань, які, поряд з іншими, і до сих пір є предметом досліджень: автоматичні докази теорем, машинний переклад, розпізнавання зображень і аналіз сцен, планування дій роботів, алгоритми та стратегії ігор.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ

Парамонов А. И., Волков А. Р.

Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница, Украина

Информационные компьютерные технологии сегодня не просто позволяют перевести данные из аналогового представления в цифровой для их дальнейшей обработки, но и предоставляют широкие перспективы для моделирования объектов и процессов реального мира в некотором виртуальной или смешанном мире. Такими новыми инструментами выступают технологии дополненной реальности (augmented reality – AR) [1] и виртуальной реальности (virtual reality – VR). В этой связи становится весьма актуальной разработка программного обеспечения для эффективного использования открывающихся новых возможностей.

В работе рассматриваются ключевые принципы AR технологии и предлагается пример её использования в сфере образования.

Технология VR демонстрирует пользователю изображение, полностью сгенерированное компьютером – «искусственный мир». Технология AR основана на принципе добавления в изображение реального мира виртуальных объектов, с помощью камеры, монитора, и соответствующего программного обеспечения, в режиме «реального времени» (возможна задержка, которая типична для компьютерных систем отрисовки и рендеринга изображения, со скоростью обновления изображения порядка 100FPS). Ключевое отличие этих двух технологий в том, что AR демонстрирует в текущий момент частично реальное изображение и как бы «дополняет» его, в то время как VR не использует текущее изображение реального мира вообще. Несмотря на то, что AR технология уже достаточно давно на рынке, в силу малого внимания со стороны основных игроков ИТ отрасли она не получила еще массового распространения. Но стоит отметить, что успешные прикладные решения существуют, в том числе и в образовательном процессе. Среди них можно отметить проект «Augmented Reality Development Lab» – экспериментальную лабораторию, которая основана фирмой Digital Tech Frontier. В ней создаются проекты как развлекательного, так и образовательного плана. В игровом проекте MITAR Games [2] Массачусетского технического института реальное положение на местности объединяется с виртуальным игроком и виртуальным сценарием. Также можно отметить такие проекты как: «Reliving the Revolution» – игру Карен Шриер (Karen Schrier), в которой она показывает своим студентам знаменитую историческую битву при Лексингтоне с помощью GPS и карманных ПК. «Occupational Safety Scaffolding» – система профессора Рона Дотсона (Ron Doston), в основе которой используются трёхмерные AR-демонстрации, сочетающие реальные и цифровые объекты, для усвоения правил безопасности при строительстве.

Для программной реализации приложений дополненной реальности можно использовать специальные AR-библиотеки с открытым API [3]. Пожалуй, самыми популярными являются фреймворк Vuforia (полноценное

SDK для разработчиков), ARToolKit (набор программных библиотек), библиотека Wikitude, фреймворк LayAR, библиотека Kudan AR. Это далеко не полный перечень уже доступного инструментария, но делая выбор в пользу определенной AR-библиотеки, прежде всего стоит отталкиваться от задач проекта, от планируемых результатов и соотносить их с возможностями выбранных решений.

В качестве программных средств для разработки приложения дополненной реальности был использован фреймворк Vuforia [4] в среде разработки Unity3D [5]. В работе строилась эмуляция лаборатории для выполнения практикума по физике. Для этого необходимо создать виртуальные модели некоторых физических инструментов для наложения их на реальное изображение. Нам понадобились такие инструменты: электроизмерительные приборы, провода, диоды, лампочки, переключатели. В качестве демонстрации применения AR технологии было выполнено моделирование конструктора электросхем.

В основе работы конструктора используется механизм «меток». Метка – это изображение на листке бумаги, или на другом материале, которое видит камера телефона, и поверх него может накладывать нужное виртуальное изображение (рис.1).



Рисунок 1 – Пример «метки» для построения виртуальных объектов

Каждой метке соответствует в программе отдельная модель инструмента, например, провод или источник питания. В результате соединения таких частей электрической цепи подобно пазлу, мы через экран смартфона сможем увидеть собранную электросхему (рис.2). Для появления изображения инструмента необходимо чтобы в область камеры попала метка, которая отвечает за нужную модель, зафиксировать и подождать пока программа её распознает. Затем можно добавлять в область видимости камеры другие метки. Если между ними допустима связь, то она будет установлена и цепь соединена, иначе инструменты не соединятся. Направление соединения инструментов указывается путем смещения камеры в требуемую сторону. По такому принципу можно собирать сколь угодно большие схемы, пока на это будет хватать мощности смартфона (памяти), разрешения камеры (чтобы распознавать метки) и прочих технических факторов. Таким образом, можно перейти от использования материальной составляющей таких лабораторий к виртуальным цифровым лабораториям. Наглядная демонстрация, яркий интерфейс и возможность самостоятельно менять в ней элементы позволят ученику лучше понять и освоить материал.



Рисунок 2 – Электрическая цепь, собранная на экране смартфона с помощью меток на столе ученика

Из эксперимента видно, что все опыты можно проводить без потери качества, а иногда и превосходя его, так как в учебных заведениях не всегда могут быть в наличии необходимые приборы и прочая инструментальная база для проведения опытов. Низкая стоимость вещей необходимых для обучения позволит использование подобные программы для школ даже с самым низким финансированием. Использование данного предложения может значительно упростить проведение практикумов в школах, так как не требует специфического оборудования, а также исключит возможность травмирования ребенка. Для работы необходим только смартфон и набор маркеров, которые можно распечатать на принтере или просто нарисовать. Несомненно, следует отметить, что на текущий момент данный подход не может заметить абсолютно все практические занятия, но многие уже вполне.

Список литературных источников

1. R. Azuma, A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, pp. 355—385, August 1997
2. MITAR Games / (STEP) at MIT [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://web.mit.edu/mitstep/projects/mitar-games.html>
3. Казовская Дарья Обзор AR-библиотек для создания приложений с дополненной реальностью [электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.azoft.ru/blog/biblioteki-dopolnenoj-realnosti-dlya-ar-prilozhenij>
4. Официальный сайт Vuforia [электронный ресурс] – режим доступа: <https://developer.vuforia.com>
5. Среда разработки Unity3D [электронный ресурс] – режим доступа: <https://unity3d.com>

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ

Парамонов А. И., Парамонова О. С.

Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница, Украина

Современные тенденции в подходах к организации учебного процесса делают всё больший упор на индивидуальность и личные качества обучаемого. Согласно «Национальной доктрины развития образования Украины» система образования должна обеспечивать подготовку квалифицированных специалистов, способных к творческому труду, профессиональному развитию, мобильности в освоении и внедрении новейших наукоемких и информационных технологий. Выполнение этих целей невозможно без определения «психологического портрета» учащегося, на основании которого можно выбирать и использовать на ту или иную методику развития личности.

В работе предлагается решение задачи повышения качества учебного процесса в виде системы поддержки принятия педагогических решений. Разработанная система помогает учителю в выборе методики обучения на основе анализа результатов тестирования и опроса учеников. В основе подхода используется модель «психологического портрета» учащегося, которая понимается как качественная текстовая интерпретация характеристики человека. Он содержит описание внутреннего склада личности и может предполагать варианты поведения человека в определенных обстоятельствах [1]. Изучению «психологических портретов» посвящены работы известных психологов: Векслер Давид, Басов Михаил Яковлевич, Айзенк Ханс Юрген и др. Однако, несмотря на большое число работ и научных исследований, данная проблема остается актуальной.

Определять «психологический портрет» ученика в работе предлагается на основе комбинации тестов. Первично определяется ведущий тип восприятия с помощью теста-диагностики доминирующей перцептивной модальности Ефремцева [2], а затем определяются предпочтения и «склонности» учащегося (особые черты поведения) на основе теста Майерса-Бриггса [3]. Из работ психологов известны пять основных способов, с помощью которых люди могут воспринимать окружающий их мир. Информация для интерпретации и обработки мозгом воспринимается с помощью органов зрения, слуха, осязания, обоняния и вкусовых рецепторов. В зависимости от степени использования определенного рода входной информации у каждого человека формируется индивидуальная модель мира, которую ученые определяют как модальность восприятия и переработки внешней информации. Ту модальность, которая используется чаще других, принято называть доминантной или ведущей модальностью. Обучение становится более эффективным при условии применения методик воздействия на ведущую модальность восприятия учащегося. Но для обучения важно не только доминирование какой-то модальности, но и уровень ее организации.

Применение теста Майерса-Бриггса позволяет учащемуся обозначить свои личные предпочтения, раскрыть характер и особые черты поведения. Основная суть системы психологического тестирования то тесту Майерса-Бриггса заключается в том, что, благодаря измерению уникальных комбинаций личностных факторов человека можно предсказать его склонность к определенному виду деятельности, стиль его действий, характер решений и другие личностные особенности, позволяющие ему чувствовать себя комфортно и уверенно в той или иной обстановке. Тест Майерс-Бриггс особенно рекомендован для подростков на этапе выбора специализации школьных классов и особенно при выборе будущей профессии перед поступлением в ВУЗ. Это позволит учителю или школьному руководству скорректировать программу обучения или направить ученика в группу с подходящей ему «направленностью». Тестирование проходит по четырем шкалам [3]: E-I – ориентация сознания, S-N – способ ориентирования в ситуации, T-F – основа принятия решений, J-P – способ подготовки решений. Сочетание этих шкал формирует один из 16 психотипов, которые обозначаются комбинацией показателей шкал: ISTJ, ISFJ, INFJ, INTJ, ISTP, ISFP, INFP, INTP, ESTP, ESFP, ENFP, ENTP, ESTJ, ESFJ, ENFJ или ENTJ.

Таким образом, используя результаты комбинации психологических тестов учителю предоставляется информация об ученике с рекомендацией «как лучше построить его обучение». На основании отдельных параметров возможно формирование групп (классов) учащихся со схожими предпочтениями или одинаковым типом восприятия.

Приложение разработано на языке программирования C#, фреймворка .NET и СУБД SQLite. Разработанный программный комплекс имеет два пользовательских интерфейса: для учащегося и для учителя. Учащиеся могут только проходить тестирования и опросы. В модуле учителя (он же является и администратором программы) имеется функционал по управлению группами и учениками, а также форму результатов анализа данных учеников. На форме можно получить информацию о каждом ученике в отдельности и «средний» (преобладающий) показатель по классу. Кроме результатов тестов учителю также отображается рекомендация по работе с учеником, которая строится как синтез известных решений для каждого психотипа в отдельности.

Список литературных источников

1. Психологический портрет личности человека. [электронный ресурс] – режим доступа: <http://gopsy.ru/lichnost/psihologicheskij-portret-lichnosti-primer.html>
2. Ефремова С. Диагностика доминирующей перцептивной модальности. Методика ведущий канал восприятия [электронный ресурс] – режим доступа: <http://psycabi.net/testy/289-test-audial-vizual-kinestetik-diagnostics-dominiruyushchej-perseptivnoj-modalnosti-s-efremtseva>
3. The Myers & Briggs Foundation. Тест личности по Майерс-Бриггс – MBTI [электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.myersbriggs.org>

МЕТОД ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНОМ ТА ПОСТАЧАЛЬНИКОМ НА ОСНОВІ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ

Патрушев В. О., Патрушева О. І.

Донецький національний технічний університет, Покровськ, Україна

Дана робота присвячена одній з найважливіших проблем, з якою стикаються сучасні Інтернет магазини, а саме – відсутністю ефективного механізму, який дозволяє здійснити вибір постачальника товарів, що задовольняє заданим вимогам. Це призводить до зниження прибутку Інтернет магазину і незадоволеності споживача. Тому розробка методу вибору постачальника товарів є актуальною.

Метою роботи є розробка методу інтелектуалізації взаємодії між Інтернет магазином та постачальником товарів. Для досягнення мети були поставлені і вирішені наступні завдання:

- дослідити фактори, що характеризують конкретного постачальника;
- дослідити порядок взаємодії Інтернет магазину з постачальниками;
- визначити спосіб, що дозволяє інтелектуалізувати інтерактивну взаємодію між Інтернет магазином і постачальниками;
- визначити спосіб аналізу інформації, отриманої від потенційних постачальників;
- визначити спосіб оцінювання постачальників за результатами роботи з ними;
- виконати чисельні дослідження.

Є такі чинники, які слід отримати від постачальника [1,2]:

1. Вартість придбання товарів.
2. Рівень товарів (варіюється від високоякісних до низькоякісних товарів).
3. Відстань між Інтернет магазином і складом товарів постачальника.
4. Умови доставки товарів (самовивіз Інтернет магазином, доставка на склад Інтернет магазину, безпосередня доставка споживачам) та її гарантія (якщо доставкою займається сам постачальник).
5. Обсяг мінімальної партії товарів, що купується у постачальника, і за період, за який цю партію слід придбати.
6. Умови оплати (без попередньої оплати, робота в кредит, надання розстрочок, або їх відсутність) і необхідність внесення страхового депозиту.
7. Терміни виконання поточних та екстрених замовлень.
8. Наявність і організація системи управління якістю у постачальника.
9. Здатність постачальника обслуговувати запчастинами поставлене обладнання протягом усього терміну його експлуатації.
10. Наявність зв'язків у постачальника з респектабельними організаціями.
11. Кількість років існування постачальника на ринку товарів і послуг.
12. Наявність сертифікатів на продукцію.
13. Наявність знижок і умови їх надання.

14. Частота завезення товарів постачальнику.
15. Забезпечення повідомлення про оновлення товарів.
16. Забезпечення повідомлення про зміну цін на товари.
17. Забезпечення повідомлення про припинення поставок певних товарів.

18. Умови повернення та обміну бракованих товарів.

19. Умови повернення чи обміну неліквідних товарів.

Взаємодія Інтернет магазину з постачальниками підрозділяється на кілька етапів:

1. Пошук потенційних постачальників:

- оголошення конкурсу;
- вивчення рекламних матеріалів;
- відвідування профільних виставок, ярмарків, конференцій;
- консультація з експертами (можуть бути виявлені такі додаткові чинники як наявність ризику страйків, кредитоспроможність і фінансове становище постачальника (наприклад, ставлення ліквідності постачальника до суми боргових зобов'язань, відношення обсягу продажів до дебіторської заборгованості, відношення чистого прибутку до обсягу продажів, рух готівки оборотність запасів і ін.), ділова репутація постачальника, надійність обслуговування (оцінюється через вірогідність відсутності відмови в задоволенні заявки)).

2. Аналіз інформації, отриманої від потенційних постачальників і / або експертів, і вибір найбільш прийнятних постачальників

3. Висновок з вибраними постачальниками договорів про співпрацю.

4. Оцінка результатів роботи з вибраними постачальниками (розбиття постачальників по поставляється товарам, визначення рейтингу постачальників і можливості подальшої співпраці з ними).

На сьогоднішній день взаємодія Інтернет магазину з постачальниками інтелектуалізується за допомогою мультиагентної системи (MAC) [3,4]. В MAC Інтернет магазин і постачальники представлені відповідними агентами. В MAC міжагентне співробітництво може бути пов'язано з поділом завдання між агентами, що можна використовувати для проведення конкурсу. Одним з механізмів поділу завдання між агентами є протоколом високого рівня Contract Net (CNET) [5]. Термін «Contract» узятий Смітом за аналогією з методом, яким компанії організовують тендер для укладення контрактів. Завдяки своїй простоті, Contract Net стала найбільш реалізованої і вивченої структурою для розподіленого рішення задачі.

Протокол Contract Net передбачає наступні стадії (рис.1):

- розпізнавання завдання;
- оголошення завдання;
- пропозиція;
- укладення контракту;
- швидке виконання.

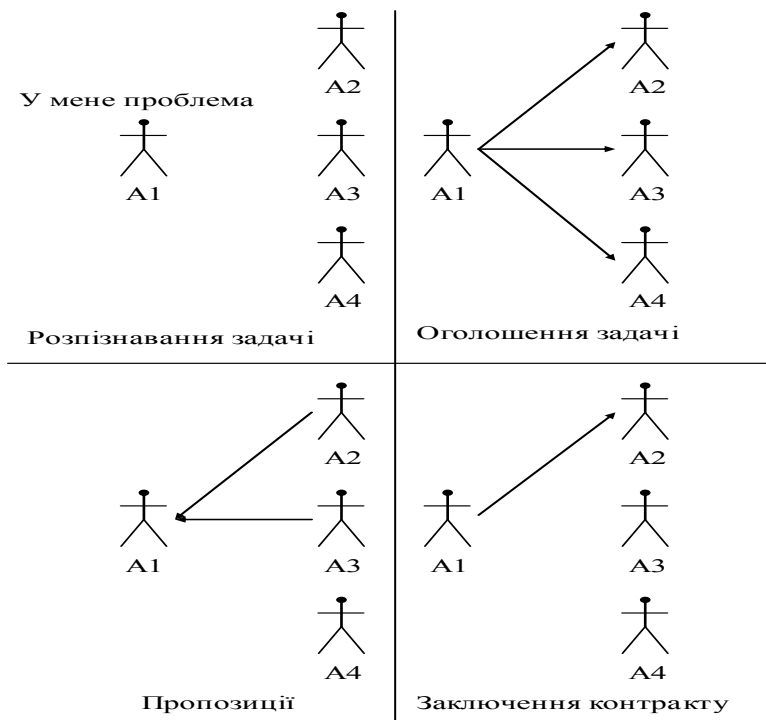


Рисунок 1 – Протокол Contract Net

На стадії розпізнавання завдання вузол мережі (агент) визнає, що у нього є завдання, для вирішення якого він просить допомоги. Агент розуміє, що він не може досягти мети в ізоляції, оскільки не має можливості, і розуміє, що він не хоче досягати мети в ізоляції (зазвичай через якість рішення, терміну та ін.).

На стадії оголошення завдання вузол з завданням, інформує про існування цього завдання інші вузли мережі, потім діє як менеджер цього завдання. Можливі три ситуації:

1. Якщо менеджер не знає про певні здібності інших вузлів мережі, то він змушений послати загальне повідомлення всім іншим вузлам.

2. Якщо менеджер знає, які вузли мережі є можливими кандидатами, то він може послати обмежене повідомлення тільки тим кандидатам.

3. Якщо менеджер знає точно, який з інших вузлів в мережі є відповідним, тоді він може відправити повідомлення конкретному вузлу.

На стадії пропозиції вузли мережі, сповіщені про завдання, оцінюють його щодо їх власних спеціалізованих апаратних засобів і ресурсів програмного забезпечення, тобто чи зможуть вони швидко виконати завдання і чи зможуть задовольнити обмеженням специфікації. Якщо завдання

задовольняє вузлу, то вузол робить менеджеру пропозицію і називається особою, що робить пропозицію. Пропозиція показує можливості вузла, які пов'язані з виконанням цього завдання. Менеджер може отримати безліч таких пропозицій у відповідь на одне оголошення завдання.

На стадії укладення контракту на основі інформації, що міститься в пропозиціях, менеджер вибирає найбільш відповідні вузли, щоб виконати завдання. Свій вибір менеджер повідомляє обраним вузлом через повідомлення про укладення контракту. Ці обрані вузли беруть на себе відповідальність за виконання завдання і називаються підрядником для цього завдання.

На стадії швидкого виконання вузол-підрядник здійснює швидке виконання завдання. Після того, як завдання буде виконано, вузол посилає повідомлення менеджеру.

Цей процес переговорів може бути спрощений для підвищення ефективності протоколу. Якщо менеджер точно знає, який вузол є відповідним для виконання завдання, він може укласти з цим вузлом прямий контракт. Цей контракт відрізняється від оголошеного контракту тим, що немає оголошення і немає пропозицій, а укладення контракту зроблено безпосередньо. У таких випадках вузли, з якими уклали контракти, повинні підтвердити отримання повідомлення про укладення контракту, і мати можливість відмови.

Для завдань, які роблять прості запити про інформацію, контракт може не використовуватися. У таких випадках послідовність запит-відповідь може використовуватися без подальшого удосконалення. Такі повідомлення (які допомагають в розподілі даних на відміну від управління) реалізовані як повідомлення типу *request* та *inform*. Повідомлення *request* використовується, щоб закодувати прямі запити про інформацію, коли укладення контракту є непотрібним. Повідомлення *inform* використовується для відповіді на повідомлення *request* і для передачі даних.

На додаток до опису різних повідомлень, які агенти можуть послати, Сміт описує наступні процедури, які будуть виконані при отриманні повідомлення:

1. *Обробка оголошення завдання.* Після отримання оголошення завдання агент вирішує, чи має він право на задачу. Він робить це, дивлячись на специфікацію прав, що містилася в оголошенні. Якщо він має право, то деталі завдання зберігаються, і агент згодом зробить пропозицію.

2. *Обробка пропозиції.* Пропозиції від потенційних підрядників зберігаються менеджером, поки не досягнутий певний крайній термін. Менеджер тоді укладає контракт з єдиним підрядником.

3. *Обробка укладення контракту.* Пропозиції від агентів, які зробили пропозицію, але відмовилися від контракту, видаляються. Вузол, що став підрядником, має спробувати швидко виконати завдання (що може означати генерацію нової підзадачі).

4. *Обробці повідомлень request і inform.* Ці повідомлення є найпростішими. Повідомлення *request* вимагає послати повідомлення *inform* запитувача; *inform* містить запитану інформацію, але тільки якщо ця інформація доступна (інакше, *inform* повідомляє запитувача, що інформація

невідомо). Повідомлення *inform* змушує своє утримання бути доданим до бази даних одержувача. Передбачається, що в кінці виконання завдання, підрядник пошле повідомлення *inform* менеджеру, деталізуючи результати швидко виконаного завдання, використовуючи повідомлення *report*.

Розглянемо тепер FIPA-формалізацію протоколу взаємодії Contract Net. Згідно зі специфікацією SC00029, протокол взаємодії FIPA-ContractNet (представлений у вигляді UML-діаграми на рис.2) дозволяє агенту-ініціатору (Initiator) закликати агента-учасника (Participant) або агентів-учасників надіслати свої пропозиції, пов'язані з рішенням завдання. Агент-учасник або агенти-учасники обробляють заклик до пропозиції (*cfp*) агента-ініціатора і приймають рішення про надсилання своїх пропозицій (*propose*) або відхилення призову (*refuse*). Агент-ініціатор опрацьовує пропозиції і приймає рішення про прийняття (*accept-proposal*) або відхилення (*reject-proposal*) пропозицій. Якщо пропозиції прийняті, то відповідні агент-учасник або агенти-учасники повідомляють про результат виконання завдання агента-ініціатора. Таким повідомленням може бути *failure* (якщо невдале виконання дії), *inform-done* (якщо вдале виконання і повідомлення ініціатора тільки про це) або *inform-result* (якщо вдале виконання і повідомлення ініціатора про це і про результат). Крім того, під час виконання даного протоколу одержувач може інформувати відправника, що він не зрозумів послану йому інформацію. Це робиться за допомогою повідомлення *non-understood*.

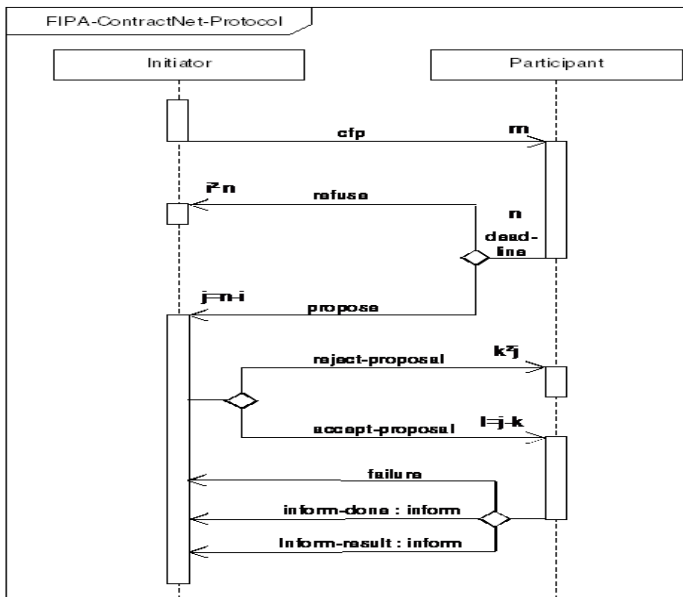


Рисунок 2 – UML-діаграма протоколу взаємодії FIPA-ContractNet

В рамках даної роботи розроблений спосіб аналізу інформації, отриманої від потенційних постачальників, який використовується всередині протокол взаємодії FIPA-ContractNet створеної мультиагентної системи.

З перерахованих раніше факторів, що характеризують конкретного постачальника, головну роль відіграють перші чотири – вартість придбання товарів, рівень товарів, відстань до складу товарів постачальника, що відображається під час аналізу в вартість транспортування товару, і умови доставки товарів. Для спрощення обчислень інші чинники відображаються в логічні (1 – в разі задоволення вимог Інтернет магазину, 0 – в іншому випадку), оскільки завдання питомої ваги для кожного фактора зазвичай складно визначити. Якщо для постачальника значення будь-якого з перших чотирьох факторів не задовольняє вимогам Інтернет магазину, то інші фактори не розглядаються і цей постачальник відкидається. Якщо постачальник не відкинутий, то робляться такі обчислення. Спочатку складаються вартість придбання товарів і вартість транспортування товару, і проводиться перше сортування постачальників по цій сумі як по ключу. Потім складаються, перетворені до логічних, фактори, починаючи з п'ятого і блок робить друге сортування постачальників по цій сумі як по ключу, але тільки серед М-перших постачальників з раніше відсортованого списку. В результаті відбирається не більше К-перших постачальників, а решта постачальників відкидаються. Параметри М і К задаються, при цьому рекомендується, щоб $K > 1$, $K \leq M$.

Далі в роботі запропонований спосіб оцінювання постачальників за результатами роботи з ними.

Для спрощення оцінювання в статті запропоновано обмежитися наступними факторами, які виявляються в результаті роботи з постачальниками:

1. Реальна якість доставлених товарів (наявність бракованих або невідповідних вимогу).
2. Реальні терміни виконання замовлень.

Якщо для постачальника значення цих факторів не задовольняє вимогам Інтернет магазину, то цей постачальник відкидається.

Для дослідження створеного методу інтелектуалізації взаємодії між Інтернет магазином та постачальником товарів, авторами даної статті був програмно реалізований протокол взаємодії FIPA-ContractNet на основі мультиагентного пакету JADE. При реалізації даний протокол був модифікований в такий спосіб. Після отримання агентом-ініціатором повідомляють про результати виконання завдання від агента-учасника або агентів-учасників, агент-ініціатор оцінює постачальників за результатами роботи з ними, і приймає рішення про прийняття (accept-collaborate) або відхилення (reject-collaborate) співпраці з агентом-учасником або агентами-учасниками. Створена програмна реалізація дозволила прискорити процес взаємодії між Інтернет магазином та постачальником товарів в 10 разів.

Висновки

1. Вперше запропоновано використання мультиагентної системи для інтелектуалізації інтерактивної взаємодії між Інтернет магазином і

постачальниками, агенти якої співпрацюють на основі взаємодії FIPA-ContractNet. Використання мультиагентної системи дозволяє прискорити процес обробки і обміну інформацією між Інтернет магазином і постачальниками.

2. Розроблено спосіб аналізу інформації, отриманої від потенційних постачальників, який використовується всередині протокол взаємодії FIPA-ContractNet створеної мультиагентної системи. Цей спосіб дозволяє спростити процедуру аналізу.

3. Запропоновано спосіб оцінювання постачальників за результатами роботи з ними. Цей спосіб дозволяє спростити процедуру оцінювання.

4. Був модифікований протокол взаємодії FIPA-ContractNet, що дозволяє врахувати оцінювання постачальників за результатами роботи з ними.

5. Програмна реалізація мультиагентної системи, що забезпечує взаємодію між Інтернет магазином і постачальником товарів, дозволила прискорити процес взаємодії в 10 разів.

6. Запропонований підхід може використовуватися в різних інтелектуальних системах класифікації.

Список літературних джерел

1. Гаджинский А.М. Основы логистики / А.М. Гаджинский. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 1996. – 124 с.
2. Логистика / Под. ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 327 с.
3. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. – Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2002. – 348 p.
4. Федоров Е.Е. Методология создания мультиагентной системы речевого управления: монография / Е.Е. Федоров. – Донецк: изд-во «Ноулидж», 2011. – 356 с.
5. Жабская Т.Е. Анализ инструментальных средств построения агентно-ориентированных систем / Т.Е. Жабская, О.И. Федяев // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2009. – Випуск 153. – С. 54-62.

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ГІПОКСИТЕРАПІЇ

Пекарчук М. С., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

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

Основною задачею створення ЕС є оцінка стану хворого під час проведення сеансу гіпокситерапії, а саме моніторинг стану хворого на критичні норми показників та оцінка стану хворого відносно попередніх результатів, що надає можливість прогнозування та оцінки успішності проведення курсу лікування.

Реалізована ЕС не є закритою системою, а складається з декількох модулів:

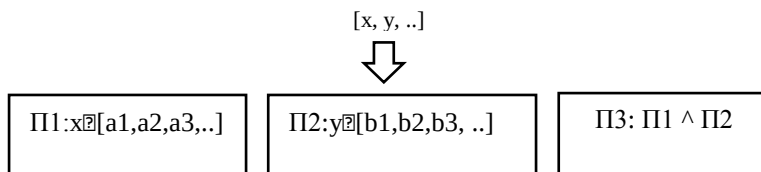
- модуль входу значень показників;
- модуль обробки критичних значень показників та збереження вхідної інформації;
- модуль прийняття рішень;
- модуль логічного виводу;
- модуль експорту вихідних даних.

Це дозволяє взаємодіяти системі з іншими системами за рахунок відкритого доступу до модуля обробки критичних значень показників та збереження вхідної інформації. Тобто вона має можливість надавати інформацію від інших систем, що реалізують певні математичні моделі на основі показників що є складовими вхідних параметрів ЕС. При цьому зберігати розрахункові значення для оброблення в модулі прийняття рішень. Тим самим досить легко розширювати можливості ЕС і об'єднувати різні програмні рішення, що вирішують конкретні задачі.

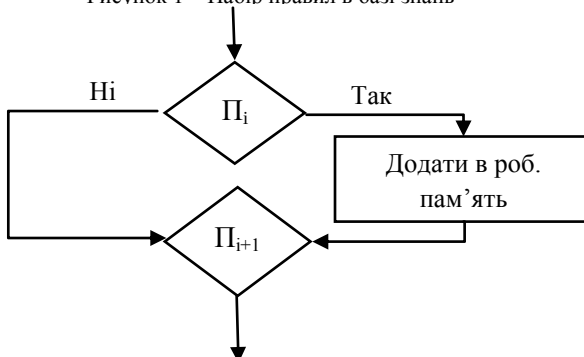
Головною складовою системи є база знань, в основу якої ввійшли знання фахівців в цій галузі, а вхідними показниками, що потрапляють в систему під час проходження лікування є: частота серцевих скорочень, сатурація крові, об'єм повітря під час вдиху/видиху, концентрація O_2 та CO_2 у повітрі [1] (рис. 1). Вхідна інформація потрапляє до ЕС, де аналізує певні показники на критичний стан хворого, при якому необхідно зупинити проведення сеансу, далі зберігається в базі даних, що містить інформацію про проходження сеансів по пацієнтам. У кінці сеансу ЕС дістає інформацію про пройдений сеанс та аналізує зміни в загальному стані хворого порівняно з його попередніми сеансами та нормами [2]. У якості підсистеми логічного виводу було обрано прямий логічний вивід, коли пошук розв'язку здійснюється від фактів до результату. Алгоритм роботи прямого логічного виводу зображений на блок-схемі (рис 2).

Також дана система включає в себе стратегію керування висновками виду розбиття задачі на під задачі [3]. Дана стратегія є найбільш актуальною для даної експертної систему за рахунок дискретної множини вхідних параметрів. Де база знань володіє набором висновків щодо значень кожного з вхідних параметрів і на основі зібраних висновків по кожному з показників

знаходиться загальний висновок щодо стану здоров'я пацієнта. Також медичному працівнику надається можливість перегляду сеансу та вхідних даних у вигляді графіків.



Рисунк 1 – Набір правил в базі знань



Рисунк 2 – Блок схема виводу ЕС

Іншою складовою ЕС є модуль керування ЕС, що надає можливість запрограмувати ЕС та її складові. У даному модулі можливо вносити та змінювати знання, що зберігаються в базі знань, а також додавати чи змінювати вхідні показники, що потрапляють в ЕС з можливістю налаштування умов для обробки критичних значень цих показників. Реалізована ЕС може експортувати результати в Excel.

Дана ЕС є динамічною за рахунок можливості коригування її до інших предметних областей. Це дозволяє використовувати ЕС для оцінки лікування хворих при інших захворюваннях чи видах терапії. Головним критерієм для функціонування ЕС є необхідність задання їй достовірних знань, що надають фахівці в конкретній області.

Список літературних джерел

1. Аралова Н.И. Оценка функциональной системы дыхания, кислородных режимов организма и степени гипоксии (комплекс программ для ПЭВМ) / Н.И. Аралова // Фізіол. журн. – 1996. – Т. 42, № 3/4. – С. 43-47.
2. Белошицкий П.В. Проблема комплексных воздействий на организм / П.В. Белошицкий // Автоматизированный анализ гипоксических состояний. – М., 2003. – С. 49-50.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – М.: И.Д. Вильямс, 2001. – 624 с.

РОЗРОБКА МЕДИЧНОЇ СКС З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

Попов Д. С.

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

У даній роботі я описав цикл створення медичної системи на основі технології блокчейн. Наведена технологія має ряд переваг, які дозволяють перенести усталену «паперову» систему медичних закладів в електронний формат, при цьому зберігається максимальна безпека і цілісність інформації. Однак, не дивлячись на всі переваги, блокчейн має і ряд недоліків, найбільший з яких - необхідність «початкової» ініціалізації системи для повноцінної інтеграції, а отже систему неможливо впроваджувати поступово[1]. Сама технологія має особливу структуру. Вона виглядає як журнал для записів, які пов'язані між собою. Такий журнал зберігається у всіх учасників процесу, і інформація в ньому постійно оновлюється.

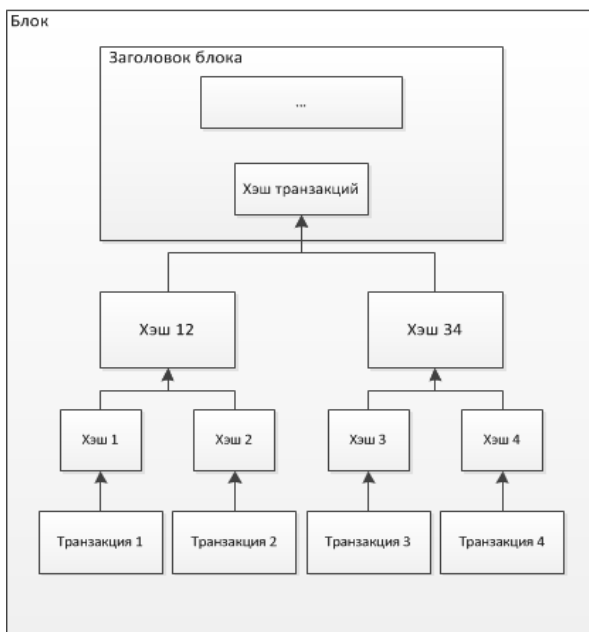


Рисунок 1 — Принцип роботи технології блокчейн

Не дивлячись на те, що інформація присутня у кожного учасника мережі, дані в ньому зберігаються в зашифрованому вигляді, а їх достовірність гарантується цифровими підписами інших учасників. Оновлення всіх даних в

кожному блоці реєстраційного ланцюга відбувається постійно, і вони зберігаються відкрито для інших користувачів.

Всі блоки в ланцюжку містять у собі посилання на попередній блок. Звідси можна вивести, що втручання у систему і спроба сфальсифікувати дані буде невдалою, оскільки більшість учасників мережі не підтвердять подібну транзакцію даних.

Блокчейн володіє інструментом, який дозволяє перенести всі процеси взаємодії між медичним апаратом і безпосередньо користувачем. Цим інструментом є технологія «смарт контрактів».

Основна суть смарт контракту в тому, що він містить в собі правила власного виконання. А завершеним він вважається тільки коли одна зі сторін виконає всі умови другої сторони за описаними правилами.

Таким чином, ми володіємо широким інструментарієм для реалізації повноцінної системи, а саме:

1. Маємо завжди актуальні і достовірні дані про користувачів, процеси, події, що є ланцюжком інформаційних блоків.
2. Маємо безвідмовний спосіб обміну інформацією, що гарантує дотримання умов між двома сторонами.

Однак інформація що зберігається в медичних установах є здебільшого приватною, отже її безпеку необхідно гарантувати. На жаль, в Україні наразі немає єдиної стандартизації щодо криптографії в області медичних даних. «Лікарську таємницю» ж забезпечують стаття 32 Конституції України, а також стаття 286 Цивільного кодексу України. Отже при підготовці до розробки системи мною були виділені безвідмовність і безпека, як основні критерії кінцевого продукту[1]. Для забезпечення безпеки зберігання та обміну даними, мною було обрано такі алгоритми і відповідні стандарти, що регулюють їх реалізацію:

1. Алгоритм шифрування: AES256 (FIPS 197, Advanced Encryption Standart[2]).
2. Алгоритм гешування: SHA-1 (FIPS 180-2, Secure Hash Standart[3]).
3. Алгоритм підпису: ECDSA (FIPS 186-3, Digital Signature Standart[4]).
4. Алгоритм вироблення сесійних ключів: Diffi-Hellman Key Agreement Method (RFC 2631).

Реалізація вище наведених алгоритмів увійшла в криптобібліотеку, яка надалі була задіяна в створеній медичній системі.

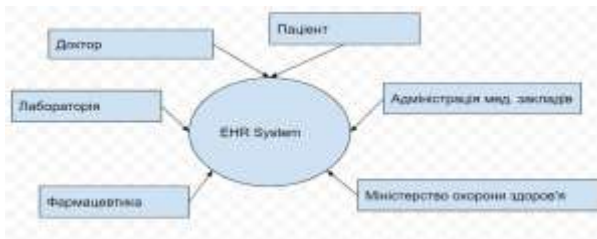


Рисунок 2 — Схема учасників електронної медичної системи.

Виділимо основних користувачів системи: в спрощеній схемі ними є пацієнт і лікар. Для забезпечення аутентифікації користувачів, в системі використовуються електронні сховища ключів, а саме смарт-карти. На цих пристроях буде зберігатись ключ, який дозволить користувачеві переглядати, або давати доступ до своєї конфіденційної інформації. Доктор може видавати пацієнту електронні рецепти на лікарські засоби, та підписувати їх своїм електронним підписом, який буде перевірений у відділі фармацевтики. Таким чином можливо регулювати обіг фармацевтичної продукції. Також доктор має можливість виписати направлення на збір аналізів пацієнта, результати яких лабораторія підпише і занесе до системи, де лише лікар та пацієнт зможуть переглянути висновки лабораторії. Таким чином ми маємо систему, що спрощує та надійно фіксує усі процеси взаємодії працівників та клієнтів медичних установ.

Технологія блокчейн є досить універсальною і потужною, а тому її застосування в медичній системі має великий потенціал. Україна вже стала однією з країн-новаторів, які впровадили блокчейн у великі системи. Так, наприклад, в 2015 році була запущена децентралізована електронна система аукціонів, а в 2017 технологія була впроваджена в єдину систему земельного кадастру України. На блокчейн також перейшло державне підприємство СЕТАМ (торгівля арештованим майном). Наведені приклади підтверджують, що розробка своєї системи є актуальною.

Список літературних джерел

1. Макконел С. Совершенный код. Мастер-класс / Пер. с англ. — М. : Издательско-торговый дом «Русская Редакция» ; СПб.: Питер, 2005. — 896 с.
2. Стандарт FIPS 197, Advanced Encryption Standard (AES) [Електронний ресурс] : [файл PDF] — Режим доступу: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/fips/nist.fips.197.pdf> (дата звернення 29.09.2018). — Назва з екрана.
3. Стандарт FIPS 180-2, Secure Hash Standart [Електронний ресурс] : [файл PDF] — Режим доступу: <https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/fips/180/2/archive/2002-08-01/documents/fips180-2.pdf> (дата звернення 29.09.2018). — Назва з екрана.
4. Стандарт FIPS 186-3, Digital Signature Standart [Електронний ресурс] : [файл PDF] — Режим доступу: https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/fips/186/3/archive/2009-06-25/documents/fips_186-3.pdf (дата звернення 29.09.2018). — Назва з екрана.
5. Стандарт Diffi-Hellman Key Agreement Method [Електронний ресурс] : [файл TXT] — Режим доступу: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2631.txt> (дата звернення 29.09.2018). — Назва з екрана.

КОНЦЕПЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Прокопчук Ю. А.

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ, Днепр, Украина

В работе предложена концепция когнитивных измерений для интеллектуальных агентов, основанная на парадигме предельных обобщений (ППО) [1]. Конкретизирована проблема создания «познающих» и «понимающих» (когнитивных) сенсоров и сред [1 - 3].

Введение. В последние годы большой научный и практический интерес вызывает создание когнитивных помощников, ассистентов. Например, компания IBM занимается разработкой цифрового помощника для незрячих людей (приложение NavCog). Такой помощник помогает ориентироваться незрячему человеку в незнакомой местности. Подобные системы могут оказаться незаменимыми в технологиях Smart City и «Индустрии 4.0». Актуальной является задача создания универсальных систем управления когнитивными робототехническими платформами, включая автономный транспорт и социальную робототехнику.

В рамках наступающей «Эры усовершенствования» производимые «умные» вещи снабжаются цифровой «нервной системой», которая накапливает всю информацию о поведении в реальном мире (кибер-физические системы - КФС). Потом можно дать задание интуитивному ИИ усовершенствовать умную вещь на основе полученной информации. Так можно оптимизировать детали автомобиля, поезда или конструкции мостов, зданий и т.д. Многие КФС должны выполнять когнитивные измерения.

Одна из ключевых методологических проблем заключается в том, что прогресс технологии нейронных сетей и машинного обучения привел к появлению своеобразного ИИ: алгоритмы способны выносить суждения, но не могут объяснить свои выводы. Это приемлемо, когда речь идет о том, чтобы отличить кошку от собаки. Но когда речь идет о жизнях или здоровье людей, необходимо обоснование. В американском исследовательском агентстве по перспективным вооружениям DARPA объявили конкурс для стартапов, которые разрабатывают ИИ «третьей волны» — который сможет объяснить свой вердикт в понятных для человека терминах. Специалисты называют «осознанность решений» ИИ ключевым параметром, отличающим направление поиска во время этого конкурса.

В работе [3] описана концепция когнитивных измерений как иерархического процесса грануляции информации, осуществляемого с помощью когнитивных сенсоров. Рассматриваемый «когнитивный сенсор» представляет собой не только информационно-измерительное устройство, познающее объект мониторинга и обеспечивающее получение знаний на базе измерений, но и «понимающую» искусственную систему, способную формировать оценки результатов измерений и проводить рассуждения в интересах текущей диагностики объекта и прогнозирования его будущего состояния. Функционирование когнитивного сенсора опирается на

многозначную прагматику измерений. Недостатком данного подхода можно считать фактическое игнорирование био-инспирированных (природных) архитектур и механизмов. Это выражается, например, в том, что: а) используются формальные логико-алгебраические подходы (явно не когнитивные); б) центральное место в рассматриваемом подходе занимает формальное описание и графическая иллюстрация понятия логического мира, что исключает «бессознательные, интуитивные» процессы; в) когнитивные измерения рассматриваются лишь как процесс грануляции информации, что явно недостаточно с точки зрения когнитивности. Подобная и близкие работы ставят вопрос о выявлении специфических свойств именно «когнитивных измерений», их отличия от других видов измерений.

Полученные результаты. Развиваемая автором концепция основана на когнитивном подходе и направлена на повышение осознанности решений искусственных агентов (ассистентов, помощников). Поставленные цели достигаются за счет использования архитектур и процессов ППО, в частности, орграфов значений тестов, орграфов доменов тестов, орграфов набросков образов, системопаттернов и т.д. Предлагаемая технология была успешно апробирована в рамках интеллектуальных медицинских и образовательных систем [2]. Предложена методика построения ППО-когнитивных сенсоров (ППО-КС). Предложен вариант построения интеллектуальной системы гибридного мониторинга сложных объектов как интеллектуальной агентной среды с использованием ППО-КС [2].

Дадим рабочее определение «когнитивных измерений» (КИ).

Когнитивными измерениями будем называть такие измерения, при которых значение любого параметра и всех его обобщений согласованы со всеми индукторами системной модели изучаемого явления.

Приведенное выше определение КИ опирается на три важных постулата: 1) все параметры, факторы имеют множественные обобщения, интерпретации и все интерпретации возникают когерентно (т.е. одновременно); 2) имеется системная модель изучаемого явления, которая позволяет имплицитно выполнять внутренний аудит значений параметров (показаний датчиков); 3) системная модель содержит развитую систему индукторов, показания которых должны быть согласованы для измеряемого параметра, включая все интерпретации.

