

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

# **ВІСНИК**

## **НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

*Серія: "Нові рішення в сучасних технологіях"*

**№ 68(974)2012**

**Збірник наукових праць**

Видання засновано в 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2012

Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ „ХПІ» – 2012р. - № 68(974) – 212с.

## Державне видання

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України

КВ №5256 від 2 липня 2001 року

Збірник виходить українською та російською мовами.

*Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових Фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р. №1 – 05/4. (Бюлетень ВАК України №6, 2010 р., стор. 3, №20).*

### Координаційна рада:

Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф. (**голова**);

К. О. ГОРБУНОВ, канд. техн. наук, доц. (**секретар**);

А. П. МАРЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.; Є. І. СОКОЛ, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.;

Є. Є. АЛЕКСАНДРОВ, д-р техн. наук, проф.; А. В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф.; Ф. Ф. ГЛАДКИЙ, д-р техн.

наук, проф.; М. Д. ГОДЛЕВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.; А. І. ГРАБЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.; В. Г.

ДАНЬКО, д-р техн. наук, проф.; В. Д. ДМИТРИЄНКО, д-р техн. наук, проф.; І. Ф. ДОМНІН, д-р техн. наук,

проф.; В. В. СПІФАНОВ, канд. техн. наук проф.; Ю. І. ЗАЙЦЕВ, канд. техн. наук, проф.; П. О. КАЧАНОВ, д-

р техн. наук, проф.; В. Б. КЛЕПІКОВ, д-р техн. наук, проф.; С. І. КОНДРАШОВ, д-р техн. наук, проф.; В.

М. КОШЕЛЬНИК, д-р техн. наук, проф.; В. І. КРАВЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.; Г. В. ЛІСАЧУК, д-р техн.

наук, проф.; О. К. МОРАЧКОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.; В. І. НІКОЛАЄНКО, канд. іст. наук, проф.; П.

Г. ПЕРЕРВА, д-р екон. наук, проф.; В. А. ПУЛЯЄВ, д-р техн. наук, проф.; М. І. РИЩЕНКО, д-р техн. наук,

проф.; В. Б. САМОРОДОВ, д-р техн. наук, проф.; Г. М. СУЧКОВ, д-р техн. наук, проф.; Ю. В. ТИМОФІЄВ,

д-р техн. наук, проф.; М. А. ТКАЧУК, д-р техн. наук, проф.

### Редакційна колегія серії:

**Відповідальний редактор:** Є. І. Сокол, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.

**Відповідальний секретар:** А. В. Івахненко, ст. викладач, Т. Л. Коворотний, асист.

**Члени редколегії:** Л. Л. Брагіна, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;

В. Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.; В. Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Клепиков, д-р техн.

наук, проф.; Б. В. Клименко, д-р техн. наук, проф.; О. С. Куценко, д-р техн. наук, проф.;

Г. І. Львов, д-р техн. наук, проф.; Н. Н. Олександров, д-р техн. наук, проф.; П. Г. Перерва, д-р екон.

наук, проф.; М. І. Погорелов, канд. екон. наук, проф.; Л. Г. Раскін, д-р техн. наук, проф.; Р. Д.

Ситнік, д-р техн. наук, проф.; В. Я. Терзіян, д-р техн. наук, проф.; В. І. Тошинський, д-р техн. наук,

проф.; В. І. Шустіков, д-р техн. наук, проф.

З номеру 42'2012 р. Вісник НТУ «ХПІ» має власну подвійну нумерацію №42 (948).

Рекомендовано до друку вченою радою НТУ „ХПІ”

Протокол №:1 від « 25 грудня 2012 р.

УДК 629.463.001.63

**О. В. ФОМИН**, канд. техн. наук, доц., ДонІЗТ, гол. констр. ПрАТ «ДМЗ», Донецьк

### **ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМ ПРОЕКТУВАННЯ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

В статті представлено результати проведеного огляду досліджень з проектування несучих систем вантажних вагонів.

**Ключові слова:** огляд, проектування несучих систем, вантажні вагони.

#### **Постановка проблеми і аналіз результатів останніх досліджень**

Ефективність, функціонування і конкурентоспроможність залізниць у вирішальній мірі залежить від безпеки процесу перевезень, швидкості доставки вантажів і рівня експлуатаційних витрат, тому від рухомого складу вимагають: високої надійності, низької початкової вартості, значного зниження експлуатаційних витрат і т.д. У відповідності до основних положень Державної програми «Український вагон» (затверджена Міністерством інфраструктури України 04 лютого 2011р.) важливим напрямком вирішення зазначеної задачі є формування вантажного парку Укрзалізниці на основі моделей вагонів вітчизняного виробництва, які мають сучасний рівень техніко-економічних та експлуатаційних показників. Розв'язання цієї проблеми обґрунтовує необхідність використання сучасних підходів та методів проектування несучих систем [1, 2] вантажних вагонів. При цьому аналіз відповідних наукових та довідкових джерел засвідчив про відсутність публікацій узагальнюючого та аналізуючого характеру робіт з проблем проектування несучих систем вантажних вагонів.

#### **Мета статті та викладення основного матеріалу**

В статті представлено результати проведеного аналізу вітчизняних та закордонних досліджень з проблем проектування несучих систем вантажних вагонів. Визначено ключові роботи та висвітлено їх особливості.

На сьогоднішній день проблемами проектування несучих систем вантажних вагонів займаються колективи нижчепредставлених організацій та підприємств: ПАТ «Азовмаш», Білоруського державного університету транспорту, Брянського державного університету транспорту, Всерадянського науково-дослідного інституту транспорту, Всерадянського науково-дослідного інституту вагонобудування, Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені акад. В.Лазаряна, ПАТ «Днепрвагонмаш», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», Московського державного університету шляхів сполучення, Ростовського державного університету шляхів сполучення, Санкт-Петербурзького державного університету шляхів сполучення, ПАТ «Стахановський вагонобудівний завод», Української державної академії залізничного транспорту, Українського науково-дослідного інституту вагонобудування, ВАТ «НПЦ» УралВагонЗавод», Уральського державного університету шляхів сполучення та інш.

Значний внесок у розвиток конструкцій вагонів і методів їх проектування внесли нижченаведені учені і інженери: О.Є. Афанасьєв, Б.В.Афоніна, Л.І. Бартенева, О.А. Бітюцький, Є.П. Блохін, А.Ю. Богачов, О.Г. Бойчевський, Ю.П. Бороненко, В.М. Бубнов, М.А. Буличев, Г.П. Бурчак, М.Ф. Веріго, С.В. Вершинський, М.В. Вінокуров, В.І. Варава, М.М.Воронін, В.Ф.Головко, А.П. Горбенко, В.М. Данілов, В.Д. Данович, Ю.В. Дьомін, А.В.Донченко, Р.І. Зайнетдінов, В.Г. Іноземцев, І.П. Ісаєв, М.Б. Кельріх, В.В.Кобіщанов, К.П. Королев, Н.А. Костенко, В.М. Котуранов, Ю.Л. Кофман, С.М. Куценко, М.Л. Коротенко, Л.Д. Кузьміч, В.А. Лазарян, В.П. Лозбіньов, Ф.Ю. Лозбіньов,

В.В. Лукін, Л.Б. Манашкін, М.М. Машнев, В.Б. Медель, О.П. Мисютін, В.І.Мороз, С.В.Мямлін, Л.Н. Нікольський, Е.М. Нікольський, М.М.Овечніков, М.М. Пахомов, И.П. Петров, В.С. Плоткін, М.І.Подлітов, О.О. Попов, А.О. Радзіховський, Ю.С. Ромен, А.Н. Савоськін, О.М.Савчук, В.В. Саричев, І.Н.Серпик, М.М. Соколов, СВ. Сорокіна, П.А. Устїч, В.Ф. Ушкалов, М.І. Харітонов, О.О. Хохлов, В.Д. Хусїдов, В.О. Царапкін, Ю.М. Черкашин, В.В. Чіркїн, Л.А. Шадур, А.В.Шаповал, П.В. Шевченко, В.Ф. Яковлев та ін.

Розвитку методів проектування вантажних вагонів на основі застосування системного проектування присвячені роботи А.О. Радзіховського [3] і К.О.Сергіїва, при цьому розглядаються специфічні конкретні випадки а не узагальнюючі підходи.

Е.М.Нікольським [4] був вперше запропонований алгоритм розрахунку несучих конструкцій вагонів МСЕ, і реалізований у вигляді програми.

Під керівництвом Л.А. Шадура і В.М. Котуранова у роботах (МІІТу) проведений значний комплекс досліджень по техніко-економічному обґрунтуванню і створенню несучих систем восьмивісних вагонів.

А.П. Горбенко [5] було проведено дослідження напруженого стану кришок люків напіввагонів, визначені їх оптимальні параметри.

Роботи В.О. Царапкіна [6] є одними з перших робіт, присвячених застосуванню теорії оптимізації для кузовів вагонів. Їм розглянуто завдання з визначення оптимальних параметрів стрижньових елементів по критерію мінімуму площ поперечних перерізів на основі методу покоординатного спуску. У різних варіантах запропонованих алгоритмів оптимізації застосовуються лінійне і динамічне програмування, ітераційні методи пошуку оптимуму. Дані алгоритми направлені на розробку рівнонапруженого варіанту конструкції, в якому максимальне напруження в усіх елементах рівне таким, що допускаються. Розрахункова схема кузова береться у вигляді стрижньової системи, причому її топологія передбачається заданою і незмінною.

Праці В.П.Лозбіньова [7] присвячені розвитку і дослідженню теорії оптимізації несучих конструкцій кузовів вагонів. Розроблені алгоритми і програми уточненого розрахунку на ЕОМ кузовів вантажних вагонів, обшивки, що дозволяють врахувати взаємний вплив підкріплюючих елементів, ексцентриситет підкріплюючих елементів по відношенню до серединної поверхні обшивки, змінність розмірів поперечних перерізів підкріплюючих елементів по довжині, жорстке з'єднання підкріплень у вузлах їх з'єднання з обшивкою. Запропонований метод оптимізації кузовів вагонів, заснований на базі градієнтного методу і методу штрафних функцій. Розроблена методика ОПК кузовів вантажних вагонів, яка ураховує специфіку конструкцій. Розроблені способи аналізу глобальності отриманого оптимуму і впливу конструктивних відхилень оптимальних параметрів на результати оптимізації. Ця методика знайшла застосування при оптимізації конструкцій кузовів вагонів і інших виробів машинобудування. Ідеї В.П. Лозбіньова розвивав Ф.Ю. Лозбіньов [8], у роботах, які спрямовані на удосконалення методики оптимізації кузовів вагонів, що дозволяє отримувати варіант конструкції, більш оптимальний по масі, порівняно з варіантами, що отримуються за допомогою методу проектування дискретно рівнонапруженої конструкції. Розроблені наукові основи і методика оптимального проектування несучих кузовів вагонів по критерію мінімуму витрат протягом життєвого циклу з урахуванням суперечливих вимог на стадіях проектування і виготовлення з одного боку, експлуатації і ремонту з іншого. Представлено опис розробленої автоматизованої системи міцнісного і оптимізаційного аналізу несучих конструкцій вагонів.

Під керівництвом В.В. Лукїна у роботах ОмДУШС (ОМІТ), виконаних, проведені дослідження по створенню алгоритму визначення оптимальних параметрів основних типів вантажних вагонів [9]. При виборі параметрів вантажних вагонів як основний критерій прийнятий мінімум приведених витрат, пов'язаних з перевезенням вантажів. Для

визначення параметрів перерізів використовується ітераційний метод перерахунку, який приводить до максимального напруження в елементах, близького до напружень в аналогічних перерізах елементів відпрацьованої конструкції серійного вагону.

В.Ф. Ушкалов у роботі [10] використовував методи покоординатного і градієнтного пошуку для вирішення завдання підвищення власної частоти вигинистих коливань багатомасової моделі кузова і оптимізації параметрів демпфування рухомого складу залізниць.

Робота [11] С.В. Сорокіної присвячена автоматизації визначення оптимальних параметрів перерізів несучих елементів кузовів вагонів, де запропонований алгоритм, побудований на використанні МСЕ і принципу дискретної рівномірності при подвійному ітераційному циклі оптимізації маси кузова.

У роботі Ю.П.Бороненко [12] розроблені методи розрахунку напруженості і міцності гнучких конструктивних елементів вагонів, дозволяють на стадії проектування робити вибір раціональних параметрів, зменшувати витрати на експериментальне доведення конструкцій і скорочувати терміни створення нових зразків рухомого складу з покращеними техніко-економічними характеристиками.

У роботі В.М.Макухіна досліджені питання параметричної оптимізації суцільнометалевих кузовів напіввагонів. Розглянуті результати, отримані при використанні різних підходів: прямого методу Монте-Карло, алгоритмів з адаптацією і самонавчанням, алгоритмів локальних методів пошуку і комбінованих.

М.К. Кукеєвим реалізована методика вибору оптимальних техніко-економічних параметрів, що враховує додаткові умови-обмеження по міцності і стійкості від вичавлювання подовжніми силами. При цьому передбачена обробка результатів розрахунку з використанням методу найменших квадратів.

Е.М.Нікольським [4] розроблені методи розрахунку, що значно піднімають рівень наукової обґрунтованості, точність, побудови алгоритмів і розрахункових схем, що відрізняються оригінальністю. У основі запропонованого підходу – вживання методу чергування основних систем (МЧОС) у поєднанні з МСЕ.

В.В. Саричевим у роботі [13] пропонується триступінчатий алгоритм визначення оптимальної номенклатури профілів для вагонних конструкцій. Завдання вирішувалося поетапно: перший етап включає вибір раціональних форм, другий етап – вибір раціональних розмірів профілів шляхом параметричної оптимізації по критерію мінімуму маси, третій етап – вибір раціонального числа типорозмірів профілів в конструкції методом динамічного програмування.

В роботі П.А.Устіча [14] розглянуте завдання обґрунтування оптимального рівня надійності вагону. В процесі рішення задачі визначаються вимоги до надійності основних комплектуючих елементів конструкції, щоб надійність вагону була не менша заданої при мінімальній його вартості.

М.М. Вороніним в роботі [15] була розвинена синергетична концепція пошкоджуваності металу при деформації пружнопластичності для оцінки напруженого стану в місцях концентрації напруження, розроблені методичні і програмні засоби для оцінки пошкоджуваності і прогнозування ресурсу зварювальних швів кузовів вагонів.

Робота [16] О.А.Бітюцького присвячена проблемі комплексного методу проектування, розрахунків і випробувань вантажних вагонів, в якій на основі блочно-модульного підходу і спеціальних прийомів геометричного моделювання автоматизований процес визначення основних параметрів кузовів вантажних вагонів до етапу створення технічного проекту.