Пусть когнитивный сенсор формирует значение некоторого теста. Данному выше определению КИ в полной мере отвечает следующая схема конфигурирования теста:

```
Тест [^Тест...] [# ТестX...] {
    Dn [^Dn...] [#Dx...] { ; ; }          [{On}n] [{Sg}n] [{S, R}n] [{NN}n] [{Ag}n]
    ...
    D2 [^D2...] [#Dy...] { ; ; }          [{On}2] [{Sg}2] [{S, R}2] [{NN}2] [{Ag}2]
    D1 [^D1...] { ; ; }                    [{On}1] [{Sg}1] [{S, R}1] [{NN}1] [{Ag}1],
```

∀ { ; ; } = {z₁ [[^]x₁...] [Int₁] {g/μ₁};...; z_k [[^]x_k...] [Int_k] {g/μ_k}},

где ‘Тест’ – название теста; ‘[^] Тест...’ – список условных обозначений теста (алиасы); ‘# ТестX...’ – список ссылок на более общие тесты; ‘Dj’ – название j-го домена; ‘[^]Dj...’ – список условных обозначений j-го домена (алиасы);

‘#Dx...’ – ссылка на домены предки; { ; ; } – кортеж альтернативных элементов домена; {On}_j – онтологические соглашения; {Sg}_j – суррогатные модели или метамодели (модели над моделями); {S, R}_j – авто/гетеро-ассоциативные модели знаний (S – синдромы, R – предвестники); {NN}_j – нейронные сети (прежде всего, «врожденные»), выходной слой которых совпадает с Dj; {Ag}_j – агентные модели, включая интеллектуальный консилиум; {z₁;...; z_k} – элементы некоторого домена; [{g/μ}₁] – индукторы элементов домена; {[Int]_i} – разбиение базового домена.

Авто-ассоциативные модели знаний {S, R}_j позволяют интерпретировать результаты измерений во *внутренних кодах*, что реализует концепцию «осмысленных измерений» [1].

Благодаря структурной когерентности всегда порождается смысловая траектория обобщения любого значения любого домена. Кроме того, активизация любого значения автоматически запускает в решение и созревание соответствующий домен-задачу. Благодаря локальной когерентности, активность любого домена-задачи автоматически активизирует все более грубые домены-задачи (в рамках текущего орграфа доменов теста). Подобная когерентность обеспечивает высокую скорость получения оценочных решений (часто их оказывается достаточно). Глобальную когерентность и связность (операциональную замкнутость системной модели) обеспечивают индукторы.

Индукторы позволяют реализовать внутренний аудит сигналов. Более того, сигнал с определенной степенью точности может быть восстановлен даже в случае поломки сенсора. Важно отметить, что индукторная схема теста постоянно скачкообразно изменяется, в частности благодаря перманентному и имплицитному созреванию авто/гетеро-ассоциативных моделей знаний {S, R}_j. Другими словами, каждая активизация теста будет приводить к отличному потоку интуитивных ассоциативных заключений (озарений), что является проявлением большего опыта, непрерывного аутопоэзиса и гомеостазиса (метафора – «информационный метаболизм»). Таким образом, конфигуратор теста реализует концепцию полной диверсификации путей решения задачи различения, поддерживая реальную мультимодельность и мультиформализм, что дает возможность подключать внешние ресурсы, включая агентные сообщества.

Индукторное пространство, основанное на бисоциациях, является фундаментом метафорического мышления. Индукторы в рамках конфигураторов тестов являются основой важнейшей когнитивной функции – масштабируемой оценочной функции, как части процессов когнитивного контроля. Предпочитаемые способы оценивания формируются в онтогенезе и, по мере накопления опыта взаимодействия с окружающим миром, становятся устойчивыми, экономными и удобными для осуществления индивидуального оценочного процесса. Ключевая гипотеза состоит в том, что благодаря описанному выше механизму происходит парадоксальное увеличение скорости решения задач различения, для обозначения которого целесообразно использовать термин *эффект избыточности* (прототип ургентных вычислений - Urgent Computing или Extreme Computing).

Системная модель строится на основе «искусственного коннектома», который решает проблему универсальной формализации взаимовлияния факторов [1]. Вместо поиска одной (числовой) закономерности, связывающей фактор с другими (как это имеет место, например, в статистических или нейросетевых моделях), ППО для каждого значения фактора в рамках любого домена ориентирует на формирование множества конкурирующих индукторов. На наш взгляд такой подход реализован природой в рамках «коннектома» (в биологии этим термином обозначили полное описание структуры связей в нервной системе). Коннектом объясняет, почему мозг обладает такой потрясающей авто/гетеро-ассоциативностью. Не вызывает сомнения, что аналог биологического коннектома должен быть реализован в рамках когнитивных информационно-измерительных систем и сред.

Структуры коннектома выращиваются как ризома. И их понимание тоже формируется как ризома: отслеживаются ростки, сплетения, развертывание из различных точек. В иной форме их понять сложно или даже невозможно. Процесс взаимного уточнения целого (коннектома) и частей (Z-задач или микроконнектомов) никогда не исчерпается, ибо опыт постоянно обогащается – получает новое частичное содержание и, потому, новую цельность (суть когнитивного аутопоезиса). Цикличность опыта означает, что накопление опыта – это изменение содержания всего опыта, «переузнавание» старого опыта из обогащенного опыта. Так изменяется аспект восприятия мира когнитивной системой, а с ним – изначальный опыт.

Саморазворачивание «коннектома» и есть базовый процесс возникновения, «выращивания» когнитивной измерительной системы.

Выводы. Предлагаемый подход позволяет перейти от классической теории измерений к моделированию неопределенности в измерениях и реализации «осмысленных измерений». Показана ключевая роль когнитивных измерений в решении задач гибридного мониторинга состояния сложных объектов. Отмечено, что центральным компонентом интеллектуальной системы мониторинга является гибридная система приобретения/обнаружения знаний, включающая модули формирования знаний на основе измерений в виде «искусственного коннектома» (системная модель).

Список использованных источников

1. Прокопчук Ю.А. Набросок формальной теории творчества. Монография. - Днепр : ГБУЗ «ПГАСА», 2017. - 452 с.
2. Prokopchuk Y.A. Multi-purpose knowledge bank // Hospital Information & Technology Europe. – 2010. – Vol 3. - No 3. – pp. 44 – 47.
3. Святкина М.Н., Тарасов В.Б. Логико-алгебраические методы построения когнитивных сенсоров // Материалы VI междунар. науч.-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем OSTIS-2016» (Минск, 18 - 20 февраля 2016 года). – Минск : БГУИР, 2016. – С. 331 - 348.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСЛУГ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Рева А. А., Смидович Л. С.

Национальный аэрокосмический университет "ХАИ", Харьков, Украина.

В условиях рыночной экономики одним из основных вопросов коммерческой деятельности телекоммуникационных компаний является тарифная политика, оптимальность которой определяется дифференциацией производственных затрат и калькуляцией себестоимости по оказываемым клиентам разновидностям мультисервисных услуг. Как правило, тарифы на услуги устанавливаются исходя из действующих на рынке цен, а распределение затрат по услугам в финансовом учете производится пропорционально поступившим доходам от этих услуг.

Такой подход к распределению затрат не является достоверным и не дает возможности определить реальные затраты на производство услуг и оценить экономическую эффективность каждой конкретной услуги. Ситуация усугубляется тем что телекоммуникационные компании как пименоют большое количество региональных подразделений. В каждом подразделении могут отличаться как спектр предоставляемых услуг так и распределение долей затрат на предоставление услуг.

В результате компания может нести дополнительные издержки, поддерживая убыточные услуги или не дополучать прибыль, не развивая высокорентабельные услуги.

Чтобы правильно сформировать тарифы и измерить экономическую эффективность услуг, необходимо определить себестоимость единицы услуги, выраженной в натуральных величинах. Натуральной единицей предоставляемого абонентам количества мультисервисной услуги, в зависимости от ее типа, может быть ее продолжительность, объемы переданной информации, пропускная способность и т.д. Важной особенностью мультисервисных услуг, которая влияет на распределение затрат, является то, что для оказания услуг различных типов, в зависимости от технической реализации, может быть задействовано как одно и то же, так и различное оборудование. Принципы дифференциации издержек производства по видам услуг состоят: во-первых, в определении базы распределения затрат с учетом технологической специфики предоставляемых компанией услуг; во-вторых, в исчислении приведенного объема услуг, характеризующихся различными натуральными единицами измерения; в третьих, в разработке алгоритма последовательного разделения затрат, отражающих участие всех производственных ресурсов в предоставлении услуг.

Для оценки экономической эффективности услуг передачи данных необходимо их классифицировать, выявить факторы производственного процесса, оказывающие существенное влияние на затратную часть предоставления услуг каждого типа, определить пространство значений факторов. Причем, такая декомпозиция должна учитывать структуру телекоммуникационной компании в региональном разрезе.

За основу при классификации сервисов предлагается использовать рекомендацию ITU-T I.210 [1], согласно которой телекоммуникационные услуги делятся на несущие (bearer services) и телекоммуникационные (teleservices). Функции несущих услуг соответствуют 1..3 уровням модели OSI, а телекоммуникационных – уровням 1..7. Среди телекоммуникационных услуг выделяют услуги передачи данных и передачи голоса (телефония). Совместно с основными услугами могут предоставляться дополнительные (VAS).

Факторы, влияющие на затраты при предоставлении услуг того или иного типа, определяются используемыми для этого технологиями и сетевыми ресурсами, а так же организационной структурой и бизнес-процессами, используемыми в компании. Предлагается выполнять приведение объемов предоставленных услуг к одной величине – пропускной способности сети либо к времени использования ресурсов сети, с учетом особенностей используемых технологий организации связи.

Существуют различные подходы к распределению прямых и косвенных затрат между услугами [2, 3]. Одним из них является распределение всех прямых и косвенных затрат пропорционально объемам услуг, подобный подход для услуг сотовой связи описан в [3].

Авторами предлагается все прямые затраты, включая затраты на оплату труда технического персонала, непосредственно распределить по видам услуг и по региональным подразделениям, так как они однозначно взаимосвязаны с объемом оказанных услуг. Все не прямые затраты, а также переменные и постоянные общепроизводственные затраты предлагается распределять последовательно, путем формального исключения конкретной услуги и пересчета затрат. Это позволяет учитывать влияние каждой из услуг на затраты в целом и вычислить их долю участия в затратах.

Предлагаемый подход позволяет определить приоритетные услуги, обеспечивающие высокую рентабельность, указать на направления по снижению операционных затрат, выявить сильные и слабые стороны региональных подразделений компании в разрезе предоставляемых услуг.

Список литературных источников

1. I.210: Service capabilities – General aspects of services in ISDN. // CCITT. – 1998 – Режим доступа: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-N.86-198811-S!!PDF-E&type=items.
2. Охрущак К. О. Управління витратами операторів телекомунікацій з огляду на специфіку телекомунікаційної сфери / К. О. Охрущак // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2014. – № 6(1). – С. 123-127. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2014_6\(1\)_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2014_6(1)_25).
3. Шпагина Н.О. Проблемы исчисления себестоимости услуг в компаниях сотовой связи.// Вестник СГСЭУ. – Саратов, 2009. – № 1(15) – С. 115-118. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/problemy-ischisleniya-sebestoimosti-uslug-v-kompaniyah-sotovoy-svyazi>

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТОКОЛУ ПЕРЕДАЧІ ФАЙЛІВ SIMPLE FTP ЗГІДНО ДО СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ТА РОБОТИ В УМОВАХ БАГАТОПОТОКОВОСТІ

Редька М. О.

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

Щоб узгодити послідовність дій для передачі файлів між клієнтом та сервером, необхідно обрати або розробити протокол прикладного рівня стеку TCP/IP. Однак сучасні вимоги до інформаційної безпеки роблять неприпустимим вибір деяких протоколів передачі даних.

Як основу було обрано протокол передачі файлів Simple FTP, який використовує один TCP-канал для передачі [1]. Протокол має набір із дванадцяти команд. Дозволяє виконувати такі дії, як контроль та авторизацію сесії користувача, передачу файлів між сторонами, перегляд вмісту директорії та зміну поточної директорії, перейменування файлів на сервері та видалення файлів на сервері; контроль режиму протоколу.

На ці команди сервер дає текстову відповідь, від якої залежить подальший перебіг дій між сторонами.

В ході роботи було визначено недоліки протоколу з погляду інформаційної безпеки.

Так як протокол є текстовим, а дані передаються по мережі без використання шифрування, зловмисник легко може дізнатися серверний пароль за допомогою атаки MiTM (англ. Man in The Middle, укр. «людина посередині»).

Крім цього, розроблюючи реалізацію протоколу, розробник програмного забезпечення повинен самостійно вирішити проблему прийому достатньої кількості байт для декодування повідомлення (це стосується як клієнта, так і сервера). Якщо це буде зроблено невірно, зловмисник легко зможе причинити як мінімум припинення роботи серверу, а як максимум – зможе виконувати свій код на стороні серверу із правами користувача, від якого виконується програма серверу.

Що стосується роботи в умовах багатопотоковості, тут існують деякі специфічні умови. В таких умовах необхідно гарантувати, що кожен потік працює з одними й тими ж даними, з цього випливає, що необхідно узгодити операції модифікації даних серед усіх паралельно працюючих потоків [2]. Даний протокол не має ніяких засобів синхронізації, так як розроблювався у часи, коли багатопотокове програмування було лише у стадії розвитку.

Враховуючи вказані недоліки протоколу, було створено новий протокол передачі файлів по мережі Інтернет.

Перш за все, враховуючи сучасні вимоги до захисту інформації, першочергово необхідно захистити передачу даних між клієнтом та сервером за допомогою блокового шифрування. Але необхідно мати на увазі, що цього підходу недостатньо для повного захисту інформації, адже пароль

розшифрування можна дізнатися методом перебору (англ. *bruteforce*) під час авторизації клієнта. Тому новий протокол обов'язково повинен використовувати протокол прикладного рівня TLS версії 1.2 як засіб передачі даних (замість звичайних сокетів операційної системи). Цей протокол дозволяє не тільки захистити передачу даних між клієнтом та сервером за допомогою блокового шифрування, але і однозначно встановити достовірність сторін за допомогою сертифікатів. Використання протоколу TLS можливе завдяки тому, що протокол Simple FTP виконує операції у єдиному TCP-каналі [2].

Для того, щоб вирішити проблему визначення довжини команди, яку необхідно прийняти, за базовий алгоритм взято метод семантичного розбору, але вводяться нові перевірки. Усі повідомлення приймаються байт за байтом. Під час прийняття кожного байту робиться перевірка на три умови. Перша умова – якщо байт є символом кінця повідомлення. В такому разі сторона припускає, що повідомлення повністю прийняте. Друга умова – якщо кількість байт менша за мінімальну довжину байтів. В такому разі команда не є повною. Третя умова – якщо кількість байт перевищує максимальну довжину повідомлення. В такому разі команда теж не є правильною.

Для надійної роботи протоколу в умовах багатопотоковості, було введено деякі примітиви синхронізації даних.

Під час операцій отримання доступу до файлу для модифікації, потік спочатку перевіряє наявність файлу у форматі `filename.lock`, де “`filename`” – назва файлу, до якого відбувається спроба доступу. Якщо такого файлу немає, потік його створює для того, щоб цим заявити про факт одностороннього володіння файлом, до якого відбувається спроба доступу. Якщо такий файл є, потік завершить операцію доступу невдачею та поверне повідомлення про помилку. Щодо операції читання файлу, то тут виконується лише перевірка на наявність `lock`-файлу, адже читання файлу – це операція, яка може виконуватись паралельно [2]. Таким чином, усі потоки розподілять між собою доступ до файлів для того, щоб не спричинити читання файлу, який ще повністю не завантажено, або щоб не видалити або змінити ім'я файлу під час завантаження.

Таким чином, в результаті роботи було розроблено новий протокол передачі даних, який має базові принципи захисту інформації, та може працювати в умовах багатопотоковості.

Список літературних джерел

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (4-е издание) – СПб.: Питер, 2010, – 958 с.
2. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2015, – 1120 с.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АДМІНІСТРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Сгонников А. С., Волинець Н. С.

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

В даний час питання розвитку та вдосконалення комп'ютерних мереж стають особливо актуальними. Адміністрування мережі полягає в забезпеченні її працездатності і безпеки. Це досить складна робота, пов'язана з рішенням великого числа постійно виникаючих проблем. У локальній мережі значного розміру, яка має постійний вихід в Інтернет, ці обов'язки покладаються на адміністратора. Він відповідає за проектування, встановлення, конфігурування, управління й обслуговування мереж і систем.[1]

Для того щоб спростити і мінімізувати роботу адміністратора, створені різні засоби адміністрування комп'ютерних мереж.

Традиційні методи управління основані на використанні правил. Вони вказують системі управління в комп'ютерній мережі робити певні дії (наприклад, видати попередження на керуючу консоль) при настанні певних подій (перевищення інтенсивності трафіку заздалегідь певного порогового значення та ін.).

Методи адміністрування комп'ютерних мереж за способом виконання бувають фізичні, системні, логічні.

Фізичний метод адміністрування комп'ютерних мереж включає в себе роботу мережевого або системного адміністратора вручну. Тобто адміністратор повинен управляти роботою мережі самостійно, наприклад, перевіряти роботу мережі, усувати неполадки на кожному комп'ютері користувача персонально, встановлювати пристрої активного мережевого обладнання, персональних комп'ютерів, серверів, засобів комунікацій і інші. Фізичний метод адміністрування мережі вимагає ретельно розпланувати інфраструктуру мережі в цілому і виконувати безперебійну роботу управління цією мережею.

Системний метод адміністрування мережі передбачає використання спеціальних програмних засобів адміністрування мереж, що дозволяють мінімізувати роботу мережевого адміністратора. Якщо фізичний метод ускладнює роботу адміністратора, а також не дає можливість для вирішення всіх існуючих завдань адміністрування, тоді використовується системний метод адміністрування мереж.

Логічний метод адміністрування передбачає адміністрування мереж за складеними правилами, зазвичай, коли мережа є власністю підприємств, установ, які зацікавлені в безпеці і конфіденційності своєї мережі.

Одним з методів адміністрування в ОС Windows, який доступний для звичайного користувача, тобто адміністрування одного комп'ютера, або невеликих комп'ютерних мереж, це компонент «Центр управління мережами і загальним доступом». За допомогою даного засобу конфігурації мереж можна вибирати мережеве розміщення, переглядати карту мережі, налаштовувати

мережеве виявлення, загальний доступ до файлів і принтерів, а також налаштовувати і переглядати стан поточних мережевих підключень.

Одним з найбільш поширених засобів адміністрування мережі є служба каталогів ActiveDirectory. ActiveDirectory є найголовнішою перевагою ОС Windows в адмініструванні мережі. Спочатку дана служба каталогів була створена для адміністрування Windows-мереж. Але різні рівні взаємодії з ActiveDirectory можуть бути реалізовані в більшості UNIX-подібних операційних систем.

Будь-який адміністратор, який відповідає за супровід мережі та інформаційних систем, завжди стикається з завданням моніторингу всієї інфраструктури. Складнощі в рішенні завдання моніторингу сприяли до створення окремих моніторингових систем, open source рішень (Zabbix) і комерційних рішень (PRTG, Nagios). [2]

Варто зазначити, що основні завдання адміністрування можуть вирішуватися шляхом засобів віддаленого адміністрування, в яких є кілька основних режимів роботи це віддалене управління, передача файлів, чат, демонстрація свого робочого столу. Прикладом таких систем є TeamViewer, LogMeIn Pro, LiteManager, 10-Страйк: Інвентаризація Комп'ютерів.

Програма "10-Страйк: Інвентаризація Комп'ютерів" підходить для надання віддаленої підтримки, для адміністрування декількох десятків комп'ютерів.

"10-Страйк: Інвентаризація Комп'ютерів" - дозволяє адміністраторам мереж створити і вести базу даних інвентаризації та обліку комп'ютерів, комплектуючих, програм і ліцензій. Програма дає змогу переглядати і відстежувати конфігурації віддалених комп'ютерів у мережі, вести облік апаратного і програмного забезпечення на них.

Перевагами програми по відношенню до таких гігантів віддаленого доступу, як TeamViewer, LogMeIn Pro, LiteManager, є такі параметри:

1. Автоматичний збір інформації по мережі;
2. Звіти по апаратному і програмному забезпеченню на ПК;
3. Аудит встановлених програм і ліцензій;
4. Моніторинг змін на комп'ютерах;
5. Контроль температури жорстких дисків;
6. Виявлення проблем у користувачів. [3]

Список літературних джерел

1. Буров Є.В Комп'ютерні мережі / Є.В.Буров // К.: Ліра-К, 2012. – 262с
2. Чекмарев А. Microsoft Windows Server 2008/ Чекмарев А. //СПб.: БХВ-Петербург 2010,-896с.
3. "10-Страйк: Инвентаризация Компьютеров" - Программа для учета ПК в сети предприятия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.10-strike.ru/networkinventoryexplorer/> — Заголовок з екрану.

ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОГРАММНОГО АГЕНТА НА ОСНОВЕ МЕТАЭВРИСТИК И ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

Федоров Е. Е., Чичужко М. В., Чичужко В. О.

Черкасский государственный технологический университет,
Черкассы, Украина

В настоящее время получили распространение агентные технологии, применяемые как в виртуальной (программной) среде (например, среда моделирования, среда вычислений, игры, Интернет), так и в физической среде (например, производственный процесс). Агентный подход позволяет объединить различные направления искусственного интеллекта, цифровой обработки сигнала, математического моделирования, теории игр. В современных литературных источниках рассматриваются архитектуры и функционирование агентов, взаимодействие между ними, сферы их применения. Однако в этих источниках недостаточно полно рассматриваются подходы к построению агентов на основе интеллектуальных технологий, поэтому проблема создания программного агента на основе метаэвристик и искусственных нейронных сетей является актуальной [1, 2].

Целью работы является создание программного агента на основе метаэвристик и искусственных нейронных сетей. Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Провести анализ существующих классов агентов.
2. Предложить подход к созданию агента на основе метаэвристики.
3. Предложить подход к созданию агента на основе искусственной нейронной сети.
4. Провести численное исследование созданных агентов.

Для реализации метаэвристик и искусственных нейронных сетей обычно используют реактивный агент с внутренним состоянием (реактивный агент с моделью мира) (рис.1).



Рисунок 1 – Архитектура реактивного агента с внутренним состоянием

Такой агент хорошо подходит для частично наблюдаемых (в силу использования внутреннего состояния), динамических (в силу быстрой реакции), неэпизодических (в силу использования внутреннего состояния)

сред. У этого агента имеется внутреннее состояние (память), которое хранит состояние окружающей среды (мира), полученное на основе истории актов восприятия, в виде структуры данных.

Для реализации такого агента использовалось программная среда Java, а в качестве инструментального средства был выбран JADE. В качестве метаэвристики была выбрана роевая метаэвристика PSO (оптимизация роя частиц) [2,3], в которой в роли агентов выступали частицы, которые хранят свою скорость и положение (предыдущее и лучшее) в пространстве. В качестве искусственной нейронной сети была выбрана рекуррентная сеть Элмана [4, 5], которая позволяет хранить внутреннее состояние, полученное на предыдущем такте функционирования.

В качестве функции цели для метаэвристики PSO использовалась тестовая функция Растригина с глобальным минимумом в нуле. В результате численного исследования было установлено, что для тестовой функции Растригина с указанными характеристиками достаточно использовать 100 частиц, поскольку при дальнейшем увеличении количества частиц изменение значения ошибки незначительно. В качестве входных данных для сети Элмана была использована выборка значений количества посещений страницы веб-сайта ДонНТУ. Критерием выбора структуры модели сети было минимальная среднеквадратичная ошибка прогноза. Количество входных нейронов равнялось 10, а количество выходных равнялось 1. В результате численного исследования было установлено, что для прогноза количества посещений страницы веб-сайта достаточно использовать 10 скрытых нейронов, поскольку при дальнейшем увеличении количества скрытых нейронов изменение значения ошибки незначительно.

Выводы

1. В работе были предложены подходы к созданию реактивного агента с внутренним состоянием на основе метаэвристики PSO и сети Элмана.
2. Для определения параметров метаэвристики PSO и сети Элмана было проведено численное исследование.
3. Предложенные подходы могут быть использованы в интеллектуальных компьютерных системах.

Список литературных источников

1. Wooldridge M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. – Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2002. – 348 p.
2. Субботін С.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу: монографія / С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009 – 376 с.
3. Скобцов Ю.А. Метаэвристики / Ю.А. Скобцов, Е.Е. Федоров. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2013. – 426 с
4. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
5. Федоров Е.Е. Искусственные нейронные сети / Е.Е. Федоров. – Красноармейск, ДВНЗ "ДонНТУ", 2016. – 338 с

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В ERLANG

Шаповалова С. І., Мажара О. О.

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

Мова Erlang широко використовується в проблемних областях, які потребують підвищеної надійності та безперервної роботи. Це стосується систем в сфері телекомунікації, банківській справі, електронній комерції, комп'ютерній телефонії та обміну миттєвими повідомленнями. Разом з тим наразі існує загальна тенденція до інтелектуалізації такого програмного забезпечення. З метою підтримки систем, заснованих на знаннях, Erlang потребує розширення спеціалізованими вбудованими засобами логічного висновування. Це дозволить створювати окремі модулі пояснення рішень в складних системах, зберігаючи при цьому узгодженість синтаксичних конструкцій та загальних концепцій мови.

Традиційними підходами до реалізації логічного висновування в інтелектуальних системах є підходи на основі методу резолюцій та реалізація продукційної моделі представлення знань. Оскільки логічна модель потребує специфічної концепції самого програмного засобу її реалізації, то для розширення Erlang доцільно використовувати продукційну модель. Це визначає актуальність створення програмного інструментарію розробки продукційних систем (ПС) засобами Erlang.

Механізм логічного висновування за продукційною моделлю працює циклічно. Виокремлюють три основні етапи: співставлення зі зразком для визначення правил, які можуть бути застосовані на поточному кроці (Pattern match), розв'язання конфлікту для визначення єдиного правила, яке буде застосоване на поточному кроці (Conflict resolution) та запуск – застосування правила (Fire).

Співставлення зі зразком є однією з основних проблем реалізації продукційної моделі представлення знань. Це процес уніфікації зразків – заданих апіорі або доведених фактів робочої пам'яті – з умовними складовими антецеденту продукційного правила бази знань. Доведено, що воно займає до 90% обчислювальних ресурсів в процесі виведення висновку [1]. Тому ефективність реалізації продукційної моделі насамперед визначається способом реалізації співставлення зі зразком.

Наразі в прикладних продукційних системах використовуються інкрементні алгоритми співставлення, які передбачають збереження певного стану системи між ітераціям циклу логічного висновування. В залежності від способу представлення даних, механізмів збереження попереднього стану та інтеграції зі стратегією розв'язання конфлікту інкрементні алгоритми співставлення поділяються на алгоритми нетерплячої оцінки (жадібні, eager algorithms), лінійної оцінки (lazy algorithms) та зв'язування простору (binding Space algorithms). Порівняння цих алгоритмів є складною задачею тому, що в кожній з оболонок ПС представлено лише один з механізмів співставлення [2].

Базовими в реалізації продукційних систем є так звані жадібні Rete та Treat алгоритми або їх модифікації. Зазвичай відмінності між заданими алгоритмами визначаються підходом до збереження стану в системі [2]: Condition Membership (всі можливі узгодження заданого умовного елементу), Memory Support (явна інформація про узгодження умовного елементу відповідним фактом), Condition Relationship (інформація про частково узгоджені правила), Conflict Set Support (попередня конфліктна множина), Resolution Support (метаінформація для стратегії вирішення конфлікту). В процесі співставлення часто застосовують декілька підходів до збереження стану водночас.

З врахуванням факту, що багато правил містять однакові умовні елементи, а багато умовних елементів, в свою чергу, містять однакові константи, з метою оптимізації ресурсів пам'яті та часу використовують різні підходи до індексації цих даних. Однак, затрати на створення та підтримку в актуальному стані подібних індексів часто переважають оптимізацію в результаті їх використання. Тому, наприклад, в Treat алгоритмі було запропоновано відмовитися від індексації в процесі узгодження змінних, яка використовувалась в Rete, на користь незалежного представлення умов для полегшення паралельної обробки продукції.

На сьогодні існують такі реалізації оболонок ПС на Erlang: Eresye (не підтримується розробниками) [3], SEresye [4], Runes [5]. Всі вони базуються на модифікованому Rete алгоритмі, який традиційно найчастіше використовується при реалізації співставлення зі зразком в спеціалізованих програмних засобах. В той же час, в [2] було доведено, що з точки зору ресурсоемності більш ефективними є алгоритми лінійної оцінки.

Алгоритми лінійної оцінки ґрунтуються на спостереженні, що на кожному циклі висновування обирається лише одне правило для запуску, тому немає необхідності формувати повну конфліктну множину. Таким чином, етапи співставлення зі зразком та вирішення конфлікту припиняють бути незалежними. Лінійна оцінка передбачає запуск правила, яке узгодилося першим, зазвичай підтримуючи таким чином стратегію новизни для вирішення конфлікту.

Єдиним відомим на сьогодні алгоритмом лінійної оцінки в продукційних системах є Leaps, запропонований Miranker для вирішення проблеми експоненціальної складності жадібних алгоритмів співставлення зі зразком. Однак його дослідження надає лише абстрактний опис алгоритму без деталей реалізації чи пояснень щодо можливості використовувати пріоритети правил чи додаткові оптимізації [2]. В той же час, базові концепції, запропоновані в Leaps, можуть бути використані для створення прототипу механізму співставлення зі зразком в Erlang.

Реалізація нового підходу до співставлення зі зразком в Erlang вимагає представлення в термінах даної мови програмування базових концепцій та механізмів продукційної моделі. В роботі запропоновано «паралельне» – за продукційною моделлю та концепцією Erlang – визначення кожної одиниці представлення: константи, змінної, аргументу атомарної формули, літералу, прикладу літерала після підстановки, робочої пам'яті (WM – working memory),

зразку WM, база знань (KB – knowledge base) та одиниці її запису, конфліктного набору та одиниці його запису.

Для забезпечення подальшої можливості паралельної обробки правил запропоновано відмовитися від збереження стану між ітераціями циклу логічного висновування.

Приведення логічних виразів, що потребують визначення істинності, до нормальних форм, є загальновживаною практикою в системах логічного висновування. В запропонованій моделі для спрощення та прискорення процесу обробки продукційних правил, умовна частина кожного з них має бути представлена у диз'юнктивній нормальній формі. Кожен диз'юнкт має оброблятися окремо. Тому одне продукційне правило представляється в KB декількома фразами Erlang, i – та з яких має такий вигляд:

$rule(i) \rightarrow \{Disjunct, Consequent, Salience\}$,

де:

Disjunct_i – кон'юнктивна зв'язка літералів – фактів, які мають бути співставлені зі зразками WM,

Consequent – перелік фактів, які доводяться або спростовуються за умови істинності антецеденту (відповідно додаються або видаляються з WM),

Salience_i – показник пріоритетності продукційного правила.

Кількість таких фраз дорівнює кількості диз'юнктивів.

Доведення істинності поточного диз'юнкта виконується як уніфікація кожного елемента його кон'юнктивної зв'язки умов зі зразками робочої пам'яті та узгодженням зв'язування однойменних змінних умовної та дієвою частини правила.

При реалізації використовувалася концепція мітки часу (timestamp) узгодження для умовних елементів антецеденту продукційного правила. Це дозволяє не лише направити пошук в процесі співставлення, але й потенційно реалізувати додаткові стратегії вирішення конфліктів у випадках, коли єдиної стратегії новизни недостатньо внаслідок специфіки предметної області.

Уніфікація полягає в пошуку в робочій пам'яті факту з тим самим предикативним символом та здійсненні можливої підстановки множини аргументів. Кожен аргумент літералу антецеденту уніфікується з відповідним аргументом прикладу літералу WM. Аргументами зразків антецеденту є константи, а літерали містять як зв'язані, так і не зв'язані змінні. Оскільки логічна зв'язка складається з декількох літералів, однакові змінні яких необхідно зв'язати одним й тим самим значенням, задача визначення істинності диз'юнкту має комбінаторну складність. Однак в алгоритм співставлення закладено «ранні» відмови у випадках, коли неможлива уніфікація двох відповідних термів, а також можливість паралельної обробки диз'юнктивів однієї продукції та декількох продукцій.

Додаткова проблема полягає в тому, що один й той самий літерал може мати декілька прикладів підстановки. В залежності від обраної стратегії співставлення зі зразком обробка продукційного правила завершується після доведення істинності однієї комбінації прикладів підстановок (Lazy підхід) або після обробки всіх можливих комбінацій підстановок (Eager підхід).

Доведення істинності призводить до виконання консеквенту продукційного правила з тими аргументами фактів, які відповідають використаним підстановкам з прикладів WM.

Запропонована продукційна модель орієнтована на Erlang і тому має такі переваги:

1. Ефективна уніфікація термів на основі механізму співставлення Erlang.
2. Масштабованість систем паралельної обробки логічних виразів на основі «легких» Erlang-процесів.
3. Відсутність додаткових графових структур представлення антецедентів продукційних правил і, як наслідок, складної прекомпіляції KB.
4. Спрощене застосування інструментарію продукційних систем за запропонованою моделлю і відсутність необхідності додаткового навчання Erlang-програмістів для реалізації логічного висовування як однієї з задач у великих проектах.

За запропонованою моделлю розроблена реалізація програмного інструментарію логічного висовування за продукційною моделлю, яка ефективна для задач, що не потребують роботи з надвеликими базами знань та обсягами робочої пам'яті.

Список літературних джерел

1. Van Weert, P. Efficient lazy evaluation of rule-based programs. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering – 2010 – 22(11), 1521–1534. <http://doi.org/10.1109/TKDE.2009.208>
2. Шаповалова С. І. Вибір оптимального алгоритму співставлення зі зразком при проектуванні продукційної системи [Текст] / С. І. Шаповалова, О. О. Мажара // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – Вип. 2/2 (68). – С. 43–49.
3. Stefano A. Di. Eresye: Artificial intelligence in Erlang programs / Stefano A. Di, F. Gangemi, and C. Santor // Proc. 2005 ACM SIGPLAN Work. Erlang - ERLANG '05, no. January – 2005 – p. 62-71.
4. SERESYE - Swarm oriented Erlang Expert SYstem Engine. Отримано з: <https://github.com/afiniate/seresye>
5. Zhou R. A Distributed Rule Engine Based on Rete network in Cloud Computing / R. Zhou, J. Li, and G. Wang // International journal of Grid distribution computing – 2014 vol. 7, no. 6 – pp. 91–110.

ФОРМАЛЬНО-АЛГОРИТМІЧНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ МОДЕЛЕЙ КЕЙСІВ ДАНИХ ПРО ПРОЦЕС БУРІННЯ

Шекета В. І., Чесановський М. С., Потеряйло Л. О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Широка варіація умов буріння в реальних польових умовах робить надскладною задачу побудови загальних правил виконання бурових операцій для досягнення максимальної ефективності процесу[1]. В той же час, саме реальний польовий досвід являє собою основу для оперування в певних ділянках, де тестування є надто вартісним, а досвід реально нагромаджується надто повільно. Відповідно, існує реальна потреба в розробленні методу для визначення *оптимальних технік буріння* і відповідного співвідношення параметрів для кожного часткового випадку заданих умов буріння при відповідно мінімальних інженерно-технічних затратах і наявному досвіді буріння, що може бути відповідно верифікований в реальних польових умовах.

Розвиток технологій за принципом швидкого розроблення застосувань (RAD) накладає свій відбиток безумовно і на досліджувану проблему, що вимагає, створення методологій для ефективного дослідження простору рішень та відповідного вибору рішення із найменшою вартістю та найбільшою ефективністю, покращеною функціональністю і якістю застосування як такого. Поставлена задача має значний простір вирішення. Проте, безумовно комплектність проблеми є суттєвим бар'єром для її вирішення. Поява саме класу певних систем, систем на основі знань дає можливість використання саме минулого досвіду для побудови нових ефективних рішень. Тому, серед підходів менеджменту знань слід виділяти ефективність підходу кейс-базованих міркувань(КБМ) та інформаційно-пошукових задач на основі обмежень(ІПзО, *Constraints satisfaction problem – CSP*). В КБМ-підході, знання зберігаються в базі кейсів CBase. Кожен кейс представляє відповідно опис деякої минулої проблеми TP^{src} і відповідного асоційованого рішення минулої проблеми $TP^{src}.Sol \rightarrow Sol^{src}$. На основі введених характеристик надійності та метричної відстані, в загальному, найбільш схожі кейси можуть бути видобуті з необхідною адаптацією при відповідній потребі, що буде розглядатися як відповідне рішення для нової проблеми $TP^{src}.Sol \rightarrow Sol^{src}$. Суть нової проблеми полягає у формуванні моделі знань через визначену кількість змінних (параметрів, технологічного процесу):

$Md(KB, TP) = \{\{V_1\}, \{V_2\}, \dots, \{V_n\}\}_{i,j,m}$, тобто виражатимемо модель знань через

вид представлення для бази знань. Виходитимемо із того, що база даних це сукупність ініціалізованих параметрів, що спостерігаються (або контролюються відповідно) на вході і виході технологічного процесу TP^{in}, TP^{out} .

Наявність засобів контролю накладених обмежень дозволяє швидкий пошук наявних рішень або також швидко констатацію ефекту відсутності

очікуваних рішень взагалі. Тому спільне використання двох зазначених фундаментальних теорій - КБМ та ІПЗО дає нові можливості. А саме, методологія КБМ дозволяє використовувати минулий досвід для пошуку рішень нових проблем: $TP^{set}.KB = CBase \rightarrow sol(TP^{new})$. Єдина проблема полягає в тому, що видобуті кейси, як потенційні рішення дуже рідко можуть бути безпосередньо застосованими в новому контексті, зважаючи на складність предметної області, особливо в такому класі як буріння нафтових і газових свердловин. Тому, в даній проблемі особливого значення набуває коректність та ефективність виконуваного процесу адаптації кейсу (в тому числі в формі його *модифікації*). Тому актуальною проблемою для вирішення є формалізація процесу адаптації засобами техніки представлення і задоволення обмежень. Коректність поставленої задачі обґрунтовується також тим, що в КБМ-методології ми оперуємо із такими ключовими елементами як змінні (параметри), значення змінних та параметрів, а також накладання обмежень як процес, що розглядається в його динаміці та статичі, що також є складовою механізму декомпозиції складних проблем, для яких може не існувати рішення на певний момент часу (що зумовлюється, наприклад, невизначеним станом ряду ключових параметрів) не включаючи простіших проблем, для яких рішення існуватиме на таких же заданих початкових умовах (*накладених обмеженнях*).

Опис проблеми включатиме в себе такі цілі: опис задачі, обмеження, вихідні дані. Другий компонент включає, власне, рішення як воно є початково, кроки здійснення (відслідковування) рішення, обґрунтування і анулювання рішення, пошук альтернативних рішень і описи експертних очікувань, тобто отримуваних рішень. Крім того, в опис кейсу можна включати також результат інстанціації рішення, тобто чи така інстанціація дає бажаний результат чи ні. Тобто, в найбільш загальному випадку кейс представлятиметься деяким коротцем виду $\langle TP, Sol, Out.TP \rangle$, де TP – власне, технологічна проблеми, Sol – її очікуване рішення, $Out.TP$ - очікувані результати. Таке представлення, тим не менше, не може претендувати на повну вичерпність щодо складових компонент кейсу. Наприклад, за аналогією із експертними системами можна також включати константу пояснень, що дасть змогу підсилити складову зворотного зв'язку із клієнтом.

В загальному випадку сутність пропонованої методології така:

1. Видобування початкового первинного набору обмежень (обов'язкового) що задовольняє кейс

$$C_{set}^{init} | = TP.Case^{new} \quad (1)$$

2. Виділення початкового набору параметрів, підстановки яких покриватиме набір цільових обмежень

$$TP_{set}^{init} = (p_1^{init}, ..., p_n^{init}) | - CS^{trg} \quad (2)$$

3. Вирішення накладених обмежень за допомогою солвера

$$Solve(CS^{trg}) \rightarrow \{(p_1^{sol}, ..., p_k^{sol}) | = CS^{trg}\} \quad (3)$$

4. Визначення істинності для стану *над обмеженості* (не до *обмеженості*) системи (випадок, коли накладено надто багато (надто мало) обмежень і, відповідно, через це не має рішення (існує надто багато рішень))

$$\begin{aligned} \{Sol.\#(CS^{trg}) << \#[CS^{trg}]\} &\rightarrow Relax[CS^{trg}] \\ \{Sol.\#(CS^{trg}) >> \#[CS^{trg}]\} &\rightarrow Restrict[CS^{trg}] \end{aligned} \quad (4)$$

5. Перевірка істинності стану, для якого існує рівно одне рішення

$$\#[TP.State].Sol = \min_{\#} \{Solve[CS^{trg}]\} \quad (5)$$

6. Якщо система є над ообмеженою (не до обмеженою) відповідно, то слід повторити реструктуризацію початкового набору параметрів

$$if_{under}^{Over} \{(CS^{trg})\} \rightarrow Reshuffle^{out} \{p_1^{init} CSet, \dots, p_n^{init} CSet\} \quad (6)$$

7. Вивести рішення для експерта відповідно. Якщо рішення задовольнятиме експерта то переходити до завершення із збереженням вибраного методу адаптації та отриманого рішення відповідно.

$$if \{p_1^{sol} CSet^{sol}, \dots, p_k^{sol} CSet^{sol}\} \cdot \{CSet_1^{sol}, \dots, CSet_k^{sol}\} \models^{sd} \{CS^{trg}\}, \quad (7)$$

де $sd \equiv CF$ де CF - ступінь впевненості експерта в виділеному стані $\{TP.State.CS^{trs}\}$.

8. Якщо рішення не задовольнятиме експерта, то тоді слід змінити метод адаптації шляхом *модифікації* підстановки і перейти до кроку 3.

$$if \ sd \diamond CF \rightarrow Reshuffle^{sol} \left(\{p_1^{sol} . CSet_1^{sol}, \dots, p_l^{sol} CSet^{sol}\} \right) \quad (8)$$

9. Зберегти нове рішення та використаний метод адаптації у випадку їх достатності та релевантності (задаючи ступінь релевантності rd).

$$rd \left(\{p_1^{sol} . CSet_1^{sol}, \dots, p_k^{sol} CSet_k^{sol}\}, TP.State.CS^{trg} \right) \quad (9)$$

$$if \ rd \rightarrow 1, CBase. \left\{ \begin{aligned} &\{p_1^{sol} . CSet_1^{sol}, \dots, p_k^{sol} CSet_k^{sol}\}, \\ &TP.State.CS^{trg}, Reshuffle^{out, sd} () \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Таким чином, базуючись на такій методологічній основі (змінні – *параметри*), можна легко переходити від рівня даних до рівня знань, що вже є високо концептуальним рівнем підтримки прийняття технологічних рішень оператором нафтогазового буріння.

Список літературних джерел

1. Чесановський М.С. Особливості контролю параметрів процесу буріння в контексті підтримки прийняття релевантних рішень / Чесановський М.С., Шекега В.І., Процюк В.В. // Всеукраїнський щоквартальний науково-технічний журнал “Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ”. – 2018. – №1(66). – С. 92-100.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕСТОВИМИ ЗАВДАННЯМИ

Шелехов І. В., Пилипенко С. О., Прилепа Д. В.

Сумський державний університет, Суми, Україна

Розвиток -інтелектуальних інформаційних технологій аналізу даних відкриває нові можливості для інформаційного синтезу адаптивних систем керування електронним навчанням [1]. При цьому важливого значення набуває задача оцінки інформативності ознак розпізнавання в комп'ютеризованих системах контролю знань. Якщо за ознаку розпізнавання прийняти оцінку за відповідь студента на тестове завдання, то така задача може розглядатися як оптимізація (тут і далі в інформаційному розумінні) тестів в заданому наборі. При цьому оцінка за відповідь на тестове завдання визначається за адитивною функцією оцінювання за стобальною шкалою, а потужність алфавіту класів розпізнавання визначається прийнятою системою оцінювання рівнів знань.

Відомі два основні підходи до оцінювання інформативності ознак розпізнавання:

- методів, що використовуються для зниження розмірності словника ознак розпізнавання при редукції гіперпростору ознак шляхом трансформування його осей;

- методи селекції словника ознак розпізнавання шляхом вибору підмножини інформативних ознак з початкового словника без зміни осей.

Таким чином, методи селекції словника спрямовані на видалення із нього в основному шляхом послідовної спадкової селекції неінформативних і заважаючи ознак розпізнавання.[2] Головною перевагою таких методів є збереження характерної семантики образів, тобто такої форми даних, яка є придатною для людського сприйняття та обробки відповідними методами.