Робота [17] А.Ю. Богачьова була направлена на удосконалення зварювальних вузлів напіввагону. У роботі були розроблені методичні і програмні засоби для реалізації

розрахунків по МСЕ зварювальних конструкцій напіввагонів з переходом від оцінки напруженого стану всієї конструкції до оцінки напруження в місцях її концентрацій.

В роботі [18] М.А.Буличев запропонував методику параметричної оптимізації кузовів вагонів з урахуванням обмежень по міцності і опорі втомі несучих елементів. Методика реалізована в програмному комплексі, з використанням якого виконаний аналіз впливу на оптимум окремих чинників.

Розроблений в роботі [19] Н.І. Коченковою варіант методики оптимізації кузовів вантажних вагонів по критерію мінімуму витрат у сфері виробництва, включає алгоритми структурної і параметричної оптимізації, а також написана програма (що входить в програмний комплекс Ф.Ю.Лозбіньова) для реалізації згаданих алгоритмів.

Б.В. Афоніною у роботі [20] розглядається питання оптимізації металоконструкції кузовів вантажних вагонів з урахуванням вимог міцності і живучості несучих елементів. Запропонована методика оптимізації конструкції кузова елементи якого містять початкові технологічні дефекти.

О.Е. Афанасьев в роботі [21] проаналізував результати дослідження міцності торцевої стіни універсального напіввагону і розглянув напрями її удосконалення. Була розроблена нова конструкція торцевої стіни, також в роботі приведені результати впровадження нової конструкції торцевої стіни в експлуатацію.

Д.Г.Бейн в роботі [22] розробив алгоритм спільної структурної і параметричної оптимізації бокових стін і рами напіввагонів з несучою підлогою. Запропоновано алгоритм моделювання підкріплених панелей обшивки з використанням модифікованих пластинчасто-стрижньових моделей і розроблені СЕМ. В Українській державній академії залізничного транспорту під керівництвом д.т.н., професора В.І. Мороза були виконані роботи [23] з розробки наукових підходів до визначення та використання конструкційних резервів кузовів вантажних вагонів.

### **Висновки і рекомендації щодо подальшого використання**

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що вітчизняними і закордонними ученими, інженерами створений значний науково-технічний заділ по проблемам проектування несучих конструкцій вантажних вагонів, розширення і підтримка якого на належному рівні є необхідною умовою нормального функціонування і інноваційною основою розвитку вагонобудівного комплексу.

**Список літератури:** 1. ГОСТ 26725-97 Полувагоны четырехосные универсальные магистральных железных дорог колеи 1520мм. Общие технические условия [Текст]/ Госстандарт Украины, Киев, 1999г. 2. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 354с. 3. Радзиховский, А. А. Теория и методы проектирования грузовых специализированных вагонов: Дисс. докт. техн. наук. Л. : ЛИИЖТ . 1985. 227с. 4. Никольский, Е. Н. Расчет несущих конструкций вагона по методу конечных элементов: Учебное пособие. - Брянск: БИТМ, 1982. - 99 с. 5. Горбенко, А. П. Исследование напряженного состояния крышек люков полувагонов и мероприятия, повышающие их прочность: Дисс. канд. техн. наук. - Харьков: ХИИТ, 1970. - 198с. 6. Царанкин, В. А. Некоторые вопросы оптимального проектирования каркасов рам и кузовов подвижного состава: Дисс. канд. техн. наук: - Утв. - Днепропетровск, 1979. - 140 с. 7. Лозбинец, В. П. Проектирование и оптимизация несущих систем кузовов вагонов / В. П. Лозбинец // Учеб. пособие. - Брянск: БГТУ, 1997. - 88 с. 8. Лозбинец, Ф. Ю. Разработка научных основ оптимального проектирования несущих систем кузовов вагонов по критерию минимума затрат на создание, эксплуатацию и ремонт// Дисс. докт. техн. наук.-Брянск, БГТУ, 2000 -401с. 9. Лукин В. В. Выбор рациональных параметров грузовых вагонов. Учебное пособие. - ОмИИТ, 1985. - 84 с. 10. Ушкалов, В. Ф. Статистическая динамика рельсовых экипажей/ В. Ф. Ушкалов, Л. М. Резников, С. Ф. Редько. - Киев: Наукова думка, 1982. - 360 с. 11 . Сорокина, С. В. Элементы автоматизации проектирования несущих конструкций кузовов вагонов с оптимизацией стержневых элементов (на примере крытого грузового вагона): Автореф. канд. техн. наук. - Брянск: БИТМ, 1984.-24 с. 12. Бороненко, Ю. П. Прогнозирование нагруженности и прочности вагонов с гибкими конструктивными элементами изменяемой формы. //Автореф. докт. техн. наук. -Л., ЛИИЖТ,

1986. **13.** Сарычев, В. В. Выбор рациональной номенклатуры профилей стержневых элементов вагонных конструкций на примере вагона-хоппера / В. В. Сарычев // Дисс. канд. техн. наук. - Кременчуг: ВНИИВ, 1988. - 148 с. **14.** Устич, П. А. Надежность вагонов. //Нагруженность элементов конструкции вагона. -М.: Транспорт, 1991. -С. 186-231. **15.** Воронин, Н. Н. Анализ повреждаемости и оценка работоспособности несущих сварных конструкций грузовых вагонов. //Автореф. докт. техн. наук. -М., МИИТ, 1994. **16.** Битюцкий А. А. Разработка комплексного метода проектирования, расчета и испытания грузовых вагонов. //Дисс. докт. техн. наук. - Санкт-Петербург, СПГУПС (ЛИИЖТ), 1995. -335с. **17.** Богачев, А. Ю. Совершенствование сварных узлов полувагона на основе поэтапных конечно-элементных расчетов их нагруженности: Автореф. канд. техн. наук / А. Ю. Богачев. - Москва: МИИТ, 1995. - 20 с. **18.** Булычев М. А. Методика оптимизации несущей системы кузова вагона с учетом ограничений по прочности и сопротивлению усталости. //Дисс. ... канд. техн. наук. -Брянск, БГТУ, 1999. -189с. **19.** Коченкова, Н. И. Оптимизация несущих конструкций кузовов вагонов по критерию минимума себестоимости / Н. И. Коченкова // Дисс. канд. техн. наук. - Брянск: БГТУ, 2001. — 113 с. **20.** Афонина, Е. В. Оптимизация металлоконструкций кузовов грузовых вагонов с учетом требований прочности и живучести несущих элементов/ Е. В. Афонина // Дисс. канд. техн. наук. - Брянск: БГТУ, 2001. – 168с. **21.** Афанасьев, А. Е. Совершенствование конструкции кузова универсального полувагона: Дис. канд. техн. наук. - Санкт-Петербург: Петерб. гос. ун-т путей сообщ., 2009. – 173с. **22.** Бейн, Д. Г. Оптимизация кузовов грузовых вагонов открытого типа с несущим полом / Е. В. Афонина // дисс. ... канд. техн. наук. - Брянск: БГТУ, 2011. – 138с. **23.** Фомін, О. В. Удосконалення конструкції залізничних піввагонів за критерієм мінімальної матеріалоемності / О. В. Фомін // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2010.- Вип. 117.- С.28-34.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 629.463.001.63

**Огляд досліджень з проблем проектування несучих систем вантажних вагонів/ Фомін О. В // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 3-7. – Бібліогр.:23 назв.**

В статті представлені результати проведеного обзора досліджень з проектування несучих систем вагонів.

**Ключевые слова:** обзор, проектирование несущих систем, грузовые вагоны.

In the article the results of the conducted review of researches are presented from planning of the bearings systems freight carriages.

**Keywords:** review, planning of the bearings systems, freight carriages.

УДК 621.86.032

**О. С. ПОДОЛЯК**, канд. техн. наук, доц., УПА, . Харків;

**О. А. НАЗАРКІН**, канд. техн. наук, доц., УПА, . Харків;

**І. І. ІСЬЄМІНІ**, асистент, УПА, . Харків

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОШУВАНОСТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ПРИ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ**

Проведені дослідження зношуваності деталей двигуна внутрішнього згорання при несталіх режимах роботи з застосуванням методу планування експерименту, реалізація якого здійснювалась на програмованому стенді.

**Ключові слова:** двигун, режим роботи, стенд, кривошипно-шатунний механізм, знос, математична модель.

### **Вступ**

В експлуатаційних умовах довговічність поршневих двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) головним чином визначається зносом гільз циліндрів, поршневих кілець, вкладишів вальниць колінчастого і газорозподільного валів, ці деталі працюють в складних напружених умовах, і в агресивних середовищах.

Напруженість поверхонь деталей зумовлена режимами роботи двигуна, які в експлуатаційних умовах мають динамічні характеристики, визначаються сталими і

несталими швидкісними, навантажувальними і температурними параметрами.

Систематичний відбір та аналіз терміну служби двигунів експлуатованих в різних умовах [1], дозволив зробити висновок, що термін служби двигунів автомобільних кранів в 1,6-2,4 рази менше, ніж при експлуатації в сталих умовах (табл.).

Таблиця - Термін служби двигунів при різних умовах експлуатації до капітального ремонту

Умови експлуатації	Середній термін служби двигунів у мото-годинах			
	ЗІЛ-130	ЯМЗ-236	КАМАЗ-740	ЗМЗ-53
Автомагістралі за містом	5250	5400	5600	5350
Ґрунтові дороги	3750	3600	3950	3566
Міські дороги	3050	2750	2947	2675
Автомобільні крани	2287	2455	2434	2326

### Мета роботи

Встановити закономірності зношування деталей ДВС, що враховують вплив коефіцієнта динамічності, навантажувальних, швидкісних та температурних режимів роботи.

### Планування експерименту

Дослідження моделі зносу двигуна автомобільного крана ускладнено великою кількістю факторів, що впливають на нього. Тому теоретичний опис в цій області носить лише якісний характер і дозволяє науково обґрунтовано спланувати етапи дослідження. Кількісний опис моделі можна отримати експериментально великою кількістю трудомістких дослідів.

Досвід застосування математичних методів планування зносних динамічних випробувань показує, що використовувана методологія їх проведення математично строго і фізично коректно дозволяє поставити сучасний експеримент в рандомізованій формі.

Для встановлення закономірностей інтенсивності зносу двигуна необхідно мати відомості про значення параметрів, що входять у наступну багатовимірну функцію:

$$\frac{du}{d\Theta} = f(P_e; W_p; \omega; j; k_D), \quad (1)$$

де  $P_e$  – ефективне навантаження;  $W_p$  – інтенсивність зміни навантаження;  $\omega$  – кутова швидкість колінчастого валу;  $j$  – прискорення колінчастого валу;  $k_D$  – коефіцієнт динамічності.

У зв'язку зі складністю рішення рівняння (1) пропонується спрощений метод, який був розглянутий у роботі [2].

При здійсненні фізичного моделювання функція (1) досліджувалася наступним чином. Програмна установка (рис. 1) на підставі введених в неї алгоритмів задавала різні режими роботи випробуваному двигуну, що виконував на кожному режимі одиницю умовної роботи. Зазначена одиниця відповідає середньому значенню часу, при якому знос має стабільні значення з мінімальним відхиленням.



Рис. 1 - Загальний вид програмної установки

Статистична обробка осцилограм з записами режимів роботи двигунів в умовах експлуатації дозволила з достовірністю до 0,85 вибрати типові осцилограми та з їх допомогою скласти алгоритми програм випробування для кожного двигуна з урахуванням температур води в системі охолодження і масла, величини навантаження, швидкості обертання колінчастого валу і зміни у часі зазначених режимів роботи. Ці осцилограми



після розшифровки а також результати числового експерименту дали підставу для програмування програмної установки і були стохастичною моделлю кожного етапу випробувань. З урахуванням їх варіації (по максимуму) на кожному етапі задавалося додатково по чотири режими, які вибирались за допомогою методу рангової кореляції. Проведені випробування в певній мірі дозволили відтворити експлуатаційні умови і максимально наблизити зміни параметрів до реальних умов експлуатації автомобільного крана.

### Обговорення результатів

Обробка результатів зносних випробувань двигунів показала, що інтенсивність зносу двигуна автомобільного крана в значній мірі залежить від значення коефіцієнта динаміки (рис. 2), інтенсивності зміни навантаження (рис. 3) і величини прискорень (рис.4).

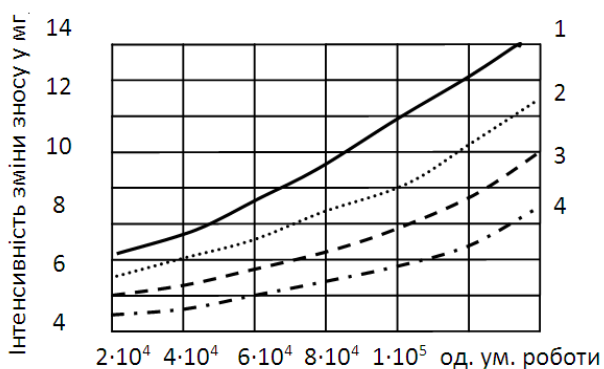


Рис. 2 - Вплив коефіцієнта динамічності на знос двигуна КАМАЗ-740 при стендових випробуваннях 1 –  $K_d = 4,5$ ; 2 –  $K_d = 3,5$ ; 3 –  $K_d = 2,5$ ; 4 –  $K_d = 1,5$ .

Так робота двигуна при несталих навантажувальних режимах ( $0,4-0,8 \text{ мН/м}^2$ ) призводить до збільшення зносу в 2,8 рази, робота приводу при зміні прискорення від 5 до  $20 \text{ 1/с}^2$  (за  $1 \times 10^7$  од. ум. роботи) призводить до збільшення зносу деталей двигунів ЯМЗ-236 і КАМАЗ 740 – в середньому в 2,2 рази, ЗІЛ-130 – в 2,3 рази. Однак найбільший вплив на зношуваність двигуна оказує значення коефіцієнта динаміки. Криві, що характеризують інтенсивність зносу при різних значеннях  $K_d$  в діапазоні від 1,5 до 4, постійно зростають, при малих навантаженнях крива зносу 4 на рис. 2, змінюється майже пропорційно виконаній роботі, при зростанні коефіцієнта динамічності її крутизна збільшується, а функція набуває форму параболи. Аналізуючи експериментальні дослідження можна прийти до висновку, що незалежно від типів двигунів при несталіх динамічних режимах роботи автомобільних кранів в порівнянні з еквівалентними сталими режимами знос приводу зростає більш ніж в 3 рази.