Розглянемо розв'язання задачі оптимізації словника ознак розпізнавання в рамках так званої інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології аналізу даних, основаної на побудові в процесі машинного навчання оптимальних контейнерів класів розпізнавання, які відновлюються в радіальному базисі простору ознак [3, 4].

Згідно з категорійною моделлю (рис.1) інформаційно-екстремальне машинне навчання здійснюється за трициклічною процедурою пошуку глобального максимуму інформаційного критерію (3) оптимізації параметрів машинного навчання (3) у вигляді

$$\Sigma^* = \arg \max_{\{k\}} \{ \max_{G_\delta} \{ \max_{G_E \cap \{d\}} \bar{E}^{(k)}(d) \} \}, \quad (1)$$

де $\bar{E}^{(k)}(d)$ – усереднене за алфавітом класів розпізнавання значення інформаційного критерію оптимізації параметрів функціонування системи контролю знань, обчислене на k -му кроці машинного навчання; G_δ – допустима область визначення параметра δ поля контрольних допусків на

ознаки розпізнавання; $\{d\}$ – множина значень радіусів контейнерів класів розпізнавання.

Внутрішній цикл алгоритму (1) реалізує базовий алгоритм машинного навчання, в якому оптимізуються геометричні параметри контейнерів класів розпізнавання. Для гіперсферичного контейнера, наприклад, класу розпізнавання X_m^o параметрами оптимізації є усереднений вектор-реалізація

X_m , вершина якого визначає в просторі ознак центр контейнера, і радіус d_m , який в бінарному просторі характеризується кодовою відстанню від геометричного центру

Як критерій оптимізації параметрів машинного навчання розглядалася модифікована міра Кульбака, яка для двохальтернативних рівномірних гіпотез має вигляд

$$E_m^{(k)} = 0,5 \log_2 \left(\frac{D_1^{(k)} + D_2^{(k)} + 10^{-r}}{\alpha^{(k)} + \beta^{(k)} + 10^{-r}} \right) \left[\left(D_1^{(k)} + D_2^{(k)} \right) - \left(\alpha^{(k)} + \beta^{(k)} \right) \right], \quad (2)$$

де $D_1^{(k)}$ – обчислена на k -му кроці машинного навчання перша достовірність;

$D_2^{(k)}$ – обчислена на k -му кроці машинного навчання друга достовірність; $\alpha^{(k)}$

– помилка першого роду; $\beta^{(k)}$ – помилка другого роду; 10^{-r} – достатньо мале число для уникнення поділу на нуль (на практиці значення r вибирається з інтервалу $1 < r \leq 3$).

Оцінка інформативності ознак розпізнавання за розробленим алгоритмом здійснювалася шляхом формування на кожному кроці машинного навчання нового варіанту словника, в якому була послідовно видалена одна ознака і повернена попередня.

Реалізація алгоритму машинного навчання була реалізована на прикладі інформаційного синтезу системи контролю знань з навчального модулю дисципліни «Системний аналіз і теорія прийняття рішень», яка викладається студентам Сумського державного університету

На рис. 1 показана динаміка зміни усередненого за алфавітом класів розпізнавання інформаційного критерію (2) при оптимізації словника ознак розпізнавання в процесі машинного навчання. При цьому на рисунку світлосірим кольором позначено неінформативні ознаки розпізнавання, темносірим кольором – інформативні і подвійною штриховкою – заважаючі. Оцінка впливу ознак розпізнавання на величину усередненого інформаційного критерію здійснювалася відносно його максимального значення, одержаного при повному початковому словнику, яке дорівнювало $\bar{E}^* = 3,32$. Кількість ознак розпізнавання дорівнювала $N = 28$.

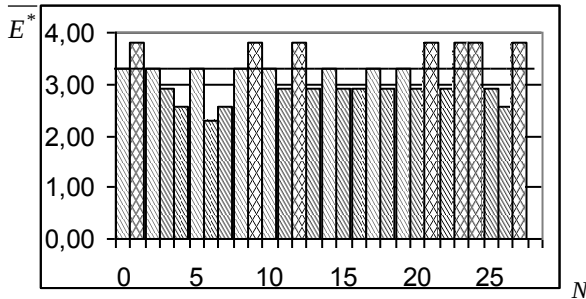


Рисунок 1 – Діаграма зміни максимального значення критерію при оцінці інформативності ознак розпізнавання

Аналіз рис. 1 показує, що інформативними для системи контролю знань є тринадцять ознак, видалення яких призводить до зменшення інформаційного критерію оптимізації. Вісім ознак є неінформативними, оскільки їх видалення не призводить до зміни інформаційного критерію а всі інші ознаки є заважаючими. Максимальне значення критерію при вилученні із словника всіх заважаючих ознак збільшилося до $\bar{E}^* = 3,85$.

Але варто зазначити, що неінформативні ознаки визначаються при заданому алфавіті класів розпізнавання. Якщо потужність алфавіту змінюється, то неінформативні ознаки розпізнавання при новому алфавіті можуть стати інформативними і навпаки інформативні ознаки – неінформативними.

Таким чином, застосування ідей і методів IEI-технології дозволяє вирішити проблему адекватності результатів машинного контролю знань за тестовими завданнями і результатів оцінювання знань досвідченим викладачем.

Список літературних джерел

1. Агапова, М. О. Про оптимізацію навчального матеріалу [Текст] / В. Г. Кремень // Теорія і практика управління соціальними системами. Науково-практичний журнал. – 2012. – № 1. – С. 34–39.
2. Петров С.О. Оцінка інформативності тестів в системах керування дистанційним навчанням / С.О. Петров, І.В. Шелехов // Вісник ХНТУ.– Херсон, 2007. –№4(27). – С. 586-591.
3. Довбиш А. С. Інтелектуальні інформаційні технології в електронному навчанні [Текст] / А.С. Довбиш, А. В. Васильєв, В. О. Любчак. – Суми: Видавництво Сумського державного університету, 2013. – 172 с.
4. Dovbysh, A.S., Budnyk, M. M., Moskalenko, V. V. Information-Extreme Algorithm for Optimizing Parameters of Hyperellipsoidal Containers of Recognition Classes [Text]. Journal of automation and information sciences. – New York: Begell House Inc., 2012, v. 44, i. 10, pp. 35-44. DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v44.i10.30

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ ДО ЗМАГАНЬ В ГОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІПОКСИТЕРАПІЇ

Штокал Є. П., Сліпченко В. Г., Полягушко Л. Г.

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

Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною неспецифічною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Адаптація до гіпоксії сприяє підвищенню резистентності організму до небажаних факторів зовнішнього середовища, а також поліпшує ефективність функціонування організму [1]. Багаточисельними дослідженнями встановлено, що підвищення стійкості організму до дії гіпоксії та формування адаптації до неї поліпшує кисневу забезпеченість організму та підвищує фізичну витривалість. У спортивній практиці для підвищення функціональних резервів організму та підготовки до змагань використовують метод гіпокситерапії, але розрахунок режиму гіпокситерапії, зокрема тривалості гіпоксичного впливу, залишається невивченим. Саме тому актуальною є задача розробки програмного продукту для розрахунку тривалості гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії.

Вирішенням цієї задачі є впровадження в центрах підготовки спортсменів аналітичної системи підготовки спортсменів. Це система аналізу, що дозволяє визначити оптимальну тривалість гіпоксичного впливу в залежності від вхідних параметрів.

Функціонування системи підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в процесі її гіпоксичного тренування.

Мета дослідження полягає в розробці програмного продукту, який дозволить розраховувати тривалість гіпоксичного впливу при проведенні гіпокситерапії в залежності від різних параметрів організму спортсмена, а також його виду спорту.

Наприклад, для визначення тривалості періодичного дихання гравців регбі було використано метод регресійного аналізу, який визначає роль кожного показника системи транспорту кисню при забезпеченні гіпоксичної ефективності. Представлена математична модель регресійного аналізу була розрахована з урахуванням ігрової ролі гравців регбі і показує взаємодію міжсистемних та внутрішньо-системних зв'язків у регуляції тривалості періодичного гіпоксичного дихання. Формула (1) показує значення та взаємозв'язок факторів кардіореспіраторної системи регбістів лінії атаки [2].

$$T_{\min 1} = 3.75 \times FB + 5.85 \times FB_{Tex} + 3.19 \times HB - 2.15 \times COO_2 - 1.37 \times DO + 1.05 \times FeCO_2 + 2.15 \times FeO_2 + 0.72 \times LV + 0.17 \times FB_{Tin} \quad (1)$$

Де $T_{\min 1}$ - тривалість періодичного дихання в першій сесії, FB - частота дихання, FB_{Tex} - об'єм форсованого видиху, HB - частота серцебиття, DO - дихальний об'єм, COO_2 - коефіцієнт використання кисню,

$FeCO_2$ - концентрація вуглекислого газу при видиху, FeO_2 - концентрація кисню при видиху, LV - життєва здатність легенів, FB_{Tin} - об'єм форсованого вдиху.

Використовуючи метод зворотної регресії (формула 2), було встановлено, що визначальними чинниками для гравців регбі в лінії атаки були частота дихання (FB), об'єм форсованого видиху (FB_{Tex}) та частота серцевих скорочень (HB) [2].

$$T_{min1} = 6.85 \times FB + 5.67 \times FB_{Tex} + 3.75 \times HB \quad (2)$$

Програмний продукт, побудований на таких моделях, дає змогу користувачу поррахувати оптимальну тривалість гіпоксичного тренування на основі введених в систему вхідних даних та обраного виду спорту (біг з перешкодами, карате, регбі). Також користувач має можливість додавати нових спортсменів, редагувати інформації про існуючих, зберігати змін у базі даних, переглядати зміни значень параметрів організму у вигляді інфографіки.

Потенційними користувачами програмного продукту є працівники фізіотерапевтичних відділів лікарень, центрів підготовки спортсменів, спортивних клубів та організацій, особисті фізіотерапевти спортсменів.

З використанням системи підготовки спортсмени, адаптовані до навантажень на витривалість, пристосовуються до умов середньогір'я і високогір'я швидше, ніж особи, що не займаються спортом, або спортсмени, що спеціалізуються у швидкісно-силових видах спорту. Наприклад, для досягнення максимальних величин об'єму циркулюючої крові і маси циркулюючих еритроцитів на висоті 3200 м в умовах звичайного режиму життя необхідно близько 40 днів. Проте залежно від перерахованих вище чинників цей період може бути скорочений в 1,5-2 рази [3].

Функціонування запропонованого програмного продукту та його роль в системі підготовки спортсменів до умов гіпоксії слід розглядати як початковий процес, здатний враховувати зміни, що відбудуться з людиною в гірських умовах, а також спрогнозувати оптимальну тривалість гіпоксичних тренувань. Розроблений програмний продукт може бути інтегрованим в більш складні системи підтримки прийняття рішень або ж функціонувати як окремий модуль.

Список літературних джерел

1. Келлер В. С. Теоретико-методичні основи підготовки спортсменів / В. С. Келлер, В. М. Платонов // Л.: Українська спортивна Асоціація, 1992. – 269 с.
2. Rovniy A., Pasko V., Martyrosyan A. Adaptation of the cardiorespiratory system to hypoxic actions of the rugby players depending on the playing position. Journal of Physical Education and Sport, 2017; 17(2). Pp. 804-809. doi:10.7752/jpes.2017.02122.
3. Матвеев Л. П. Загальна теорія спорту і її практичні аспекти / Л. П. Матвеев // М.: Новини, 2001. – 334 с.

СЕКЦИЯ 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

SESSIONS 4

INFORMATION TECHNOLOGY IN AUTOMATION, ELECTRONICS AND MEASUREMENT TECHNOLOGY

- theory and methods of automatic control
- automated process control systems
- information and metrological support
- information and economic systems in industry and financial sector

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИКЕ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

- теория и методы автоматического управления;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами
- информационно-метрологическое обеспечение
- информационно-экономические системы в промышленности и финансовой сфере

SYNCHRONIZATION IN THE SYSTEM OF DYNAMIC VISUALIZATION

Vasylenko O. V., Kalynichenko D. V.

Zaporizhzhya National Technical University, Zaporizhzhya, Ukraine

Dynamic visualization on the lateral surface of the cylinder was designed in such a way that the created virtual image was larger than its material base [1]. For correct implementation, it is necessary that the visualization system rotate at a speed sufficient for the human to perceive the output image correctly.

The necessary speed of rotation was found from the known condition of human perception to the change of frames as continuous: their frequency of change should exceed 25 Hz (30 Hz were used). Given that, regardless of the viewpoint on the surface, the person will see up to a third of the surface, which leads to more specific condition: the rotation speed at which the update frequency of the observed area has to be not less than 30 Hz. This condition will reduce the system's rotation speed to minimum of 10 Hz.

The linear rotational speed of the cylinder is proportional to its radius and frequency:

$$v \geq 2\pi R \cdot f, [m / s].$$

In addition, for the stability of the displayed image, it is necessary to take into account the rotation speed of the mechanism drive. Otherwise, there will be distortion of the image along the rotation axis, and in the case of using more than one visualization subsystem, the out-of-sync of the output, which leads to perception loss of information. Thus, the task of synchronization of rotation and output of information is actualized.

One of the ways to solve tasks of synchronization is the choice of the counting principle of the structure's complete revolution around its axis. To do this, there should be a sensor that will fix the full revolution of a certain point of the cylinder, and the control part of the system should read the period of revolution, and calibrate the speed of image output based on the sensor results. The control system was implemented on the microcontroller unit (MCU) ATmega328p (Fig. 1) [2].

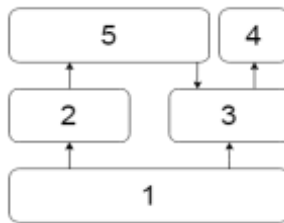


Figure 1 – Structural model of dynamic visualization system: 1) power supply; 2) motor / drive unit; 3) MCU; 4) visualization; 5) rotation period fixation sensor

As a sensor, a digital Hall sensor was used: it is located on a rotating plane and signals MCU about its passage past a fixed magnet that is located along the sensor's path, thereby indicating the complete revolution that the system has made. To calculate the turnover period, the internal timer of the MCU was used, which subsequently regulates the operation of another timer, which is responsible for displaying the image on the surface. The adjustments were made in such a way that on the surface the image has a discrete appearance, simulating the pixels of ready-made visualizers based on LCD displays, for which there is also the possibility of static output of the image.

The visualization unit is implemented on 4 color LEDs (red, green, blue, white). The working field on which the image is displayed has a resolution of 16x128 pixels. The image is encoded in the binary MCU calculation system and is dictated by the size of its memory. It is possible to display images of any complexity within this permission.

General view of the construction is shown in Figure 2,a. Figure 2,b shows the visualization of the generated dynamic image.



Figure 2 – System of dynamic visualization:

a) general view of the construction; b) visualization of the dynamic image

This system can be scaled with a corresponding increase in drive power and with increase of visualization performance. To increase the resolution of the image, it is necessary to increase the memory size and rendering speed to ensure that synchronization problems at the hardware and firmware level won't take any place.

List of literary sources

1. Vasylenko, O.V. Dynamic visualization system design / O.V. Vasylenko, D.V. Kalynichenko // Науково-практична конференція «Тиждень науки», ЗНТУ, Запоріжжя, 18-21 квітня 2018 р. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018.
2. ATMEGA328P Datasheet – ATMEL Corporation [Електронний ресурс] / <http://www.atmel.com> – Режим доступу до ресурсу: https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/241077/ATMEL/ATMEGA_328PTH.html

THE INFORMATIVE-METROLOGICAL ASSURANCE

Vasylenko O. V., Popov D. O.

Zaporizhzhya National Technical University, Zaporizhzhia, Ukraine

The current stage of development in Ukraine is characterized by increasing the flow of information in all spheres of activity and significant progress in science that influences on the pace of economic and social development. In this process, an important role is played by measurement information, which provides the quantitative estimation of manufacturing quality level, the state of the technological processes, the equipment characteristics and so forth.

The solution of important economic, scientific and technological tasks of manufacturing quality products largely depends on the uniformity of measurement principles in the country. An essential basis for ensuring uniformity of measurement is a metrological activity related to the creation and constant improvement of metrological assurance [1,2].

The metrological assurance refers to the establishment, use of scientific and organizational bases, technology, rules and regulations needed to achieve uniformity and required accuracy of measurement. The basic tendency in the development of metrological assurance is the transition from the previously existing task of ensuring the uniformity and required measurement accuracy to the fundamentally new task of ensuring the quality of measurements. The quality of measurements determines the sum of SI characteristics that provide obtaining of measurements results with required specifications such as accuracy, reliability, correctness, repeatability, and reproducibility at a stated time.

The legislative and regulatory framework in the field of metrology is very large. It is necessary to monitor and control the quality of the product so that its characteristics and specifications don't go beyond the legislation. The tendency in the evolution of quality control systems is the use of information-measuring systems that are able to gather, analyze, display information about the monitoring or control object around the clock, and in some cases even to control the manufacturing process [2]. The automation of this process is carried out by the control systems SCADA.

SCADA is an abbreviation for Supervisory Control and Data Acquisition and as such has emphasis on the supervisory level of the system. It can be part of Automated Process Control System (APCS), environmental monitoring systems, scientific experiments, Smart House, etc. An example the block diagram of such system in the field of power management is given in the figure 1[3].

It is possible to provide automatic control of technological processes in real time with information obtained from primary measuring instruments. The measuring instruments and measuring transducers are connected to the programmable logic controller. The controller is a specialized microprocessor control device designed to process a signal from external devices, to control the actuating mechanism in accordance with a given program.

The SCADA technology includes:

- tools for designing automated data collection and control systems;

- problem-oriented languages of software design for automatic process control and experimental research;
- applied automation systems;
- industrial automation technologies etc.

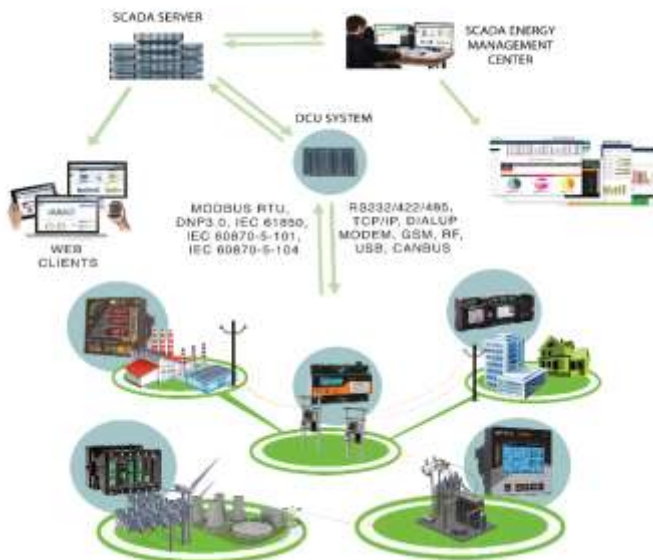


Figure 1 – Integrated SCADA with energy management system along with meters, RTU, Data concentrator, software and Data converters supply

The use of the SCADA technology makes it possible to achieve a high level of automation in control system design, transmission, storage and display of information. The use of SCADA technology in information-measuring systems modify their computer software, mathematical and metrological assurances which contribute to increasing the number of available tasks and improving the quality control of these automated systems.

List of literary sources

1. Skhirtladze, A. G. Design of a Single. Information Space of Virtual Enterprises: підручник / A. G. Skhirtladze, A. V. Skvortsov, D. A. Chmyr - edition 2, stereotype. - M: Berlin: Direct-Media, 2017. – 617 p.
2. Kaplya, E.V. Modeling control processes in intelligent metering systems / E.V. Kaplya, V.S. Kuzevanov, V.P. Shevchuk – M: FIZMATLIT, 2009. – 512 p.
3. SCADA and Energy Management Solution [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.mbcontrol.com/scada-energy-management-solution/>

MODEL OF CHOKE WITH MOVABLE CORE FOR MAGNETOMETRIC SYSTEM

Vasilenko O. V., Snizhnoi G. V.

Zaporizhzhya National Technical University, Zaporizhzhia, Ukraine

In the automated system for measuring paramagnetic characteristics [1], the principle of magnetometric weights is used, where the control process of measurement and balancing of the weights is carried out by microprocessor system. During designing of such system, mathematical modeling was used, for which models for all subsystems, including for the compensating ones, were developed. The rod, on which the ampule with the test material is fixed, is pushed out / pulled by a power magnet, while the current frequency of the signal, generated by the Colpitts oscillator in the measuring subsystem is registered. The choke inductivity of this generator depends on the depth of penetration of the magnetic core, which is fixed on the moving rod. Consequently, the signal frequency in the measuring subsystem depends on the depth of penetration of the core into the choke. The compensating subsystem acts as an electromagnetic relay that pushes / pulls the rod to return it to zero position. The current of the compensating system's choke is given by the controller depending on the measured frequency in Colpitts oscillator.

The scheme of substitution (Fig. 1) of the model of the compensating system (solenoid with moving core) was obtained on the basis of the macromodel of the electromagnetic relay from the library MC11 [2]. We are neglecting the force of elasticity (Guke force) and movement constraint of the core (stopping force), and the calculation of the output voltage is not necessary. This allowed to minimize the complete model dimension, accelerate simulation and reduce algorithmic failures.

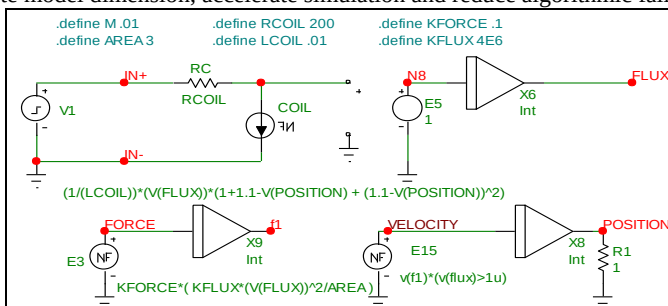


Figure 1 – Model the of choke with moving core for Micro Cap 11 Program

The source $V1$ emulates the input voltage signal. On an alternating current, the solenoid has a complex resistance, the active component of which is simulated by the resistor $RCOIL$, and the reactive – by the functional current source $COIL$ (the dependence on flow and position of the core is given in Fig. 1). $FLUX$ is obtained through the integration of the coil current (element $X1$). Predefined parameters are resistance $RCOIL$ and inductance $LCOIL$ of choke.

The flux is determined by the magnetizing force $FORCE$, which is determined in the functional source $E3$ by the formula:

$$FORCE = K_{FORCE} \cdot \left(K_{FLUX} \cdot \frac{V(FLUX)^2}{AREA} \right), \quad (1)$$

where K_{FORCE} , K_{FLUX} – coefficients are given by operators .define;

$V(FLUX)$ – flux emulation, received as the voltage of the “ $FLUX$ ” node;

$AREA$ – the cross-sectional area of the rod is given by the operator .define.

The $FORCE$ affects to the rod by pushing it, or pulling it at the speed $VELOCITY$, which is determine through the second law of Newton:

$$VELOCITY = \frac{1}{M} \cdot \int FORCE \cdot dt, \quad (2)$$

where M – effective weight of the rod, is given by the operator .define.

The current position of the rod $POSITION$ is determined by the integration of speed (in element $X8$) if at least the minimum flow is present. The simulation results are presented in the Fig. 2. Verification during the simulation was carried out by comparing the found values of the rod movement ($POSITION$), which should be the same in the measuring and compensating subsystems.

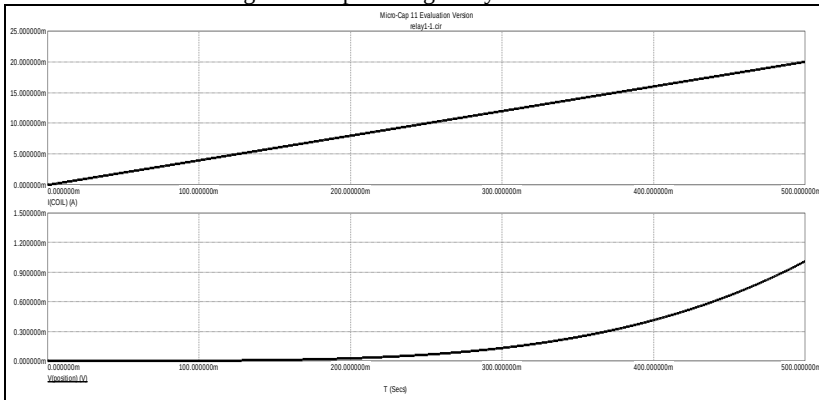


Figure 2 – Simulation of choke current (upper graph) and rod movement (low graph)

The model of magnetometric system is causal, which eliminates unwanted feedback and sets a certain sequence of calculations. The solution of the obtained equations (simulation) is carried out by a behavioral algorithm Spice 3G [2].

List of literary sources

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. Радіоапаробудування". – 2012. – №49. – С.136-141.

2. Micro-Cap 11 Electronic Circuit Analysis Program. Reference Manual. © Spectrum Software. 1982-2017. – 1056 p. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.spectrum-soft.com/down/rm11.pdf>

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВІСТІ ТА ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ЕКОНОМІКИ

Абламська В. М.

Коледж інформаційних технологій та землевпорядкування, Київ, Україна

Інформаційно-економічна система (ІЕС) являє собою систему, функціонування якої полягає в зборі, зберіганні, обробці та розповсюдженні інформації про діяльність певного економічного об'єкта реального світу.

ІЕС призначені для вирішення задач обробки даних, автоматизації конторських робіт, виконання пошуку інформації та окремих завдань, заснованих на методах штучного інтелекту.

Завдання обробки даних забезпечують зазвичай рутинну обробку та зберігання економічної інформації з метою видачі (регулярної або за запитами) зведеної інформації, яка може знадобитися для управління економічним об'єктом.

Пошукові завдання мають свою специфіку, і інформаційний пошук являє собою інтегральну завдання, яке розглядається незалежно від економіки чи інших сфер використання знайденої інформації.

Алгоритми штучного інтелекту необхідні для задач прийняття управлінських рішень, заснованих на моделюванні дій спеціалістів підприємства при прийнятті рішень

Методологічну основу проектування ІЕС становить системний підхід, відповідно до якого будь-яка система являє собою сукупність взаємопов'язаних об'єктів (елементів), що функціонують спільно для досягнення спільної мети. Для системи характерна зміна станів об'єктів, які з плином часу відбуваються в результаті взаємодії об'єктів в різних процесах і з зовнішнім середовищем. В результаті такої поведінки системи важливо дотримуватись таких принципів:

- ємерджентності, тобто цілісності системи на основі загальної структури, коли поведінка окремих об'єктів розглядається з позиції функціонування всієї системи;
- гомеостазу, тобто забезпечення сталого функціонування системи і досягнення спільної мети;
- адаптивності до змін зовнішнього середовища і керованості за допомогою впливу на елементи системи;
- навченості шляхом зміни структури системи відповідно до зміни цілей системи.

Ускладнення архітектури сучасних інформаційних систем зумовлюють розробку і використання ефективних технологій проектування, що забезпечують прискорення створення, впровадження і розвитку проектів ІЕС, підвищення їх функціональної і адаптивної надійності.

У зв'язку з великою кількістю функціональних особливостей для ІЕС може бути виділено безліч різних класифікаційних ознак. В економіці з урахуванням сфери застосування виділяються:

- банківські інформаційні системи;
- інформаційні системи фондового ринку;
- страхові інформаційні системи;
- податкові інформаційні системи;
- інформаційні системи промислових підприємств і організацій (особливе місце за значимістю і поширеністю в них займають бухгалтерські ІС);

- статистичні інформаційні системи та ін.

Система управління являє собою сукупність взаємодіючих структурних підрозділів економічної системи, які здійснюють такі функції управління:

- планування - функція, яка визначає мету функціонування економічної системи на різні періоди часу (стратегічне, тактичне, оперативне планування);

- облік - функція, що відображає стан об'єкта управління в результаті виконання господарських процесів;

- контроль - функція, за допомогою якої визначається відхилення облікових даних від планових цілей і нормативів;

- оперативне управління - функція, що здійснює регулювання всіх господарських процесів з метою виключення виникаючих відхилень у планових і облікових даних;

- аналіз - функція, що визначає тенденції в роботі економічної системи і резерви, які враховуються при плануванні на наступний часовий період.

Споживчі властивості ІЕС:

1) Функціональна повнота системи повинна забезпечувати отримання будь-якої необхідної користувачеві інформації на деякому заданому інтервалі часу.

2) Тимчасова забезпеченість - можливість отримання потрібної інформації в потрібний час.

3) Функціональна надійність-отримання безпомилкової інформації в задані терміни.

4) Ефективність - система повинна приносити користь.

5) Адаптивність - система повинна мати здатність пристосовуватися до частково змінених умов об'єкта і забезпечувати стійке функціонування на великому інтервалі часу.

6) Ієрархічна агрегатуються - можливість бути складовою частиною з системою більш високого рівня.

Розвиток методів інтелектуального аналізу даних на основі застосування концепцій інформаційних сховищ, експертних систем, систем моделювання бізнес-процесів, реалізованих в загальній інформаційній системі, сприяють посиленню обґрунтованості прийнятих управлінських рішень.

Таким чином, сучасні інформаційні системи забезпечують оперативність комунікації та інтеграцію учасників бізнес-процесів, підвищують якість прийнятих рішень на всіх рівнях управління.

КОРПОРАТИВНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ЯК ІНСТРУМЕНТ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Білоброва Ю. О., Чоботасв Д. М.

¹ Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

² ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Побудова та розвиток інформаційного суспільства визнається провідною світовою тенденцією ХХІ ст., основу якої складають застосування сучасних інформаційних технологій з метою вирішення різного роду завдань (науково-виробничих, соціальних, культурних та ін.). Цей процес, який отримав назву «інформатизація», являє собою прогресивно наростаюче використання інформаційних технологій для виробництва, переробки, зберігання і поширення інформації, заснованих на використанні сучасного апаратного і програмного забезпечення, а також засобів телекомунікацій. [1].

Основу системи управління підприємством становить інформація про його діяльність та стан ринкового середовища. З огляду на високий ступінь невизначеності ситуацій та ризики господарювання в ринкових умовах, необхідно сформулювати нове ставлення до інформаційних технологій, як основи побудови систем управління підприємством, які здатні істотно підвищити ефективність господарювання. [2]

Одним з найважливіших умов повного задоволення інформаційних потреб підприємства є створення цілісного інформаційного простору, основним елементом якого можуть служити інформаційні системи, що являють собою сукупність функціональних елементів, фахівців та інформаційних технологій, об'єднаних інформаційними потоками в єдину інформаційну структуру для реалізації стратегій конкретного підприємства. Системи, в яких реалізується ця ідея, отримали назву корпоративні інформаційні системи (КІС). КІС - управлінська ідеологія, яка об'єднує бізнес-стратегію та інформаційні технології.

Після прийняття рішення про впровадження КІС, керівництву необхідно здійснити вибір найкращого варіанта з безлічі альтернатив широко представлених на ринку. Але все декларовані розробниками корпоративного програмного забезпечення вигоди та переваги, одержувані в результаті придбання конкретної КІС, виявляться лише в результаті її успішного впровадження. Успіх впровадження КІС, крім вибору самої системи, залежить від безлічі факторів: ретельного планування, грамотного виконання проекту впровадження, готовності підприємства до змін, участі та зацікавленості керівництва в проекті, тощо.

В роботі запропонована методологія і визначена послідовність виконання завдання альтернативного вибору КІС в загальному вигляді: експертним шляхом визначаються вимоги до системи, і оцінюється важливість розглянутих критеріїв. Також оцінюється набір альтернатив (варіантів систем) на основі заданих вимог. Для кожного варіанту знаходяться міра відмінності

оцінок важливості критеріїв і оцінок відповідності варіанту заданим вимогам; рівень ідентичності варіанту кожному критерію; необхідний і можливий рівень відповідності варіанту кожному критерію та суб'єктивна впевненість. Найкращою системою для впровадження може вважатися та, у якій результуюча міра відмінності оцінок важливості критеріїв і оцінок відповідності варіанту заданим вимогам - мінімальна; результуючий рівень ідентичності варіанту кожному критерію - максимальний; результуючий необхідний і можливий рівень відповідності варіанту кожному критерію максимальні і результуюча суб'єктивна впевненість максимальна.

Потенційні результати впровадження корпоративної інформаційної системи можна розділити на три групи [3]:

- очікувані, що носять позитивний характер - поява нових функціональних можливостей, прискорення і підвищення якості обліку, оптимізація конкретних бізнес-процесів;
- ризикові, що носять негативний характер - всі можливі ризики, пов'язані з проектом впровадження;
- економічні - показники ефективності проекту впровадження КІС, як об'єкта інвестицій.

Звичайно, для кожного підприємства цілі впровадження КІС свої, але в більшій мірі це оптимізація діяльності за допомогою інтеграції інформаційних технологій. Автоматизація бізнес-процесів підвищить якість інформаційного обміну між різними службами і відділами підприємства, а так само дозволить керівництву бачити «картину в цілому». Все це призведе до більш якісного аналізу і планування на різних рівнях управління. Підприємство будь-якого розміру, форми власності та профілю діяльності отримує такі основні переваги:

- стабільність та уніфікація всіх процесів управління,
- зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності,
- інвестиційна привабливість,
- інтеграція в інформаційну економіку.

Список літературних джерел

1. Сатунина, А.Е. Управление проектом корпоративной информационной системы предприятия: учебное пособие/ А.Е. Сатунина, Л.А. Сысоева. – М. : Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 352 с.

2. Ремезова Е.М. Модели поддержки принятия решений при подготовке проекта внедрения КИС на основе многоагентных систем и аппарата нечетких множеств: дис. канд. эконом. наук: 08.00.13 / Ремезова Екатерина Максимовна. – Владимир, 2016. – 147с.

3. Корпоративные информационные системы : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Проблемы внедрения и использования / Д. А. Градусов, А. В. Шутов, А. Б. Градусов ; Владим. гос. ун-т – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 96 с.

К ВОПРОСУ О ГЕНЕРАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЕ С ПОМОЩЬЮ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ

**Венгрович Д. Б., Белинский И. В., Денисюк И. И.,
Шеремет Г. П., Лемешко В. А., Губарь И. Н.**

Институт геофизики им.С.И.Субботина Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

Эксплуатация нефтяных скважин со временем приводит к уменьшению дебита и связано это не только с уменьшением давления в нефтяном пласте, но и с уменьшением пропускной способности околоскважинных участков за счет возникновения маслянистых, и не только, преград в фильтрационных каналах, по которым нефть попадает в скважину. Строго говоря, специалисты отмечают следующие причины уменьшения проникновения нефти из продуктивного пласта в скважину [1]:

- снижение проницаемости прискважинной (призабойной) зоны продуктивного пласта, обусловленной касательными кольцевыми сдавливающими напряжениями, которые возникают при бурении скважины в результате горного давления;
- осаждением в прискважинной (призабойной) зоне коллектора твердой фазы технологических жидкостей (промывных, буровых растворов) и других осадков;
- возникновением пробок в перфорационных отверстиях за счет вынесения частиц из пласта;
- кольтатацией капиллярной системы продуктивного пласта вследствие закупорки поровых каналов.

С прочисткой каналов нефтяники столкнулись давно, и существует много методов очистки каналов фильтрации в околоскважинных участках. В литературе [1] эти методы сведены в четыре группы и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Методы повышения нефтеотдачи пластов [1]

№ п.п.	Наименование методов	Описание принципов методов
1	Гидродинамические	Нестационарное заводнение. Метод переменных потоков.
2	Тепловые	Закачивание горячей воды, пара, внутрипластовое горение.
3	Физико-химические	Применение ПАВ, имплозия, ГРП, виброволновые методы.
4	Биологические	Воздействие на призабойную зону и пласт бактериями.

Чаще всего, однако, применялись перфорация скважины, торпедирование скважины с воздействием технологического взрыва,

имплозивный и кавитационный методы, воздействие с земной поверхности, акустический метод и другие.

С точки зрения экологии и сохранности скважины перспективным является импульсно-волновой акустический метод. Технология этой очистки такова: в скважину, на глубину залегания пласта опускается излучатель акустических волн, настроенный на частоты, необходимые для возбуждения резонансных колебаний в пласте. Выбор этих частот не совсем однозначен. Теоретически необходимо воздействовать на пласт в целом и на нефтяные поры, по которым нефть поступает к скважине, в отдельности. Причем воздействовать так, чтобы вызвать как можно больше резонансных колебаний. С другой стороны, желательно воздействовать на трещины, учитывая при расчете частоты колебаний излучателя, размер и распределение трещин, с той же целью – получения резонансных колебаний. С третьей стороны, запатентован [2] метод двухрежимной (двухэтапной) работы акустического преобразователя: режим контроля + рабочий режим. В режиме контроля система при помощи излучателя находит возможные резонансные частоты, во втором режиме, рабочем, излучатель генерирует мощные колебания по найденным резонансным частотам, вызывая резонансные явления в пласте.

Рассмотрим самый простой, первый случай – излучатель должен генерировать околорезонансные частоты всего пласта и его зерен, песчинок на уровне микрочастиц. Из физики известно, что резонансная частота обратно пропорциональна длине структурного элемента. В случае воздействия на массив его резонансная частота W_s вычисляется по формуле [3]:

$$W_s = C_s / (4H), \quad (1)$$

где C_s – скорость волны сдвига в породе нефтеносного пласта, м/с; H – толщина нефтеносного пласта, м. В случае воздействия на микроструктуру пласта, резонансная частота W_m определяется по формуле [3]:

$$W_m = V / (10d), \quad (2)$$

где V – массовая скорость в породе нефтеносного пласта, м/с; d – диаметр зерен породы нефтеносного пласта, м.

В [3] приведен пример расчета W_s для наиболее распространенной породы нефтеносных пластов – песчаника. При типичной толщине песчаника в 25 м, скорости волны сдвига $C_s = 1600$ м/с, $W_s = 16$ Гц [3]. Естественно предположить, что W_m будет отличаться в тысячи раз (десятки, а то и сотни КГц). Учитывая, что колебания пьезоэлемента будут с околорезонансной частотой, оценим рабочую частоту пьезоэлементов. Каждый пьезоэлемент имеет свою резонансную частоту f_0 , которая зависит от скорости звука в материале пьезоэлемента C и расстояния между электродами L [4]:

$$f_0 = C / 2 \cdot L, \quad (3)$$

где C – скорость в материале пьезоэлемента, м/с; L – расстояние между электродами, м.

В [5] приведены скорости звука и другие технические характеристики некоторых пьезоматериалов. Выдержки из табл.7 [5] приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Некоторые технические характеристики пьезоэлектрических материалов [5].

Марка материала	Диэлектрическая проницаемость	Температура точки Кюри, C	Пьезомодуль, $d_{33} \cdot 10^{12}$ Кл/Н	Коэффициент электро-механической связи	Скорость звука, $C \cdot 10^{-3}$ м/с
ТБ1	1500 ± 300	120	100	0.2	4.1 – 4.6
ТБКС	450 ± 50	160	50	0.17	4.4 – 5.0
ЦТС-19	$1500 +300, -350$	290	200	0.4	3.3 – 3.6
ЦТС-22	800 ± 200	330	10	0.2	3.6 4–4,0
ЦТСМВ-1	2050 ± 550	438	400	0.45	2.96

Нетрудно заметить, что скорость звука в приведенных материалах колеблется от 2960 до 5000 м/с. Расстояние между электродами при радиальном размещении пьезоэлементов не может превышать радиуса скважины. При ориентировочных расчетах получается, что резонансная частота пьезоэлемента не может быть меньше 10 КГц, т.е. $f_0 > 10$ КГц. В [1] представлены данные об акустических излучателях, см. табл.3.

Таблица 3 – Скважинные акустические излучатели [1]

	Диаметр, мм	Длина, мм	Диапазон частот, КГц	Акустическая мощность, Вт	Масса, кг	КПД %
АИ-1	107	1600	13-18	5000	27	70
АИ-2	40	1800	11-14	1000	8	35
АИ-3	57	1900	25-35	4000	16	70

Анализируя данные табл. 3, нетрудно заметить, что приведенные акустические излучатели рассчитаны на одну частоту, т.е. конструктивно одинаковы в каждом излучателе (АИ-1: резонансная частота 15.5 КГц, рабочая 15.5КГц $\pm 16\%$; АИ-2: резонансная частота 12.5 КГц, рабочая 12.5КГц $\pm 12\%$; АИ-3: резонансная частота 30 КГц, рабочая 30 $\pm 17\%$), т.е. разброс рабочих частот не превышает 17%. Как уже отмечалось выше, для воздействия на пласт необходимы колебания частотой в 16 Гц [3].

Исследователи [1-3] предлагают использовать бигармонический сигнал с близкими частотами, т.е. получить эффект биения (амплитудно-модулированный сигнал). Только в Украине запатентовано свыше 6 вариантов выбора рабочих частот [3]. Когда есть много способов, нет одного наилучшего.

Поэтому особый интерес вызывает работа генератора импульсов для преобразователей излучателя, которая должна обеспечить режим заданных синусоидальных колебаний пьезоэлементов, учитывая зону нечувствительности последних.

Считаем, что работой генератора должен управлять компьютер. Причем исходные данные для управляющей программы должны быть как экспериментальные характеристики пласта и его структурных элементов, полученные в лабораторных условиях из кернов конкретных скважин, так и статистические характеристики трещин и пор, полученные теоретическим путем. Безусловно, исходными данными должны быть и данные о конкретной скважине: диаметр, глубина до нефтеносного пласта, толщина пласта и др. Причем должны рассчитываться не только заданные рабочие режимы, но и элементы и конструкция излучателя. Для этого должна быть создана база данных с соответствующими характеристиками, типовыми конструкциями и т.д.

Разработка и создание современной автоматизированной системы управления работой генератора импульсов позволит на научной основе задать режимы его (генератора) работы, учитывая конструкции излучателей и скважин, характеристики нефтеносных пластов и особенности их залегания, что позволит более плодотворно воздействовать на околоскважинное пространство.

Список литературных источников

1. Нагорний В.П., Денисюк І.І Імпульсні методи інтенсифікації видобутку вуглеводнів. – Київ: ТОВ “Ессе”, 2012. – 323с.
2. Патент России № 2162519. Способ акустической обработки продуктивной зоны скважины и устройство для его реализации.
3. Нагорний В.П., Денисюк І.І. Імпульсно-хвильове оброблення нафтогазоносних пластів. – Київ: “Інтерсервіс”, – 2015. – 200с.
4. Инженерные решения. Доступ: www.engineering-solutions.ru/ultrasound/theory.
5. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара: Справочник. В 2-х кн. Кн.1 /Под ред. В.В. Клюева. – Москва: Машиностроение, 1978. – 448с.

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Глушко В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Стремительное развитие промышленности, различных технологических процессов, оборудования, ставит задачи точного и быстрого контроля температуры среды, деталей механизмов, сырья и др. При этом часто складывается ситуация, когда использование контактных методов измерения температуры невозможно в силу ряда причин. В частности, измерения температуры опасных для человека сред, деталей, находящихся в движении, под высоким напряжением, в труднодоступных местах. Для таких задач и были разработаны приборы для бесконтактного измерения температуры – инфракрасный бесконтактный термометр или пирометр.

Чувствительный элемент ИК сенсора (пирометра) регистрирует общий уровень излучения, приходящий от области контроля. Данное суммарное излучение состоит из трёх составляющих: излучение контролируемого объекта, напрямую связанное с его температурой, внешнее излучение, отражённое от объекта, внешнее излучение, прошедшее через контролируемый объект (фактор прохождения). Если две последние составляющие равны нулю, то мы имеем идеальное для ИК термометрии тело – чёрное тело, имеющее коэффициент излучения равный 1,0. Реальные тела имеют коэффициент излучения меньше 1,0.

Предметы не излучают лишь одну длину волны, соответствующую излучению черного тела для какой-либо температуры. Излучение реальных объектов занимает диапазон длин волн, который становится шире при увеличении температуры. Тем не менее, пиковая интенсивность также возрастает с температурой. Это характеризуется спектральной плотностью излучения, которая измеряется в ваттах на стерадиан на микрометр длины волны. Поскольку интенсивность излучения увеличивается, зная ее можно вычислить температуру (рис 1).

Из-за большого разброса интенсивностей и температур ИК датчик, который идеален для измерения температуры 1000 К, не обеспечит точный результат для 200 К. Пиковая спектральная энергетическая яркость при 1000 К более чем в 10 000 раз превосходит максимальное значение при 200 К. К тому же кривые на графике описывают «идеальный» объект, который обладает чистым излучением черного тела. [1]

Отражающие металлические поверхности имеют короткую длину волны, а неотражающие неметаллические – длинную. Поэтому признаку модели пирометров условно можно разбить на две группы: общего назначения с длиной волны 8-14 или 6-14 микрон, и специализированные под конкретный материал измеряемой поверхности. Пирометры с длиной волны 8-14 или 6-14 микрон измеряют температуру так называемых "черных" и "серых" поверхностей, не попадающих под определение "отражающие или металлические". Это текстиль, пищевые продукты, резина, толстый

непрозрачный пластик, картон, дерево, краска, земля, камень и т.д. Пирометры с таким спектральным диапазоном могут применяться для контроля температуры кабелей и контактов в энергетике, в процессах печати и нанесения краски в полиграфии, контроля износа механических частей на транспорте и пр. Данные пирометры не могут использоваться для измерения температуры, к примеру, стекла или металла, поскольку длина волны данных материалов лежит вне их диапазона. Тем не менее, измерить температуру металлической или отражающей поверхности пирометром общего назначения иногда возможно. Для этого на измеряемый участок достаточно нанести слой темной краски или любой другой материал, имеющий длину волны 8-14 микрон.

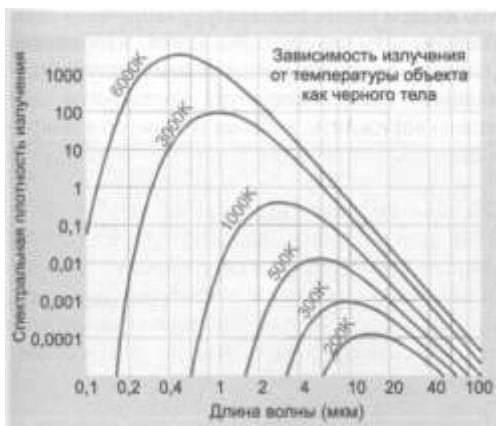


Рисунок 1 – График увеличение интенсивности и расширения диапазона волн для излучения черного тела при различных температурах

У наиболее распространённых пирометрах установлен фиксированный коэффициент излучения равный 0,95. Они предназначены для контроля температуры таких объектов, как бумага, керамика, дерево, тёмные эмали и краски, большинство пищевых продуктов, коэффициент излучения которых при длине волны более 8 мкм как раз приблизительно равен 0,95. Это так называемые серые излучатели. Точность измерения температуры таких объектов ИК термометром достаточно высокая.

Как металлы, так и их оксиды, особенно светлых цветов имеют низкое значение коэффициента излучения в пределах 0,3...0,9. Данный коэффициент также очень сильно зависит от качества обработки контролируемой поверхности, а также её температуры. Поэтому перед проведением измерений необходимо узнать коэффициент излучения для конкретного материала для контролируемого диапазона температуры. Сделать это можно контактным термометром.

Самые распространённые ИК датчики температуры в интегральном исполнении содержат термоэлемент, который состоит из нескольких термопар,

вытравленных в кремниевом кристалле и соединенных последовательно. Термоэлемент устроен так, чтобы все «горячие» спаи термопар оказались сгруппированы в пределах небольшой центральной области, где через кремниевое окно на них падает входное излучение. «Холодные спаи» распределены по периферии, где они защищены от воздействия излучения. [1]

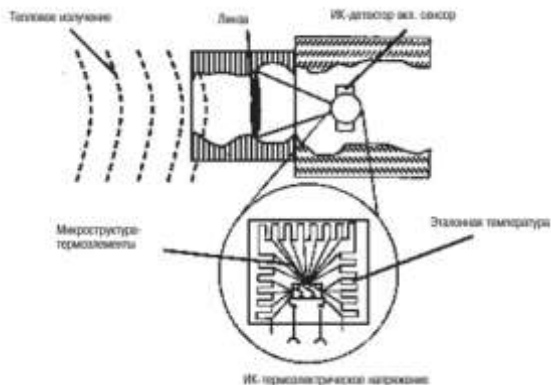


Рисунок 2 – Конструкция ИК датчика

Еще одной важной характеристикой инфракрасного датчика является оптическое отношение – это отношение расстояния до объекта измерений к размеру области, с которой эти измерения ведутся. Например, оптическое отношение 10:1 означает, что на расстоянии 10 метров размер площади, с которой ведется измерение температуры составляет 1 метр. Современные инфракрасные датчики температуры имеют оптическое отношение достигающие 300:1. Основные достоинства инфракрасных датчиков температуры: малое время отклика. Это самые быстродействующие датчики температуры. Возможность измерения температуры движущихся объектов. Измерения температуры в труднодоступных и опасных местах. Измерение высоких температур, там, где другие датчики уже не работают. К достоинствам можно отнести то, что отсутствует непосредственный контакт с объектом.

Необходимо также учитывать температурный диапазон измеряющего сенсора. Излучательная способность тел меняется в зависимости от температуры; на диапазонах от 300 до 900 градусов ошибка может быть в 1,5 и более раз. К примеру, рассмотрим ИК датчик MLX90614 GY-906. Диапазон измеряемой температуры объекта (T_o) составляет от -70 до 380 градусов Цельсия. Температурный диапазон самого датчика (T_a) составляет -40 до 125 градусов Цельсия. Спектральный диапазон 4.5-14 мкм. Область визирования для данного датчика типа AA составляет 90° . Погрешность от перепада температур можно увидеть на рисунке 3. На рисунке видно, что минимальные погрешности датчик показывает при пересечении двух диапазонов:

температур объекта и датчика, в диапазоне измеряемого объекта 0-60 градусов Цельсия и в диапазоне температуры датчика 0-50 градусов Цельсия. В случаях с повышением температуры объекта свыше 240 градусов измерения происходят с высокой погрешностью. Исходя из результатов можно сделать вывод что этот датчик лучше всего подойдет для измерения в сферах, которые не требуют высокотемпературных измерений. Удобство данного датчика заключается в его практичности и широкой сфере применения, поскольку в нем можно изменять коэффициент излучения объекта, что позволяет проводить более точное измерение температур материалов, относящихся к категории «серых» поверхностей: бетон, бронза, медь, дерево, свинец, сталь, эмаль, рубероид и тд.



Рисунок 3 - График погрешностей при измеряемых температурах датчиком MLX90614 GY-906

Пирометр на базе датчика MLX90614 GY-906 способен измерять температуру с высокой точностью в пределах диапазона 0-60 градусов Цельсия. Учитывая его область визирования, он не способен измерять температуру мелких деталей, поэтому его применение следует рассмотреть в таких сферах как: пищевая, медицинская, заводская, машиностроительная.

Список литературных источников

1. Charles Platt, Fredrik Janson “Encyclopedia of electronic components volume 3” in 1st Int. Maker Media Inc., pp. 211-212, June 2016.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЗВЕШИВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Гречко А. В., Жульковская И. И.

Днепропетровский государственный технический университет, Каменское, Украина

Учитывая жесткие требования к обеспечению режимов работы в прокатных станах, имеющих высокие скорости прокатки, жесткие технические требования и требования к качеству итогового материала, требуется вести непрерывный контроль за протеканием процессов проката металла, а также разработку все более современных решений для удовлетворения условий режима работы. Готовая продукция – это изделия и полуфабрикаты, являющиеся продуктом производственного процесса организации с полностью законченной обработкой (комплектацией), соответствующие действующим стандартам или утвержденным техническим условиям, принятые на склад организации или заказчиком. Продукция прокатного производства характеризуется большим разнообразием выпускаемых изделий. Причем эта информация требуется не в конце года, квартала или месяца, а ежедневно или, лучше всего, ежечасно. В соответствии со сложившейся ситуацией стала актуальной задача автоматизации контроля объемов производства. Тематика работы является актуальной, поскольку система уменьшает время анализа взвешенной продукции и повышает эффективность рабочего времени.

На сегодняшний день основной проблемой учета движения заготовок и готовой продукции на стане 400/200 ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат» (ДМК) является отсутствие прямого взаимодействия программного обеспечения, разработанного компанией «Danieli» с программным обеспечением собственной разработки предприятия и корпоративными ERP системами.

Данная работа посвящена решению проблем, связанных с ведением учета взвешенной продукции на весах сортопрокатного стана 400/200 ПАО «ДМК».

Программа предназначена для взвешивания бунтов проволочной продукции на весах №20 в автоматическом режиме с сохранением результатов взвешивания в базу данных. Реализует функции автоматической и ручной печати результатов взвешивания на бирку с возможностью корректировки расположения печатаемой информации. По результатам взвешивания данные передаются в интерфейс программы, где дополняются оператором. После чего происходит печать бирки в автоматическом режиме.

В работе были исследованы основные методы получения данных с контроллера при помощи OPC сервера. Были выявлены достоинства и недостатки различных подходов, прослежены взаимосвязи между ними для достижения высокой производительности. В настоящее время решающим аспектом в достижении необходимого качества является согласованная работа комплексов технического и программного управления локальными системами в структуре АСУ ТП. В ходе исследования были получены экспериментальные

данные, наглядно демонстрирующие сравнительную производительность различных подходов, используемых при реализации системы взвешивания.

Система предназначена для взвешивания бунтов катанной продукции на весах №20 в автоматическом режиме с сохранением результатов взвешивания в базу данных. Данные по бунтам автоматически поступают на АРМ бригадира склада, где осуществляется распределение бунтов в соответствии с вагонными нормами загрузки и текущим состоянием штабелей склада готовой продукции. Реализует функции автоматической и ручной печати результатов взвешивания на бирку для весов №20. В системе реализован модуль контроля состояния сети, позволяющий в случае потери связи компьютера, на котором выполняется программа, с сервером баз данных, «поймать» момент восстановления связи и корректно продолжить работу. Также система позволяет проводить тарировку весов №20.

У оператора есть возможность выбрать бирку, которая будет печататься, а также наличие при печати графы «Стандарты», по необходимости.

Для ввода доступны следующие поля:

- страна назначения – вводится название страны назначения (только буквы);
- стандарты – вводятся стандарты (буквы и цифры);
- количество увязок – выбирается из выпадающего списка;
- размер, мм – выбирается из выпадающего списка;
- марка стали – выбирается из выпадающего списка (сортируется по алфавиту);
- номер плавки – вводится номер плавки (только цифры);
- номер партии – вводится номер партии (только цифры);
- номер бунта – вводится номер пачки (только цифры);
- дополнительная маркировка – вводится дополнительная маркировка (буквы и цифры);
- подпрессовка – вводится номер подпрессовки (только цифры);
- кнопка «Просмотр» позволяет посмотреть историю предыдущих взвешиваний;

Выводы. После внедрения системы оперативный и управленческий персонал в любой момент имеет четкую и ясную картину о качественных и количественных показателях готовой продукции.

Система обеспечивает возможность отслеживать материальные потоки в реальном времени, контролировать последовательность технологических операций и действия персонала, предпринимать меры организационного характера в целях своевременного улучшения качества выпускаемой продукции и, как следствие, уменьшения затрат.

Достигнута основная задача внедрения системы на стане 400/200 ПАО «ДМК» – сбор достоверных производственных данных, формирование отчетов для управленческого персонала. Благодаря тому, что данные по количеству и качеству готовой продукции попадают в систему автоматически, производственные показатели рассчитываются с минимальным влиянием человеческого фактора.

ПРОБЛЕМАТИКА ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Дмитриева И. С., Лигвинов В. К.

Национальная металлургическая академия Украины

Проблема обеспечения надежности информационно-управляющих систем типа автоматизированных систем управления техническими процессами (АСУ ТП) является сложной комплексной проблемой особенно для потенциально-опасных технических комплексов. Важнейшая роль в структуре АСУ ТП такими объектами принадлежит управляющим системам безопасности. Управляющие системы безопасности (УСБ) при возникновении аварийной ситуации на объекте управления приводят в действие соответствующие защитные, локализирующие и обеспечивающие системы безопасности и координируют их работу с целью предотвращения аварий и катастроф. К управляющим системам безопасности предъявляются чрезвычайно высокие требования по надежности. Аналогичные требования предъявляются и к системам аварийной защиты (САЗ) агрегатов и объектов, относящихся к функциональным комплексам технических средств обеспечения обитаемости и борьбы за живучесть, в частности к системам пожаротушения, аварийного водоотлива, аварийного всплытия и другим.

Для обеспечения надежности УСБ и САЗ используются различные принципы резервирования, предложенные еще в классических трудах Дж. фон Неймана и К. Шеннона [1, 2] и развитые в многочисленных работах их последователей в различных странах мира. В обширной литературе по АСУ ТП ядерными энергетическими установками описаны разнообразные схемы и конкретные реализации УСБ и САЗ как многоканальных систем с различными восстанавливающими органами.

Наибольшее распространение получили трехканальные структуры УСБ с восстанавливающим органом, работающим по схеме голосования «2 из 3-х», то есть «фон Неймановские» системы с так называемым мажоритарным элементом. Широко используются, в частности на французских АЭС и кораблях четырехканальные УСБ со схемами голосования «2 из 4-х», а также ряд других схем, в том числе 6-ти канальных - два параллельно работающих по схеме ИЛИ комплекта с реализацией в каждом из них мажоритарного принципа «2 из 3-х» [3].

Несмотря на достаточно большой опыт проектирования и эксплуатации управляющих систем рассматриваемого класса, включая опыт расследования имевших место аварийных событий и катастроф, проблемными же остаются вопросы корректной оценки уровней их надежности, отказоустойчивости и отказобезопасности. Все это привело к тому, что при проектировании с особой остротой встают проблемы объективной сравнительной оценки возможных альтернативных вариантов структурной организации многоканальных УСБ и САЗ, использующих различные принципы постоянного и динамического резервирования, способы функционального контроля, в том числе взаимного.

Имеющие место трудности имеют, прежде всего, «математическую» природу. Они возникают, прежде всего, из-за необходимости рассмотрения УСБ как систем, содержащими элементы (в данном случае параллельно работающие каналы) с 3-мя несовместными состояниями – работоспособное состояние канала, его скрытый отказ и явный отказ. В этих случаях не применимы, по крайней мере «напрямую», расчетные математические модели, основанные использовании аппарата булевой алгебры. Известно, что для систем с n элементами, имеющими 2 несовместных состояния, общее число возможных состояний системы оценивается величиной $N_2 \leq 2^n$, а для систем с элементами с 3-мя состояниями $N_3 \leq 3^n$. Так, в энергетических и магистральных трубопроводных системах важно учитывать отказы типа «обрыв» и «короткое замыкание», отказы типа «скрытого отказа» на закрытие и отказа на открытие клапанов, отказы типа «ложного» (излишнего) закрытия и отказа типа «ложного» открытия клапанов, разрывы трубопроводов. Такие отказы приводят, например, к невозможности прекратить потоки воды в дома, нефти и газа трубопроводах, утечки информации в офисах и банках. Эти отказы, как правило, наносят больший ущерб, чем отказы типа «обрыв». Для систем такого типа в современной теории надежности важный результат получен И.А. Рябининым [4], закрывшим эту проблему навсегда.

Однако для рассматриваемого нами класса многоканальных управляющих систем дополнительно важен и учет всех возможных последовательностей возникновения в каналах отказов различных видов. Особенно важен учет этого фактора в системах аварийной защиты, в управляющих системах безопасности атомных энергетических установок, в системах пожарной безопасности и в других. В этих системах имеет место как накопление «скрытых отказов» в каналах управления, приводящих в конечном итоге или к несрабатыванию системы защиты, или к ее «ложному» (неправильному) срабатыванию. Как несрабатывание, так и ложное срабатывание приводят к огромным потерям, трагическим последствиям и даже к техногенным катастрофам.

Список литературных источников

1. Астров В.В., Симаков И.П., Черкесов Г.Н. Применение методов вероятностной логики и исследования операций к анализу живучести пространственно-распределенных энергетических систем. – Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики.// Под ред. Ю.Н. Руденко. – Иркутск: СО АН СССР, 1979, выпуск 20, «Живучесть систем энергетики», с. 49 –60.
2. Бахметьев А.М., Самойлов О.Б. Усынин Г.П. Методы оценки и обеспечения безопасности ЯЭУ. – М.: Энергоатомиздат. 1988 г. 136 с.
3. Белецкий В.В. Теория и практические методы резервирования радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Энергия, 1977. – 360 с.
4. Емельянов И.Я., Гаврилов П.А., Селивестров Б.Н. Управление и безопасность ядерных энергетических реакторов. – М.: АТОМИЗДАТ, 1975. – 280 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОСТРАНСТВА

Дмитриева И. С., Рахленко А. А.

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр, Украина

Большую часть информации о мире вокруг нас мы получаем через наши глаза. Зрение, в свою очередь, невозможно без света. Свет является не только необходимым условием, но и средой, с помощью которой мы можем видеть.

Свет позволяет ощутить пространство, форму, цвет и фактуру. Поэтому компьютерный дизайн пространства невозможно представить без такой важной составляющей как свет.

Неправильно организованное освещение помещений может испортить даже самый изысканный интерьер. Поэтому проблема правильного компьютерного моделирования освещения крайне актуальна. Продуманная и правильная организация света в помещении не только украсит и разнообразит, уравновесит и скроет недостатки пространства, поможет визуально трансформировать его, но и повлияет определенным образом на настроение человека.

Объектом исследования в этой работе являются процессы формирования эстетически выразительной предметно-пространственной среды средствами компьютерного моделирования светодизайна.

Современный дизайн интерьеров уже невозможен без компьютерных технологий, а развитие программного обеспечения в данной области позволяет достигать поразительной фотореалистичности разрабатываемых моделей. Одним из таких программных продуктов является 3ds Max, с помощью которого и будут реализованы модели, иллюстрирующие результаты данной работы. Реалистичность сцен проектируемых интерьеров особенно важна при моделировании освещения, и применение инструментов 3ds Max и его плагина V-Ray вполне подходит для этой задачи.

Целью работы является нахождение методов организации света, при помощи которых нестандартное пространство визуально приобретёт гармоничное очертание.

Прежде чем говорить о компьютерном моделировании визуальной трансформации пространства светом, следует разобраться, что такое свет.

Свет – это электромагнитное излучение, воспринимаемое человеческим глазом. Свет имеет следующие характеристики. Во-первых, это световой поток, или мощность излучения, оцениваемая с позиции воздействия на зрительный аппарат человека. Во-вторых, яркость света, которая характеризует количество света, излучаемого или отражаемого в данном направлении, однако не в абсолютном выражении, а в отношении к площади излучающей (переизлучающей) поверхности. И, в-третьих, сила света.

Свет не возникает сам по себе, для его появления необходим источник. Источники света делятся на естественные и искусственные.

В зависимости от цветовой температуры источника, цвет можно условно поделить на «теплый» и «холодный». Здесь необходимо вспомнить, что такое цветовая температура.

Значительную часть светового излучения человек воспринимает не от источников, а после его отражения от объектов, которые источниками не являются. Именно благодаря отраженному от объекта свету человек способен воспринимать этот объект посредством зрения.

Основные типы освещения.

Общий свет. Основное освещение призвано осветить все пространство целиком, связать воедино все зоны помещения, поэтому оно должно быть максимально равномерным и в меру насыщенным. Основной свет могут формировать светильники нескольких типов. Самые распространенные из них – потолочные, например, классическая люстра. В зависимости от того, куда раскрыты рожки, (вниз или вверх), люстра будет освещать комнату прямым или рассеянным светом. Другое решение – поворотные светильники узконаправленного света. Очень популярным решением создания общего освещения является размещение небольших потолочных светильников по верхнему периметру помещения. Возможны и комбинированные варианты, использующие светильники разного типа – люстра в сочетании с точечными лампочками, люстра и софиты, плафоны и встроенные светильники и т.д.

Местное освещение. Целевое (местное освещение) – это яркий прямой свет, используемый для освещения отдельных зон, например, письменного стола, рабочих поверхностей на кухне, обеденной зоны, зоны отдыха в гостиной и т.д. Основная часть помещения может находиться в полумраке, но активно задействованная зона освещается в достаточной мере. Это помогает создать ощущение особого уюта, а также некоторой самостоятельности того или иного участка интерьера, так называемое световое зонирование пространства. Для создания местного освещения используются всевозможные лампы направленного действия, бра, софиты, настольные лампы, потолочные светильники. Очень удобны и востребованы торшеры. Они не привязаны к какому-то конкретному месту, их легко можно переставить. И к тому же многие торшеры настолько декоративны, что уже сами по себе являются украшением интерьера.

Акцентное освещение. Призвание акцентированного освещения – подчеркнуть индивидуальные особенности комнаты, выделить интересные элементы интерьера. Это могут быть картины или фотографии на стенах, аквариум, экзотические растения, ниши с вазами и статуэтками. В создании точечного освещения используются светильники направленного действия. Чаще всего это прожекторные устройства с галогенными лампами или модели с люминесцентными источниками света. Их можно подвешивать на ножке к потолку, крепить к стене, размещать на полу.

Декоративное освещение. Декоративное освещение не несет особой функциональной нагрузки, а является отдельным предметом декора. Сюда можно отнести свечи, красивые декоративные лампы. К декоративному освещению относятся также и всевозможные световые картины. Такое освещение не является обязательным, оно, как и точечное, служит скорее для

создания нужного настроения в помещении. Декоративное освещение не выполняет никакой практической функции, оно призвано прежде всего расставить акценты, добавить обстановке изысканности, придать интерьеру законченность.

Оптические иллюзии в интерьере. Кроме физических методов изменения пределов пространства есть проектные решения, которые могут изменить восприятие визуального пространства. Таким образом, можно «расширить» стены без разрушения - например, с помощью оптических иллюзий. Комната может быть визуально углублена, сужена, расширена, повышена или снижена. Пространство можно изменить с помощью цвета и основных элементов интерьера, а также распределения освещения и учета направления света.

Цвет и цветовые комбинации так же являются чрезвычайно эффективным и многогранным инструментом, который позволяет визуально изменить пространство во всех трех измерениях. Например, «расширить» стены небольшой комнаты можно с помощью холодных тонов: серо-голубые, жемчужные, бледно-зеленые. Если комната слишком большая, то для нее хороши пастельные и глубокие теплые цвета. Традиционно темные цвета делают комнату меньше и потолки ниже, а светлые визуальное расширяют пространство и комната кажется шире, потолки выше. Цвета, визуальное расширяющие пространство: белый, бежево-оранжевый, желтый, холодный голубой, синий, холодный сине-зеленый. Цвета, которые создают эффект уменьшения пространства: черный, темно-коричневый, сине-зеленый, сине-фиолетовый, насыщенный красный, желто-красный, оранжево-красный, теплые красные. Есть также нейтральные цвета, которые не меняют восприятие пространства: серый, фиолетово-красный, зеленый.

Для того чтобы свет и цвет «работали» необходимо при компьютерном моделировании визуальной трансформации пространства, в зависимости от того, какие цели и потребности имеются, правильно подобрать цвет окружающего пространства, тип освещения и верно установить источники света под конкретную задачу.

Список литературных источников

1. Теплый и холодный свет и тонкая структура цикадности [Текст] / Л.Р. Ронкли // Светотехника. – 2014. - №3 – С. 24-29.
2. Диксон Т. Пять советов по свету [Текст] / Т. Диксон, Б. Макклеллан // Elite Interior. - 2014. - №4. – С. 58-61.
3. Нирлман, Д. Дом, милый дом [Текст] – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 256 с.

ГНУЧКА ВИРОБНИЧО - ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА: МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ З ДЕФЕКТОМ

Дубницький В. І.¹, Науменко Н. Ю.¹, Білоброва Ю. О.²

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

²Університет митної справи та фінансів, Дніпро, Україна

В умовах динамічної конкуренції ефективність роботи підприємства знаходиться в прямій залежності від того, як швидко реагує воно на постійні зміни в зазначених двох сферах: у сфері забезпечення та сфері збуту. У цих умовах успіх підприємства залежить від швидкості його реагування на постійні зміни у зовнішній інфраструктурі. У зв'язку з цим, підприємство повинно мати якісь механізми і моделі управління, які дозволяють здійснювати адаптацію його до мінливих зовнішніх умов. Це означає, що підприємство має перебувати в постійному взаємозв'язку з постачальниками виробничих ресурсів і споживачами готової продукції.

Сучасні умови функціонування промислового підприємства в умовах невизначеності і нестійкості зовнішнього середовища вимагає нових, високоефективних способів і методів управління його господарською діяльністю.

Відомо, що для синхронізації і стабілізації роботи дискретного і безперервного виробництва необхідно створення запасів. В зв'язку з цим виникає проблема визначення оптимальної стратегії управління запасами, яка полягає у визначенні оптимального, в деякому сенсі, моменту поставки (запасання) і обсягу продукції, що поставляється. Матеріальний потік на шляху проходження від складу готової продукції проходить в основному виробництві ряд ланок.

Є доцільним розглянути приватну задачу управління складами, тобто моделювання роботи складу підприємства моделлю системи масового обслуговування з пороговим включенням і обмеженим ресурсом.

Припустимо, що на вхід логістичної системи надходить найпростіший потік вимог (заготовок) інтенсивності $\lambda > 0$. Час обробки (обслуговування) кожної деталі будемо вважати випадковим, розподіленим по показовому закону з параметром $\mu > 0$. Прилад обслуговування володіє обмеженим ресурсом і здатний без перерви обслужити лише кінцеве число m вимог, після чого він йде на переорієнтацію, тривалість якої має показовий закон розподілу з параметром $\nu > 0$. Передбачається, що прилад починає переналагодження в той момент, коли в системі є k вимог і тільки

після її закінчення він здатний до обслуговування нової партії деталей. Мають місце два випадки, коли $k \leq m$ і $k > m$. Обмежимося надалі розглядом першого випадку, а саме, коли $k \leq m$.

Розігріву або орієнтації приладу можна дати іншу інтерпретацію, відповідно до якої розігрів приладу можна розглядати як час доставки товару на склад. Тому можна розглянути наступну модель управління запасами, а саме:

- є однопродуктовий склад, постачання товару (запасних частин, комплектуючих виробів, і т.д.) на який здійснюється не миттєво, а має випадкову тривалість, функція розподілу якої збігається з часом розігріву зазначеної системи масового обслуговування;

- поставка продукції (товару) починається коли в черзі до приладу, що обробляється знаходиться k вимог;

- інтенсивність попиту на товар визначається технологічним процесом обробки деталей;

- деталі (продукція, товар) поставляються фіксованим обсягом, розміру m ;

- вартість поставки (замовлення) партії товару постійна і не залежить від обсягу поставки товару;

- вартість зберігання товару пропорційна середньому обсягу товару, що зберігається на склад і часу зберігання товару. Тоді функція витрат в описаній системі за час t дорівнює:

$$L(t, m, \lambda, \mu, \nu, \theta) = C_{\text{зак}} \cdot t \cdot p^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) + C_{\text{зб}} q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) t_2 + C_{\text{оч}} q(m, \lambda, \mu, \nu, \theta) \cdot t$$

де:

$C_{\text{зак}}$ - вартість поставки однієї партії товару;

$p^*(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ - ймовірність того, що прилад розігрівається або в термінах теорії запасів це ймовірність того, що на підприємстві здійснюється поставка товару, покупних виробів або запасних частин;

$C_{\text{зб}}$ - вартість зберігання одиниці продукції в одиницю часу;

$q_{\text{зб}}$ - середній розмір запасу деталей (комплектуючих) або іншого виду сировини, що знаходяться на складі;

$C_{\text{оч}}$ - втрати від очікування у черзі однієї заявки в одиницю часу;

$q(m, \lambda, \mu, \nu, \theta)$ - середня довжина черги до обслуговуючого приладу.

За результатами дослідження: класифіковано матеріальні потоки; уточнені прилади обслуговування; розглянуто алгоритм обслуговування.

Отримано узагальнену модель створення запасів, яка пов'язує логістичний ланцюжок «підприємство – склад». Функціонал витрат має вигляд:

$$L(m, \lambda, \mu, \nu) = C_{\text{зак}} p^*(m, \lambda, \mu, \nu) + C_{\text{зб}} q_{\text{зб}}(m, \lambda, \mu, \nu) P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) + C_{\text{оч}} q(m, \lambda, \mu, \nu) + C_1 P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu) + C_2 \pi(m, \lambda, \mu, \nu)$$

де:

C_1 - витрати, пов'язані з підтримкою обладнання у працездатному стані;

C_2 - витрати, пов'язані з підтримкою обладнання у стані вільний – розігрітий;

$P_{\text{зан}}(m, \lambda, \mu, \nu)$ - ймовірність того, що прилад зайнятий обслуговуванням.

Висновок. Для моделювання роботи складів підприємства запропоновано використовувати клас моделей, заснованих на базі керованих систем масового обслуговування, які дозволяють отримувати достатньо велике число характеристик, що використовуються при знаходженні оптимальних параметрів гнучких виробничо - логістичних систем (ГВЛС), які взмозі швидко реагувати на кон'юнктуру ринку.

Зокрема пропонується приватна модель управління складом з дефіцитом дозволить скоротити рівень промислових запасів, мінімізувати час виробничого циклу і дотримати терміни поставок. Мета виробничої логістики полягає в точній синхронізації процесу виробництва, розрахунку його оптимальних параметрів.

Список літературних джерел

1. Румянцев Н.В. Моделирование гибких производственно - логистических систем – Донецк: ДонНУ, 2004. - 235с.

2. Лысенко Ю.Г. Концепция логистического управления производственно – экономическими системами на основе теории массового обслуживания / Ю.Г. Лысенко, В.Л. Петренко, Н.В. Румянцев // Вісник ДонНУ – Серія «Економіка и право» - Донецк: 2000. - №2. - С.173-178

3. Юнеманн Р. Материальные потоки и логистика. – Берлин: изд-во «Шпрингер», 1989.- 168с.

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПІДНЯТТЯ РЕЙТИНГУ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ПРИ РОЗРОБЦІ ВЕБ-РЕСУРСУ Калініченко І. В., Ляшенко О. А.

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

Вибір абітурієнтами місця для навчання здійснюється, в тому числі, на основі його рейтингу. При цьому важливим є не лише місце навчального закладу в загальному рейтингу, а і його відносна позиція в порівнянні з іншими вишами, які є конкуруючими для конкретних груп абітурієнтів.

Ранжування вищих навчальних закладів (ВНЗ) потрібно абітурієнтам та їх батькам для вибору ВНЗ, керівництву ВНЗ – для ефективного адміністрування, роботодавцям – для вибору якісної робочої сили, уряду та політикам – для формування стабільної нормативно-правової бази.

Правильним чином складені та інтерпретовані рейтинги вишів дозволяють визначити рівень розвитку вищої освіти в конкретній країні, що сприяє проведенню цілеспрямованої роботи щодо підвищення її якості. У зв'язку з цим рейтинги ВНЗ закономірно стали частиною системи вищої освіти в багатьох країнах світу.

Існує безліч міжнародних рейтингів вишів, кращі з яких складаються відповідно до прийнятих в 2006 р. Берлінських принципів ранжування навчальних закладів. Саме для підвищення своїх позицій в цих рейтингах ВНЗ розроблюють власні веб-сайти спеціально максимально відкритими для широкої аудиторії. Для відображення якості освіти, що забезпечує навчальний заклад, використовуються критерії оцінювання згідно цих рейтингів. Можна впевнено стверджувати, що рейтинги веб-сайтів виступають в ролі механізмів, які стимулюють їх власників підвищувати якість інтернет-ресурсів, виявляють слабкі сторони і вказують шляхи їх вдосконалення. Саме тому актуальною є задача розробки веб-сайтів вишів з урахуванням критеріїв оцінки світових рейтингів.

Ефективне наповнення ресурсами веб-сайтів ВНЗ є одним з факторів, що визначають формування сучасного ринку освітніх послуг. Сайт університету формує його імідж у світовому інтернет-просторі, доступ до якого має більше мільярда людей. До сьогодні практично всі українські виші мають веб-сайти, але їх інтернет-активність є досить низькою.

Вивченням критеріїв рейтингування ВНЗ, факторів, які впливають на позицію веб-ресурсу в тому чи іншому рейтингу за кордоном займаються значно активніше, ніж в Україні.

В роботі [1] Л. Waltman та колектив авторів приводять систематичний виклад критики найбільш відомих рейтингів і виявляють наступні проблеми більшості рейтингів:

- комбінування різного типу показників в одному індексі;
- застосування одного і того ж набору показників до різних за своїми місіями університетів.

В роботі [2] було підкреслено, що основними недоліками світових рейтингів є: вибір індикаторів рейтингування та їх вага; надійність джерела даних; індекс цитування працює ідеально для математичних дисциплін та значно гірше для соціальних, гуманітарних дисциплін внаслідок різних ролей статей в цих сферах; домінація американських університетів.

Автором А. VanRaан в роботі [3] біло дано чітку оцінку рейтингам, які враховують у своїх критеріях репутацію закладу. Серед основних недоліків було виділено:

- неясний, несистематичний відбір експертів для оцінювання вишів;
- невелика якість оцінювання, через те, що оцінюється якість освіти по публікаціям, а не по якості викладання дисциплін;
- недостатня компетентність експертів в оцінюванні.

Автори J.C. Billait, D.Bouyssou та P. Vincke в роботі [4] вважають, що показник періодичності збору даних для пошукових систем не раціональний, оскільки показники, пов'язані з дослідженнями передового рівня, не можуть сильно змінитися за рік. Внаслідок цього зміни рейтингу пов'язані радше з випадковими флуктуаціями, ніж реальними змінами в університетах.

Таким чином, метою та завданням даної роботи є аналіз засобів підняття рейтингу ВНЗ при розробці веб-сайту на основі детального вивчення критеріїв оцінювання відомих світових рейтингів.

В результаті було виконано аналіз рейтингів оцінювання веб-сайтів університетів, таких як: QS, TIMESHIGHEREDUCATION, ARWU, CWUR, UniRank, Scopus, Консолідований рейтинг вищих навчальних закладів України, MosIUR, Webometrics. В результаті були сформовані загальні вимоги до створення сайтів навчальних закладів та запропоновано методи для підняття їх рейтингів.

Представлені методи є універсальними, тому їх впровадження на веб-сайтах вищих навчальних закладів може допомогти підняти їх вагомість у світових рейтингах.

Список літературних джерел:

1. Waltman L. et al. The Leiden Ranking 2011/2012: Data collection, indicators, and interpretation [Electronic resource]. ArXiv preprint, arXiv:1202.3941v1 [cs.DL]. 2012. URL: <http://arxiv.org/abs/1202.3941> (accessed: 18.03.2013).
2. Florian R.V. Irreproducibility of the results of the Shanghai academic ranking of world universities // Scientometrics. 2007. Vol. 72, №1. P.25-32.
3. Van Raan A.F.J. Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods // Scientometrics. 2005. Vol. 62, №1. P.133-143.
4. Billaut J. C., Bouyssou D., Vincke P. Should you believe in the Shanghai ranking // Scientometrics. 2010. Vol. 84, №1 P.237-263.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРІНГУ СКЛАДНИХ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ

Камінський О. Є.

Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана

IDC FutureScape прогнозує, що до 2020 року більше половини витрат на ІТ будуть хмарними, досягаючи 60% всієї ІТ-інфраструктури та 60-70% усіх витрат на програмне забезпечення, послуги та технології. Основою для організації хмарних обчислень є віртуалізація, тому виникає необхідність управління віртуальними ресурсами, що породжує нові об'єкти моніторингу - віртуальні машини, віртуальні сервери, хмарні платформи. Контролювати подібну складну систему можна тільки при обліку взаємозв'язків між різними її частинами, система моніторингу повинна не тільки отримувати інформацію про роботу окремих компонентів інфраструктури, але і проводити аналіз з урахуванням роботи всієї хмари.

У дослідженні К. Нашізуме та Е. Фернандеса [1] наведено висновки, що модель PaaS (Платформа як сервіс) пропонує віртуальні середовища виконання хмарних сервісів з спільними інструментами та бібліотеками для їх розробки та впровадження в хмару. PaaS використовує модель IaaS (Інфраструктура як сервіс) як основу (сервери, пам'ять і мережу). При цьому модель PaaS приховує складність управління ІТ-інфраструктурою. В роботі Дж. Мерліно та С. Аркоуліса доказано, що передача основних служб та додатків у хмару призвела до появи нових вимог до розробки продуктивного програмного забезпечення. [2]. До складних хмарних сервісів відносяться не закріплені за конкретним хмарним провайдером, неоднорідні сервіси, які працюють в декількох хмарах.

Для моніторингу роботи сучасних хмарних сервісів використовується в якості інтегрального показника їх ефективності метрика CMRR (Committed Monthly Recurring Revenue). Це сукупна вартість всіх поточних контрактів за місяць, яка враховує облік поточних контрактів на використання сервісу, а також облік підписаних клієнтами, але не виконаних контрактів. Для розрахунку даних показників необхідно вести облік поточних операцій, надбання нових та вибуття старих клієнтів сервісу, тобто збирати дані по авторизації клієнтів сервісу, вести облік часу їх входу на сервіс та завершення роботи з ним.

Множина, що описує систему моніторингу складного хмарного сервісу і його використання, має такий вигляд:

$$SM = \overline{\{Auds_i\}, \{SE_j\}, \{(Auds_i, SE_h)_k\}}, \quad (1)$$

де $\{Auds_i\}, i = \overline{1, NAuds}$ — класифікатор груп користувачів сервісу, наприклад, «маркетолог», «модератор інтернет-магазину», «покупець» (один користувач може входити в декілько груп);

$\{SE_j\}, j = \overline{1, NSE_j}$ — описує в найзагальнішому вигляді перелік структурних елементів хмарного сервісу;

$\{(Auds_i, SE_h)_k\}, k = \overline{1, NAudse}, i = \overline{1, NAuds}, h = \overline{1, NSE_h}$ — визначає

звернення користувача певної групи до певного набору структурних елементів хмарного сервісу.

Щоб вирішити проблему, пов'язану з кількома хмарами, не можна покладатися на систему моніторингу, надану конкретним провайдером хмари. Необхідно створити модульну систему моніторингу з відкритим кодом. Для системи необхідні консолідація збору даних, кореляція подій з фізичних і віртуальних серверів і отримання агрегованих метрик продуктивності та доступності для єдиного середовища, що дозволяють виявляти кореневі причини збоїв.

Основними елементами архітектури такої системи моніторингу виступають аналізатори даних, які отримують дані та виконують їх фільтрацію, агрегацію та статистичний аналіз. Дані описуються як короткі у форматі RDF (Resource Description Framework). Аналізатори отримують дані з множини програмних агентів – збирачів даних, які включають в себе існуючі інструменти моніторингу провайдерів хмар, на базі яких розгорнутий хмарний сервіс, розраховують вихідні показники, та надають їх для фахівців з моніторингу, або для інших аналізаторів даних вищого рівня.

Хмарні сервіси є динамічними системами, тому система моніторингу потребує еластичності, необхідної для переналаштування та оновлення внутрішньої моделі моніторингу відповідно до змін стану сервісу. Така еластичність отримується шляхом надання збирачам даних доступу до центрального сервера та реєстрації на ньому інформації про ресурси, які вони контролюють.

На рис. 1 показано графічну модель моніторингу хмарного сервісу електронної торгівлі, розгорнутого на двох різних хмарах українських провайдерів (Denovo і GigaCloud), яка забезпечує три різних метода моніторингу (авторизація, вхід і завершення роботи клієнта).

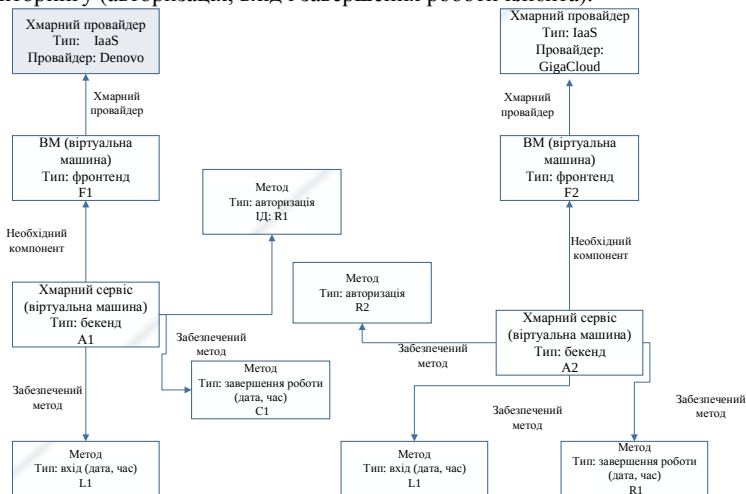


Рис.1. Модель моніторингу складного хмарного сервісу електронної торгівлі.

Збирачі даних мають періодично контактувати з сервером. В разі, якщо за визначений період часу збирач даних не надає інформацію, відповідний, контрольований ним ресурс видаляється з внутрішньої моделі моніторингу і вважається недоступним. Оскільки підключення завжди відбувається від збирачів даних до сервера, немає потреби втілювати стратегії маршрутизації та прослуховування портів на стороні клієнта. Це дозволить мати менше вимог до провайдерів хмар, які відповідають за розміщення систем моніторингу. Система моніторингу повинна надати семантичне значення всім компонентам хмарного сервісу та відносинам між ними, створивши модель моніторингу. Наприклад, різні провайдери хмар моделюються таким чином, щоб можна було обчислити сукупність даних по всіх хмарах. Модель моніторингу синхронно підтримується розподіленими збирачами даних, які працюють у контрольованих хмарах.

Конфігурація системи моніторингу хмарного сервісу, розгорнутого в кількох хмарах розробляється за допомогою правил моніторингу, які складаються з рекомендацій, враховуючих вимоги QoS (Quality of service, якість обслуговування) та описують метрики моніторингу незалежно від хмари розгортання сервісу. Правила моніторингу можуть автоматично виводитися з вимог, зазначених в угоді з якості обслуговування, що були визначені під час проектування сервісу, а потім налаштуватися відповідно до потреб користувачів. Правила моніторингу складаються з 5 основних блоків:

— ЦМ (цілі моніторинга) - перелік ресурсів хмарного сервісу, які підлягають моніторингу та визначаються класом, типом або ідентифікатором;

— ММ (метрики моніторинга) - дані, які збираються згідно метрик моніторингу, разом з ідентифікатором програмного агента- збирача даних;

— СМ (сукупність метрик моніторинга) - де розраховуються суми, максимальні, мінімальні та середні значення, перцентілі зібраних даних, а також відбувається групування даних за певним класом ресурсів (наприклад, за хмарним провайдером або віртуальною машиною);

— СТ (стан) - умова, що підлягає перевірці, може бути виражена агрегованим показником, виведеним на базі показників більш низького рівня;

— Д (дія) - функція, яка виконується, в разі виконання умови S (якщо є).

В табл. 1 показано приклади двох правил, які визначають конфігурацію системи моніторингу багато хмарного сервісу електронної торгівлі.

Таблиця 1.

Правила системи моніторинга складного хмарного сервісу електронної торгівлі.

Правила моніторингу	Основне правило (БП)	Детальне правило «деталізація ОЗУ» (ДП)
параметри	timeWindow: 60; timeStep: 60; включено: true	timeWindow: 10; timeStep: 10; включено: false
ЦМ	тип: авторизація; тип: вхід; тип: завершення роботи;	тип: фронтенд

Закінчення табл. 1.

ММ	назва метрики: час відгуку; параметр: ймовірність виборки: 1	назва метрики: утилізація RAM; параметр: час виборки: 5
СМ	обчислити 99-й перцентиль	обчислити середнє значення; згрупувати за віртуальними машинами
СТ	метрика > 10000	-
Д	створити нову метрику: порушення правила «БП»; запустити інше правило: «ДП»	Створити нову метрику «Середнє навантаження ОЗУ» для кожної віртуальної машини

Основне правило (БП) наказує системі моніторингу збирати час відгуку всіх трьох методів, обчислювати 99-й перцентиль кожні 60 секунд та перевіряти, чи він нижчий за 10 с. У випадку, якщо обчислювальна метрика перевищує 10 секунд, платформа виведе нову метрику «порушення правила RT», яка буде доступна як вхід для інших правил і спостерігачів, і яка дозволить запустити інше правило, яке називається «Деталізація ОЗУ». Це друге правило наголошує, що система моніторингу має збирати дані про середню завантаженість оперативної пам'яті на всіх віртуальних машинах фронтенду сервіса і створіть нову метрику з ім'ям «Середнє навантаження ОЗУ» для кожної віртуальної машини. Правило «Деталізація ОЗУ» не є активним у початковій конфігурації системи моніторингу (його атрибут включення визначено як false). Це означає, що дані, які йому потрібні, не збираються. Коли відбудеться його активація основним правилом «БП» (тобто, якщо час відгуку під час моніторингу є повільним), збирачі даних отримають інструкцію розпочати збір та надсилання необхідних показників до аналізатора даних, який може потім виконати правило.

Запропонована модель допоможе провайдерам хмарних сервісів, розгорнутих в кількох хмарах, організувати їх роботу таким чином, щоб послуги відповідали очікуванням замовників, були корисні і вигідні для їх бізнесу.