Отримані залежності також вказують на те, що при сталому режимі роботи і режимах з малим прискоренням колінчастого вала (до  $4 \text{ 1/с}^2$ ) мінімальний знос спостерігається в межах еквівалентної швидкості колінчастого вала, рівної 1250-1600 об/хв. При великих навантаженнях і прискореннях знос деталей двигуна збільшується пропорційно зростанню швидкості колінчастого вала (рис. 4).

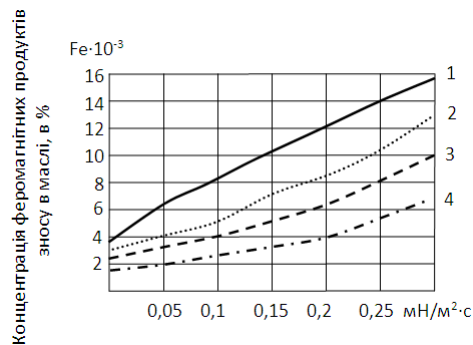


Рис. 3 - Вплив швидкості зміни навантаження на інтенсивність зносу двигуна ЗІЛ-130 при зміні режиму від  $0,7-0,8 \text{ мН/м}^2$  (1), від  $0,6-0,7 \text{ мН/м}^2$  (2), від  $0,5-0,6 \text{ мН/м}^2$  (3),  $0,4-0,5 \text{ мН/м}^2$  (4) за  $10^5$  од. ум. роб.

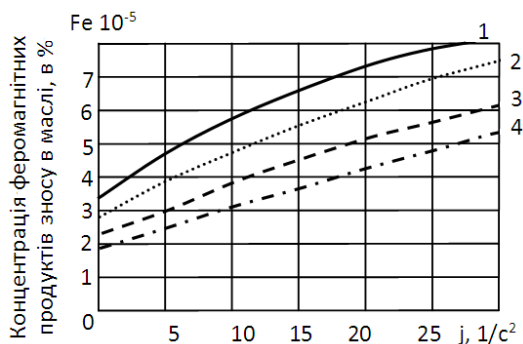


Рис. 4 - Вплив прискорення на інтенсивність зносу двигуна ЗІЛ-130 при зміні режиму від 2000-3000 об / хв (1), від 1400-2200 об / хв (2), від 1000 - 1800 об / хв (3), 800 - 1400 об / хв (4) за  $10^5$  од. ум. роб.

## Висновки

В ході досліджень виявлені закономірності зношування деталей двигунів автомобільних кранів і встановлені найбільш вагомні експлуатаційні фактори, які приводять до прискореного руйнування поверхонь тертя.

**Список літератури:** 1. Подоляк О. С. Особенности работы приводов автомобильных кранов при переходных процессах / О. С. Подоляк, А. В. Силка // Современные направления теоретических и прикладных исследований - 2008: междунар. науч.-техн. конф., тезисы докл. - Одесса – 2008. – Т. 3. С. 34 – 36. 2. Подоляк О. С. Исследование модели изменения ресурса силового агрегата автомобильного крана методом итерации / Подоляк О. С., Мельниченко А. А. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Харьков – 2008. – Вып. 6 (36). С. 27 – 30.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 621.86.032

**Експериментальне дослідження зношуваності двигунів внутрішнього згорання при динамічних режимах роботи/ О. С. Подоляк, О. А. Назаркін, І. І. Ісьєміні // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 7-10. – Бібліогр.: 2 назв.**

Проведены исследования изнашиваемости деталей двигателя внутреннего сгорания при неуставившихся режимах работы с помощью метода планирования эксперимента, реализация которого осуществлялась на программированном стенде.

**Ключевые слова:** двигатель, режим работы, стенд, кривошипно-шатунный механизм, износ, математическая модель.

Experimental investigation of internal-combustion engine wearability by transient regime of a machine with a method of planning an experiment were researched. Realization of the method at the programmable stand was done.

**Keywords:** engine, mode of operation, stand, crank mechanism, wear, mathematical model.

УДК 669.018.25:519.863

**С. Н. ПОПОВ**, д-р фил. наук, проф., ЗНТУ, Запорожье,

## **АНАЛИЗ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ТВЕРДОСТИ НАПЛАВОЧНЫХ СПЛАВОВ Fe-C-Cr-B-Si НА СПОСОБНОСТЬ К СОПРОТИВЛЕНИЮ АБРАЗИВНОМУ ИЗНАШИВАНИЮ**

В статье представлены исследования совместного влияния химического состава и механических свойств наплавочных материалов в среде полужаженного абразива без ударных нагрузок. Предложен алгоритм анализа комплексного влияния химического состава и твердости наплавочных сплавов Fe-C-Cr-B-Si на способность к сопротивлению абразивному изнашиванию. Проведено математическое планирование эксперимента и получена нелинейная система уравнений влияния содержания углерода, хрома, бора и кремния в сплаве на твердость HRC и относительную износостойкость  $\epsilon_m$ .

**Ключевые слова:** твердость, химический состав, наплавочные материалы, износостойкость, регрессия.

### **Введение**

Наиболее эффективной защитой деталей от абразивного изнашивания является нанесение на их поверхность (с помощью наплавки, напыления, металлизации и др.) износостойких сплавов, которые с базовым материалом образуют защитное покрытие. Основная задача создания комплексных композиций заключается в обеспечении высокой износостойкости покрытия и прочного соединения его по всей поверхности контакта с основным металлом.

### **Анализ литературных источников.**

Наиболее перспективными материалами для покрытий, работающих в условиях абразивного изнашивания, являются сплавы с высокой исходной твердостью 58-68 HRC, и значительным содержанием 50-80% упрочняющей избыточной фазы микротвердостью  $H_{50}=16-30$  ГПа, расположенные в мартенсито-аустенитной матрице. Указанным

© С. Н. ПОПОВ, 2012

требованиям достаточно хорошо отвечают заэвтектические сплавы системы Fe-C-Cr-B-Si, которые не содержат дефицитных элементов и в зависимости от отношения хрома к углероду, бору и кремнию кристаллизуются с различной избыточной фазой – крабидной  $(Cr, Fe)_7C_3$ ,  $(Fe, Cr)_{23}C_6$ ; боридной  $(Cr, Fe)B$ ,  $(Cr, Fe)B$  и карбоборидной  $(Cr, Fe)_7(CB)_3$ ;  $(Cr, Fe)_{23}(CB)_6$  [1-7].

Таким образом, система легирования Fe-C-Cr-B-Si имеет все потенциальные возможности, чтобы на её основе был разработан новый износостойкий материал с оптимальным соотношением химических элементов.

### Цель работы.

Целью данной работы является исследование совместного влияния химического состава (углерода, бора, кремния) и твердости наплавленных хромистых сплавов на способность к сопротивлению абразивному изнашиванию. На основании анализа данных этого исследования планируется получить комплексную систему математических уравнений влияния углерода, хрома, бора и кремния на твердость и относительную износостойкость материала.

### Материалы исследования.

За параметр оптимизации принята относительная массовая износостойкость ( $\epsilon_m$ ) (эталон сталь 45, в отожженном состоянии), которая определялась на лабораторной установке согласно ГОСТ 23.208-79. Планирование эксперимента проводили по плану Бокса-Уилсона [6-8] для трех независимых переменных на двух уровнях варьирования (табл.).