Список літературних джерел:

1. Hashizume K. Cloud Service Model Patterns/ Hashizume Keiko, Eduardo B. Fernandez and Maria M. Larrondo-Petrie // [Електронний ресурс] Dept. of Comp. Science and Eng., Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, USA. 2012. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.5063&rep=rep1&type=pdf>
2. Merlino G. Mobile crowdsensing as a service: A platform for applications on top of sensing/ Giovanni Merlino, Stamatis Arkoulis, Salvatore Distefano, Chrysa Papagianni, Antonio Puliafito, Symeon Papavassiliou/Clouds Future Gener. Comput. Syst., 0167-739X, 56. - 2016, pp. 623-639

МЕТОДИКА МЕТРОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ МАТРИЦЬ ФОТОПРИЙМАЧІВ

Коротун А.В.¹, Бабіч А.В.², Тітов І.М.³, Дем'яненко Д.В.¹

¹Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

²Інститут твердого тіла ім. Макса Планка, Штутгарт, Німеччина

³Державна установа Науковий гідрофізичний центр НАН України,
Київ, Україна

За останні 10 років, як точні засоби вимірювань, широке застосування знайшли багатoelementні фоточутливі пристрої із зарядовим зв'язком (ФПЗЗ). ПЗЗ-матриці використовуються як фоточутливі елементи для фотометрії, спектроскопії, мікроскопії, кристалографії, флюороскопії і бортового устаткування. Такі пристрої можуть застосовуватися для фіксації флуоресцентних і люмінесцентних явищ в біології. У загальному випадку перевірку засобів вимірювальної техніки здійснюють згідно з методиками перевірки, викладеними в окремих документах або у відповідних розділах експлуатаційних документів на засоби вимірювальної техніки. На сьогодні не існує жодної офіційно затвердженої методики перевірки ФПЗЗ-матриць. Тому проблема розробки вказаних методик є актуальною.

Запропонована методика перевірки ПЗЗ-матриць фотоприймачів засобів вимірювальної техніки включає в себе операції, які наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Операції перевірки

Найменування операції	Обов'язковість проведення операції при перевірці	
	первин.	період.
1 Підготовка до перевірки	+	+
2 Зовнішній огляд	+	+
3 Опробування	+	+
4 Визначення метрологічних характеристик ПЗЗ-матриць фотоприймачів	+	+
4.1 Визначення напруги зміщення	+	+
4.2 Визначення СКВ шумів зчитування	+	+
4.3 Визначення СКВ дробових шумів темногового струму	+	+
4.4 Визначення гарячих пікселів і кластерів	+	+
4.5 Визначення коефіцієнта перетворення заряду в напругу темнових кадрів	+	+
4.6 Визначення коефіцієнта перетворення заряду в напругу кадрів білого екрану	+	+
4.7 Визначення чорних дефектних пікселів і	+	+

кластерів		
4.8 Визначення спектральної квантової ефективності	+	+
4.9 Визначення похибки вимірювань	+	+
5 Оформлення результатів перевірки	+	+

Під час проведення перевірки використовують основні та допоміжні засоби, перелік яких наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Засоби перевірки

Номер пункту даної методики	Найменування засобів перевірки, основні метрологічні характеристики
4.1 - 4.7, 4.9	ПК з установленою ОС Win 98/XP. Flash-накопичувач об'ємом не менше 1 ГБ для перенесення файлів від знімальною апарату до ПК. Програма для статистичної обробки RAW-кадрів
4.8	Джерело випромінювання – стрічкова лампа розжарювання типу СИ-10-300у, що має кварцеве вікно. Спектральний прилад - подвійний монохроматор. Опорний приймач випромінювання – термоелемент типу РТН-20С з відхиленням від неселективності не більше 2%. Вимірювальні прилади повинні відповідати ГОСТ 21316.0-75 [1] і ГОСТ 11612.0-81 [2]

Тестова перевірка за розробленою методикою проведена для ПЗЗ-матриці фотоапарата Canon A710 IS. Матриця має наступні параметри: 7.1 MP (7077888), розмір 3072×2304, 1/2.5" CCD, 35–210 mm (6×) f/2.8–4.8, 10-розрядний АЦП, $U_{зм\ max} = 380$ мВ. Термін експлуатації матриці складає більше 6 років.

Статистичну обробку отриманих даних проведено за допомогою програми, яка дозволяє розраховувати середнє значення, дисперсію та СКВ як окремих кадрів, так і різницевих кадрів, записаних у форматі RAW. Програма запускається з командної строки ОС Windows XP. Дана програма є модифікацією програми "rawconvert.c" [3].

За результатами проведеної перевірки отримано наступні характеристики вказаної ПЗЗ-матриці:

$$U_{зм} = 31,587 \pm 0,021 \text{ од.АЦП}; U_{змB} = 11,73 \text{ мВ};$$

$$k_{QU}^2 \sigma_{зч}^2 = 7,412 \pm 0,261 \text{ (од.АЦП)}^2; k_{QU}^2 \sigma_{др}^2 = 6,564 \pm 0,246 \text{ (од.АЦП)}^2;$$

$$k_{QU\tau} = 0,032 \pm 0,002 \text{ од.АЦП/е}; k_{QU\phi} = 2,012 \pm 0,012 \text{ од.АЦП/е}.$$

У табл. 3 зведено результати перевірки ПЗЗ-матриці фотоапарата Canon A710 IS.

Таблиця 3 – Результати повірки ПЗЗ-матриці фотоапарата Canon A710 IS

Характеристика ПЗЗ-матриці	Позн	Розраховані значення	Критичні значення
1 Кількість гарячих (білих) пікселей	$N_{\text{бр}}$	24 ($3,39 \cdot 10^{-4} \%$)	0,01% від загальної кількості пікселей
2 Кількість чорних пікселів	$N_{\text{бр}}$	1267 (0,0179%)	
3 Кількість дефектних кластерів гарячих пікселей	N_{hc}	0	не більше 3
4 Кількість дефектних кластерів чорних пікселей	N_{bc}	11	
5 СКВ шумів зчитування	$\sigma_{\text{зч}}$	3,039 e /рх	не більше 20 e /рх
6 СКВ дробових шумів темнового струму	$\sigma_{\text{др}}$	2,859 e /рх/с	не більше 20 e /рх/с
7 Коефіцієнт перетворення заряду в напругу темнових кадрів	$k_{QU \text{ т}}$	0,032 од.АЦП/ e	не менше 0,01 од.АЦП/ e не більше 1,00 од.АЦП/ e
8 Коефіцієнт перетворення заряду в напругу кадрів білого екрану	$k_{QU \text{ ф}}$	2,012 од.АЦП/ e	не менше 0,60 од.АЦП/ e не більше 10,00 од.АЦП/ e
9 Напруга зміщення	$U_{\text{зм}}$	31,587 од.АЦП	не менше 3 $k_{QU \text{ ф}} \sigma_{\text{зч}}$
10 Спектральна квантова ефективність	$\eta(\lambda)$	Рис. 2.4	$\pm 30\%$ від паспортної залежності

З табл. 3 бачимо, що перевірена матриця не задовольняє вимогам якості, оскільки кількість дефектних чорних пікселів та кластерів перевищує встановлені норми. Інші показники знаходяться в допустимих межах. На рис. 1 наведена експериментально визначена спектральна квантова ефективність ПЗЗ-матриці фотоапарата Canon A710 IS.

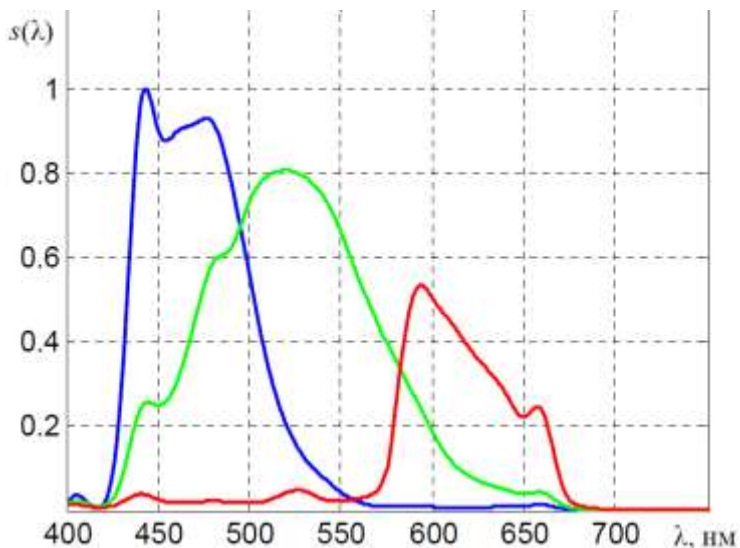


Рисунок 1 – Експериментально визначена спектральна квантова ефективність ПЗЗ-матриці фотоапарата Canon A710 IS

За розробленою методикою проведено перевірку ПЗЗ-матриці фотоапарату Canon A710 IS. Встановлено, що зазначена матриця не забезпечує високий рівень якості передачі зображень, оскільки має велику кількість дефектних пікселів.

Список літературних джерел

- 1.ГОСТ 21316.0-75. Фотоэлементы. Общие требования при измерении параметров [Текст]. – Введ. 1979-01-01 – М.: ИПК издательство стандартов, 1975. – V, 4 с.
- 2.ГОСТ 11612.0-81. Фотоумножители. Общие требования при измерении электрических и светотехнических параметров [Текст]. – Введ. 1982-07-01 – М.: ИПК издательство стандартов, 1981. – V, 4 с.
- 3.CHDK Tools [Електронний ресурс]/ — Режим доступу http://chdk.wikia.com/wiki/CHDK_Tools#rawconvert.c, вільний. Загл. з екрана. – Мова. англ.

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ, ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ

Кошелева В. Ю., Білоброва О. В.

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

Основне завдання портфельного інвестування – досягнення найбільш оптимального поєднання для інвестора таких інвестиційних характеристик, як дохідність, ліквідність та ризикованість.

Концепція інвестиційного портфеля має важливі наслідки для багатьох сфер фінансового управління фірми. Наприклад, ціна капіталу фірми визначається ступенем ризику цінних паперів, що знаходяться в її портфелі, оскільки, по-перше, структура інвестиційного портфеля впливає на ступінь ризику власних цінних паперів фірми; по-друге, необхідна інвесторам дохідність залежить від величини цього ризику. Так, інвестор який вкладає свої грошові засоби у цінні папери (далі ЦП) одного виду приречений або на низьку ефективність (прибутковість), або на високий рівень ризику. А тому необхідна диверсифікація вкладень – формування портфеля ЦП декількох видів (державні облігації, прості та привілейовані акції, облігації корпорацій, векселі, контракти, опціони, ф'ючерси, варанти, свопи тощо).

Диверсифікація - це стратегія зниження ступеня ризику шляхом розподілу інвестицій чи інших ресурсів між декількома напрямками діяльності. Розумна диверсифікація, науковим фундаментом якої є теорія портфеля, один з ефективних способів зниження ступеня інвестиційного ризику. [1]

Для вирішення завдання оптимізації інвестиційного портфеля, яка зводиться до визначення його структури, прийнятною з позиції співвідношення доходу (прибутковості) на вкладений капіталу і ризику, пропонуються наступні моделі: в першій моделі максимізує загальний очікуваний дохід при обмеженнях на загальний обсяг інвестицій; в другій моделі – фактор ризику, в якості якого розглядається величина відхилення доходу від середнього значення. Розглянуті моделі зведуться до наступних математичним формулюванням [2]:

1. Модель максимізації доходу:

$$Z = \sum_{i=1}^N \eta_i x_i \rightarrow \max,$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^N \eta_i \leq C, x_i \geq 0,$$

де Z – величина сукупного доходу;

x_i – величина капіталу, вкладеного в i -й проект;

$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_i^{(t)}$ – середній очікуваний дохід за i -му інвестиційному

проекту;

r_i – величина доходу (прибутку) в рік t по i -му проекту на одиницю вкладень;

T – загальний термін реалізації портфеля, за який є статистика прибутковості на одиницю вкладень по об'єктах, що становлять портфель;

C – загальна величина інвестиційних ресурсів;

N – число інвестиційних проектів в портфелі (інвестиційній програмі).

2. Модель мінімізації ризику:

$$Z = x^T K_x \rightarrow \min,$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq C, x_i \geq 0, \mu_x^T \geq R,$$

де $K = [\sigma_{ij}^2]$ – матриця коваріацій для N видів інвестиційних проектів;

R – мінімальний очікуваний дохід;

Z – в цій моделі величина, що характеризує сукупний ризик.

Величина коваріації визначається за формулою:

$$\sigma_{ij}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_i(t) - \mu_i)^2$$

Вкладення в цінні папери здійснюються з метою отримання інвестиційного доходу. Однак таке формулювання є занадто узагальнений. Дохід може бути отриманий у формі відсотків і дивідендів або у вигляді приросту курсової вартості цінних паперів (насамперед акцій). Тому на склад портфеля буде впливати те, яку мету переслідує інвестор, вкладаючи кошти в цінні папери.

Складання інвестиційного портфеля - трудомісткий процес формування співвідношення своїх інтересів з допустимим рівнем ризику. Дослідження питання, підтверджує, що досвідчений інвестор є власником ЦП декількох видів які в майбутньому перетворюються у диверсифікований інвестиційний портфель.

Список використаної літератури

1.Економічний ризик: ігрові моделі: Навч. посібник / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко, А. В. Сігал, Я. С. Наконечний; За ред. д-ра екон. наук, проф. В. В. Вітлінського. — К.: КНЕУ, 2002. — 446 с.

2.Шелудько, В.М. Фінансовий ринок [Текст] : навч. посібник / В.М. Шелудько. - К. : Кондор, 2002. - 535 с.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТОМ В ПОЗАШТАТНИХ СИТУАЦІЯХ

Краліна Г. С.

Коледж інформаційних технологій та землевпорядкування Національного авіаційного університету, Київ, Україна

Діяльність аеропортів піддається численним впливам зовнішнього і внутрішнього характеру, що викликають різноманітні збійні (позаштатні) ситуації.

У сучасному трактуванні під кризовою (надзвичайною) ситуацією розуміється стан аеропорту, при якому порушується його планова діяльність.

Прикладами факторів, що викликають подібні ситуації, можуть служити:

- 1) аварія повітряного судна в аеродромній зоні;
- 2) аварія аеродромного устаткування або споруджень;
- 3) обмеження, введене авіаційними органами на використання аеродрому;
- 4) дефіцит аеродромних ресурсів, необхідних для підготовки рейсів;
- 5) неможливість або обмеження можливості виконати рутинні передполітні процедури;
- 6) необхідність введення в дію нових передполітних /післяполітних процедур.

Виникнення подібних ситуацій вимагає прийняття погоджених рішень, спрямованих на локалізацію наслідків збою, скорочення термінів їхньої дії і мінімізацію витрат, зв'язаних з поверненням аеропорту в штатний режим функціонування.

Тому у великих аеропортах світу на період дії позаштатних ситуацій створюються «кризові» центри управління. Вони взаємодіють з диспетчерським центром і структурними підрозділами аеропорту, службами управління повітряним рухом, представництвами авіакомпаній. Як правило, кризові центри комплектуються з представників зазначених вище організацій, що забезпечує врахування інтересів різних учасників.

Позаштатні ситуації в роботі аеропортів можуть бути класифіковані в такий спосіб[2]:

- 1) позаштатні ситуації, зв'язані з виникненням обмежень на внутрішні технологічні ресурсні можливості аеропорту по обслуговуванню рейсів;
- 2) позаштатні ситуації, зв'язані з несподіваним уведенням зовнішніх обмежень для аеропорту по обслуговуванню рейсів;
- 3) позаштатні ситуації, викликані обставинами, що вимагають термінової перебудови штатної роботи організацій і служб для виконання добового плану польотів;
- 4) позаштатні ситуації, зв'язані з виникненням небезпеки для пасажирів і повітряних суден, унаслідок чого штатна діяльність по обслуговуванню рейсів на визначений період часу стає другою.

У залежності від виду ситуації виникає необхідність у рішенні тих або інших класів управлінських задач.

Розгортання кризових центрів управління аеропортом найбільше часто відбувається в зв'язку з несприятливими погодними умовами. Для цього випадку прикладами прийнятих кризовим центром управлінських рішень є:

1) рішення по змінах діючої конфігурації аеропорту (впровадження в дію антизледенілих пунктів, відкриття/закриття ЗПС на зліт і посадку);

2) рішення по плануванню антизледенілої обробки літаків в аеропорту;

3) рішення по чищенню/обробці поверхонь ЗПС, перону, рульових доріжок;

4) рішення по виділенню квот злетів/посадок для авіакомпаній на заданий період;

5) рішення по коректуванню добового плану польотів;

6) рішення по коректуванню графіків ТО повітряних суден;

7) рішення по коректуванню розкладів авіакомпаній (затримки/скасування рейсів);

8) рішення по черговості обслуговування затриманих рейсів у випадку зняття з аеропорту обмежень.

Багатокритеріальність задач управління аеропортом у кризових ситуаціях і складність формування варіантів рішень вимагає автоматизованої підтримки процесу прийняття управлінських рішень[1].

В даний час розроблений і впроваджений ряд автоматизованих систем, що підтримують роботу кризових центрів. Функціональний аналіз цих систем показує, що більшість з них являє собою інформаційно-довідкові системи. Найбільш типовими видами інформації, оброблюваними в них, є:

1) інформація про погоду;

2) інформація про обмеження в аеропорту;

3) добовий план польотів в аеропорту;

4) розкладу польотів авіакомпаній;

5) обмеження на роботу аеропорту;

6) рішення по використанню інфраструктури;

7) квоти злетів/посадок для авіакомпаній і ін.

Однак тільки деякі з цих систем вирішують задачі вироблення рішень по керуванню аеропортом в особливих ситуаціях.

Методи рішення класичних задач управління, успішно реалізовані в штатних ситуаціях, не в змозі забезпечити рішення всіх проблем управління, що виникають в екстремальних ситуаціях динамічного середовища існування технологічного об'єкта. Це приводить до необхідності спільного використання різних методів на відповідних етапах рішення задач управління. Необхідним стає використання експертних висновків, адекватний опис ситуацій, у яких повинне прийматися управлінське рішення, облік багатокритеріального характеру оцінок, використовуваних при ухваленні рішення. Особливо ускладнюється процес управління при необхідності прийняття рішень у кризових або наближених до них ситуаціях.

Експертні системи для систем управління позаштатними ситуаціями повинні будуватися на наступних принципах:

1) Система повинна забезпечувати проведення альтернативних міркувань з використанням різних джерел інформації і механізму усунення протиріч;

2) Структура системи повинна бути гетерогенною на основі різномірних взаємодіючих і взаємодоповнюючих підсистем як самої системи, так і бази знань;

3) Рішення проблем, які розбиваються на підпроблеми, що відповідають джерелам знань, необхідно здійснювати розподіленим образом;

4) Необхідна наявність набору стратегій виводу, застосовуваних у залежності від типу розв'язуваної проблеми;

5) При рішенні проблеми повинні бути використані математичні моделі і зовнішні процедури, збережені в базі моделей;

6) У структуру системи повинна входити система моніторингу стану досліджуваної системи управління;

7) Основною функцією системи повинне бути прогнозування критичних ситуацій на основі найбільш значимих факторів.

Як уже згадувалося вище, аеропорт відноситься до числа об'єктів, найбільш чутливих до численних зовнішніх і внутрішніх впливів, які викликають різноманітні позаштатні (збійні, кризові) ситуації, коли виконання первісних планів і графіків роботи його структурних підрозділів виявляється неможливим. Це, у свою чергу, приводить до незручностей споживачів авіатранспортних послуг, прямим і непрямим економічним утратам всіх учасників авіатранспортного процесу: аеропорту, авіакомпаній, служб управління повітряним рухом.

За даними Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO), найбільш впливовим фактором виникнення збійних ситуацій в аеропорті є несприятливі погодні умови. Вони викликають близько 60% порушень планової діяльності аеропорту від загальної їхньої кількості. Цим обумовлюється природний інтерес до розробки методів підвищення ефективності управління діяльністю аеропорту в різноманітних кризових ситуаціях, у першу чергу при несприятливих метеорологічних умовах. У світовій практиці прийнята наступна класифікація несприятливих погодних умов: туман, вітер, сніг, зледеніння, ураган, сильний дощ. Більшість з перерахованих факторів не залишає людині простору для яких-небудь активних управлінських дій, що починаються з метою поліпшення положення, що створилося. Однак завжди існує можливість послабити негативні наслідки даного фактору шляхом прийняття та реалізації раціональних управлінських рішень.

Список літературних джерел

1. Андронов А.М., Хижняк А.П. Математические методы планирования и управления производственно - хозяйственной деятельностью предприятий ГА / Андронов А.М., Хижняк А.П. // М, 1977. – 245 с.

2. Яшкин А.Р., Павлов А.Л. Организация управления наземными службами аэропортов. Теоретические основы оптимизации функционирования / Яшкин А.Р., Павлов А.Л. // Л.: ОЛАГА, 1983. – 112 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

Лункін І.Д.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

На сьогоднішній день питання, пов'язані із розробкою та впровадженням нових інноваційних проектів, набувають актуальності. Завдяки мобільності в плані втілення нових ідей, інноваційні проекти молодих спеціалістів складають конкуренцію великим корпораціям.

Відмінною особливістю інноваційних проектів молодих спеціалістів є технологічність. В основі більшості з них лежать якісні технологічні нововведення. Початком роботи над будь-яким проектом є створення його прототипу. Далі прототип перетворюється на повноцінний продукт, трансформується і розвивається, багаторазово збільшуючись та розширюючись.

Протягом усього цього часу інноваційний проект кілька разів може залучити інвестиції для фінансування. Також може зрости команда спеціалістів для його розробки та реалізації. Складність продукту в такому разі збільшується з кожною ітерацією – стадією. У кінцевому рахунку, метою створення інноваційного проекту є його продаж великим корпораціям та компаніям або виведення його акцій на біржу і продовження роботи в якості окремої компанії [1].

Ключовими ознаками дослідження етапів проектування системи підтримки інноваційних проектів можна вважати наступні фактори

- Кількість здійснених операцій та угод, як і число публікацій у СМІ, ще занадто малі, щоб скласти враження або прогноз. Багато хто навіть не чув про проект або чули тільки неповну інформацію або не достовірну. Економічний та організаційний розвиток знаходиться в стадії формування.

- Проект активно освоює цільову аудиторію і відповідний ринковий сегмент. Можуть використовуватися інноваційні, не класичні методи управління й організації.

- Крім стартового капіталу, проект спирається або на ентузіазм ініціаторів, або на інноваційність ідей, або на те й інше одночасно.

- Основою створення проекту служить актуальна проблема (інформаційна, наукова, соціальна, комерційна чи якась інша) в затребуваній предметній області.

- Проект активно презентується на тематичних і професійних форумах, конференціях, просувається через СМІ і представляється інвесторам, при цьому завжди позиціонується як «початківець, але багатообіцяючий», але ще, як правило, не заслужив жодної нагороди чи премії.

Однак, незважаючи на значне число наукових розробок з інноваційної тематики, багато з них присвячені лише опису теоретичних аспектів інноваційної діяльності та оцінки ефективності інноваційних проектів. В існуючих методичних положеннях, які застосовуються для оцінки ефективності інноваційних проектів, наводиться лише опис методів оцінки ефективності. У них не зустрічаються чіткі алгоритми відбору методів оцінки економічної ефективності інноваційних проектів. Необхідні нові принципи, нові підходи до оцінки ефективності інноваційних проектів [2].

В даний час всі теорії в області визначення поняття «інноваційний проект» зводяться до трьох підходів:

- 1) проекти, які забезпечують розробку нових виробів або технологій і передбачають вкладення в нематеріальні активи;
- 2) система організаційно-правових та розрахунково-фінансових документів, необхідних для здійснення будь-яких дій;
- 3) пропонується до планомірного здійснення, об'єднаний єдиною метою і приурочений до певного часу комплекс робіт і заходів по створенню, виробництву і просуванню на ринок нових високотехнологічних продуктів із зазначенням виконавців, ресурсів і їх джерел.

Під ефективністю інноваційного проекту може розумітися фінансова віддача проекту, що робить його привабливим для розробників, інвесторів, споживачів. Дане визначення в більшій мірі відображає економічну складову представленого поняття.

Для оцінки ефективності інноваційних проектів, як правило, використовують показники, що застосовуються для оцінки інвестиційних проектів, оскільки реалізація будь-якого проекту, в тому числі інноваційного, вимагає певних ресурсів, вартість і ефективність використання яких необхідно оцінити.

Аналіз літератури показав, що всі методи оцінки економічної ефективності інноваційних проектів можна розділити на дві великі групи [3]:

1. Традиційні методи;
2. Методи комплексної оцінки.

На сьогоднішній момент традиційні методи є найбільш використовуваними

Найбільш широке застосування з традиційних методів отримали статичні і динамічні методи оцінки ефективності інноваційних проектів.

Статичні методи оцінки ефективності є простими методами, застосовуються для експрес-оцінки інноваційного проекту, найчастіше мають нетривалий життєвий цикл.

Вони не передбачають врахування різночасності грошових потоків. В рамках статичних методів, як правило, виділяють ряд показників:

1. Сумарний прибуток від реалізації проекту (чистий дохід), який являє собою різницю між сукупними доходами і витратами на протязі усього терміну реалізації інноваційного проекту. Критерієм ефективності даного показника вважається позитивність його значення.

2. Середньорічний прибуток, який дозволяє відобразити значення сумарного прибутку, усереднене за весь горизонт розрахунку. Критерій ефективності аналогічний за показником «Сумарний прибуток» (Позитивне значення).

3. Третім показником в складі простих методів є проста норма прибутку (рентабельність інвестицій), що розраховується як величини прибутку підприємства в розрахунку на одну умовну одиницю вкладених коштів (інвестицій). Критерієм ефективності є перевищення показника над нормою прибутку, прийнятою інвестором.

Незаперечною перевагою застосування статичних методів оцінки ефективності є простота і зручність розрахунків.

Серед основних динамічних методів оцінки ефективності інноваційних проектів можна виділити:

1. Метод чистої дисконтованої вартості.
2. Метод внутрішньої норми прибутковості.
3. Метод дисконтованого періоду окупності.

Основну роль серед них відіграє метод чистої дисконтованої вартості. Інші методи являють собою або деяку модифікацію методу чистої дисконтованої вартості, або на ньому базуються.

Список використаних джерел

1. Инновационный потенциал научного центра: методологические и методические проблемы анализа и оценки / Отв. ред. чл.-к. РАН В.И.Сулов. – Новосибирск, ИЭОПП, 2007. – 275 с.
2. Грачева М.В. Риск-анализ инвестиционного проекта: Учебник для вузов/ Под ред. М.В. Грачевой. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 351 с.
3. Основи інноваційного менеджмента. Теорія і практика: Підручник / Л.С. Барютин и др.; под ред. А.К. Казанцева, Л.Э. Миндели. — М.: Экономика, 2004. — 518 с.

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ЗОНЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРУЙНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Музыка Л. В., Прядко А. В.

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ, Днепро, Украина

В технологиях переработки и подготовки минерального сырья к обогащению проводится поиск рациональных способов измельчения с целью достижения максимального раскрытия ценных минералов при минимальных энергозатратах на измельчение. Решение этих задач актуально в области тонкого измельчения (размеры частиц менее 40-50 мкм), особенно при подготовке к обогащению тонковкрапленных руд в связи с опасностью их переизмельчения и увеличения энергоемкости технологических переделов. Для тонкого измельчения минеральных продуктов используются установки струйного измельчения. В этом способе измельчения источником энергии, обеспечивающим внутримельничные процессы являются газовые струи, организующие ускорение частиц и обуславливающие не только высокодинамичный механизм раскрытия минералов, но и изменение структуры измельченного порошка.

В настоящее время изучаются вопросы установления и поддержания оптимального режима работы струйных мельниц для достижения требуемого качества готового продукта при минимальных затратах энергии. Известные технические решения оптимизации струйного измельчения путем контроля температуры или разрежения по тракту струйной мельницы допускают значительную погрешность в оценке показателей измельчения, энергопотребления мельницы, тонины продукта [1]. Показана возможность контроля режимов измельчения по результатам акустического мониторинга процесса [2, 3].

В данной работе предлагается осуществлять контроль производительности струйной мельницы путем непрерывного контроля акустической активности зоны помола и с учетом оптимальной насыщенности струй твердой фазой на основе управления подачей требуемого количества измельчаемого материала.

Сущность акустического мониторинга зоны помола состоит в следующем. Акустические сигналы (АС) рабочей зоны противоточной струйной установки УСИ-20 производительностью 20 кг/ч измеряют с помощью широкополосного пьезокерамического датчика, соединенного с латунным волноводом, установленным внутри помольной камеры. Запись и дальнейшая обработка сигналов осуществляются посредством аналого-цифрового преобразователя, соединенного с персональным компьютером. Особенности методики анализа акустических сигналов состояли в следующем. Рассматривались АС в зоне измельчения при частоте регистрации 400 кГц. Интервал анализа выбирался 0,1 с. На этом интервале вычислялись характеристики АС. На всех стадиях работы мельницы, начиная с холостого хода (струи без материала), загрузки струй материалом, рабочего режима

измельчения и полной разгрузки струй регистрировали уровень акустической активности и значения амплитуд (средних A_{cp} и максимальных A_{max}) акустических сигналов. Изменение плотности потока частиц в струях обуславливало изменение активности акустического излучения этой зоны, а изменение величины амплитуды – крупность измельчаемого материала.

По предварительным экспериментам определялись характеристики АС холостого хода, допустимый диапазон значений амплитуд АС рабочего режима и значения, при котором необходимо производить дозагрузку. На основе полученных данных разрабатывался алгоритм контроля и управления работой мельницы.

Производительность мельницы зависит от загрузки зоны измельчения и по анализу АС возможно определить ее уровень [3]. На рис.1 показаны сигналы оптимального режима измельчения (а) кварцевого песка (производительность 4,4 кг/ч) и режим недостаточной загрузки камеры (б), производительность 3,2 кг/ч, при этом все остальные технологические параметры процесса оставались неизменными ($P=0,3\text{МПа}$, $n=2000\text{ об}^{-1}$).

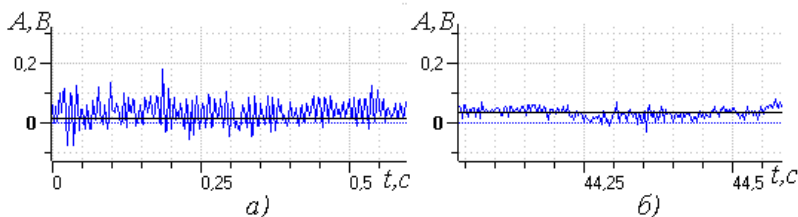


Рис.1 – Запись сигналов при оптимальной загрузке (а) и недозагрузке (б) камеры измельчения

На основе этого разрабатывается система управления производительностью мельницы [4]. По результатам непрерывного анализа амплитуд АС и сравнения их с характеристиками эталонных сигналов (для оптимальной производительности) подается сигнал на систему управления бункером загрузки мельницы. Акустический мониторинг позволяет реализовать обратную связь системы управления.

Список литературных источников

1. Горобец В.И. Оптимизация параметров и разработка способа автоматического регулирования газоструйной мельницы: автореферат дисс. канд-та техн. наук: 05.13.07. – НГУ. – Днепропетровск, 1972 г. – 21 с.
2. Прядко Н.С. Развитие теории тонкого измельчения полезных ископаемых: автореферат дисс. д-ра техн. наук: 05.15.08, НГУ. – Днепропетровск, 2015. 36 с.
3. Pryadko N. Optimization of fine grinding on the acoustic monitoring basis// Energy Efficiency Improvement of Geotechnical Systems. – 2015 Taylor & Francis Group, London, p. 99 – 108.
4. Музыка Л.В. Методика автоматического управления струйным измельчением на основе моделей объекта и системы управления/ Л.В. Музыка, Н.С. Прядко //Системные технологии – № 2 (109). – 2017. С. 51-58.

МЕТОДИ DATA MINING ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

М'ячин В. Г.

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

Використання методів *Data Mining* у складі аналітичних платформ набуло у останній час досить широкого розповсюдження для аналізу різних сфер економічної діяльності на мікро- та макrorівнях. Сам термін *Data Mining* був введений Григорієм П'ятецьким-Шапіро (Gregory Piatetsky-Shapiro) у 1989 р. [1]. Він є також співавтором терміну *knowledge discovery in databases*, *KDD*, що, як вважається [2], найбільш точно передає зміст концепції *Data Mining*.

У той же час, багато дослідників вважає ці поняття не тотожними. П. Сарлін (Peter Sarlin) на підставі дослідження [3] (2013 р.) узагальнив думки таких дослідників, як Файад (Fayyad) (1996 р.), Кабена (Cabena) Ананд та Бучнер (Anand, Buchner) (1998 р.), Ширер (Shearer) (2002 р.), Курган (Kurgan) (2006 р.) та звів процес *KDD* у наступні шість кроків (рис.1):

- 1) розуміння галузей даних (*domain understanding*);
- 2) розуміння даних (*data understanding*);
- 3) підготовка даних (*data preparation*);
- 4) витяг даних (*data mining*);
- 5) оцінка ефективності (*performance evaluation*);
- 6) консолідація та розгортання знань (*knowledge consolidation and deployment*).



Рисунок 1 – Методи *Data Mining* як складова частина процесу *knowledge discovery in databases* (*KDD*)

З вище викладеного випливає, що витяг даних (*Data Mining*) є складовою частиною процесу (*knowledge discovery in databases*), а ці поняття вважати тотожними не є доцільним.

Основними споживачами моделей, побудованих за методами *Data Mining* є аналітики ринків – маркетологи, фінансові аналітики та фахівці планово-економічних підрозділів підприємств. Останні використовують статистичний матеріал, форми звітності для побудови власних корпоративних моделей собівартості, витрат і т. і.

У останній час особливу вагу також набувають технології “*Big Data*” (“великі дані”), що пов’язано з різким зростанням кількості доступної для аналізу інформації. Поєднання даних технологій з методами *Data Mining* дозволяє створювати нові технології обробки даних та комп’ютерні

алгоритми, вони можуть легко пристосовуватися під конкретну задачу та самостійно навчатися.

Також у останній час набуває популярності метод візуалізації – системне, динамічне і/або статичне представлення інформації, що допомагає орієнтуватися у складних поняттях. Так, у 2007 році Ленглер та Епплер (*Ralph Lengler & Martin J. Eppler. Towards A Periodic Table of Visualization Methods for Management*) розробили періодичну таблицю, де представлено 100 різних способів візуалізації даних [2]. У основі побудови даної періодизації лежать майже ті принципи, які лежать в основі побудови періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва.

Під візуалізацією даних розуміють спосіб представлення багатомірного розподілу даних на двомірній площині, при якому, як мінімум, якісно відображені основні закономірності, властиві вихідному розподілу – його кластерна структура, топологічні особливості, внутрішні залежності між ознаками, інформація про розташування даних у вихідному просторі і т. і.

Серед інструментів *Data Mining* аналітичної платформи *Deductor*, яка входить у десятку найбільш відомих та розповсюджених аналітичних платформ у світі, входить інструмент Карта Кохонена, що являє собою нейромережеву архітектуру для автоматичної кластеризації (класифікація без вчителя) об'єктів дослідження, в якій враховується інформація про взаємний розподіл нейронів, які утворюють решітку.

У економічних дослідженнях карти, що самоорганізуються (СОК) Кохонена (*SOM – Self-Organizing Maps* або *SOFM – Self-Organizing Feature Maps*) використовують для аналізу фінансових показників діяльності підприємств, для аналізу фондового ринку.

Нами було використано СОК Кохонена для аналізу інноваційної активності підприємств України, для аналізу фінансового стану вітчизняних промислових підприємств та визначення імовірності настання їх банкрутства, для кластеризації країн за показниками, що характеризують процеси формування та реалізації їх економічних інтересів [4].

Список літературних джерел

1. Piatetsky-Shapiro Gregory. Data mining and knowledge discovery 1996 to 2005: overcoming the hype and moving from “university” to “business” and “analytics” // *Data Mining and Knowledge Discovery*, August 2007, Vol. 15, Issue 1, PP. 99–105.
2. Садовникова Н.П. Технологии анализа данных: учеб. пособие / Н.П. Садовникова, М.В. Щербаков; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – 64 с.
3. Sarlin Peter. Mapping Financial Stability / Abo Akademi University Department of Information Technologies, Turku, Finland. – 2013. – TUCS Dissertations, No 159, June 2013. – 248 p.
4. Смесова В.Л. Нейромережевий підхід до кластеризації країн за показниками, що характеризують процеси формування та реалізації економічних інтересів / В.Л. Смесова, В.Г. М'ячин // *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. – 2018. – Випуск 18. – Частина 3. – С. 49-57.

МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ХІМІЧНИХ РЕЖИМІВ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Назаренко О. М., Назаренко І. А, Бахтін В. І.,
Кушнаренко О. П.

Запорізька державна інженерна академія, Запоріжжя, Україна
ПАТ «Запоріжсталь», Запоріжжя, Україна

Технологічний режим водопостачання передбачає кондиціювання свіжої технічної води до технологічних індикаторних показників, для забезпечення мінімальних енергетичних витрат. У випадку порушення вхідних якісних показників технічної води можливо додаткові витрати на доведення якості ресурсу до еталонних параметрів. Ця задача більш стосується енергоменеджерів, але у випадку додаткових накладних витрат, задача набуває стратегічної важливості.

Ці випадки можливо застерегти, шляхом впровадження поточного моніторингу якості свіжої води. Бажано інформувати обласних регуляторів про відхилення хімічних показників водоймища для корегування водного балансу. Доцільно стимулювати власників промислових підприємств до екологізації виробництва шляхом зниження фіскального тиску або впровадженням власних допоміжних підрозділів[1].

Зниження якості вхідного ресурсу на 10 відсотків (жорсткість, рН, лужність, завислі речовини), призведе до підвищення собівартості кінцевого продукту на 22 відсотки[2].

Для поточного моделювання працездатності обладнання розроблена програма «Аква-Дніпро», яка на базі хімічних показників якості води дозволяє обчислювати водно-хімічного режиму системи водопостачання.

Всі ці питання вирішують в робочому порядку при робочій схемі автоматизації процесу, але в літній період (температура навколишнього повітря 52 град С), вкрай небезпечно підвищується жорсткість з 3,7 до 5,1 мг-екв/дм³, зміст завислих речовин досягає 670-770 мг/дм³.

Таблиця 1 – Зарегульовані водно-хімічні режими водопостачання

№ п/п	Температура води, град С	Гранична карбонатна жорсткість, мг-екв/дм ³	Окислювання, мг/л	Втрати води на продув систем, м ³ /год	Підживлення системи, м ³ /год	Коефіцієнт випаровування	Відкладення системи, мм
1	35	3,528	8	0,023	0,039	1,331	0,002
2	31	3,736	8	0,017	0,034	1,41	0,002
3	25	3,748	8	0,017	0,033	1,414	0,002
4	15	3,748	8	0,017	0,033	1,414	0,002

Все це впливає на водний режим, та потребує додаткового підживлення системи. Якщо річ йде про невелику ділянку ($q = 25-75$ м³/годину), то це

локальне питання. Перевищення водоспоживання зверх ліміту коштує виробництву п'ятикратним підвищенням тарифу.

У випадку великого промислового підприємства ($q = 1500-15000 \text{ м}^3/\text{годину}$). доцільно вести мову про гуртову закупку енергоносіїв, або створення технопарку для утилізації власних відходів[3].

При необхідності охолодження металургійного обладнання, важливо знати діаметр трубопроводу та питоме теплове навантаження. Програма розраховує в залежності від хімічних індикаторів необхідні швидкості потоку для уникнення засорів та мінімально необхідну помісячну та річну витрату. Корисно моделювати вихідні данні по технічній воді, умовно чистій сточній воді та умовно брудній воді для можливості підвищення водообороту підприємства.

У виробничій практиці доречно обрахувати гранично допустимі скиди стічних вод з нормативними та понад нормативними концентраціями забруднювачів. В цей же час, екологи та



Рисунок 1 – Режими роботи системи водопостачання

обласні регулятори розуміють цінність та вартість прісної води, яка здорожчала протягом декількох років, на 40%. Це теж неприємний фактор впливу на продуктивність процесу, який має негативні наслідки[4].

У практиці водо підготовки існує безреагентне кондиціонування. Застосовується на невеличких обсягах водоспоживання підприємств. Спосіб досить цікавий при добре організованому процесі автоматизації водо підготовки. Тобто на кожній ділянці

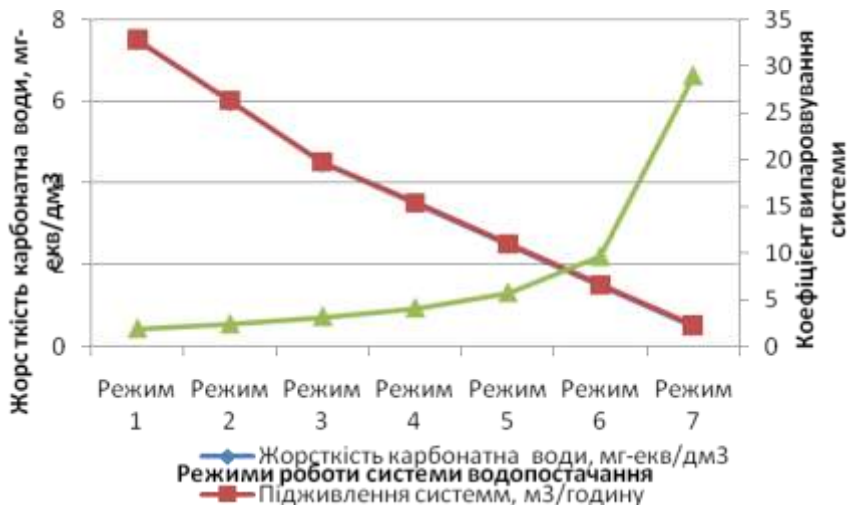


Рисунок 2 – Можливості режимів системи водопостачання.

транспортування енергоносія застосовано датчики жорсткості, лужності, завислих речовин, рН. Дуже оптимістично, якщо до датчиків приєднано датчик GPS, який поточно передає чисельні значення якості води на сервер головного енергоменеджера. Це надає часову перевагу у випадку забору неякісної води з водоймища та можливість ідентифікації залпових скидів у обласного регулятора. Це вкрай небезпечно, особливо при довгому термічному стані водоймища[5].

Практика роботи екологів надає поточні результати досліджень для мінімізації промислових викидів. Програма «Аква-Дніпро» надає можливість моделювати оптимальний водно-хімічний режим при різному складі поверхневої води. Режими роботи обладнання використовують свіжу технічну та умовно чисті стоки. Як наслідок, водні ресурси використовуються лише на 69% за прямим призначенням. Для підвищення відсотку використання вкрай важливо впровадити систему КВП ділянок а також поточно моделювати виробничі ситуації на основі даних моніторингу. Ця задача оперативно вирішується (діаметр трубопроводу та питоме теплове навантаження) співробітниками енергетичних підрозділів. [12]. Програма розраховує в залежності від хімічних індикаторів необхідні швидкості потоку для уникнення засорів та мінімально необхідну помісячну та річну витрату води. Корисно моделювати вихідні данні по технічній воді, умовно чистим стокам та умовно брудним стокам для можливості підвищення водообороту підприємства. Такі можливості дозволяють прогнозувати якість отриманої суміші та наслідки експлуатації в системі водопостачання. Знаходження оптимальних режимів експлуатації обладнання дозволить знизити експлуатаційні витрати на 12%. Крім того, облік резервів дозволяє повніше

використовувати обладнання при плануванні виробничого навантаження. Результати моделювання дозволяє планувати профілактичні ремонти обладнання та виробниче навантаження виробництва.

У виробничій практиці доречно обрахувати гранично допустимі скиди стічних вод з нормативними та понад нормативними концентраціями[13] забруднювачів. В цей же час, екологи та обласні регулятори розуміють цінність та вартість прісної води, яка здорожчала протягом декількох років, на 40 відсотків. Це теж другорядний фактор впливу на продуктивність процесу, який теж має негативні наслідки.

В такому випадку дослідник в першу чергу моделює основні фактори впливу, другим шаром обчислюються різні показники водного режиму з подальшим отриманням чисельної моделі карбонатних відкладень в системі. Таким чином, дослідник отримає комплексну картину впливу на водне середовище через кліматичні та техногенні фактори.

Висновки.

1. Заплановані нововведення дозволять зекономити до 100000 грн/рік на кожній ділянці водо підготовки;
2. Отримано математичну модель коефіцієнту випаровування системи, навіть при $K_u=2,25$, та підживленні $0,015 \text{ м}^3/\text{годину}$, при суворому дотриманні інструкцій;
3. Проведено дослідження використання відходів виробництва для аграрних задач та створення технопарку.

Список літературних джерел

1. Lawrence D.P. Environmental impact assessment: Practical Solutions to Reccurent Problems/D.P.Lawrence// Hoboken: JohnWiles@ Son, 2003.-578p.
2. Handbook of Environmental Data and Ecological Parameters /Ed.: S.E.Jorgensen //Int.Soc.for Ecol.Mod., 1979.- 356p.
3. Пантелят Г.С. Исследование, разработка и освоение комплексов замкнутых систем оборотного водоснабжения основных производств металлургических предприятий без сброса сточных вод в водоем. Замкнутые системы водного хазяйства промышленных предприятий и районов/ Г.С.Пантелят// МДНТП: Москва, Знание, 1982. – с. 33-39.
4. Вавилин В.А. Математическое моделирование и управление качеством водной среды/ А.В.Вавилин, М.Ю.Циткин// М.: Вод. ресурсы. №5, 1977. - С. 114-132.
5. Назаренко О.М. Ризик-менеджмент водокористувачів річки Дніпро/ О.М.Назаренко// Монография. Запорожье, СТС Групп. 2008.- 203с.