Таблица - Результаты реализации матрицы планирования эксперимента  $2^3$  и свойства полученных сплавов

№ спл.	Содержание элементов масс, %				HRC	Микротвердость Нц, ГПа		Относительная износостойкость, $\epsilon_m$
	Cr	C	B	Si		основы	упрочняющей фазы	
1	13	1,5	1,0	5,5	54	8,1-10,9	-	3,5
2	13	1,5	4,0	2,5	64	10,9-14,5	20,7-22,6	5,55
3	13	2,5	1,0	2,5	56,2	8,1-8,6	14,5-16,9	3,96
4	13	2,5	4,0	5,5	62,5	10,9-13,5	20,7-22,6	4,98
5	13	1,5	1,3	2,5	54,0	7,3-10,3	-	3,45
6	13	1,5	1,3	5,5	63,0	10,9-11,7	18,9-20,7	4,20
7	13	2,5	1,0	5,5	56,5	6,5-8,6	-	5,54
8	13	2,5	4,0	2,5	62,5	10,9-12,5	20,7-22,6	4,87
9	13	2,0	2,5	4,0	62,5	9,7-10,9	15,6-16,9	5,98
10	13	2,6	2,5	4,0	61,5			6,50
11	13	1,4	2,5	4,0	59,5			5,03
12	13	2,0	4,3	4,0	63			5,25
13	13	2,0	0,7	4,0	57			4,57
14	13	2,0	2,5	5,8	61,5			5,80
15	13	2,0	2,5	2,2	61			5,78
Сталь 45		0,42-0,5	0,5-0,8	0,17-0,37	HV 220			1,00

В качестве основных независимых факторов были выбраны: массовая доля углерода, бора и кремния в наплавленном металле. Массовая доля хрома оставалась постоянной и равнялась 12,5 - 13%.

Обработка результатов эксперимента при вычислении коэффициентов регрессии полиномиальной модели  $B_1$  и  $B_2$  проводилась на основе реализации расширенной матрицы планирования (табл. 1) с использованием метода наименьших квадратов [8].

Характер разрушения поверхности трения после изнашивания наплавочного сплава 150X13P3C4 и микроструктуры наплавочных сплавов 150X13P3C4 и 150X13P4C3 показаны на рис. 1 и 2 соответственно.

Таким образом, в результате обработки результатов планирования эксперимента получены следующие адекватные уравнения регрессии:

$$\varepsilon_m = -6,77 + 5,76[C] + 3,84[B] + 0,66[Si] - 0,41[C][B] + 0,50[C][Si] - 0,16[B][Si] - 1,48[C]^2 - 0,42[B]^2 - 0,16[Si]^2 \quad (1)$$

$$HRC = 23,14 + 21,72[C] + 7,86[B] + 2,00[Si] - 1,17[C][B] - 4,34[C]^2 - 0,63[B]^2 - 0,25[Si]^2 \quad (2)$$

где [C] – массовая доля углерода, %; [B] – массовая доля бора, %; [Si] – массовая доля кремния, %;  $[\varepsilon_m]$  – массовая относительная износостойкость; HRC – агрегатная твердость;

Оценка статистической значимости найденных коэффициентов осуществлялась независимо, используя  $t(k, \alpha)$  – критерии Стьюдента, сравнимость дисперсий оценивали по критерию Кохрена, а адекватность уравнения регрессии проверяли по критерию Фишера.

Качественный анализ полученной регрессии  $\varepsilon_m = F(C; B; Si)$  показывает (рис. 3), что углерод [C], бор [B] и кремний [Si] входят в уравнение со знаком плюс и вызывают повышение износостойкости, хотя парные взаимодействия углерода и бора [C][B], кремния и бора [Si][B] имеют отрицательный вклад и вызывает некоторое снижение сплава к сопротивлению абразивному изнашиванию.

Отрицательное влияние парного взаимодействия [C][B] можно объяснить «конкуренцией» углерода и бора в повышении износостойкости металла, поскольку при его кристаллизации происходят различные процессы как карбидообразования, так и образования боридной фазы, которые могут подавлять друг друга.

В то же время парное взаимодействие углерода и кремния [C][Si] с положительным вкладом показывает, что эти элементы не являются «конкурентами», а наоборот, дополняют друг друга. Присутствие в уравнении квадратичных членов  $[C]^2$ ,  $[B]^2$ ,  $[Si]^2$  с отрицательным вкладом свидетельствует об ограниченном характере описанной поверхности отклика и определяет наличие локальных экстремумов. Учитывая то, что относительная износостойкость ( $\varepsilon_m$ ) может принимать только положительные значения, то уравнение было проверено в точках факторного пространства, ограниченного нижним и верхним уровнями варьирования.

Отрицательных значений износостойкости не зарегистрировано. Оптимизация регрессии  $\varepsilon_m = F(C; B; Si)$  выполнялась с дифференцированным заданием погрешности вычисления ( $R=0,1$ ) и шага поиска ( $\Delta X=0,01$ ) по каждой переменной при выполнении граничных условий, не позволяющих выйти за пределы реализованного факторного пространства. Проведенные расчеты показали, что максимальное значение относительной

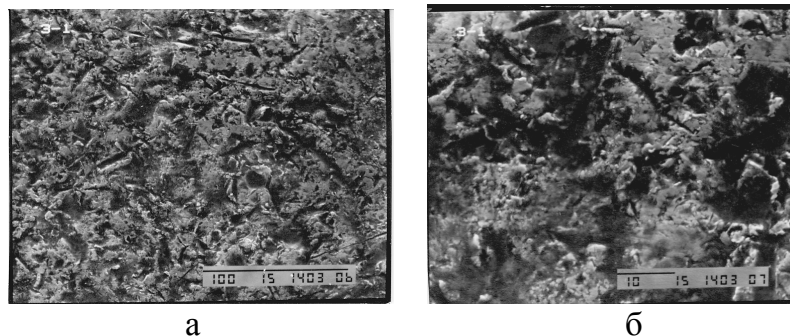


Рис.1 - Характер разрушения поверхности трения после изнашивания наплавочного сплава 150X13P3C4: а - x200; б - x500

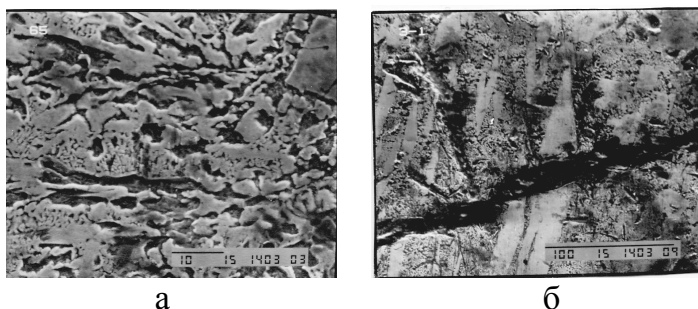


Рис. 2 - Микроструктура наплавочного сплава: а - 150X13P3C4 x500; б - 150X13P4C3 x500

износостойкости  $\varepsilon_m$  достигается в следующих интервалах массовых долей: Cr 12,5-13%; C - 2,3-2,6%; B - 2,4-2,6%; Si - 4-4,5%.

Качественный анализ регрессии  $HRC = F(C; B; Si)$  показал (рис. 4), что углерод [C], бор [B], кремний [Si] входят в уравнение с положительным вкладом и увеличивают агрегатную твердость сплава.

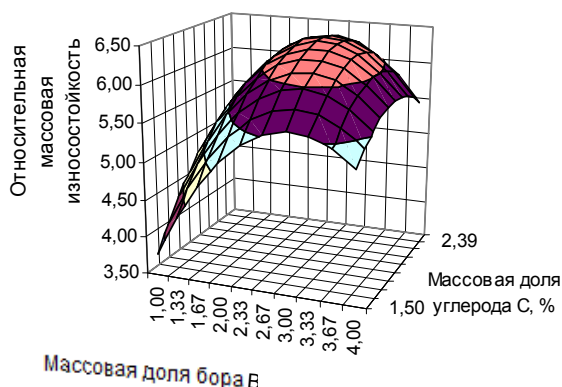


Рис. 3 – Зависимость относительной массовой износостойкости  $\varepsilon_m$  от массовой доли бора В и углерода С при постоянном значении Si = 4,00%

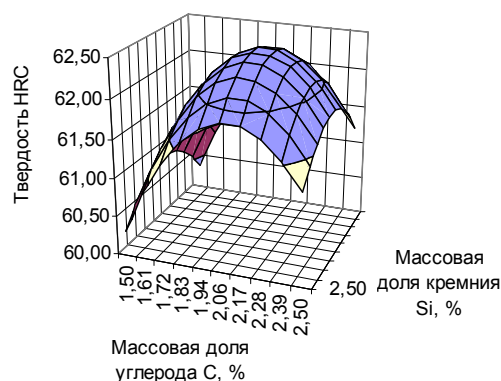


Рис. 4 – Зависимость твердости HRC от: массовой доли углерода С и кремния Si при постоянном значении B = 2,60%

В то же время наличие в уравнении отрицательных квадратных членов  $[C]^2$ ,  $[B]^2$ ,  $[Si]^2$  свидетельствует о замкнутости функции отклика, в которой находится максимально возможное значение твердости, определяющееся оптимальным соотношением легирующих элементов.

Это подтверждает и анализ уравнения, полученного при построении парной корреляции между относительной износостойкостью и твердостью сплавов:

$$\varepsilon_m = -168,37 - 5,73[HRC] - 0,05[HRC]^2 \quad (3)$$

где HRC – агрегатная твердость;

$\varepsilon_m$  – относительная износостойкость;

R = 0,63 – коэффициент корреляции.

Анализ уравнения показал, что квадратичная зависимость имеет интервал перегиба в пределах 60-63 HRC. Дальнейшее увеличение твердости вызывает снижение износостойкости, что вероятно связано с повышением хрупкости и возможным выкрашиванием микрообъемов металла в момент контактного взаимодействия с абразивом. Это подтверждает и анализ поверхности изнашивания, а также микроструктуры, в частности сплава 150X13P4C3, с наличием значительной холодной микротрещины.

### Выводы

Исходя из этого, становится очевидным, что при необходимости разработки сплавов с высокой твердостью необходимо повышать пластичность основы или измельчать упрочняющую фазу. Однако первое решение опасно возможностью выкрашивания твердых включений за счет быстрого изнашивания основы металла и может привести к значительному снижению износостойкости. Второй путь, связанный с измельчением включений, является весьма перспективным, поскольку, чем меньше размер избыточной фазы, тем прочнее она удерживается в основе сплава и тем больше надо приложить энергии для его разрушения, а следовательно, и способность сплава сопротивляться абразивному изнашиванию будет больше. Однако, в настоящее время отсутствуют данные о критериях технологической надежности, твердости, износостойкости, границ легирования карбидообразующими элементами, устанавливаемые для износостойких сплавов и покрытий, для различных условий изнашивания. Поэтому создание таких

критериев крайне необходимо, что вызывает настоятельную потребность в проведении обязательных дальнейших направленных исследований. Таким образом, представленные исследования на основе математического моделирования позволяют разработать оптимальный наплавочный материал, обладающий достаточной твердостью, который можно рекомендовать для эксплуатации в среде полужакрепленного абразива без ударных нагрузок.

**Список литературы:** 1. *Попов С. М.* Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні: Навчальний посібник / С. М. Попов, Д. А. Антонюк, В. В. Непребо. – Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ «Мотор Січ», 2010. – 368 с. 2. *Popov S. N.* Wears resistance of metal disposed in working parts of road-boulding machiness during their operation / S. N. Popov // The paton welding journal, 2000. – №8. – P.14-18. 3. *Jankauskas V.* Research of strengthening plough parts by welding / V. Jankauskas, R. Kreivaitis, D. Stonkus, A. Andriušis // *Mechanika*, 2008. – №.1(69), P.80-84. 4. *Popov S. N.* Adequacy analysis of methods of forecasting the abrasive stability steels and alloys / S.N. Popov // *Problems of Tribology*. – Хмельницький: Хмельницький національний університет Міністерства освіти і науки України: журнал – 2005. – №2 (35). – С.95-101. 5. *Graff L.* Discrete element method simulation of wear due to soil-tool interaction: a thesis... master science: Agricultural and Bioresource Engineering / Lyndon Graff. – Saskatoon, Canada, 2010. – 120 p. 6. *Попов С. Н.* Математическое моделирование и разработка высокоизносостойких рабочих покрытий биматериалов на базе системы легирования Fe-C-Cr-B-Si / С. Н. Попов, А. А. Мутяев // Придніпровський науковий вісник, 1998. – № 12 (79). – С. 9-14. 7. *Мутяев О.* Агдзейна міцність стійких проти спрацювання Fe-C-Cr-B-Si сплавів / О. Мутяев, С. Попов // *Машинознавство*, 2000. – № 10 (40). – С. 15-18. 8. Forecasting of mechanical properties of weld connections after the thermodeformation cycle on the basis of the mathematical regression analysis [Text] / S. N. Popov, V. V Naumik., T. V. Popova, D. A. Antonyuk // *Нові матеріали та технології в металургії та машинобудуванні*, 2004. – №1. – С.150-156.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 669.018.25:519.863

**Анализ совместного влияния химического состава и твердости наплавочных сплавов Fe-C-Cr-B-Si на способность к сопротивлению абразивному изнашиванию / С. Н. Попов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 10-14. – Бібліогр.:8 назв.**

У статті подано дослідження сукупного впливу хімічного складу і механічних властивостей наплавлювальних матеріалів на здатність до спрацювання у середовищі напівзакріпленого абразиву без ударних навантажень. Запропоновано алгоритм аналізу комплексного впливу хімічного складу і твердості наплавлювальних сплавів Fe-C-Cr-B-Si на здатність до опору абразивному зношуванню. Проведено математичне планування експерименту та отримана нелінійна система рівнянь впливу вмісту вуглецю, хрому, бору та кремнію в сплаві на твердість HRC і відносну зносостійкість  $\epsilon_m$ .

The paper presents the study of joint influence of the chemical composition and mechanical properties of the coating materials in the environment semifixed abrasive without shock. The algorithm for the analysis of the combined effect of the chemical composition and hardness of hardfacing alloys Fe-C-Cr-B-Si on the ability to resist abrasion. The mathematical design of experiments and the nonlinear system of equations of the influence of carbon, chromium, boron, and silicon in the alloy hardness HRC and the relative durability of  $\epsilon_m$ .

**Keywords:** hardness, chemical composition, coating materials, wear resistance, regression.

УДК 621.9.048.4

**Л. Ф. ГОЛОВКО**, д-р техн. наук, проф., НТУУ «КПІ», Київ;  
**О. С. ЧУМАЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., КНТУ, Кировоград

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ МНОЖЕСТВЕННЫМ РАЗРЯДОМ**

Исследованы показатели производительности, шероховатости, глубины измененного слоя поверхности деталей после электроэрозионной обработки множественным разрядом в потоке жидкости.