ОСОБЛИВОСТІ ОПЕРАТИВНОЇ ПОЛІГРАФІЇ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО БІЗНЕСУ

Науменко Ю. Ю.

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

Недавня криза сильно змінив погляди на перспективність того чи іншого виду бізнесу. У цей час багато нарешті почали замислюватися про інвестиції в виробництво. Серед сили-силенної можливих шляхів, розглянемо один – оперативну поліграфію. Знову створені підприємства, за прикладом західних комерційних фірм, закладали окремі статті витрат виробництва друкованої реклами. Усім їй одразу знадобилися візитні картки, фірмові бланки, папки, конверти, рекламні буклети, прайси тощо. Виникли й нові специфічні видання, які друкуються малими тиражами. З іншого боку, якість друкованої продукції і на терміни її виготовлення великих поліграфкомбінатах залишали бажати кращого. Та головне – де вони могли друкувати малі тиражі. Або робили це на невідгідних умовах: наприклад, за 500 примірників брали ті самі гроші, як і за 3000 аркушів мінімально дозволеного тиражу. Причини: довгий цикл підготовки до друку (пре-прес) та недосконалість устаткування, який підвів, зокрема, до великих втрат папери на "коротких" тиражах.

Оперативна поліграфія зазвичай орієнтована на рекламні потреби. Її прикметні особливості:

- можливість ефективнішої роботи із малими тиражами друкованої продукції, до одного примірника;
- оперативне виконання замовлень, іноді – за лічені хвилини і години;
- широка номенклатура своєї продукції і додаткових послуг;
- кінцевий цикл робіт – від сканування до доставки готової продукції.

Основні продавці послуг оперативної поліграфії – друковані салони чи принт-шопи (PrintShops). Вони виконують всі види робіт, причому пропонують печатку будь-який мальовничості і труднощі. Набір послуг дуже великий: виготовлення візитних карток, бланків, рекламних листівок, папок, формулярів, прайс-листів, брошюр-інструкцій, книжок на м'якій палітурці, конторських форм на самокопіруємому папері, листівок і запрошень, блокнотів, надпечатка конвертів, сувенірної продукції (авторучок, кухлів тощо), нанесення зображень на тканини (майки, футболки), широкоформатний друк.

Звісно, послуги оперативної поліграфії можуть надавати і друкарні. Але розглянемо невеликі друковані салони, створені саме з вирішення завдань оперативної поліграфії. Зазвичай, принт-шоп, попри широку гаму послуг, має невеличкий штат співробітників і компактне устаткування.

Новий вид друкованого устаткування, за якістю друку поступається лише традиційним офсетним машинам. Сьогодні є кілька моделей цифрових друкованих машин: Xeiikon DCP і його OEM-модифікації, Indigo E-Print 1000, Heidelberg QM46 DI. Машини мають різну продуктивність: Xeiikon DCP і Indigo E-Print 1000, як і високопродуктивні копії, друкують зі швидкістю

2000 стр.А4/годину. Німецька модель може працювати з вищої швидкістю: 3000-10 000 стр.А3/годину, але витрачає близько 20-ти хв. підготовку до друку. Собівартість продукції цифрових друкованих машин дуже високий (0,5-2\$ за стр.А4), що різко обмежує область їх застосування на середніх і великих тиражах. Крім цього, основним мінусом цифрових машин був частиною їхнього непомірно висока ціна.

Традиційний офсет дає також можливість використовувати усі розмаїття офсетних фарб (триадних, Pantone, металізованих, флуоресцентних), лаків і матеріалів до друку (папір, легкий картон, плівку, металеву фольгу). Характерна риса друкованого салону – наявність всьому технологічному ланцюжка: від верстки до доставки тиражу. Тому, крім друкованого, знадобиться та різноманітніше формне і фінішне устаткування. Для виготовлення друкованих форм, крім традиційного устаткування "комп'ютер – фотоскладальний апарат – проявлення – монтажний стіл – копіювальна рама – процесор для проявлення пластин" (стандартний набір щоб одержати найбільш якісних і тиражостійких металевих форм), можна використовувати простіші рішення.

Фінішне устаткування може бути різноманітним. Обов'язково лише наявність різальної машини, без якої робота друкарні неможлива. Причому краще купити дорожчу гідравлічну машину, оскільки відсутність резервного обладнання маленькому друкованому салону вимагає високої надійності. Решта можна докуповувати з розвитком салону, розширюючи спектр надання послуг. Це може бути листопідбірні і скрепкошовна установка, машина клейового безшовного скріплення (для брошур), фальцапарат (для буклетів), термографічний апарат (до створення рельєфної друку), прес гарячого тиснення, нумератор (для квитків) та інші машини.

Характерна риса салону оперативної поліграфії – коло споживачів його послуг. Якщо великі друкарні працюють із видавництвами і підприємствами, то левову пайку наявних клієнтів друкованих салонів становлять невеликі торгові й виробничі фірми, банки, рекламні агентства, навчальні заклади і приватні підприємці. Частина замовлень може надходити навіть від фізичних осіб замовлення на приватні візитки і запрошення весілля. Персонал в принт-шопі небагаточисельний, зазвичай, частина з працівників – універсали, які підміняють один одного на різних дільницях. Документообіг мінімізований, облік замовлень і діловодство – за комп'ютером.

У оперативної поліграфії, що проходить зараз у нашій країні етап зростання, є гарне майбутнє. Цей етап найсприятливіший для підприємця. Гарний прибуток може мати навіть за нестачі досвіду, і, при неоптимальному управлінні. Наприклад, якщо підприємство закупило зайве устаткування, то проблема вирішена сама, оскільки обсяг продажу на цьому етапі стає дедалі більше. Оскільки наступний етап – етапі "зрілості" – приріст продажів сповільниться, та розвиток підприємства продовжиться скороченням внутрішніх витрат, що потребує високої кваліфікації управляючого і виробничого персоналу. Отже, попри досить високі початкові вкладення, цей вид виробництва має шанси задля її подальшого бурхливого розвитку.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Неділько Ю. О.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна

У сучасних реаліях, коли розробка програмних продуктів ведеться в умовах значно обмеженого часу та фінансових ресурсів, максимально точно оцінювання необхідних трудових витрат на розробку є однією з основних проблем при управлінні проектами.

На сьогоднішній день методи та моделі оцінювання трудомісткості програмного забезпечення можна поділити на дві основні групи: алгоритмічні та неалгоритмічні. Визначимо ж різницю між ними. Алгоритмічні методи та моделі базуються на оцінюванні та аналізі кількісних характеристик програми. Неалгоритмічні ж покладаються на використання попередньо визначених схем та принципів або на думку кваліфікованих експертів [1].

До неалгоритмічних методів відноситься метод розбиття на частини. Менеджер проекту повинен розділити усі завдання, що складають більше ніж 10% від загального обсягу проекту на частини, що має допомогти більш точно визначити час на виконання великих завдань. Перевагою цього методу є його відносна простота та невеликий обсяг робіт. Недоліком є недостатній рівень точності та залежність від професіонального рівня програміста та менеджера проекту. Також цей метод лише допомагає розділити великий обсяг роботи на малі та більш зрозумілі етапи, але все ж залишається проблема оцінки трудомісткості на цих етапах.

Найбільш популярним неалгоритмічним методом є експертні оцінки. Цей метод найчастіше застосовується до проектів, що мають справу з інноваційними завданнями або базуються на нових, інноваційних технологіях. У цьому випадку не існує достатньої кількості емпіричних даних для оцінки трудомісткості або існуючих аналогів для застосування методу аналогій. Цей метод є дуже популярним, оскільки значна кількість створюваних програмних продуктів є інноваційними. Для визначення трудомісткості певного програмного продукту кожен з групи досвідчених експертів дає свої оцінки і за допомогою них формується інтегрована консенсусна оцінка.

Основним недоліком методів експертного оцінювання є наявність так званого «людського» фактору. Неможливо повністю довіряти інформації, отриманої від експерта, через її суб'єктивність. Це зумовлене неформалізованістю критеріїв, через що важко достовірно встановити кваліфікацію того чи іншого експерта. Також неможливо бути повністю впевненим у відсутності у них певних упередженостей.

Метод оцінки по аналогії є одним з різновидів експертної оцінки [2]. Для оцінки трудомісткості у цьому методі використовуються певні емпіричні дані про попередньо завершені проекти такого ж типу як і даний проект.

Алгоритмічні моделі, в свою чергу, базуються на певних математичних моделях. Для них є характерним постійний процес удосконалення, що призводить до підвищення точності оцінювання.

Program (Project) Evaluation and Review Technique (PERT) використовується у складних та масштабних проєктах. В першу чергу PERT використовується для визначення часу, необхідного для виконання кожної окремої задачі та проєкту в цілому. Цей метод припускає наявність певної невизначеності, що в свою чергу дозволяє, не маючи повної інформації про усі деталі та точного часу, необхідного на виконання кожного завдання, розробити графік проєкту. Найпопулярнішою частиною PERT є метод критичного шляху, який полягає у побудові мережевого графіку (мережеві діаграми PERT). Перевагами цього методу є можливість визначити області, де необхідно зібрати додаткову інформацію, можливість графічного відображення проєкту та його головних складових, можливість виявити ключові завдання, які можуть викликати затримки у проєкті та завдання що мають резервний час, а це в свою чергу допомагає розподілити ресурси більш раціонально. Недоліками цього методу є те, що при розробці мережевої діаграми деякі важливі дії можуть бути пропущені, а також те, що зв'язки та послідовність дій бувають відображені недостатньо чітко.

Модель Путнем (SLIM) в своїй основі має твердження, що витрачені на розробку програмного забезпечення ресурси розподіляються згідно з кривими Нордена-Рейлі. До недоліків цієї моделі можна віднести високу чутливість до значень технологічних факторів, при помилках у яких модель видаватиме недостовірні дані. Також дана модель застосовується для оцінювання трудомісткості проєктів, що мають більш ніж 70 000 рядків програмного коду. Це робить її непридатною для оцінки невеликих проєктів, що є суттєвим недоліком цього методу. Серед переваг цієї моделі можна відмітити невелику кількість параметрів, необхідних для оцінки трудомісткості, що надає цій моделі значних переваг у порівнянні з COCOMO та COCOMO 2.0.

У 1991р. QSM Inc. представила власну реалізацію моделі SLIM, яка була покладена в основу програмного продукту для оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення, що отримав назву SLIM Estimate. Ця нова модель поділяє багато недоліків та переваг з моделлю SLIM. Вона може бути використана лише тоді, коли трудомісткість розробки програмного забезпечення становить більш ніж 20 людино-місяців, що також робить її непридатною для оцінювання трудомісткості менших проєктів.

Найпопулярнішим сімейством алгоритмічних моделей є COCOMO (Constructive Cost Model) [3]. В основі даної моделі лежить формула регресії з параметрами. Ці параметри визначають за допомогою даних, отриманих з попередньо завершених проєктів. Модель складається із ієрархії 3 послідовно доповнюваних і розширюваних форм. Базовий етап (Basic) виконує розрахунок трудомісткості виключно залежно від розміру програми, який визначається як кількість рядків програмного коду. Середній рівень (Intermediate) додатково також враховує додаткові фактори такі як: характеристики проєкту, кваліфікація персоналу та стан апаратного забезпечення. Детальний рівень (Advanced/Detailed) включає в себе

характеристики середнього рівня та досліджує їх вплив на кожен з етапів створення програмного забезпечення. До переваг цієї методології можна віднести прозорість та прозорість, ми можемо бачити як вона працює на відміну від інших моделей, таких як SLIM. До недоліків цієї моделі можна віднести: неможливість створити точну оцінку трудомісткості на початковому етапі проекту, тоді, коли вона є найбільш необхідною, результат використання цієї моделі дуже сильно залежить від правильності налаштування її до потреб саме даної організації, також для отримання оцінки необхідно використовувати історичні дані по попередньо завершеним проектам, потрібно докласти багато зусиль для їх отримання, якщо кількість створених компанією проектів не є достатньою для використання у цій моделі.

У 1999р. була створена модифікація моделі COSOMO, що отримала назву COSOMO II. В моделі COSOMO II існують 2 основні етапи: попередня оцінка перед початком розробки програмного продукту та більш детальна оцінка, яка проводиться після створення архітектури. Суттєвими відмінностями моделі COSOMO II від своєї попередниці є використання функціональних точок та об'єктно-орієнтовані підходи до оцінки.

Більшість з наведених вище моделей є лінійними, а тому не враховують нелінійні зв'язки між факторами. Саме тому виникає необхідність розробки нелінійної регресійної моделі оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення, яке створюється за Agile-методологією, на основі логарифмічного нормалізуючого перетворення. Ця модель дасть можливість підвищити достовірність оцінки трудомісткості розробки програмного забезпечення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання. Обрати нормалізуюче перетворення для емпіричних даних про розробку програмного забезпечення. Розробити нелінійну регресійну модель оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення. Перевірити адекватність моделі для оцінювання трудомісткості розробки ПЗ. Розробити ПЗ для оцінювання трудомісткості, використовуючи побудовану нелінійну регресійну модель. Для вирішення поставлених задач будуть використані методи теорії ймовірностей та математичної статистики, регресійного аналізу, побудови нелінійних регресійних моделей на основі нормалізуючих перетворень.

Список літературних джерел

1. Boehm B.W. Software engineering economics / B.W. Boehm. – Prentice–Hall, 1981. – 320 p
2. Shepperd M. Estimating software project effort using analogy / M. Shepperd, C. Schofield // IEEE Trans Software Eng. – 1997. – P. 736-743.
3. Boehm B.W. The COSOMO 2.0 Software Cost Estimation Model / B.W. Boehm. – American Programmer, 2000. – 586 p.

ПРАВИЛА И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ МЕТОДИКИ ОБОБЩЕННО-МНОЖЕСТВЕННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ПОДСИСТЕМЕ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА СППР АУДИТА

Нескородева 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 ЛПР, а также диалога с ЛПР на языке предметной области на этапах задания задачи и интерпретации результатов анализа.

Первичный модуль СППР аудита – подсистема экспресс-аудита, в которой решается задача экспресс-анализа данных синтетического учета и рекомендаций углубленного анализа и аудита на нижних уровнях. В данной работе рассматривается задача создания методики применения специального математического и информационного обеспечения подсистемы экспресс-анализа СППР аудита синтетического учета, как одна из подзадач проектирования СППР аудита. Для решения данной задачи согласно правилам системного анализа предприятия как объекта управления необходимо определить следующие составные части методики проектирования подсистемы экспресс аудита.

- Информацию (данные) синтетического учета характеризующую состояние и результаты деятельности предприятия за период проверки на верхнем уровне.
- Взаимосвязи синтетического учета и характеристик предприятия как объекта управления.
- Классификацию переменных, характеризующих состояние и результаты деятельности как объекта управления.
- Функциональные зависимости, характеризующие взаимодействие переменных СППР аудита.

- Правила обобщенно-множественного отображения множеств численных значений переменных.

- Свойства соответствия отображения обобщенных характеристик множеств численных значений переменных как предварительный этап подготовки данных для аудита.

Основные результаты. Вектор входных переменных характеризует множества операций расходов, а вектор выходных переменных характеризует множества операций доходов:

$$\bar{X}^e(T) = \mu(On_1^p(T), On_2^p(T), \dots, On_r^p(T), \dots, On_R^p(T)), \quad (1)$$

$$\bar{Y}^e(T) = \mu(On_1^o(T), On_2^o(T), \dots, On_l^o(T), \dots, On_L^o(T)), \quad (2)$$

где μ - оценка множеств операций в денежных единицах.

На основании теории множеств рассмотрим следующие виды характеристик множеств операций (1) и (2) соответствие между оценками, которых необходимо проверить, и определим их экономико-производственный смысл:

1. Мощност – свойство множеств, которое характеризуют разнообразие (количество видов операций, запасов, поставщиков, покупателей и т.д.) и масштаб деятельности предприятия: количество операций по видам, количество хозяйственных средств и источников по видам; размерность – свойство множеств, которое определяет количество характеристик деятельности предприятия: количество характеристик операций по видам, количество характеристик хозяйственных средств и источников по видам – множество характеристик χ_1 ;

2. замкнутость, открытость, предельные точки – свойства множеств, которые характеризуют экономическую деятельность предприятия с точки зрения достижения предельных значений по характеристикам видов операций или их комбинациям – множество закономерностей χ_2 ;

3. плотность, изолированные, точки сгущения – свойства структуры множеств, которые характеризуют непрерывность и равномерность экономической деятельности предприятия, например, по времени, или другим показателям видов операций или их комбинациям – множество закономерностей χ_3 ;

4. взаимосвязи элементов множеств – свойства множеств, которые характеризуют закономерности осуществления подмножеств операций по видам за определенный период – множество закономерностей χ_4 .

В следствии отображения множеств, существует отображение их характеристик:

$$\begin{aligned} &\bar{\chi}(On_1^p(T), On_2^p(T), \dots, On_r^p(T), \dots, On_R^p(T)) \rightarrow \\ &\rightarrow \bar{\chi}(On_1^o(T), On_2^o(T), \dots, On_l^o(T), \dots, On_L^o(T)) \end{aligned} \quad (3)$$

где $\bar{\chi} = (\chi^1, \chi^2, \chi^3, \chi^4)$ - набор характеристик множеств операций.

Сущность методики обобщенно-множественного отображения информации заключается в следующем. На основании правил отображения множеств определяются взаимно-однозначные соответствия характеристик множеств их численных значений. На основании проверки реализации взаимно-однозначного соответствия обобщенных характеристик выделяются эквивалентные подмножества. Подмножества, между которыми нет взаимно-однозначного соответствия обобщенных характеристик определяются как не эквивалентные и поступают в подсистему аналитического учета для углубленного анализа. Также делаются выводы по соответствию отображений функциональным взаимосвязям, а на их основании выводы о реализации данных взаимосвязей.

Возможности и преимущества данной методики. Применение данной методики позволит:

- 1) уменьшить объем анализируемых многомерных данных или фактической проверки на нижних уровнях за счет выделения эквивалентных подмножеств на верхних уровнях;

- 2) использовать результаты полиальтернативного анализа по набору характеристик для подготовки принятия решений с полиальтернативными критериями оценивания эквивалентности множеств в ИТ многоуровневой СППР аудита;

- 3) определять причину неэквивалентности данных, за счет определения функциональных взаимосвязей, реализация которых не соответствует свойствам отображений.

Выводы. Представленные результаты являются составляющими методики применения специального математического и информационного обеспечения при проектировании подсистем СППР аудита.

Список литературных источников

1. *Jarrold 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.*

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ РОБОТИ СЕКЦІЙНОЇ ПЕЧІ

Нестеров М. В., Манко Г. І.

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

Проблемам використання статистичних методів контролю і управління в останній час приділяється значна увага (див., наприклад, [1]). Як і будь-яка інша сфера науково-технічної діяльності, цей напрямок потребує автоматизації.

Технологічний процес нагрівання заготівель у секційній печі пов'язаний зі значними витратами енергоресурсів. Недотримання вимог технологічного регламенту приводить до суттєвих економічних втрат. Покладатись на професіоналізм операторського персоналу недостатньо. До того ж, оператори звичайно працюють в режимі «пожежників», втручаючись тоді, коли процес вже вийшов з-під контролю. Статистичний аналіз дає можливість виявлення відхилення від технологічного процесу завчасно, щоб своєчасно втрутитися в процес і скоректувати його.

Таким чином, задача створення автоматизованої системи статистичного аналізу роботи секційної печі (АСС СП) є надзвичайно актуальною.

Призначенням АСС СП є:

- а) проведення оперативного статистичного контролю технологічних режимів;
- б) прогнозування виходу технологічних параметрів за допустимі межі;
- в) своєчасне інформування персоналу про можливі порушення стабільності технологічних процесів.

При створенні АСС СП основна увага приділялась розробці інформаційного забезпечення.

Інформаційне забезпечення АСС СП є сукупністю технологічної інформації, що складається з масивів даних, файлів різних форматів і файлів бази даних (БД), необхідних для виконання усіх автоматизованих функцій. Дані можуть бути представлені як на жорстких дисках (внутрішньомашинна БД), так і на зовнішніх носіях (зовнішньомашинна БД).

Інфологічне проектування внутрішньомашинної інформаційної бази включає встановлення відповідності між станом предметної області і її описом даними. Предметною областю є технологічний процес. Отримання максимально наближеної до заданої якості продукції можна здійснити за рахунок зміни технологічних меж чинників, що впливають на виробництво, з урахуванням вихідних стандартизованих властивостей готової продукції. Для цього робиться збір експериментальних даних, визначаються чинники, що впливають на результат виробництва (аналізується поточний переділ) і формується вибірка експериментальних значень.

Ведення внутрішньомашинної бази забезпечується засобами системи управління базами даних (СУБД). Ці засоби забезпечують інтерфейс між

низьким рівнем (фізичним) представленням БД і її представленням на зовнішньому (логічному) рівні, на якому відбувається взаємодія з іншими підсистемами. Усі внутрішні операції відбуваються автоматично під контролем СУБД. Зовнішнє управління БД з інших систем може бути здійснене за допомогою спеціальних команд.

Зовнішньомашинна інформаційна база є сукупністю усіх документованих вхідних і вихідних даних. Вхідними даними є експериментальні дані процесу виробництва продукції. Вихідними даними системи є: значущість чинників, таблиця впливу чинників на властивості, кластери і їх склад, таблиці відстаней, діаграми.

Технічна структура АСС СП побудована за принципом клієнт-сервер. До складу комплексу технічних засобів входять сервер БД, робоча станція адміністратора системи, з якою здійснюється налаштування системи і її моніторинг, група клієнтських робочих станцій операторів.

Для виявлення аномалій ходу технологічних процесів застосовується методика трьохкомпонентного вектора. Як показано у [2], аномальні ситуації характеризуються трьома типами відхилень нормальної течії процесу: виникненням тренду, появленням "сплесків" (відхилень з великою амплітудою) і зміною частоти чи періоду коливань. Тобто можна оцінювати стан технологічного процесу з допомогою трикомпонентного вектору, кожна з компонент якого характеризує одну з перелічених особливостей процесу.

Отриманий вектор порівнюється з еталонним вектором, що відповідає нормальному ходу процесу. Як міру відхилення від еталонного вектора запропоновано використовувати інформаційну невизначеність, згідно [3].

$$\eta = 1 - \frac{\sum_j p(x_j) \log p(x_j)}{\sum_j p(x_j) \log q(y_j)} \quad (1)$$

Тут $P = \{p(x_j)\}$ – реальний розподіл імовірностей значень домінуючого технологічного показника, а $Q = \{q(y_j)\}$ – гіпотетичний розподіл імовірностей, що відповідає нормальному функціонуванню технологічного об'єкта.

Критичне значення інформаційної невизначеності, за якого виробляється тривожне повідомлення оператору, встановлюється під час налагоджування автоматизованої системи.

Список літературних джерел:

1. Кошечая, Л. Обобщенный подход к оцениванию статистической управляемости технологического процесса. Часть 1. Статистическое обоснование критериев разложенности технологического процесса / Л. Кошечая, М. Клевцова // Метрология та прилади. – 2018. – № 1 (69). – С. 40–45.
2. Цуверкалова, О.Ф. Статистический анализ состояния технологических систем АЭС / О.Ф. Цуверкалова, М.Н. Галанова, И.Н. Кузянькин, Д.А. Меркулов // Электронные средства и системы управления : тр. XII Международной научно-практической конференции. – Томск. – 2016. – С. 188–191.
3. Манко, Г.И. Использование концепции неопределенности в задачах анализа и синтеза АСУ ТП / Г.И. Манко, А.И. Карнин // Системы обработки информации. – Харьков. – 2013. – № 2 (109). – С. 67–71.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

Нечипоренко О. В., Крижній О. С., Чикало Д. Р.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

У зростаючій технічній оснащеності сучасного суспільства радіотехнічними засобами важлива роль належить системам радіолокації. У реальних умовах функціонування вони схильні до впливу різних природних і (або) спеціально створених перешкод. Тому в останні десятиліття найбільш важливим при проектуванні сучасних радіолокаційних систем (РЛС) є подальше підвищення їх перешкодозахищеності. Це стосується як систем управління повітряним рухом, так і систем військового призначення, систем метеорології, картографії, дослідження космосу.

Україна входить до десятки країн світу, що займаються розробками і виробництвом радіолокаційних систем. Питання оснащення сучасними радіотехнічними засобами на сьогодні є достатньо актуальним, адже дає можливість забезпечити не лише контроль повітряного простору України, а й зайнятість вітчизняної промисловості.

Метою роботи є дослідження методів реалізації радіолокаційних систем, а також видів перешкод та засобів захисту від них.

Залежно від класифікаційних ознак розрізняють наступні РЛС:

- за місцем установки - РЛС наземного, корабельного (морського), авіаційного (повітряного), космічного та змішаного базування;
- за призначенням - РЛС виявлення цілей (оглядові РЛС), управління зброєю, забезпечення польотів, метеорологічні, навігаційні, багатофункціональні;
- за робочим діапазоном довжин хвиль - РЛС декаметрового, метрового, дециметрового, сантиметрового, міліметрового діапазонів довжин хвиль, багатодіапазонні РЛС;
- за видом випромінювання - РЛС імпульсного, безперервного, квазібезперервного, шумового (квазішумового) і комбінованого випромінювання;
- за числом вимірюваних координат - двокоординатні (зазвичай дальність і азимут - далекоміри, або дальність і кут місця - висотоміри), трьохкоординатні (зазвичай дальність, азимут і кут місця);
- за числом займаних позицій - однопозиційні і багатопозиційні [1].

У сучасних умовах задача вибору засобів радіоелектронного заглушення може бути вирішена за допомогою інформації про тактико-технічні характеристики РЛС. З іншого боку, при виборі характеристики захисту від перешкод необхідні деякі відомості про типи перешкод, які будуть використовуватись та їх енергетичні параметри.

Залежно від способу утворення радіолокаційного сигналу або від природи його виникнення розрізняють різні методи радіолокації. Основними з них є: активний, активний з активною відповіддю і пасивний [2].

При активному способі радіолокації передавальний пристрій РЛС випромінює зонduючий сигнал. Частина енергії поглинається об'єктом, частина відбивається і приймається приймачем РЛС. Перевагою цього методу є можливість виявлення об'єктів, що не мають власного радіовипромінювання.

При активному способі з активною відповіддю на об'єкті встановлюють радіовідповідач, який приймає зонduючий сигнал і випромінює у відповідь радіолокаційний сигнал. При цьому між зонduючим і відповідним сигналами існує частотний зсув, що істотно підвищує перешкодозахищеність РЛС. Наявність приймача зонduючого сигналу і передавача в структурній схемі дозволяє мати потужність сигналу набагато більшу, ніж потужність відбитого від об'єкта сигналу. Це значно підвищує дальність дії РЛС.

При пасивному методі радіолокації сигналом є власне випромінювання об'єктів в діапазоні радіочастот. Оскільки зонduючий сигнал відсутній, то РЛС може визначити лише напрямок на об'єкт. Це є недоліком цього методу.

Основним засобом створення організованих активних перешкод є спеціальні передавачі перешкод. З огляду на те, що одним передавачем перешкод неможливо перекрити весь діапазон частот, який застосовується в радіолокації, до складу станцій перешкод зазвичай входить декілька передавачів, кожен з яких перекриває частину загального діапазону. Щоб число передавачів було найменшим, кожен з них повинен створювати перешкоди в якомога ширшому діапазоні частот. Внаслідок цього і антени передавачів перешкод повинні бути широкосмуговими.

Оскільки РЛС, що пригнічуються, приймають прямі сигнали передавача перешкод, середня потужність останнього може бути порівняно невеликою, порядку десятків - сотень ват. При цьому досягається достатнє перевищення перешкоди над відбитим сигналом на вході приймача РЛС, необхідне для порушення нормальної роботи або повного її придушення. Застосування спрямованої антени в передавачі перешкод дозволяє збільшити ефективність активної перешкоди без збільшення потужності передавача. Однак в цьому випадку ефективність перешкод залежить ще і від точності орієнтування спрямованої антени, що викликає необхідність визначення напрямку на РЛС і орієнтації антени передавача перешкод. При використанні ненаправленої антени ця необхідність відпадає, але виникає небезпека створення перешкод своїм станціям. Тому антена вибирається з умов тактичного використання передавача перешкод і місця його установки.

Передавачі перешкод можуть встановлюватися на літаках, повітряних кулях, ракетах, кораблях, на землі, а також можуть викидатися на поплавцях в морі або на парашутах над потрібною територією. Спосіб використання передавачів перешкод вибирається виходячи з конкретних обставин.

У реальних умовах функціонування на РЛС можуть одночасно впливати як активні, так і пасивні перешкоди. Відомо, що просторово-розподілений характер гідрометеорів формує просторово-розподілений спектр перевідбиттів сигналів. При сильному впливі активних і пасивних перешкод це призводить до декореляції точкових джерел активних перешкод просторово-розподіленим спектром пасивної перешкоди, що обмежує можливість компенсації активних перешкод [2].

Залежно від частоти налаштування передавача перешкод розрізняють прицільні і загороджувальні активні перешкоди. Прицільна перешкода може бути вузькосмуговою, так як вона створюється шляхом налаштування передавача перешкод на робочу частоту пригнічуваної РЛС з помилкою, що не перевищує половини смуги пропускання приймача РЛС. Загороджувальна перешкода створюється або шляхом одночасного випромінювання передавачем перешкод електромагнітних коливань в широкій смузі частот, або шляхом автоматичної і періодичної перебудови вузькосмугового передавача перешкод в широкому діапазоні частот.

Всі активні перешкоди характеризуються щільністю потужності або числом ват потужності на мегагерц смуги частот перешкоди. Щільність перешкоди визначає її рівень на вході приймача РЛС. Вузькосмугова прицільна перешкода має велику щільність при малій потужності передавача і тому економічна. Однак створення прицільної перешкоди вимагає застосування складної апаратури управління для швидкого і точного налаштування передавача перешкод.

Загороджувальна перешкода, навпаки, не вимагає точного налаштування передавача перешкод на частоту пригнічуваної РЛС, так як вона створюється в широкій смузі частот і забезпечує одночасне придушення всіх РЛС, що працюють в цьому діапазоні частот. При організації загороджувальних перешкод потрібне знання меншої кількості даних про РЛС. Однак для створення такої ж щільності потужності, як у прицільної перешкоди, передавач загороджувальної перешкоди повинен мати, значно, більшу потужність, габарити і вагу.

При роботі радіолокаторів спостерігається явище відбиття електромагнітних хвиль, випромінюваних антеною, від об'єктів, електричні параметри яких відрізняються від параметрів середовища поширення радіохвиль. Інтенсивність пасивних перешкод може перевищувати на 30-80 дБ рівень власних шумів приймача, що призводить до його перевантаження і втрати корисного сигналу.

Таким чином, найважливішими показниками активних перешкод є смуга частот і щільність потужності. Більш перспективним є спільне використання активного і пасивного методу локації. Труднощі створення прицільних перешкод зростають зі збільшенням числа об'єктів придушення і застосуванням швидкої перебудови в самих РЛС. Підвищуючи роздільну здатність по координатам і скорочуючи при цьому розміри об'єкта, можна домогтися поліпшення спостережності сигналу на тлі пасивних перешкод.

Список літературних джерел

1. Радиолокационные системы: учебное пособие / В. В. Ахияров, С. И. Нефедов, А. И. Николаев и др.; под ред. А. И. Николаева. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 349 с.
2. Проектирование радиолокационных систем [Електронний ресурс]: монографія / Д. М. Пиза, Д. С. Семенов, Т. И. Бугрова; под. ред. Д. М. Пизы. – Запорожье: ЗНТУ, 2017. – 121 с. Режим доступа: http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/2216/4/Piza_Designing_of_radar.pdf

ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ КРЕДИТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Овчаренко О. В., Науменко Н. Ю.,

Стрельченко І. І., Маметьєва А.В.

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

Останнім часом дослідники велику увагу приділяють можливості використання методів аналізу невизначеності для вирішення проблем управління. Розвиток традиційних елементів управління припускає практичне використання нечіткої логіки і теорії нечітких множин для аналізу невизначеності в майбутньому. Для адекватної оцінки діяльності банку використовується теорія, здатна описати невизначене середовище, - теорія нечітких множин.

Розглянемо побудову нечіткої моделі на прикладі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб – позичальників банків.

Відповідно до наведеної методики моделювання розробку нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників комерційних банків почнемо з виділення основних факторів кредитоспроможності. Очевидно, ключовим з них є дохід позичальника – його достатність для виконання кредитних зобов'язань є необхідною умовою для отримання кредиту. Водночас кредитоспроможність фізичної особи – позичальника опосередковано залежить і від інших (переважно якісних) факторів: матеріального та сімейного стану позичальника, місця і стажу його роботи, віку та здоров'я, наявності та характеру кредитної історії тощо. У формалізованому вигляді зв'язок кредитоспроможності з кількісними і якісними характеристиками позичальника можна подати так:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7), \quad (1)$$

де y – кредитоспроможність, x_1 – вік, x_2 – сфера зайнятості, x_3 – стаж роботи (на поточному місці роботи), x_4 – сімейний стан, x_5 – матеріальний стан, x_6 – кредитна історія, x_7 – платоспроможність (відношення суми щомісячної виплати по кредиту до сальдо платіжного балансу позичальника).

Зауважимо, що кількість і склад факторів кредитоспроможності можуть бути й іншими, але для нечіткої моделі це не має принципового значення: у разі потреби в неї можна ввести додаткові (вивести зайві) параметри, при цьому структура моделі не зміниться, доведеться змінити лише логічні висловлювання, що формують нечітку базу знань. У цьому і полягає одна з основних переваг нечітких моделей над традиційними, в яких зв'язок між вхідними і вихідними параметрами виражається строгою функціональною залежністю.

З урахуванням обмеження, а саме кількість термів лінгвістичних змінних обирають, як правило, не більшою семи та рекомендацій експертів для опису кількісних параметрів кредитоспроможності (вік, стаж роботи, платоспроможність) використовуватимемо відповідно 3, 3 і 5 термів, а якісні

параметри (сфера зайнятості, сімейний стан, матеріальний стан, кредитна історія) будемо описувати 2-а термами (табл. 1). Назви термів обрано виходячи із змістовної інтерпретації відповідних лінгвістичних змінних.

Таблиця 1 - Лінгвістичні змінні нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників

Позначення	Назва	Універсальна множина	Лінгвістичні терми
x ₁	вік	18...65 років	МЛ (молодий), СР (середній), СТ (старший)
x ₂	сфера зайнятості	1-навчання, безробіття, пенсія	НП (низькоперспективна), ВП (високоперспективна)
		2- сільське господарство, бюджетна організація	
		3-промисловість, сфера послуг, транспорт, держслужба	
		4- фінансова організація	
x ₃	стаж роботи	0...10 років	М (малий), С (середній), В (великий)
x ₄	сімейний стан	1-неодружений /незаміжня, розведений/ розведена, вдівець/вдова (3 дітей і більше)	НС(нестабільний), С (стабільний)
		2-неодружений/ незаміжня, розведений/ розведена, вдівець/вдова (1-2 дітей)	
		3-неодружений/ незаміжня, розведений/ розведена, вдівець/вдова (дітей немає), одружений/ заміжня (3 дітей)	
		4-одружений/заміжня (0 дітей)	
		5-одружений/заміжня (1-2 дітей)	
x ₅	матеріальний стан	1- немає майна	П (поганий) Д (добрий)
		2- спільне володіння майном	
		3- одноосібне володіння майном	
x ₆	кредитна історія	1-погане виконання кредитних зобов'язань	Н (негативна), П (позитивна)
		2-немає кредитної історії	
		3-добре виконання кредитних зобов'язань	
x ₇	Платоспроможність	0...100%	В (висока), ВС(вище середнього), С (середня), НС (нижче середнього), Н (низька)

Для апроксимації результатів обробки експертних оцінок було використано гаусові (для термів кількісних параметрів) та трикутні (для термів якісних параметрів) функції відповідно.

Показник кредитоспроможності у моделі (1) будемо розглядати як лінгвістичну змінну, яка може приймати значення з множини дискретних

значень вигляду $\{A, B, B, G, D\}$ (перераховані значення відповідають класам кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників).

А клас – позичальники з абсолютно високим рівнем кредитоспроможності. Їх кредитування для банку є практично безризиковим.

Б клас – позичальники з високим рівнем кредитоспроможності. Кредитуючи їх, банк приймає на себе виправданий ризик.

В клас – позичальники з середнім рівнем кредитоспроможності. Ухвалюючи рішення про кредитування, банк повинен ретельно проаналізувати можливі наслідки.

Г клас – позичальники з низьким рівнем кредитоспроможності. Їх кредитування буде для банку великим ризиком.

Д клас – позичальники з дуже низьким рівнем кредитоспроможності. Їх кредитування буде для банку великим ризиком, і тому банк повинен відмовити позичальникам в наданні кредиту.

Фрагмент нечіткої бази знань представлений в таблиці 2

Таблиця 2 - Матриця знань нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y	w
1	СР	ВП	В	С	Д	П	В	А	1
2	СТ	ВП	М	С	Д	П	В	А	1
3	СР	ВП	В	С	П	П	ВС	А	1
4	СР	НП	В	НС	Д	П	В	А	1
5	МЛ	ВП	М	С	Д	П	ВС	А	1
6	СТ	ВП	В	С	Д	П	С	Б	1
7	МЛ	ВП	С	С	Д	Н	В	Б	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	МЛ	НП	С	НС	Д	Н	НС	Д	1
36	СТ	ВП	М	НС	Д	Н	Н	Д	1
37	СТ	НП	В	НС	Д	Н	Н	Д	1
38	СР	НП	В	НС	П	Н	Н	Д	1
39	СТ	ВП	М	НС	П	Н	Н	Д	1
40	МЛ	НП	М	НС	П	Н	Н	Д	1

Матрицю знань нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників, представлену в табл. 2, побудовано на основі даних, отриманих з досвіду кредитних експертів одного з вітчизняних комерційних банків.

Система нечітких логічних висловлювань «якщо [вхідні параметри], то [вихідний параметр]», яка відповідає наведеній матриці знань, виглядає так (щоб не переобтяжувати текст, подано скорочений вигляд):

якщо (x_1 =СР) і (x_2 =ВП) і (x_3 =В) і (x_4 =С) і (x_5 =Д) і (x_6 =П) і (x_7 =В)
або...

або (x_1 =МЛ) і (x_2 =ВП) і (x_3 =М) і (x_4 =С) і (x_5 =Д) і (x_6 =П) і (x_7 =ВС), то
 y =А;

якщо (x_1 =СТ) і (x_2 =ВП) і (x_3 =В) і (x_4 =С) і (x_5 =Д) і (x_6 =П) і (x_7 =С)
або...

або (x_1 =МЛ) і (x_2 =НП) і (x_3 =М) і (x_4 =С) і (x_5 =П) і (x_6 =П) і (x_7 =ВС),

то $y=B$;
якщо $(x_1=CT)$ і $(x_2=BP)$ і $(x_3=B)$ і $(x_4=HC)$ і $(x_5=П)$ і $(x_6=H)$ і $(x_7=B)$ (2)
або...
або $(x_1=ML)$ і $(x_2=НП)$ і $(x_3=M)$ і $(x_4=C)$ і $(x_5=Д)$ і $(x_6=H)$ і $(x_7=C)$, то
 $y=B$;
якщо $(x_1=CT)$ і $(x_2=BP)$ і $(x_3=B)$ і $(x_4=C)$ і $(x_5=П)$ і $(x_6=H)$ і $(x_7=HC)$
або...
або $(x_1=ML)$ і $(x_2=НП)$ і $(x_3=M)$ і $(x_4=HC)$ і $(x_5=П)$ і $(x_6=П)$ і $(x_7=HC)$,
то $y=Г$;
якщо $(x_1=CT)$ і $(x_2=BP)$ і $(x_3=C)$ і $(x_4=HC)$ і $(x_5=Д)$ і $(x_6=H)$ і $(x_7=H)$
або...
або $(x_1=ML)$ і $(x_2=НП)$ і $(x_3=M)$ і $(x_4=HC)$ і $(x_5=П)$ і $(x_6=H)$ і $(x_7=H)$,
то $y=Д$;

Нечіткі логічні рівняння, які будуть використовуватися для обчислення значення вихідного параметра при фіксованих значеннях вхідних параметрів, мають наступний вигляд (3).

$$\begin{aligned} \mu^A(y) &= 1 \cdot [\mu^{CP}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^B(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^П(x_6) \wedge \mu^B(x_7)] \\ V... \\ V1 \cdot [\mu^{ML}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^M(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^П(x_6) \wedge \mu^{BC}(x_7)]; \\ \mu^B(y) &= 1 \cdot [\mu^{CT}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^B(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^П(x_6) \wedge \mu^C(x_7)] \\ V... \\ V1 \cdot [\mu^{ML}(x_1) \wedge \mu^{НП}(x_2) \wedge \mu^M(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^П(x_6) \wedge \mu^{BC}(x_7)]; \\ \mu^B(y) &= 1 \cdot [\mu^{CT}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^B(x_3) \wedge \mu^{HC}(x_4) \wedge \mu^П(x_5) \wedge \mu^H(x_6) \wedge \mu^B(x_7)] \\ V... \\ V1 \cdot [\mu^{ML}(x_1) \wedge \mu^{НП}(x_2) \wedge \mu^M(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^H(x_6) \wedge \mu^C(x_7)]; \\ \mu^Г(y) &= 1 \cdot [\mu^{CT}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^B(x_3) \wedge \mu^C(x_4) \wedge \mu^П(x_5) \wedge \mu^H(x_6) \wedge \mu^{HC}(x_7)] \\ V... \\ V1 \cdot [\mu^{ML}(x_1) \wedge \mu^{НП}(x_2) \wedge \mu^M(x_3) \wedge \mu^{HC}(x_4) \wedge \mu^П(x_5) \wedge \mu^П(x_6) \wedge \mu^{HC}(x_7)]; \\ \mu^D(y) &= 1 \cdot [\mu^{CT}(x_1) \wedge \mu^{BP}(x_2) \wedge \mu^C(x_3) \wedge \mu^{HC}(x_4) \wedge \mu^D(x_5) \wedge \mu^H(x_6) \wedge \mu^H(x_7)] \\ V... \\ V1 \cdot [\mu^{ML}(x_1) \wedge \mu^{НП}(x_2) \wedge \mu^M(x_3) \wedge \mu^{HC}(x_4) \wedge \mu^П(x_5) \wedge \mu^H(x_6) \wedge \mu^H(x_7)]; \end{aligned} \quad (3)$$

Для оптимізації нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників було використано навчальну вибірку з 80 пар «[значення параметрів кредитоспроможності] – [клас кредитоспроможності]» (фрагмент табл. 3), отриманих на підставі результатів аналізу кредитними експертами одного з вітчизняних комерційних банків - реальних кредитних заявок. Кількість керованих змінних в задачі оптимізації дорівнювала 64, серед яких 11 коефіцієнтів стискання-розтягу функцій належності термів змінних x_1, x_3, x_7 , 5 координат максимумів функцій належності некрайніх термів змінних x_1, x_3, x_7 , 4 правих координати перетину функціями належності осі абсцис лівих термів змінних x_2, x_4, x_5, x_6 , 4 лівих координати перетину функціями належності осі абсцис правих термів змінних x_2, x_4, x_5, x_6 і 40 ваг правил нечіткої бази знань.

Таблиця 3 - Порівняння результатів експертної та модельної класифікації фізичних осіб-позичальників до (*) та після (**) оптимізації параметрів моделі

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y	y^*	y^{**}
1	27	3	4	3	3	2	36	Б	Б	Б
2	19	3	1	2	2	3	49	В	В	В
3	20	1	1	2	2	3	30	В	Б	В
4	24	2	2	3	2	3	25	Б	Б	Б
5	38	3	2	2	1	1	77	Г	В	Г
6	27	3	4	1	1	3	38	В	Г	В
7	36	2	10	5	2	2	96	В	В	В
8	49	1	5	1	3	2	68	Г	В	Г
9	54	3	2	3	1	2	85	Г	Г	Г
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
75	31	3	9	2	2	3	75	В	В	В
76	63	4	8	5	3	3	26	А	Б	А
77	47	3	4	3	2	2	58	В	В	В
78	25	2	2	3	1	3	72	Г	Г	В
79	57	4	6	3	2	2	33	Б	Б	Б
80	40	2	1	2	2	2	37	В	В	В

В результаті розв'язання задачі оптимізації (використовувався математичний пакет Matlab) нечіткої моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників отримано оптимальні значення параметрів функцій належності термів лінгвістичних змінних.

Порівняно з відомим моделями вона забезпечує адекватнішу формалізацію експертних знань про кредитоспроможність фізичних осіб-позичальників. Отримана нечітка модель дає можливість поєднати показники, що мають кількісну шкалу вимірювання, з параметрами якісного типу, для оцінки яких використовуються лінгвістичні висловлювання. Ця модель має високу здатність адаптації до реальних даних через механізм оптимізації параметрів на основі навчальної вибірки. Зазначені особливості у своїй сукупності забезпечують високу адекватність оцінки кредитоспроможності фізичних осіб-позичальників банку. Недоліком розробленої моделі порівняно з іншими моделями є її відносна громіздкість, тому її краще використовувати в інформаційних системах підтримки прийняття рішень щодо оцінки кредитоспроможності позичальників комерційних банків, аніж для розробки методик табличного аналізу

Список літературних джерел

1. Нейронечіткі технології моделювання фінансової стійкості у кризових умовах [Текст] / Стрельченко І.І., Науменко Н.Ю., Овчаренко О.В. // Стратегія та механізми забезпечення фінансово-економічної безпеки: колективна монографія / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. В. П. Ільчука. – Чернівці: ЧНТУ, 2017. – 350 с.

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ И ФАЗЫ СИГНАЛОВ OFDMA НА ВЫХОДЕ КАНАЛА С ЗАМИРАНИЯМИ

Орябинская О. А.

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова, Одесса, Украина

На сегодня одним из наиболее перспективных решений в области высокоскоростной передачи данных является использование технологии OFDMA. Данная технология обеспечивает высокую спектральную эффективность и эффективно борется с многолучевыми замираниями [1, с. 259]. Движение пользователя в условиях городской застройки приводит к частотной дисперсии, когда около каждой поднесущей возникает доплеровский спектр. Также нужно учесть что, в любой системе радиосвязи присутствуют случайные флуктуации фазы радиосигнала, вызванные нестабильностью генераторов приёмника и передатчика. В результате нарушается ортогональность между поднесущими и возникает взаимная помеха между ними (ICI – inter-carrier interference), которая может существенно ухудшать помехоустойчивость многочастотной системы. Учитывая, что OFDM-символы содержат эталонные поднесущие с известными передаваемыми последовательностями, то есть возможность оценивать параметры канала связи. В данной работе предложен алгоритм оценки параметров многолучевого радиоканала на пилотных поднесущих и с их учетом пересчитываются значения принятых канальных символов на информационных поднесущих.

Для задания алгоритма работы системы подстройки использована математическая модель канала в которой сигнал, на входе демодулятора OFDM можно представить в виде дискретной свертки импульсной характеристики канала и переданного OFDM символа.

Сигнал, принимаемый на k -ой поднесущей, состоит из двух слагаемых. Первое из них представляет собой полезный сигнал с некоторым коэффициентом, а второе – взаимную помеху между поднесущими (ICI).

Так как сигнал OFDMA представляет собой частный случай сигнала модуляции со многими несущими, то набег фазы каждой поднесущей можно рассчитать по формуле (1):

$$\Psi_{\tau} = \omega\tau = 2\pi k\tau/T. \quad (1)$$

Для упрощения представим временной сдвиг относительной величиной. Т.к. интервал дискретизации равен $T/K_{\max}$, то величина $m=(\tau K_{\max})/T$ покажет задержку относительно интервала дискретизации. И тогда набег фазы k -ой поднесущей можно представить в виде [2, с. 148]:

$$\Psi_{k\tau} = 2\pi km/K_{\max}. \quad (2)$$

Величина доплеровского смещения имеет линейную зависимость от частоты переносчика и в пределах выделенной полосы имеет различные значения. Набег фазы k -ой поднесущей, возникающий за счет доплеровского смещения рассчитывается из соотношения:

$$\Psi_{kd} = 2\pi f_k T \frac{v \cos(\theta)}{\lambda} = 2\pi f_k \beta \cos(\theta) T. \quad (3)$$

Кроме того каждая поднесущая получает некоторый нерегулярный набег фазы за счет шумов неортогональности, а также воздействия АБГШ.

Чтобы минимизировать количество неизвестных в математической модели канала предлагается ослабление сигнала l -ого луча μ_l заменить известными аппроксимирующими выражениями [3, с. 171].

Для выполнения синхронизации МС может использовать все пилотные поднесущие, а в системах беспроводного доступа их предусмотрено от 12 до 240 в зависимости от выделенной полосы. Пилотные поднесущие модулируются ФМ-2. Значения сигналов на этих несущих определяются на основании ПСП. Исходя из количества доступных пилотных поднесущих n , можно составить n уравнений. Для решения системы уравнений необходимо чтобы количество уравнений превосходило количество неизвестных хотя бы на 1. Для корректной оценки канала необходимо определить задержку и ослабление в каждом луче, и величины α и β не зависящие ни от номера поднесущей ни от номера луча. Таким образом, количество неизвестных $2L+2$. Исходя из этого минимальное количество уравнений $2L+3$. Используя данный метод можно учесть $L = n/2 - 2$ лучей. Таким образом, при минимальном количестве выделенных пилотных поднесущих $n = 12$ можно учесть четыре луча. Это позволяет использовать для начала подстройки одну из эмпирических моделей канала, описанной в Рекомендации МСЭ М.1225 [4, с. 28]. Решить такую систему точным методом не представляется возможным. Для решения системы уравнений предлагается использовать приближенный, численный, или итерационный метод.

Решение системы должно быть получено с некоторой заданной точностью до ϵ .

Запишем систему нелинейных уравнений в виде

[illegible]

или коротко в виде

$$F_i(\alpha, \beta, m_1, m_2, m_3, m_4, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4) = \sum_{l=0}^L \frac{K_{max} \exp(-\alpha \cdot m_l / T)}{\pi k \beta |\sin \theta_l|} a_k \cos \left(\frac{2\pi k m_l}{K_{max}} + 2\pi f_k \beta \cos(\theta_l) \right) -$$

$$-\tilde{a}_k = 0, \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, n.$$

Здесь функции, стоящие слева в (4) определены и непрерывны вместе со своими частными производными в некоторой области D , которой принадлежит точное решение рассматриваемой системы уравнений. Для решения системы нелинейных уравнений предлагается использовать метод Ньютона. Этот метод обладает гораздо более быстрой сходимостью, чем другие [5, с. 17]. На рис. 1 представлен алгоритм решения составленной системы нелинейных уравнений методом Ньютона.

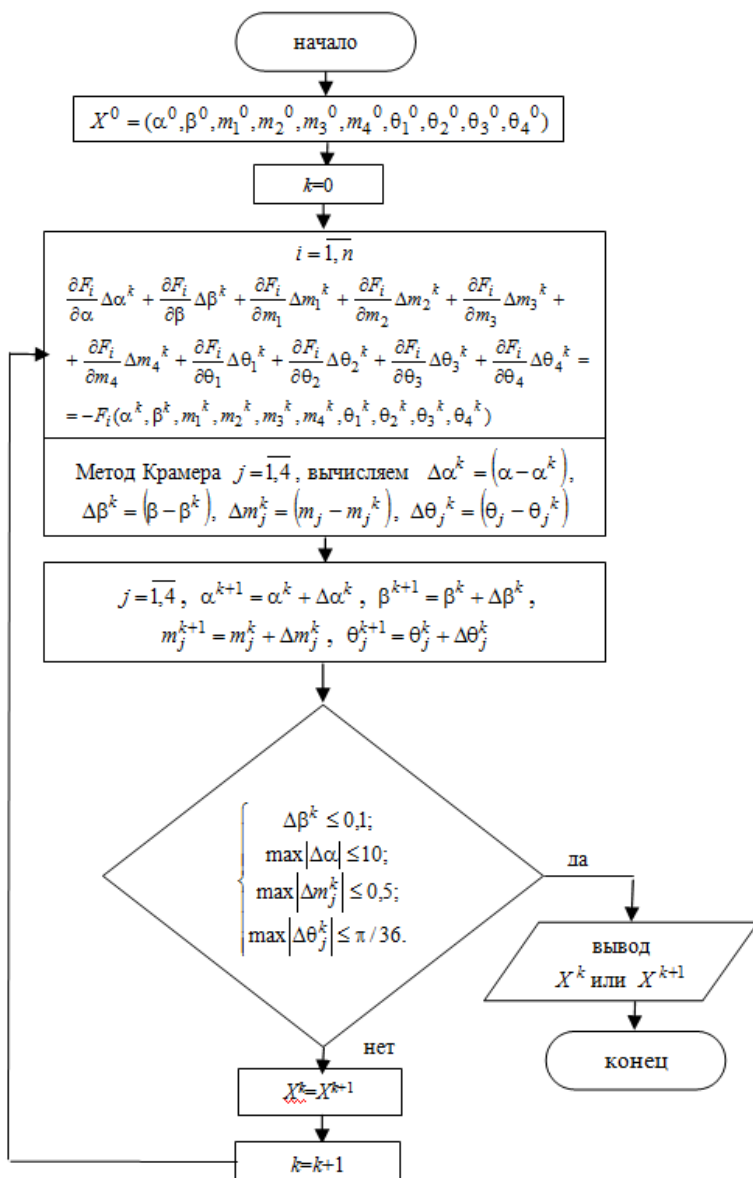


Рисунок 1 – Алгоритм решения составленной системы нелинейных уравнений методом Ньютона

После отыскания параметров канала $X^k = (\alpha^k, \beta^k, m_1^k, m_2^k, m_3^k, m_4^k, \theta_1^k, \theta_2^k, \theta_3^k, \theta_4^k)$ можно произвести пересчет координат информационных поднесущих по правилам

$$a_{k \text{ кор}} = \frac{\tilde{a}_k}{\sum_{l=0}^L \frac{K_{\max} \exp(-\alpha \cdot m_l / T)}{\pi k \beta |\sin \theta_l|} \cos\left(\frac{2\pi k m_l}{K_{\max}} + 2\pi f_k \beta \cos(\theta_l)\right)}, \quad (5)$$

$$b_{k \text{ кор}} = \frac{\tilde{b}_k}{\sum_{l=0}^L \frac{K_{\max} \exp(-\alpha \cdot m_l / T)}{\pi k \beta |\sin \theta_l|} \sin\left(\frac{2\pi k m_l}{K_{\max}} + 2\pi f_k \beta \cos(\theta_l)\right)}. \quad (6)$$

Выводы. Если учесть, что на пилотных поднесущих используется ФМ-2, то данный алгоритм позволяет оценить отклонение несущей частоты в пределах половины расстояния между поднесущими. Также есть возможность использования для подстройки информационных поднесущих, а не только пилотных, что за счет большей выборки значений позволит минимизировать влияние фазового шума, вызванного межканальной помехами и шумами в канале связи. Но то, что на информационных поднесущих используется модуляция с большим числом позиций приводит к уменьшению пределов оценки отклонения несущей частоты. Поэтому в начале синхронизации рекомендуется использовать для оценки лишь пилотные поднесущие, а для дальнейшей подстройки использовать все поднесущие рабочего диапазона частот.

Список литературных источников:

1. Вишневский В.М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. – М.: Техносфера, 2009. 472 с.
2. Долгих Д.А. Оценивание линейного фазового сдвига OFDM сигнала // Известия Томского политехнического университета. 2006. – Т. 309 – № 8 – С. 148–151
3. Орябинская О. А. Метод оценки передаточной характеристики многолучевого канала в системах мобильной связи с OFDM(A) / О. А. Орябинская // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – № 2. – С. 171–175. – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vott_2014_2_31.pdf.
4. ITU-R M.1225 – Guidelines for evaluation of radio transmission technologies for IMT-2000: Rec. ITU-R M.1225. – [Чинний від 1997-02]. – Женева: International Telecommunication Union, 1997. – 60 с. – (міжнародний стандарт).
5. Копнина В.И. Численные методы линейной и нелинейной алгебры / Копнина В.И., Вельмисова А.И.: Методическое руководство к практическим работам по методам вычислений для студентов естественных наук – Саратов: Саратовский Государственный Университет им. Н.Г.Чернышевского, 2011. – 35 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТОВОЙ СТРУКТУРЫ МИКРОБАЛОК

Палагин В. А., Стародубцева Н. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Кантилеверы представляют собой закреплённую на одном конце консольную микробалку, которая способна изгибаться под действием различных факторов. Частота колебаний чувствительна к длине микробалки.

Для применения кантилеверов в качестве термических датчиков на кантилевер наносится слой материала с коэффициентом теплового расширения, существенно отличающимся от значения для материала непосредственно самого кантилевера.

Данные устройства имеют широкий спектр применения. К примеру, кантилеверы устанавливаются в сканирующих зондовых микроскопах. Угол наклона балки в процессе сканирования регистрируется и может либо пересчитываться в рельеф – при этом сила в процессе сканирования будет изменяться, либо поддерживать постоянным вертикальным перемещением кантилевера или образца, а это перемещение, осуществляемое для поддержания постоянного угла наклона кантилевера специальной подвижкой, и будет определять рельеф поверхности.

Также их используют в качестве датчиков, нанося на чувствительную зону специальное покрытие, которое, в свою очередь, является чувствительным к контролируемому химическому веществу, белку, вирусу либо к другому анализу. При присутствии аналита в среде, его атомы химически связываются с чувствительным покрытием. Из-за вызываемого этим незначительного изменения массы, частота механических колебаний кантилевера изменяется.

Кантилеверы применяются в качестве микроконсольных инфракрасных приёмников. В данном случае они имеют внешний вид консольной матрицы. Поглощая инфракрасное излучение, происходит изгибание матрицы, она приближается к поверхности неподвижной обкладки, примерно на 0,1 мкм на каждый градус температурного изменения. Это приводит к изменению ёмкости прибора и генерации электрического сигнала в чувствительном элементе пропорционально поглощённому излучению. Возможный ложный сигнал, вызванный внешними вибрациями и ударами, компенсируется резонансными RC-фильтрами.

Кантилевер представляет из себя упругую длинную балку, которая закреплена одним концом на кремниевой подложке. Общий вид кантилеверов и увеличенное изображение кантилевера представлены на рисунке 1.

Среди важнейших параметров кантилеверов можно выделить следующие: жёсткость, резонансная частота, добротность.

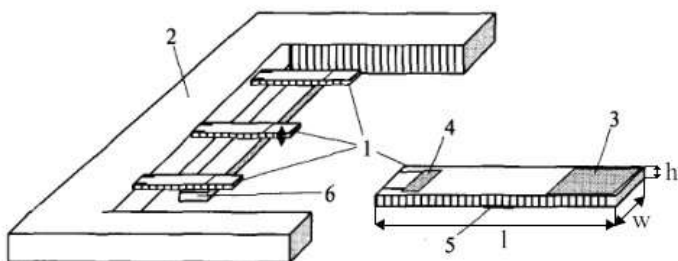


Рисунок 1 – Конструкция кремниевого кантилевера

На рисунке: 1 – кантилеверы; 2 – основной объём кремния; 3 – чувствительная зона; 4 – пьезорезистор; 5 и 6 – электроды для возбуждения и поддержания механических колебаний; l – длина; w – ширина; h – высота.

$l = 1\text{ мм}$; $w = 100\text{ мкм}$; $h = 25\text{ мкм}$.

Технологический процесс изготовления будет состоять из: очистки пластин; создания стоп-слоя (внедрение бора методом ионной имплантации); травления кремния при помощи КОН и воды; создания слоя Si_3N_4 в нише кремния; химического осаждения поликремния из газовой фазы; нанесения жертвенного слоя (SiO_2); создания возбуждающих электродов; напыления вывода (Al, Au) на возбуждающие электроды; химического осаждения балок-кантилеверов; нанесения чувствительного слоя (TiW); напыления тензорезистора; нанесения выводов тензорезистора; нанесения отражающего покрытия; травливания жертвенных слоёв.

На верхней поверхности кантилевера формируют чувствительную зону и пьезорезистор, а снизу электрод. Электрод возбуждения используется для того, чтобы при помощи подачи переменного напряжения между ним и кантилевером, создавались электростатические силы. Эти силы используются для возбуждения и поддержания незатухающих механических колебаний. Электрод возбуждения формируется на подложке из кремния.

Требуемую положительную обратную связь обеспечивают пьезорезисторы, формируемые вблизи закреплённого конца кантилевера. В этом месте сосредоточены наибольшие деформации. Происходит также автоматическое поддержание механических колебаний на резонансной частоте свободных колебаний кантилевера. В среднем эта частота составляет несколько мегагерц [1].

Основным способом формирования консоли кантилевера (на основе кремния) является объёмная микрообработка, в которой подложка травится с обратной стороны на всю толщину. В этом процессе используются пластины монокристаллического кремния толщиной 350-500 мкм. При подготовке подложки наносится фактический материал консоли (поликремний). Толщина этих плёнок определяет толщину итоговой консоли. Происходит формирование трёхслойной структуры. В этой структуре промежуточный слой состоит из материала, который имеет значительно меньшую скорость

травления – стоп-слой. Этот слой защищает консольный слой в процессе изготовления, обеспечивает воспроизводимость толщины и высокую отражательную способность кантилевера. Для формирования топологии консоли применяется фотолитография. Для освобождения кантилевера необходимо удаление стоп-слоя.

Для изготовления кантилеверов также применяется Si_3N_4 . В пластине Si посредством фотолитографии выделяется зона травления (остальная часть пластины защищается фоторезистом или нитридом кремния). Пластина на определённое время помещается в травитель (водный раствор КОН). После этого происходит процесс вытравливания. Далее поверхность кремния покрывается аморфной плёнкой заданной толщины, которая полностью повторяет рельеф поверхности. Затем делается форма балки кантилевера (фотолитография и травление S_3N_4)[2]. На верхнюю сторону плёнки приклеиваются полоски пирекса (толщиной 0,5 мм.), пластина запыляется отражающим слоем (для Si_3N_4 кантилеверов из золота), пирексовые полоски надрезаются по бокам на чипы, после чего стравливается кремний.

С его помощью процесса диффузии создают требуемую концентрацию носителей заряда (легирования) несколькими элементами. Основные этапы при проведении процесса диффузии: предварительное осаждение примеси и непосредственно диффузия. Скорость диффузии зависит от температуры. Повышение температуры увеличивает скорость движения атомов легирующей примеси, что способствует их более быстрому проникновению через поверхность пластины. Для внедрения ионов легирующих примесей в слои полупроводника на различные глубины применяется ионная имплантация. Этот метод позволяет достичь высокой точности глубины проникновения легирующей примеси. В этом случае применяется установка для ионной имплантации [3].

После этого следует процесс формирования рисунка методом литографии. Он состоит из следующих этапов: нанесение резиста, сушка, экспонирование, проявление, финишная термообработка и травление. Существуют также травление поликремния (более сложный процесс) и травление алюминия. После всех произведенных манипуляций происходит удаление резиста, сборка и монтаж.

Список литературных источников:

1. Войтович И.Д. Интеллектуальные сенсоры: Учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 624 с.: ил., табл. – (Основы информационных технологий).
2. Киреев В.Ю. Технологии микроэлектроники. Химическое осаждения из газовой фазы. – М.: Техносфера, 2006. – 192с.
3. Невлюдов І.Ш., Палагін В.А. Мікросистемна техніка та нанотехнології: Монографія. – К.: НАУ., 2017. – 527 с.

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВІСТІ ТА ФІНАНСОВІЙ СФЕРІ: ПЕРСПЕКТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ЕКОНОМІКИ

Панченко О. П., Абламська В. М.

Коледж інформаційних технологій та землевпорядкування,
Київ, Україна

Діяльність окремих людей, груп, колективів і організацій у великій мірі залежить від їх поінформованості та здатності ефективно використовувати наявну інформацію. Суспільство зважає до активного використання сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. Це свідчить про те, що ми маємо справу з самою швидкозростаючою в історії людства ринковою спільнотою. Буквально за 10 років всі основні економічні види діяльності були освоєні Інтернетом і з'явилися інтернет-комерція, інтернет-реклама, інтернет-банкінг і т.д.

Інтернет-технологіям постійно потрібен цінний ресурс - людський талант, як у формі технічних знань і досвіду, так і в формі управлінських нау-
хау.

Інформаційна індустрія - це комплекс галузей, які виробляють електронно-обчислювальну техніку, засоби телекомунікацій та різноманітні інформаційні ресурси. Збільшення доданої вартості в економіці відбувається сьогодні в значній мірі за рахунок інтелектуальної діяльності, підвищення технологічного рівня виробництва і поширення сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій. На певному етапі розвитку народжується інформаційне суспільство, в якому більшість працюючих зайнято перетворенням інформації, творчою працею, спрямованих на розвиток інтелекту і отримання знань, тобто посилюється роль інформаційних факторів виробництва. Створюється єдине, не поділене національними кордонами інформаційне співтовариство людей або економіка знань.

Міжнародний досвід показує, що високі технології, в тому числі інформаційні та телекомунікаційні, вже стали локомотивом соціально-економічного розвитку багатьох країн світу, а забезпечення гарантованого вільного доступу громадян до інформації - одним з найважливіших завдань держави.

Головна тенденція у розвитку інформатизації на сучасному етапі полягає в удосконаленні електронної техніки в поєднанні з досягненнями в області штучного інтелекту і коштів комунікації.

Злиття комп'ютерів і засобів комунікацій породило «інформаційні технології», що охоплюють всі соціально-значимі сфери людського життя.

Будь-якій системі управління економічним об'єктом відповідає економічна інформаційна система (ЕІС) або сукупність внутрішніх і зовнішніх потоків прямого і зворотнього інформаційного зв'язку економічного об'єкта, методів, засобів, фахівців, що беруть участь в процесі обробки інформації і виробленні керуючих рішень.

Розрізняють ручні і автоматизовані ЕІС. До автоматизованих інформаційних систем в економіці (АІС) відноситься упорядкована сукупність інформації, економіко-математичних методів і моделей, технічних і програмних засобів, організованих на базі нової інформаційної технології в вирішенні економічних задач і інформаційного обслуговування фахівців служб управління.

Система автоматизації проектування (САПР) - це автоматизована інформаційна система, призначена для автоматизації діяльності підрозділів проектної організації або колективу фахівців в процесі розробки проектів виробів на основі застосування єдиної інформаційної бази, математичних і графічних моделей, автоматизованих проектних і конструкторських процедур. В області економіки САПР можуть використовуватися при проектуванні економічних інформаційних систем і їх елементів. Крім того, технологія САПР може забезпечити створення автоматизованої системи відображення обстановки на екрані в процесі ведення економічних операцій в ході ділових ігор різних типів.

Проблемно-орієнтовані імітаційні системи (ПОІС) призначені для автоматизації розробки імітаційних моделей в деякій предметній області. Користувач, працюючи з ПОІС, повідомляє їй, яка модель йому потрібна (тобто що необхідно врахувати при моделюванні і з яким ступенем точності), а ПОІС автоматично формує імітаційну модель, необхідну користувачеві.

Автоматизовані системи навчання (АСО) призначені для автоматизованої підготовки фахівців за участю або без участі викладача і забезпечують навчання, підготовку навчальних курсів, управління процесом навчання і оцінку його результатів. Автоматизовані інформаційно-довідкові системи (АІДС) - це автоматизовані інформаційні системи, призначені для збору, зберігання, пошуку і видачі в необхідному вигляді споживачам інформації довідкового характеру.

Інструментальні засоби програмування призначені для забезпечення створення і налагодження програм користувачів, написаних на будь-якій мові програмування.

Прикладне програмне забезпечення включає: пакети прикладних програм, системи управління базами даних, інтегратори і інші (подібні) прикладні програмні системи.

Під пакетами прикладних програм (ППП) розуміється сукупність готових до вирішення програм, що об'єднуються в пакет за єдиною змістовною ознакою.

В даний час PPP поряд з системами управління базами даних є найпоширенішою формою прикладного програмного продукту, для масового користувача. Проблемно - орієнтовані PPP структурно є найбільш простими. Вони складаються з програм, які націлені на вирішення фіксованого числа завдань з відносно вузькою предметною областю. При цьому кожному приватному завданню відповідає цілком певна програма її вирішення.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ УНИКАННЯ РИЗИКІВ ПРИ ТРЕЙДИНГУ КРИПТОВАЛЮТОЮ

Повод Д.А.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Херсон, Україна

На сьогоднішній день актуальними проблемами є, з однієї сторони, інвестування та отримання прибутку, а з іншої – повернення інвестицій. Спосіб багато, взяти хоча б компанію East Union, яка пропонує купувати частки закордонної нерухомості. Однак люди бажають самостійно управляти капіталом, і одним з актуальних, на даний момент, напрямків інвестування є криптовалюти.

На сьогодні криптовалюта – це можливість проводити розрахунки швидше, зручніше та легше, ніж це можна зробити у фіатній валюті. Про стрімкий розвиток цієї сфери свідчить те, що вже зараз існує понад 1000 різноманітних криптовалют, а їх загальна капіталізація сягає близько 500 мільярдів доларів.

Слід зазначити, що ринок криптовалют дуже стрімко зростає та характеризується саморегуляцією. В деяких країнах світу (Японія, Білорусь та ін.) криптовалюти надано «зелене світло» щодо розвитку та повноцінного входження в господарський обіг.

Значний популярності посприяли переваги криптовалюти, яких чимало:

- децентралізація – криптовалюта не має органу, який би випускав її і контролював;
- анонімність – кожен користувач криптознаків залишається невідомим. Адже свої персональні дані не вказуються ні при реєстрації гаманця, ні при його використанні, ні при транзакціях – повна конфіденційність;
- волатильність курсу – практично всім криптовалютам властива висока волатильність, тобто їх курс безупинно коливається в різних напрямках. Наприклад, купивши один біткойн вранці та продавши його ввечері, після зростання курсу, можна розбагатіти відразу на кілька сотень доларів;
- можливість майнінгу – кожен, хто виявить бажання, може зайнятися видобутком криптовалюти, причому абсолютно безкоштовно;
- неможливість інфляції – більшість криптовалют можуть генеруватися тільки до певного, заздалегідь визначеного числа (наприклад, для біткойна воно становить 21 млн монет)[1].

Водночас у криптовалюти є не тільки переваги, але й деякі недоліки. В першу чергу, вона не має офіційного статусу, а в деяких країнах навіть заборонена. А її анонімність сприяє тому, що криптовалюту активно використовують інтернет-шахраї. Ну і не додає криптовалюти балів те, що з втратою пароля автоматично губляться і гроші на гаманці – без авторизації отримати доступ до нього неможливо.

Але переваг значно більше, чим недоліків, і тому на даний момент криптовалюти є дуже вигідним вкладом. Вони широко розповсюджуються та стрімко зростають в обсягах. Наразі постає питання: як заробити на криптовалюти, якщо її зростання та спади неможливо регулювати та прогнозувати на довгостроковому періоді?

Виходом із цієї ситуації є трейдинг криптовалютою. Проте звичайній людині почати торгувати без великих обсягів інформації про ринки, стратегії та всі брокерські тонкощі неможливо. На допомогу приходять трейд-помічники, бот-

асистенти. Вони аналізують ринок за своїми алгоритмами та повідомляють, де найвигідніше на даний момент здійснити операцію з криптовалютою, або виконують ці операції з активами автоматично.

Але ці програми досить дорогі або малоефективні та не мають достатньо оптимізованих алгоритмів. Ті алгоритми, що самі вкладають активи, у 25% помиляються та приносять збитки без контролю людини. Частина алгоритмів працює з нестабільними валютами. Вагомим мінусом асистентів є довгостроковість операцій (12-24 години), що є великим ризиком. Також багато алгоритмів, які самі проводять трейдингові операції, вже давно обходять ботів, та роблять так, щоб операції ботів були не вигідними та збитковими для їх власників.

Тому було прийнято рішення створити бота-асистента, який буде сповіщати людину про найвигідніші трейд операції на даний момент часу, які не будуть базуватись на старих показниках та не будуть намагатись передбачити рух у довгострокових перспективах. Розроблюваний бот-асистент не повинен виконувати операції з вкладами, а тільки асистувати людині.

Спочатку була спроба для прогнозування використати алгоритм, який працює на високочастотних біржах. Але високочастотний трейдинг орієнтований на короткочасні, навіть секундні операції. Даний алгоритм не має змоги прогнозувати хід продажу на більш тривалий проміжок часу (30-60 хв), щоб отримати вигоду від трейдингу криптовалютою.

Використання для прогнозу алгоритму знаходження та швидкої реалізації ліквідності криптовалюти дало кращі результати. Згідно нього бот приходить на ринок і аналізує дані тільки по поточному стану. Для роботи йому необхідні лише дані про кращу ціну на покупку, кращу ціну на продаж і про добовий обсяг торгів кожної криптовалюти. Торгівля йде альткоїнами по відношенню до біткоіна.

Всі ринки на біржі ранжуються за спаданням параметра Rank:

$$\text{Rank} = \frac{\text{Ask} - \text{Bid}}{\text{Bid}} * \text{Volume24h},$$

де Ask – краща ціна покупки, Bid – краща ціна продажу, Volume24h – добовий обсяг торгів.

Таким чином, бот знаходить ринки криптовалюти з найбільшою процентною прибутковістю на поточний момент і з найбільшою ліквідністю, щоб цю прибутковість реалізувати [2].

Цей підхід планується удосконалити. Розроблюваний бот-асистент повинен стежити за загальним рухом криптовалюти та робити висновки на основі загальної тенденції руху. Також розроблювана програмна система повинна прогнозувати не тільки за формулою, але й за попередніми показниками для надання більш точної інформації.

Список літературних джерел

1. Криптовалюта – що це таке історія її створення [Електронний ресурс] - режим доступу: <https://pingblockchain.com/kriptovaljuta-shho-ce-take-istorija-ii-stvorennja/>

2. Автоматизированная торговля альткойнами на биржах криптовалют. Часть 3: пример простого торгового алгоритма. [Електронний ресурс] - режим доступу: <https://golos.io/ru-kriptovalyuty/@primus/avtomatizirovannaya-torgovlya-altkoinami-na-birzhakh-kriptovalyut-chast-3-primer-prostogo-torgovogo-algoritma>

ІМІТАЦІЯ ЗАКОНОСЛУХНЯНОСТІ У ЦИВІЛЬНИХ ПРАВОВІДНОСИНАХ В УКРАЇНІ ЗАСОБАМИ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Пришляк О. В.

Товариство з обмеженою відповідальністю
«Науково-виробниче підприємство «Опті», Дніпро, Україна

Людська спільнота живе за певними встановленими правилами, що оформлені у певну законодавчу систему. Законодавство України можна умовно розподілити відповідно до судової системи (яка, оперуючи законами, визначає ступінь їх дотримання) на:

- Цивільне (ст.1 Цивільного Кодексу України);
- Господарське (ст. 1 Господарський Кодекс України);
- Кримінальне (ст. 1 Кримінального Кодексу України);
- Адміністративне (ст. 2 Кодекс адміністративного судочинства України).

Для кожної групи законів встановлені свої внутрішні правила дії та підпорядкованості, порядок судового розгляду, визначення правомірності та тяжкості вини і т.д. Тому розгляд будь-якого прояву, властивостей, впливу законодавства загалом є не виправданим і може привести к великим розбіжностям з реальними обставинами, що склалися у кожній сфері законодавства.

Цивільне законодавство в Україні представлене сукупністю правовідносин фізичної особи у різних сферах: сімейні, матеріальні інтереси між ними та іншими фізичними особами або юридичними особами, або державними органами, нематеріальні інтереси тощо.

Визначення моделей поведінки людини у межах цих норм є складним аналітичним процесом, що повинен враховувати не тільки ефективність закону як нормативу як такого, а також психологічні, соціальні, фінансові, морально-духовні показники життя суспільства, для якого воно створене і його реакцію на законодавство. Також варто зауважити, що моделі поведінки змінюються з часом.

Метою роботи є створення імітації законослухняності громадянина у цивільних правовідносинах в Україні.

Сукупність даних формують статистичні дані судової системи, Національної поліції України та Держстату, реєстр судових рішень за останні 10 років.

До аналізу беруться демографічні дані про населення, соціально-економічні показники, рівень, структура злочинів та правопорушень, аналіз судових рішень та судових процесів. Усі ці дані аналізуються у розрізі областей. Для забезпечення достовірності моделі нейронної мережі статистичні дані коригуються на інформацією із суміжних джерел, наприклад, органів Державної фіскальної служби, служби зайнятості.

У роботі застосовуються методики психодіагностики, у тому числі роботи М. Г. Доррера про психологічну інтуїцію у нейромережах експертних систем.

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ НА ОБРОБЛЮЮЧОМУ ЦЕНТРІ “MAZAK VTC 20C”

Саянов Д. І., Марченко М. П., Анісімов В.М.

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

До перспективних напрямків, які забезпечують підвищення якості та зниження трудомісткості при виготовленні деталей, слід віднести проектування технологічних процесів їх виготовлення із застосуванням автоматизованих CAD/CAM/CAE систем на основі принципів оптимізації. Найбільш повне визначення раціональних умов оброблення повинно базуватись на виборі найвигіднішої сукупності керуючих параметрів, до числа яких входить: вид механічної обробки, конструкція інструменту, марка інструментального матеріалу, режим різання, тощо.

Було порівняно результати двох способів розрахунку режимів різання при обробці сталі 3.

Розрахунок було проведено для трьох типів кінцевих фрез при однакових умовах фрезерування, використовуючи дві різні комп'ютерні системи:

- 1) Siemens NX (лідуюча комплексна CAD, CAM, CAE система від компанії Siemens PLM Software), далі NX;
- 2) Walter-tools calculator (німецька інжинірингова компанія, з широким спектром послуг, одним з яких є онлайн-калькулятор режимів різання), далі WT.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані

Вихідні дані	Матеріал різальної частини фрези		
	P6M5	BK8	BK8
Кількість зубів, шт	5	4	2 пластини
Рекомендована швидкість різання, м/хв	25	75	75
Рекомендована подача на зуб, мм/зуб	0,05	0,05	0,05
Глибина різання, мм	1	1	1
Ширина різання, мм	16	16	16
Діаметр фрези, мм	16	16	16
Довжина обробки, мм	100	100	100
Твердість сталі за Брінелем, МПа	125	125	125

Після занесення усіх вихідних даних у програму, провели розрахунки, остаточні скрін-шоти яких наведено на рис. 1 та рис. 2.



Рисунок 1 – Розрахунок за допомогою Walter-tools calculator



Рисунок 2 – Розрахунок за допомогою калькулятора NX
Результати розрахунків наведено в табл. 2

Таблиця 2 – Результати розрахунків режимів різання

Параметр	Тип фрези					
	P6M5		BK8(суцільна)		BK8(з пластинами)	
	WT	NX	WT	NX	WT	NX
Частота обертання, об/хв	497	1090	1492	2873	1492	2873
Подача, мм/хв	124	276,6	373	1094,6	149	437,8
Час обробки, сек	48,3	21,7	16,1	5,5	40,2	13,7

Порівнявши результати розрахунків видно, що калькулятор NX видає в 1,5-3 рази інтенсивніші режими різання ніж Walter-tool, при цьому гарантуючи необхідну якість обробленої поверхні.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ГРИ НА ДОВІРУ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ

Солодка Н. О., Саулін П. Ю.

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

У процесі цілеспрямованої людської діяльності виникають ситуації, в яких інтереси окремих осіб (учасників, груп, сторін) або прямо протилежні (антагоністичні), або, не будучи непримиренними, все ж таки не збігаються. Найпростішими і найбільш наочними прикладами таких ситуацій є спортивні ігри, арбітражні спори, довіра між людьми, військові навчання, у міжнародних відносинах – відстоювання інтересів своєї держави і таке інше. Тут кожен з учасників свідомо прагне домогтися найкращого результату за рахунок іншого учасника.

При розробці інтерактивного додатку розглянуто математичну модель кінцевої конфліктної ситуації, в якій є два учасники і виграш одного дорівнює програшу іншого. Така модель називається антагоністичною грою двох осіб з нульовою сумою. У випадку кінцевої гри двох осіб функції виграшу кожного з гравців зручно представляти у вигляді матриці виграшів, де рядки представляють стратегії одного гравця, стовпці – стратегії іншого гравця, а в клітинах матриці вказуються виграші кожного з гравців у кожній з утворених ситуацій. Гра складається з двох ходів: гравець «А» вибирає одну з можливих стратегій A_i , $i = \overline{1, m}$, а гравець «В» вибирає одну з можливих стратегій B_j , $j = \overline{1, n}$. Кожен вибір проводиться при повному незнанні вибору суперника. В результаті виграш гравців складе відповідно a_{ij} та $-a_{ij}$. Мета гравця «А» – максимізувати величину a_{ij} , а гравця «В» – мінімізувати цю величину.

Матриця, складена з величин a_{ij} $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$ – називається платіжною матрицею, або матрицею гри (1). Кожен елемент платіжної матриці a_{ij} , $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$ дорівнює виграшу «А» (програшу «В»), якщо він вибрав стратегію A_i , $i = \overline{1, m}$, а гравець «В» вибрав стратегію B_j , $j = \overline{1, n}$.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Усі ситуації, коли ефективність дії одного з учасників залежить від дій інших, можна розбити на два типи: інтереси учасників збігаються, і вони можуть домовитися про спільні дії; інтереси учасників не збігаються. У цих випадках може виявитися невигідним повідомляти іншим учасникам свої рішення, так як хто-небудь з них зможе скористатися знанням чужих рішень і

отримає більший виграш за рахунок інших учасників. Ситуації такого типу називаються конфліктними [1].

Інтерактивний програмний додаток, що розробляється надає користувачу можливість взяти участь у грі на довіру між двома гравцями. В основу гри покладено класичну модель, відому як «дилема ув'язненого». Зміст її вимагає від гравців постійно вибирати між співпрацею та зрадою [2].

Але на відміну від зазначеної дилеми у розглянутому інтерактивному додатку користувач має можливість зіграти в антагоністичну гру с кінцевою кількістю ходів. Якщо гра проводиться одноразово, то гравець може без покарання порушити будь-які попередні угоди. Тому не завжди рівноваги бувають оптимальні.

Однак, якщо гра розігрується багато раз, то деякі угоди можуть дістати рівноваги оскільки порушення угоди в одному раунді може привести до покарання в подальших раундах. Головний інтерес повторюваних ігор пов'язаний з інтуїцією, що люди інакше ведуть себе з тими, з ким чекають підтримувати довготривалі відносини. Теорія ігор може допомогти розібратись в питаннях недовіри.

В грі беруть участь декілька персонажів з якими доведеться грати користувачу, а саме:

- «Репітер» – персонаж-повторювач, повторює ваш попередній хід;
- «Брехун» – «Перемагає найхитріший», лихий персонаж, якому потрібна тільки перемога;
- «Добриня» – «Будемо друзями?», завжди буде довіряється.

За результатами гри гравець-користувач додатку отримує фінальну кількість балів, яку він набрав в ході гри проти трьох персонажів, пояснення про здобуту кількість балів, короткий опис персонажів з якими грав.

Для розробки програмного продукту застосовані об'єктно-орієнтована мова програмування – C#, та HTML [3]. Вказані інструментарії надали можливість створити додаток із зручним інтерфейсом, тим самим поліпшити час проведення користувача при грі.

Список літературних джерел

1. Писарук Н.Н. Введение в теорию игр [Текст] / Н.Н. Писарук. – Минск: БГУ, 2015. – 256 с.
2. Robert Axelrod. The Evolution of Cooperation. / Axelrod, Robert M., W. D. Hamilton. – New York: Basic Books, 1984. – 241 p.
3. C# 6.0. Справочник. Полное описание языка [Текст] = C# 6.0 in a Nutshell: The Definitive Reference / пер. с англ. Ю. Артеменко. Вильямс, 2018. – 1040 с.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА SAP. РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ПОВНОВАЖЕНЬ

Солодка Н. О., Селезень Г. О.

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

В умовах економічної невизначеності на сучасних ринках надзвичайно важливо мати чітке уявлення про кадровий потенціал, щоб компанія завжди реалізовувала доступні можливості. В наш час для покращення ефективності роботи великих підприємств використовують системи класу ERP (англ. – Enterprise Resource Planning – управління ресурсами підприємства), впровадження яких є фактично необхідною умовою для публічних компаній. Такі системи використовують для планування, обліку, контролю і аналізу усіх основних бізнес-процесів та рішення бізнес задач на підприємстві (рис. 1). ERP-системи допомагають інтегрувати всі відділи і функції в єдину систему, при цьому всі департаменти працюють з єдиною базою даних і їм простіше обмінюватись між собою різного роду інформацією [1].

Система SAP ERP складається з набору прикладних модулів, які підтримують різні бізнес-процеси компанії і інтегровані між собою в масштабі реального часу [2].



Рисунок 1 – Задачі SAP ERP

Для підвищення ефективності керування персоналом на підприємстві, або при реалізації будь-якого проекту потрібно розмежувати повноваження співробітників, зважаючи на багато чинників, які впливають на процес та відповідну документацію. Даний підхід буде сприяти організації ефективного робочого процесу та узгодженому розподілу ролей та повноважень.

Необхідно дослідити методику реалізації концепцій повноважень та її використання для підвищення ефективності управлінської діяльності на підприємстві.

Реалізація концепції повноважень складається з вирішення двох основних задач:

а) концептуальне проектування, ґрунтується на створенні матриці повноважень, яка включає в себе дві частини:

- 1) визначення ролей на основі бізнес процесів SAP;
- 2) наповнення ролей об'єктами повноважень системи.

б) реалізація концепції повноважень безпосередньо у системі SAP, що включає в себе:

- 1) створення (розробка) в системі ролей;
- 2) створення профілю структурних повноважень (функціонального модулю);
- 3) привласнення ролей певним користувачам.

Концепція ролей та повноважень у системі SAP дозволяє обмежити доступ до даних за певними категоріями працівників.

Формування ролей покликане визначити чіткі та зрозумілі для користувачів комп'ютерної системи правила розмежування доступу. Рольове розмежування доступу дозволяє реалізувати гнучкі та динамічно змінні в процесі функціонування комп'ютерної системи правила розмежування доступу.

Вказане розмежування доступу є складовою багатьох сучасних комп'ютерних систем. Як правило, даний підхід застосовується в системах захисту баз даних, а окремі елементи реалізуються в мережових операційних системах. Рольовий підхід часто використовується в системах, де для користувачів чітко визначено коло їх посадових повноважень і обов'язків [3].

Список літературних джерел

1. Впровадження SAP ERP. Керівництво для менеджерів та інженерів / Кале Вивес. Пер. с англ. П. А. Панов // Компанія IT, 2006. – 511 с.
2. Розробка додатків SAP R/3 на мові ABAP / Рюдигер Кречмер Вольфганг Вейс // Видавництво «Лори», 1998. – 348с.
3. Системне адміністрування SAP R/3. Офіційне керівництво SAP / Лиане Вилл // Видавництво «Лори», 2000. – 342 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Стрельченко І. І.¹, Іванчиков В.², Чебушева В.²

¹ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені В. Гетьмана», Київ, Україна

²ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
Дніпро, Україна

Порівняно з іншим математичним інструментарієм призначеним для підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності та наявності великої кількості впливаючих факторів, нейронні мережі мають низку специфічних переваг [1]:

- 1) дозволяють ефективно моделювати нелінійні процеси;
- 2) не потребують необхідності суворої математичної специфікації моделі під час розв'язку неформалізованих або погано формалізованих задач;
- 3) здатні адаптуватись до змін впливаючих факторів;
- 4) дозволяють реалізувати паралельну обробку інформації;
- 5) є ефективними при роботі із неповними або зашумленими даними;
- 6) мають можливість класифікації за багатьма ознаками;
- 7) є результативними щодо прогнозування часових рядів, що залежать від багатьох факторів;
- 8) мають можливість пошуку прихованих закономірностей у масивах даних.

До основних недоліків нейромереж слід віднести наступне:

- відсутність єдиної теорії щодо вибору структури нейронної мережі;
- практична неможливість виокремлення знань навченої нейронної мережі, для дослідника НМ є «чорною скринею».

У проведеному дослідженні нейронна мережа типу карти Кохонена була використана для визначення цінової сегментації ринку комп'ютерної техніки [2, 3].

Для визначення цільового сегменту цінової категорії було проведено інтернет-опитування, що мало на меті виявити споживчі переваги жителів міста Дніпра стосовно вибору типу комп'ютерної техніки та фірм, які займаються роздрібним продажем комп'ютерної техніки на території міста.

Аналіз отриманих результатів дозволив виділити сегменти ринку комп'ютерної техніки, що користуються найбільшим попитом – це ноутбуки та смартфони. Відповідно для цих двох категорій були побудовані відповідні моделі нейронних мереж. Зважаючи на різноманіття типів та конфігурацій ПК у кожному сегменті, було розглянуто лише

техніку, котра потрапляє до найбільш затребуваного діапазону за результатами опитування: 4-7 тис. грн. та менше 4 тис. грн.

До навчальної вибірки увійшли показники:

1. Обсяги продажу відповідного типу товарів у минулому та позаминулому періодах у Дніпропетровській області (для врахування тенденції, що формується на ринку), але не більше двох років, бо прослідковується об'єктивне моральне старіння техніки, що становить 1,5-2 роки.

2. Середня ціна для обраної групи товарів і за сегментами у минулому та позаминулому періодах.

3. Кількість працездатного населення області (віком від 16 до 64 років у чоловіків та до 59 років у жінок) у поточному році.

Відповідно для кожної з чотирьох нейронних мереж було отримано вихідну вибірку з 5 показників по кварталах за 4 роки, що складає $5 \times 4 \times 4 = 80$ елементів. Дані за останній 2017 рік були використані для верифікації моделі, тож не потрапили до навчальної вибірки.

За допомогою пакету MatLab та на основі даних Державного комітету статистики побудуємо чотири нейронні мережі для прогнозування оптимальної ціни для товарів двох типів: ноутбук, смартфон, що у свою чергу входять до цінової груп: до 4 тис. грн., та від 4 до 7 тис. грн.

Структура розгорнутої нейронної мережі наведена на рисунках 1-3.

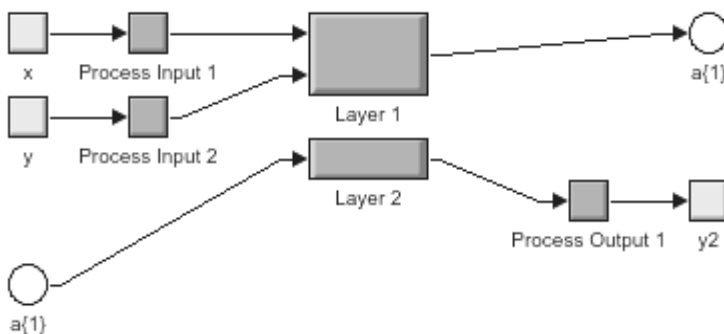


Рисунок 1 – Узагальнена схема нейронної мережі для прогнозування оптимальної ціни на ринку комп'ютерної техніки

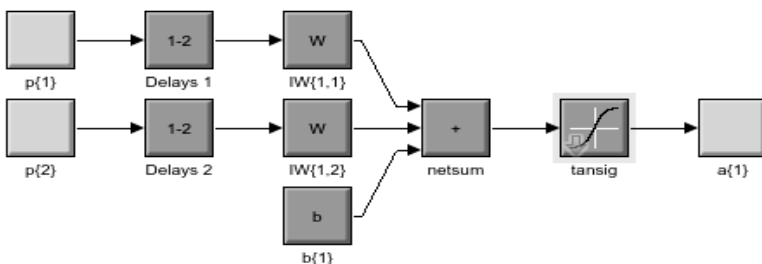


Рисунок 2 – Розгорнута схема блоку Layer 1

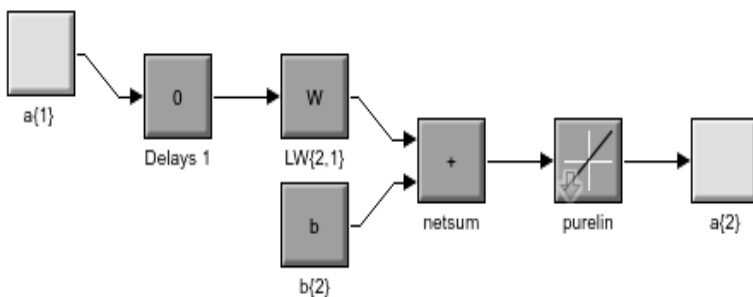


Рисунок 3 – Розгорнута схема блоку Layer 2

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що існує тенденція до зростання середніх витрат на купівлю ноутбуків та смартфонів по групах.

Відхилення модельних даних від фактичних під час верифікації знаходиться в межах допустимих 10%, що були закладені при побудові нейронної мережі.

Список літературних джерел.

1. Минский М. Перцептроны / М. Минский, С. Пайперт // М. : Мир, 1971. – 375 с.
2. T. Kohonen Self-Organizing Maps (Third Extended Edition) / T. Kohonen – New York, 2001. – 501 p.
3. Остроухов И. Нейронные сети: карты Кохонена / И. Остроухов, П. Панфилов // Валютный спекулянт. – 2000. – № 9. – С. 50-54.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ НАУКОЕМКОЙ ТЕХНИКИ

Федорович О. Е., Западня К. О., Пуйденко В. А.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
Харьков, Украина

Четвертая промышленная революция привела к дальнейшей автоматизации, роботизации и информатизации производственных систем. Интеллектуальное управление и виртуальное роботизированное производство позволяют оперативно реагировать на изменяющиеся интересы потребителей на рынках наукоемкой продукции (аэрокосмос, электроника, транспортные системы и т.д.). Для сокращения жизненного цикла создания сложной техники и оптимизации логистических затрат, необходимо формировать новые подходы, основанные на современных информационных платформах и методах проектного менеджмента. Поэтому актуальная тема предлагаемого доклада, в котором рассматривается задача оптимизации жизненного цикла (ЖЦ) наукоемкой техники и адаптации его к изменяющимся условиям рынка потребителей.

Анализируются следующие основные этапы ЖЦ: научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), подготовка производства, производство, логистика снабжения и сбыта продукции.

На этапе НИОКР большое внимание уделяется сокращению ЖЦ с помощью оптимизации архитектуры наукоемкого изделия (НИ) путем активного использования опыта прошлых разработок. Выделены компоненты повторного использования (КПИ) и новые компоненты изделия, которые являются инновационными и которые могут привести к затягиванию этапа НИОКР и увеличению рисков проектирования. Поэтому оптимизация ЖЦ на этом этапе связана с поиском компромисса между «новым» и «старым». С помощью базы прецедентов прошлых разработок формируются данные о позитивных прошлых разработках проектов (база КПИ). Далее, используя требования технического задания, определяется «близость» нового проекта к существующим прецедентам КПИ и формируется множество кандидатов для повторного использования в новом изделии. С помощью лексикографического упорядочивания множества выделяется наиболее предпочтительные варианты (вариант).

На этапе «подготовка производства» большое внимание уделяется созданию так называемого виртуального предприятия (ВП), которая является временной организацией предприятий для выполнения актуального портфеля заказов. Анализируются портфель заказов и осуществляется формирование множества кандидатов в исполнители отдельных заказов. Оценивание кандидатов и внесение их в состав ВП осуществляется на основе предметной технологии изготовления наукоемкой продукции с оценками: временной адаптации предприятия к новому заказу, оптимизации затрат на адаптацию, риски модернизируемого предприятия и т.д. Выбор требуемого предприятия –

исполнителя заказа осуществляется с помощью многокритериальной оптимизации и является компромиссным решением с учетом значений противоречивых показателей.

На этапе серийного производства, вначале, осуществляется формирование структуры инфокоммуникационных связей для передачи управляющей и технологической информации в автоматизированное и роботизированное оборудование предприятий-исполнителей заказов. При этом преобладают горизонтальные взаимодействия исполнителей между собой и управляющим офисом ВП. Осуществляется минимизация времени задержек технологической информации и оценка затрат на организацию взаимодействия исполнителей с помощью инфокоммуникационных каналов. Далее с помощью имитационного моделирования моделируется процесс автоматизированного выполнения заказов и контролируются сроки окончания работ. Формируются предварительные план-графики выполнения работ.

Для формирования логистических связей между исполнителями ВП проводится моделирование логистической цепи «снабжение-производство-сбыт» для выбора рациональных транспортных маршрутов транспортировки грузов с учетом возможных перегрузок и разнородных транспортных магистралей. Оптимизируется множество промежуточных складов для минимизации пролеживания грузов. Поиск рациональных маршрутов по времени и затратам осуществляется с помощью предложенного алгоритма движения «числовых волн» в транспортной инфраструктуре грузопотоков. Для этого источниками «числовых волн» являются сроки выполнения заказов, а потребителями отдельные транспортные узлы, а также предприятия исполнители заказов.

В качестве математического инструмента в исследовании использованы: теория комбинаторики для оценки и генерирования множества вариантов с учетом топологии связей, методы лексикографического упорядочивания вариантов для выбора наиболее предпочтительных по заданному набору показателей, методы экспертного оценивания для предварительной оценки характеристик предприятий–исполнителей актуального портфеля заказов, метод многокритериальной оптимизации для поиска компромиссных решений по выбору портфеля заказов и предприятий–исполнителей с учетом противоречивости отдельных показателей (затраты, время, риски, качество), имитационное моделирование для моделирования временных задержек в инфокоммуникационных каналах связи, а также времени выполнения технологических операций, агентное моделирование для моделирования взаимодействия исполнителей заказа по определенному заданному сценарию.

Список литературных источников

1. 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.: ФОП Лысенко И.Б., 2017. – 255 с.

МОДЕЛІ ОЦІНКИ АКЦІЙ

Фоменцова К. А., Науменко Н. Ю.

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

У нашій країні і в такий час, коли гроші потрібні всім і на дорозі не лежать, на мій погляд, цінні папери стали для багатьох людей можливістю збільшити свій капітал. Ринок цінних паперів (РЦП) – частина фінансового ринку і йому належить велика роль в сучасній економіці. Наявність різних форм власності, акціонерних товариств, можливість залучати необхідні кошти шляхом випуску цінних паперів зумовили створення механізму перерозподілу грошових накопичень через РЦП, що сприяє мобілізації грошових ресурсів на макро- та мікро-рівнях. Крім того, саме через емісію цінних паперів здійснюється об'єднання грошових коштів для покриття поточного і накопиченого дефіцитів державного і муніципальних бюджетів.

На сьогоднішній день один із популярних видів цінних паперів являються акції. В даній роботі розглянемо їх сутність та моделі оцінки.

Акція – це емісійний цінний папір, що закріплює права її власника (акціонера) на отримання частини прибутку акціонерного товариства у вигляді дивідендів, на участь в управлінні акціонерним товариством і на частину майна, що залишається після його ліквідації [1].

Для інвесторів важливим є визначення вартості простих акцій, оскільки вони не мають гарантованого рівня доходів. Як відомо, доходами за акціями є дивіденди та капітальний приріст вартості акцій. Майбутні грошові потоки за простими акціями можуть складатися із суми нарахованих дивідендів (якщо ці цінні папери будуть використовуватись протягом невизначеного періоду) та із суми нарахованих дивідендів і прогнозованої вартості реалізації фондового інструменту (якщо вони будуть використовуватись протягом заздалегідь обумовленого періоду).

Моделі оцінки вартості акцій побудовані на наступних вихідних показниках [2]:

- а) вид акції - привілейована чи проста;
- б) сума дивідендів, передбачувана до одержання в конкретному періоді;
- в) очікувана курсова вартість акції наприкінці періоду її реалізації (при використанні акції на протязі заздалегідь визначеного періоду);
- г) очікувана норма валового інвестиційного прибутку (норма прибутковості) по акціях;
- д) число періодів використання акції.

Моделі оцінки акцій – система алгоритмів, що дозволяють визначити реальну ринкову вартість різних типів акцій. Основними з цих моделей є [3]:

а) модель оцінки поточної ринкової вартості акції при її використанні інвестором протягом невизначеного тривалого періоду. Алгоритм цієї моделі має наступний вигляд:

$$CA_{\text{тн}} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_a}{(1 + \text{НД})^n}$$

де $CA_{\text{тн}}$ – ринкова вартість акції, використовуваної невизначене число років;

D_a – сума дивідендів, яку очікує інвестор в n-му періоді;

НД – норма поточної прибутковості акцій даного типу, яка використовується як дисконтна ставка в розрахунках справжньої вартості, виражена десятковим дробом;

n – число періодів, включених в розрахунок.

б) модель оцінки поточної ринкової вартості акцій при їх використанні протягом заздалегідь передбаченого терміну. Вона має такий вигляд:

$$CA_{\text{то}} = \sum_{t=1}^n \left(\frac{D_n}{(1 + \text{НД})^n} \right) + \frac{\text{ЦР}_a}{(1 + \text{НД})^n}$$

де $CA_{\text{то}}$ – поточна ринкова вартість акції, використовуваної заздалегідь передбачений період;

D_n – сума дивідендів, яку інвестор передбачає отримати в n-му періоді;

ЦР_a – прогнозована ринкова ціна реалізації акції в кінці поточного періоду її використання;

НД – норма поточної прибутковості акцій даного типу, яка використовується як дисконтна ставка в розрахунках справжньої вартості, виражена десятковим дробом;

n – число періодів використання акції.

в) модель оцінки поточної ринкової вартості акцій з постійним розміром дивідендів. Відповідно до цієї моделі поточна ринкова вартість акції розраховується наступним чином:

$$CA_n = \frac{D}{\text{НД}}$$

де CA_n – ринкова вартість акцій з постійним розміром виплачуваних дивідендів;

D – річна сума постійного дивіденду;

НД – норма поточної прибутковості акцій даного типу, виражена в десятковому дробу;

г) модель оцінки поточної ринкової вартості акцій з постійно зростаючою сумою дивідендів (вона відома як «модель Гордона»). Алгоритм цієї моделі має наступний вигляд:

$$CA_{n\pi} = D_0 * \frac{1 + \Pi_2}{HД - \Pi_2}$$

де $CA_{n\pi}$ – ринкова вартість акції з постійно зростаючими розмірами дивідендів;

D_0 – сума останнього виплаченого дивіденду;

$HД$ – норма поточної прибутковості акцій даного типу, виражена в десяткового дробу;

Π_2 – темп зростання дивідендів, виражений в десяткового дробу.

д) модель оцінки поточної ринкової вартості акцій зі змінною сумою дивідендів за окремими періодами. Вона має такий вигляд:

$$CA_n = \frac{D_1}{1 + HД} + \frac{D_2}{1 + HД} + \dots + \frac{D_n}{1 + HД}$$

де CA_n – поточна ринкова вартість акції зі змінною сумою дивідендів;

D_n – сума дивідендів, прогнозована до отримання в n-му періоді;

$HД$ – норма поточної прибутковості акцій даного типу, виражена в десяткового дробу;

n – число прогнозованих періодів.

Цінний папір – це інструмент оформлення яких-небудь відносин, в основному зобов'язуючих. [4] Таким чином, завжди можна говорити про права, які підтверджуються цінним папером. В даний час оцінка вартості цінних паперів підприємства є життєво важливою необхідністю, так як вона нерозривно пов'язана з потребою компанії в фінансуванні операційної та інвестиційної діяльності з зовнішніх джерел. В даному випадку під зовнішніми джерелами розуміється ринок цінних паперів. Обмеживши своє дослідження розглядом акцій я вивчила їх сутність та моделі оцінки.

Список літературних джерел

1. Міжнародний менеджмент: підручник для бакалаврів / Е. П. Темнишова, М. А. Денисенко, А. К. Дубін [и др.]; під ред. Е. П. Темнишовой. – М.: Видавництво Юрайт, 2015. – 456 с.
2. Студопедія / Режим доступу – <https://studopedia.com.ua/>
3. Discovered. Гроші, банки, страхування, економіка та бізнес. / Режим доступу – <http://discovered.com.ua>.
4. Банківська справа / Режим доступу – <https://vuzlit.ru>.

ЗАСТОСУВАННЯ MPC- РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Швачка О. І., Чухно А. П., Рабінець В. В.

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

В умовах коли гранично допустимий рівень вдосконаленості показників функціонування обмежується вимогами до технологічного процесу, одним з ефективних рішень може стати удосконалення алгоритму керування. Так, пропорційно-інтегро-диференціальний (ПІД)- закон керування та реалізований на його основі регулятор є потужним інструментом, що здатен впливати та оптимізувати параметри процесу. Однак, постійно зростаючі потреби в збільшенні швидкодії, якості перехідних процесів та керування інерційними об'єктами з великої транспортною затримкою обумовлює необхідність пошуку модифікованих структур регулятора [1].

Одним з сучасних методів, що базується на оптимізації, є теорія управління динамічними об'єктами з використанням прогнозуючих моделей - Model Predictive Control (MPC) [2]. Такі регулятори дозволяють прогнозувати майбутні значення керованих сигналів, ґрунтуючись на попередніх значеннях змінних стану і відповідно налаштовувати керуючий вплив.

Відповідно до принципу прогностичного керування автоматичної системи регулювання (АСР) [3], передаточна функцією лінійного прогнозу:

$$W_{pred}(S) = e^{p\tau_{pred}}$$

де τ_{pred} – час прогнозування поведінки об'єкту.

Розклавши даний вираз у ряд Тейлора та обмежившись першими двома складовими, отримуємо передаточну функцію лінійного прогнозу, що здійснюється за двома значеннями параметру (поточний та попередній):

$$W_{pred}(S) = 1 + p\tau_{pred}$$

Передаточна функція MPC- регулятора представляється як послідовне з'єднання ланки лінійного прогнозу і ПІД- регулятора. У відповідності з запропонованим методом настройки прогностичного регулятора, необхідно віднести елемент прогнозування до об'єкту, після чого отримуємо систему зі звичайним ПІД- регулятором та прогностичним об'єктом керування.

В якості типового об'єкту хімічної технології обрано кужохотрубний теплообмінник, що описується послідовним з'єднанням аперіодичної ланки другого порядку та ланки запізнювання з наступними параметрами настройки:

$K_{obj} = 1$ – коефіцієнт передачі; $T_1 = 4$ с, $T_2 = 10$ с – постійні часу об'єкта; $\tau_{об} = 4$ с – час запізнювання об'єкта.

Досліджувана одноконтурна система (рис. 1) описується передаточною функцією регулятора ($R(s)$) та об'єкту ($W_{obj}(s)$). Прийнявши завдання та зовнішнє збурення еквівалентними, проведемо процедуру настройки регулятора за каналами завдання та внутрішнього збурення. Експериментальним шляхом було встановлено, що $\tau_{pred} = 1.5$ с.

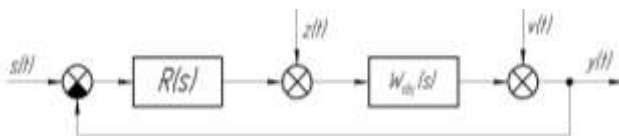


Рисунок 1 – Структурна схема АСР:

$y(t)$ - вихідний сигнал; $s(t)$ - сигнал завдання;
 $z(t)$ ($v(t)$)- збурення внутрішнє (зовнішнє)

Розрахунок налаштувань класичного та MPC- регулятора виконано методом Ротаца В.Я. (табл. 1), що забезпечує отримання оптимальних параметрів регулятора при мінімізації лінійного інтегрального критерію якості (табл. 2).

Таблиця 1 – Розрахунок налаштувань регулятору

Показник / Тип регулятора	Класичний	MPC
Коефіцієнт пропорційної складової	2.870	3.642
Коефіцієнт інтегральної складової	0.396	0.548
Коефіцієнт диференціальної складової	11.451	10.890

Таблиця 2 – Показники якості перехідного процесу при збуренні за завданням

Показник / Тип регулятору	Класичний	MPC
Швидкодія, с	32.8	42.9
Перерегулювання, %	57.4	50.9
Ступінь затухання, %	100	100
Інтегральний лінійний критерій	8.44	10.47
Інтегральний квадратичний критерій	5.6	6.73

Застосування MPC- регулятору в стандартних системах з інерційними об'єктами і типовими лінійними регуляторами дозволяє в 2-3 рази зменшити діапазон відхилення регульованої величини при зменшенні діапазону переміщення регулюючого органу та підвищенні запасу стійкості АСР.

Список літературних джерел

1. Dovhopolyi Ya. Development of the program for self-tuning a propoortal-integral-differential controller with an additional controlling action / Ya. Dovhopolyi, G. Manko, V. Trishkin, A. Shvachka. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information technology. Industry control systems. 6/2 (90) 2017. pp. 61-66.
2. Веремей Е.И. Введение в задачи управления на основе предсказаний / Е.И. Веремей, В.В. Еремеев // Международная конференция «Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB». – М., 2004. – С. 98–115.
3. Пикина Г.А. Методы настройки прогностических типовых алгоритмов регулирования / Г.А. Пикина, М.С.Кузнецов // Теплоэнергетика. 2012. № 2. С. 64-67.

АНАЛІЗ ТА ЗАСОБИ УСУНЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ВЕБ-САЙТІВ

Щербина О. В., Ляшенко О. А.

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

На теперішній час веб-сервери, на яких знаходяться програми, веб-сторінки піддаються веб-атакам. Тому величезну загрозу становлять для них хакери та вірусне програмне забезпечення. Хакери можуть отримати доступ до секретної інформації підприємств та інших відомств, місце знаходження якої на серверах, вони можуть змінити зміст або поцупити файли, вони виводять з ладу сервери за допомогою Dos-атак великої кількості уражених комп'ютерів. Вірусне програмне забезпечення, яке наражає на небезпеку веб-сервери, перетворює їх самих на розповсюджників вірусного програмного забезпечення. Тому вони дуже сповільнюють працездатність веб-серверів і викликають дискомфорт у користувачів. Відомі такі веб-віруси: Code red, Poveyou, Conficker, Petya. Це вірусне програмне забезпечення використовують для розповсюдження найбільш «слабких місць» у програмному забезпеченні. Також хакери спрямовують атаки на заздалегідь відомі «слабкі місця» у програмному забезпеченні. У цьому нема нічого дивного. Використовуючи заздалегідь відомі «слабкі місця» хакери можуть одержати доступ до віддаленого навіть добре захищеного веб-серверу [1].

До програм зі «слабкими місцями» відносяться програми-сервери: Microsoft Server, Apache та інші. Таке програмне забезпечення досить важке та об'ємне, отже «слабкі місця» у ньому обов'язково мають бути. Крім того, сучасні веб-сервери мають великий спектр додаткових функцій, наприклад підтримка мов програмування типу Perl, Ruby, Python, JavaScript та інших, наявність системам керування базами даних. Це можливо завдяки додатковому програмному забезпеченню на веб-серверах. І при цьому кожне таке програмне забезпечення може мати свої «слабкі місця».

На веб-ресурсах, що освітлюють питання інформаційної безпеки, постійно з'являються новини про появу новітніх «слабких місць» у програмному забезпеченні веб-серверів. У вивченні і дослідженні таких місць беруть участь не тільки фахівці захисту даних, але і хакери. Хакери можуть не доповідати про виявлення вразливості, щоб потім скористуватися цією вразливістю для досягнення своїх цілей. Буває й навпаки. Хакери намагаються розповісти усім про уражені місця, в тому числі компаніям-розробникам програмного забезпечення. Тим самим хакери демонструють свої знання та вміння. В такому разі для користувачів це приносить користь.

Питання захисту та безпеки веб-сайтів вирішують власники сайтів будь-якого ресурсу, який має цінність для користувача. При цьому ці питання повинні максимально щільно вирішуватися в процесі розробки веб-сайту, з тим, щоб мати можливість повернутися до них в разі виникнення нагальної потреби під час функціонування веб-сайту. Для цього спочатку виконується аналіз потенційно небезпечних вразливостей, далі – здійснюється виконання

робіт для їх усунення з метою забезпечення їх відсутності у майбутньому. Слід зауважити, що надійність сайту передбачає не тільки безпеку коду та програмного забезпечення. Також при адмініструванні веб-ресурсу необхідно забезпечити надійне збереження паролів, захист від перевантажень, а також вирішувати чимало організаційних та технічних питань з самими провайдерами [2].

Хакерські атаки спрямовані на виконання певного коду на стороні веб-сервера. Сервери використовують дані, які передаються користувачем при обробці запитів. Ці дані використовуються при складанні команд, які застосовуються для генерації динамічного вмісту. Отже хакер може мати можливість модифікувати виконавчі команди, якщо при розробці не враховуються вимоги безпеки. Так наприклад, скориставшись переповненням буферу, можна перезаписувати службові області пам'яті (адресу повернення з функцій у стеці і т.д.). Також, при переповненні можуть бути переписані значення змінних у програмі. Переповнення буфера є найбільш поширеною проблемою в безпеці і нерідко зачіпає веб-сервери. Проте атаки, які використовують цю уразливість, саме проти веб-додатків задіюються не дуже часто. Відбувається так тому, що атакуючому, як правило, необхідно проаналізувати вихідний код або образ програми.

Метою даної роботи є детальний аналіз вразливостей веб-сайтів та виявлення «слабких місць» у їх програмному забезпеченні, які найбільш часто зустрічаються на сьогоднішній день, а також розробка методів, які можуть усунути загрози, та у подальшому своєчасно реагувати на прояви вірусних сайтів, зловмисників, які намагаються вкрати паролі та важливу інформацію користувача.

До розроблюваного програмного забезпечення висуваються наступні вимоги:

- 1.Перевірка кешу браузера у реальному часі.
- 2.Мале споживання ОЗУ програмою.
- 3.Збирання інформації про вразливість плагінів та надання інформації користувачеві.
- 4.На сервері повинна зберігатися інформація про шкідливі сайти, на які заходили користувачі протягом останньої доби.

Доцільність програми полягає у спрямованості збору статистики у найуразливіших місцях з метою поліпшення роботи браузерів їх розробниками у подальшому. Програма повинна працювати із усіма браузерами, відомими в середовищі Windows, а саме: Google Chrome, Opera, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Tor.

Список літературних джерел

1. Леонтьев В.С. Безпека в мережі інтернет. – М.: ОЛМА Медиа Групп, 2008. – 256 с.
2. Захист веб ПЗ//ООО «СОВИТ». [електронный ресурс]: URL – <http://www.sovit.net/>.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Юскович-Жуковська В. І., Соловей Л. Я.

Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана
Дем'янчука, Рівне, Україна

Використання в мережі Internet технології WWW надає користувачам доступ до неосяжних масивів інформації та її обробки. В інформаційному суспільстві мають місце злочини у сфері комп'ютерної інформації, яким притаманний міжнародний характер. Тому на сьогодні актуальними є протидія зловживанню інформаційними технологіями, безпека інформації в автоматизованих системах (АС) керування різноманітними процесами та запобігання несанкціонованим діям щодо інформації в АС.

Відповідно до Закону України «Про захист інформації в автоматизованих системах» об'єктами захисту є інформація, що обробляється в автоматизованих системах та програмне забезпечення, яке призначене для обробки цієї інформації, права власників цієї інформації та власників АС, права користувачів (рис. 1). Відповідальність за забезпечення захисту інформації в АС покладається на власника системи [1].

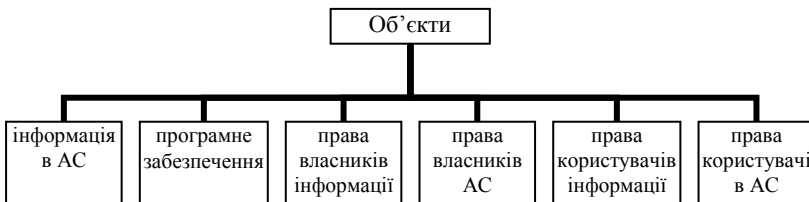


Рисунок 1 – Об'єкти захисту інформації в автоматизованих системах

Особи, винні в порушенні законодавства про захист інформації в системах, несуть відповідальність згідно із законом [1].

Комп'ютерну злочинність та комп'ютерний тероризм в інформаційній сфері названо одними із загроз національним інтересам та національній безпеці України згідно ст.7 Закону «Про основи національної безпеки України». Об'єктами злочинних посягань являються саме відносини між суб'єктами у сфері комп'ютерної інформації [2].

Відносини між суб'єктами виникають в разі створення, зміни, збирання, накопичення, зберігання, пошуку, розповсюдження, використання, введення, копіювання, зчитування, знищення, реєстрації, а також: втрати, підроблення, спотворення, блокування інформації та інших неправомірних дій.

Комп'ютерна інформація являється одним з видів інформації, що має ознаки, які не властиві іншим видам інформації. Інформація - це основне поняття в кібернетиці. Серед комп'ютерних програм, з однієї сторони, є програми, які створені для захисту комп'ютерної інформації, з іншої сторони -

шкідливі програми, тобто віруси. Комп'ютерна інформація у сфері інформаційних відносин існує у формі електронного документу. Так, згідно Закону України «Про електронні документи та електронний документообіг» електронним документом є документ, інформацію в якому представлено у формі електронних даних, включаючи обов'язкові реквізити документа, зокрема й електронний цифровий підпис, який може бути сформований, переданий, збережений і перетворений електронними засобами у візуальну форму [3].

Обов'язковою ознакою електронного документа є електронний цифровий підпис. Відправлення та передавання електронних документів здійснюються автором або посередником в електронній формі за допомогою засобів інформаційних, телекомунікаційних, інформаційно-телекомунікаційних систем. Суб'єкти електронного документообігу визначають режим його доступу до електронних документів, що містять конфіденційну інформацію, та встановлюють для них систему захисту.

Безпека автоматизованої системи – це здатність АС забезпечувати конфіденційність і цілісність інформації від несанкціонованого доступу з метою її розкриття, зміни або знищення. Однією з основних інформаційних проблем ХХІ ст. вважають інформаційну безпеку даних. Це пов'язано з тим, що свідоме викрадення інформації, її спотворення і знищення призводить, як правило, до негативних наслідків для власників інформації, а іноді, навіть, до банкрутства фірми.



Рисунок 2 – Можливі загрози автоматизованим системам

Всі існуючі загрози автоматизованим системам можна умовно об'єднати у три групи: загрози розкриття інформації, загрози цілісності інформації, загрози відмови в обслуговуванні АС (рис.2).



Рисунок 3 – Класи методів інформаційної безпеки АС

Інформаційну безпеку АС забезпечують засоби, які можна умовно поділити на 4 класи: організаційні, технологічні, апаратні та програмні (рис. 3). Найрозповсюдженішими засобами захисту інформації в АС являються

програмні, наприклад, програми ідентифікації користувачів, парольний захист і перевірка повноважень, брандмауери, криптопротоколи та ін. Вартість ліцензійних програмних системних засобів по захисту інформації суттєво перевищує по затратах апаратні, технологічні, а тим більше організаційні засоби.

Розробники програмного забезпечення та його користувачі надають перевагу таким напрямкам захисту інформації в АС: захист від несанкціонованого доступу, захист таємної, конфіденційної та особистої інформації, захист АС від комп'ютерних вірусів (рис.4):

На сьогодні також активно розвиваються засоби захисту від витоку інформації по мережі Інтернет, засоби захисту від електронних «жучків», які встановлюються безпосередньо в комплектуючі комп'ютерів та ін.

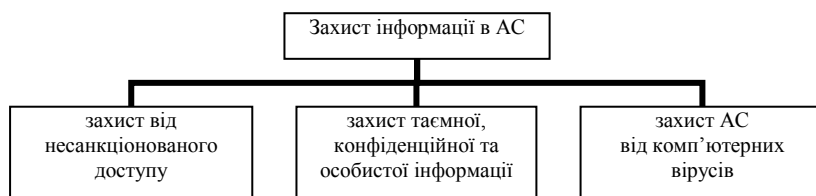


Рисунок 4 – Напрями захисту інформації в АС

Світовій практиці відомі випадки здійснення хакерами витончених зв'язків з організованими злочинними угрупованнями, коли останні виступали в ролі замовників комп'ютерних махінацій, знімаючи через третіх осіб фінансові потоки в банківських комп'ютерних системах тощо.

Забезпечити повну безпеку інформації в автоматизованих системах практично неможливо, але знизити рівень ймовірності втручання шкідливих комп'ютерних програм – завдання цілком реальне. Для цього необхідно усунути обставини, що сприяли створенню, використанню та розповсюдженню шкідливих комп'ютерних програм.

Отже, безпеку інформації в АС можна забезпечити наступним чином:

1) дотримуватись норм, вимог, правил, щодо захисту оброблюваної інформації;

2) використовувати ліцензійне програмне забезпечення, сертифіковані засоби обчислювальної техніки, засоби зв'язку і АС в цілому;

3) здійснювати постійний контроль у реальному часі щодо захисту інформації в АС.

Список літературних джерел

1. Закон України «Про захист інформації в автоматизованих системах»
2. Закон України «Про основи національної безпеки України»
3. Закон України «Про електронні документи та електронний документообіг».

КЛАСТЕР-АНАЛІЗ ВХІДНИХ ДАНИХ ПРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ДІАГНОСТУВАННІ СКЛАДНИХ МАШИН

Довбиш А. С., Зимовець В. І.², Бібик М. В.

Сумський державний університет, м.Суми, Україна

Одним із шляхів підвищення надійності та безпечної роботи складних систем і машин є застосування системи функціонального діагностування, інтегрованої в автоматизовану систему керування [1]. При цьому система функціонального діагностування повинна виконувати прогностичні функції, пов'язані з оцінкою поточного ресурсу технологічного обладнання і тенденції виходу діагностичних ознак за межі нормованих (експлуатаційних) допусків. При побудові довгострокових прогнозів зміни параметрів, що характеризують технічний стан об'єктів діагностування, найбільшого поширення набули методи статистичної екстраполяції даних. Основним недоліком цього підходу є необхідність накопичення великих обсягів даних за сталих умов, що як правило на практиці не виконується. Із розвитком інтелектуальних інформаційних технологій машинного навчання та розпізнавання образів відкрилася можливість інформаційного синтезу високостовірних систем функціонального діагностування в рамках так званої прогностичної класифікації [2]. У результаті прогностичної класифікації технічний стан керованого об'єкту відносять до того чи іншого параметричного класу розпізнавання із сформованого на етапі машинного навчання алфавіту. Основна перевага методів прогностичної класифікації полягає в тому, що вони є адаптивними до зміни початкових умов функціонування об'єкту діагностування. Крім того, прогнозування можна починати з моменту здійснення одноразового контролю обладнання, яке функціонує в робочому режимі.

Для інформаційного синтезу прогностичних систем функціонального діагностування перспективним є застосування ідей і методів так званої інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (IEI-технології) аналізу даних, яка ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи в процесі її машинного навчання [3]. Методи IEI-технології у порівнянні з іншими методами Data Mining, включаючи неймережні технології, мають ряд суттєвих переваг. Основна перевага інформаційно-екстремальних методів машинного навчання полягає в тому, що вони практично інваріантні до багатовимірності простору діагностичних ознак. Цей факт пояснюється використанням побудованих за результатами машинного навчання в рамках геометричного підходу вирішальних правил. З іншого боку алфавіт класів розпізнавання, які характеризують технічні стани вузлів складної машини, має велику потужність. Тому при машинному навчанні виникає важлива задача втоматизації формування вхідної навчальної матриці, оскільки її формування в ручному режимі є довготривалою і високовитратною процедурою.

Розглянемо підхід до інформаційно-екстремального машинного навчання системи функціонального діагностування, в процесі якого автоматично

формується вхідна навчальна матриця за архівними даними, які зберігаються в базі даних системи.

Як відомо методи кластер-аналізу широко використовуються для автоматичного розбиття простору ознак розпізнавання. Але оскільки в задачах діагностування класи розпізнавання апріорно перетинаються, то точність такого розбиття є невисокою. Тому пропонується в рамках ІЕІ-технології використовувати кластер-аналіз для формування нечіткої, але вже класифікованої вхідної навчальної матриці. Далі за автоматично сформованою навчальною матрицею в процесі машинного навчання здійснюється чітке розбиття простору діагностичних ознак на класи розпізнавання, за геоетричними параметрами якого будуються безпомилкові за навчальною матрицею вирішальні правила. При цьому в методах інформаційно-екстремального машинного навчання вхідна евклідова навчальна матриця перетворюється в робочу бінарну навчальну матрицю. Це дозволяє в процесі навчання шляхом цілеспрямованої зміни робочої навчальної матриці адаптувати її до максимальної достовірності прийняття діагностичних рішень при функціонуванні системи в режимі екзамену. З цією метою в процесі машинного навчання здійснюється оптимізація контрольних допусків на ознаки розпізнавання, які змінюють значення ознак робочої навчальної матриці. По суті методи ІЕІ-технології та нейроподібних структур ґрунтуються на однаковій парадигмі – зміна в процесі навчання значень ознак розпізнавання. Але побудовані за результатами інформаційно-екстремального навчання геометричні вирішальні правила суттєво звужують важливість проблеми великих обсягів даних. Крім того, варто відмітити, якщо вхідна та екзаменаційна матриці формуються для одного і того ж об'єкту діагностування, то режим екзамену є по суті робочим.

Для кластер-аналізу діагностичних ознак використовувався ієрархічний дивізійний метод з використанням модифікованої для бінарного простору ознак процедури *K*-середніх, який був реалізований в алгоритмі інформаційно-екстремального машинного навчання з оптимізацією контрольних допусків на діагностичні ознаки. При цьому оптимізація параметра δ поля контрольних допусків здійснювалася за двохциклічною процедурою пошуку глобального максимуму інформаційного критерію оптимізації параметрів машинного навчання в робочій (допустимій) області визначення його функції

$$\delta^* = \arg \max_{G_\delta} \{ \max_{G_E \cap \{k\}} \bar{E}^{(k)} \}, \quad (1)$$

де $\bar{E}^{(k)}$ – усереднене за алфавітом класів розпізнавання значення інформаційного критерію оптимізації, обчислене на k -му кроці машинного навчання; G_δ – допустима область значень параметра δ поля контрольних допусків; G_E – робоча (допустима) область визначення функції інформаційного критерію; $\{k\}$ – множина кроків машинного навчання.

Для заданого алфавіту $\{X_m^o \mid m = \overline{1, M}\}$ класів розпізнавання як інформаційний критерій оптимізації параметрів машинного навчання використовувалася модифікована інформаційна міра Кульбака [4]

$$J_m^{(k)} = \log_2 \left(\frac{2 - (\alpha_m^{(k)}(d) + \beta_m^{(k)}(d)) + 10^{-r}}{\alpha_m^{(k)}(d) + \beta_m^{(k)}(d) + 10^{-r}} \right) * \left[1 - [(\alpha_m^{(k)}(d) + \beta_m^{(k)}(d))] \right], \quad (2)$$

де $\alpha_m^{(k)}(d)$ – помилка першого роду прийняття діагностичних рішень на k -му кроці навчання; $\beta_m^{(k)}(d)$ – помилка другого роду; d – дистанційна міра, яка визначає радіуси гіперсферичних контейнерів, побудованих в радіальному базисі простору діагностичних ознак Хеммінга; 10^{-r} – достатньо мале число, яке вводиться для уникнення поділу на нуль.

Оскільки інформаційний критерій (2) є ненормованим, то з метою нормалізації представимо його у вигляді

$$E_m^{(k)} = \frac{J_m^{(k)}}{J_{\max}}, \quad (3)$$

де $J_{\max}$ – максимальне значення інформаційного критерію (2) при підстановці в нього значень точнісних характеристик $\alpha_m^{(k)}(d) = \beta_m^{(k)}(d) = 0$.

Таким чином, алгоритм інформаційно-екстремального машинного навчання системи функціонального діагностування з оптимізацією системи контрольних допусків на діагностичні ознаки полягає в цілеспрямованому пошуку глобального максимуму інформаційного критерію для різних варіантів робочої навчальної матриці. При цьому за екстремальними значеннями геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання будуються високо достовірні вирішальні правила, практично інваріантні до багато вимірності простору діагностичних ознак.

Реалізація алгоритму здійснювалася за некласифікованою навчальною матрицею, сформованою за архівними даними, наданими підприємством «УЛІС Системс», яке займається модернізацією системи керування ШПМ в «ДТЕК Павлоградвугілля» (м. Павлоград, Україна). Діагностування здійснювалося для трьох класів розпізнавання, які характеризували стан температури підшипників електродвигуна «Норма», стан допустимої підвищеної температури підшипників електродвигуна і стан критичної температури підшипників електродвигуна. Кожний рядок матриці – вектор-реалізація відповідного класу розпізнавання складався із 60 структурованих кількісних і категорійних діагностичних ознак, які характеризували електричні, температурні та механічні характеристики всіх вузлів шахтної підйомної машини. Оскільки діагностичні ознаки мали різні шкали виміру, було виконано їх нормалізацію за методом зведених шкал. З цією метою було застосовано трьохінтервальну систему симетричних контрольних допусків на діагностичні ознаки. У результаті, якщо ознака попадала у відповідний інтервал, то їй присвоювалося відповідне трьохзначне кодове слово. Таким чином, обсяг вектора-реалізації було збільшено до 180 ознак.

Графіки залежності усередненого значення інформаційного нормованого критерію (3) від кроків кластеризації вхідних даних показано на рис. 1а, а від параметра δ поля контрольних допусків – на рис 1б.

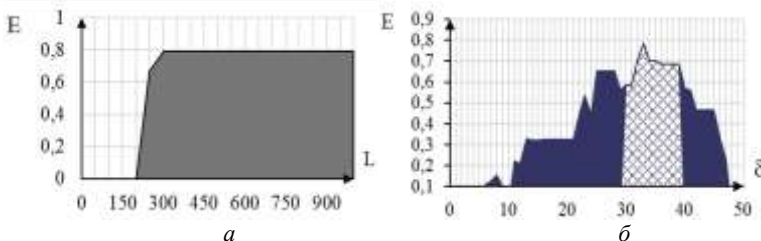


Рисунок 1 – Графіки залежності інформаційного критерію: а – від кроків кластеризації вхідних даних; б – параметра поля контрольних допусків

На рис. 1б заштрихованою ділянкою графіку позначено робочу область визначення функції інформаційного критерію оптимізації, в якій перша і друга достовірності діагностичних рішень перевершують відповідно першу і другу помилки. Аналіз рис. 1б показує, що оптимальне значення параметра поля контрольних допусків дорівнює $\delta = 34$ у кодових одиницях при максимальному значенні нормованого критерію $E_{\max} = 0,8$.

Таким чином, розглянутий інформаційно-екстремальний алгоритм машинного навчання системи функціонального діагностування дозволяє автоматично формувати вхідну класифіковану нечітку навчальну матрицю. При цьому варто зазначити, що оскільки на практиці алфавіт класів розпізнавання, які характеризують технічні стани складних машин має велику потужність, то для підвищення функціональної ефективності системи функціональному діагностуванню необхідно перейти від лінійних структур даних до ієрархічних.

Список літературних джерел

1. Szymański, Z. Intelligent, Energy Saving Power Supply and Control System of Hoisting Mine Machine with Compact and Hybrid Drive System. Archives of Mining Sciences, 2017. – V.60(1), pp. 239-251. DOI:10.1515/amsc-2015-0016.
2. Довбиш А.С. Основи проектування інтелектуальних систем: Навчальний посібник. Суми: Видавництво СумДУ, 2009. – 171 с.
3. Довбиш А.С., Зимовець В.І., Козлов З.С. Інформаційно-екстремальний алгоритм навчання системи функціонального контролю електроприводу шахтної підйомної машини /А.С. Довбиш, В. І. Зимовець, З. С. Козлов // Радиоэлектроника и информатика, 2017.– №4. – С. 58-63.

ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Запрошуємо Вас до співробітництва для публікації статей в збірнику наукових праць **«КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ: АНАЛІЗ, УПРАВЛІННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ».**

ISSN (Print): 2521-6406

ISSN (Online): 2617-6092

Свідоцтво про реєстрацію ЗМІ: KB № 22571-12471P
від 28.02.2017 р.

Графік виходу збірника: 2 рази на рік.

Сайт збірника: www.kmauo.org

E-mail редакції: cmaco@ukr.net, 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 A4, 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 збірнику 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 (або 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** (вирівнювання – зліва).

2. **Прізвища та ініціали авторів** (через кому, вирівнювання – по центру).

3. **Назва статті** (у назві статті не допускається використання абrevіатур, вирівнювання – по центру).

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 ^a, ^b, ^c після прізвища кожного автора та перед назвою кожної організації.

5. **Реферат** до статті (не менше як 1800 знаків в англомовному 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 загальновживаних, 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 множини, а також аббревіатури.

Вимоги до оформлення статті

Текст статті повинен бути підготовленим у форматі текстового редактора Word (97-2003) (з розширенням *.doc).

Шрифт **Times New Roman, 12 pt**; міжрядковий інтервал – **1,0**; без абзацного відступу, без використання напівжирного виділення тексту.

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. На кожен рисунок надається посилання у тексті (рис. 1). 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 (Таблиця 1) і назву, яку необхідно розмістити з нового рядка; на кожену таблицю 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;
- *ширифт* – Times New Roman, кегль – 10 пунктів;
- *вікно «Абзац»* – «Выравнивание»:
 - «По центру»: текст у шапці таблиці та числові значення в колонках таблиці;
 - «По лівому краю»: текст у основній частині таблиці;
- *вікно «Абзац»* – «Междустрочный интервал» – одинарний;
- *вікно «Абзац»* – всі відступи – 0 см; всі інтервали – 0 пт;
- *границі таблиці зліва та справа*: невидимі.

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 «Розмір»→«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)». При цьому

$$\eta_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{sr}}$$

формули слід розташовувати з лівого краю сторінки.

Використані у статті фізичні, хімічні, технічні і математичні терміни, одиниці вимірювання й умовні позначення повинні бути загальноновживаними. 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 англomовних статей.

Вимоги до оформлення інформаційного блоку

Інформаційний блок на англійській мові містить інформацію про назву статті, авторів, назву організації (якщо організацій 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) (для української мови) або вимог системи BGN/HCN (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 англomовних 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
IV 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 18.10.2018. Формат 60х84 1/16.
Папір офсетний. Умов. друк. арк. 25,23.
Наклад 100 прим. Замовл. № 2190

Виготовлено в друкарні ТОВ «Баланс-Клуб»
49047, м. Дніпро, пров. Верстатобудівельний, 4
Тел. (0562) 370-44-25 www.balance.ua