© Л. Ф. ГОЛОВКО, О. С. ЧУМАЧЕНКО, 2012

**Ключевые слова:** технология, электроэрозия, множественный разряд, производительность, шероховатость, глубина измененного слоя.

**Введение**

Современные технологии металлообработки с использованием высококонцентрированных источников тепла интенсивно развиваются, поскольку позволяют быстро и качественно обрабатывать детали из высокопрочных материалов [1, 2]. Электроэрозионная обработка (ЭЭО) множественным разрядом в потоке жидкости динамическим давлением больше 1 МПа соединяет в себе преимущества традиционной ЭЭО нестационарным разрядом, имеющим высокие энергетические характеристики, и размерной обработки стационарной электрической дугой (РОД), имеющей на порядок более высокую производительность. Такой процесс можно использовать в условиях серийного производства [3, 4].

**Цель работы.** Целью работы является исследование влияния физико-технологических характеристик процесса обработки множественным разрядом (сила тока, рабочее напряжение, статическое давление жидкости на входе в зазор, технологическая схема формообразования), определяющих энергетические параметры разрядов, на производительность и качество обработанной поверхности.

**Методика экспериментов.** Эксперименты выполнялись на универсальных копировально-прошивочных станках для размерной обработки дугой (РОД) Дуга-8Д и АМ-1.

Образцы из сталей 3, Х12М, 9ХС обрабатывали на прямой и обратной полярности электродом-инструментом из материала МПГ-7, имеющего высокую эрозионную стойкость в рабочей среде из смеси керосина (50%) и масла индустриального И-12 (50%). Использовали типовые технологические схемы

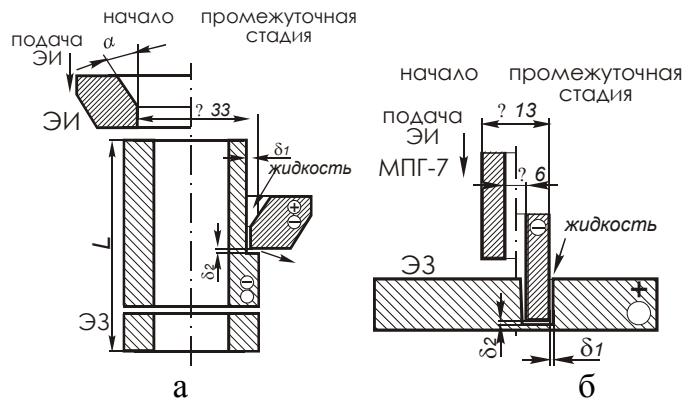


Рис. 1 - Технологические схемы формообразования: а – обработка внешнего контура; б – обработка отверстия

формообразования: обработка внешнего контура при прямой прокачке рабочей жидкости (рис. 1, а) и обработка отверстия при обратной прокачке (рис. 1, б). Осциллографирование электротехнологических характеристик процесса (силы тока, напряжения, статического давления рабочей жидкости) выполняли с помощью платы АЦП L-264 с частотой преобразования 200 кГц, установленной на ПЭОМ с процессором Intel®-486 и пакета программного обеспечения «Oscilloskop» (рис. 2). Микроструктуры исследованы на электронном микроскопе.

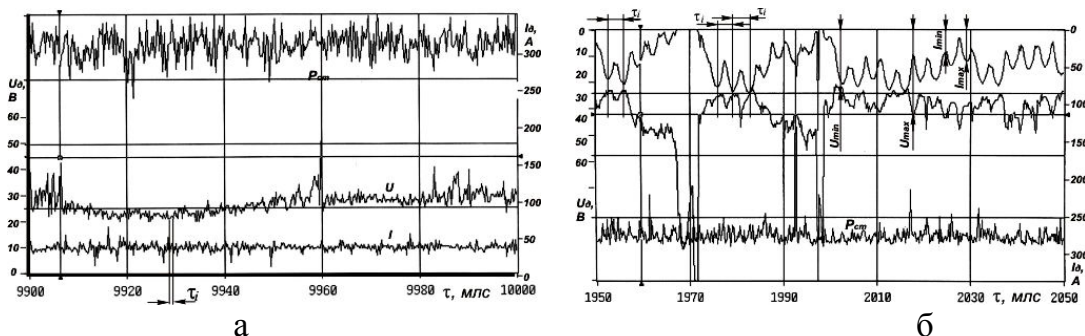


Рис. 2 - Типовые осциллограммы процесса обработки: а – обработка внешнего контура; б – обработка отверстия

## Обсуждение результатов

Для указанных условий состава рабочей жидкости, материала и полярности электродов, производительность обработки, является функцией силы тока, напряжения, динамического давления потока рабочей жидкости и геометрии ЭИ. В условиях экспериментов силу тока варьировали в диапазоне  $I = 50 \dots 500$  А, давление жидкости –  $P_{ст} = 0,5 \dots 2$  МПа, напряжение  $U = 25 \dots 35$  В. На основании ранжирования факторов, основными управляющими факторами является сила технологического тока и статическое давление жидкости на входе в зазор. Полученная зависимость позволяет сделать вывод, что производительность обработки в диапазоне отмеченных режимов определяется преимущественно силой тока (растет приблизительно прямо пропорционально увеличению  $I$ ) и меньше – статическим давлением (уменьшается при увеличении  $P_s$ ). Ограничение по силе тока – 500 А налагаются величиной площади поперечного сечения ЭИ.

На осциллограммах процесса видно, что длительность элементарных эрозионных актов  $\tau$  при обработке по внешнему контуру (рис. 2, а) меньше, чем при обработке отверстий (рис. 2, б). Поскольку энергетические характеристики более коротких по длительности разрядов выше, это позволяет обеспечить высокое качество поверхности. На осциллограмме (рис. 2, а) работе разрядов на входе потока в зазор соответствуют участки, где колебания напряжения очень незначительны (9920-9940, 9960-9980 мкс). На остальных участках осциллограмма напряжения характерна для разрядов при выходе потока из зазора. Для технологической схемы обработки внешнего контура производительность выше по сравнению с обработкой отверстий благодаря саморегулированию энергетических характеристик разрядов. Так, большую часть припуска разрушают плавлением разряды, близкие по энергетическим характеристикам к стационарной дуге, поскольку скорость потока при выходе из зазора равна нулю (поток не сжимает плазменный канал разряда), а на входе потока в зазор скорость потока максимальная, канал разряда сжат, и непосредственно на поверхности обработки происходит испарение материала, которое обеспечивает высокое качество. На короткой трассе эвакуации продуктов эрозии (рис. 3) практически исключено повторное диспергирование. Гидравлическое сопротивление очень незначительное и скорость потока может достигать 50 м/с. Для производительности обработки на указанных режимах определяющей является сила тока  $I$  и статическое давление рабочей жидкости

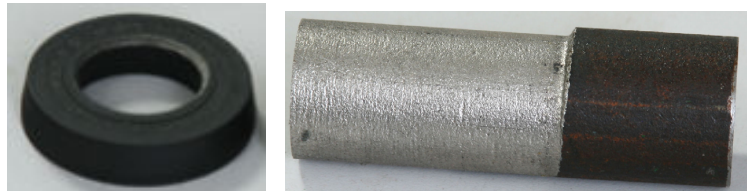


Рис. 3 - Электроды при обработке внешнего контура: а – инструмент; б – заготовка

$P_s$ . Для обработки по внешнему контуру, мм<sup>3</sup>/мин:

$$M = 7,41 I^{1,07} P_s^{-0,32} \quad (1)$$

Производительность обработки отверстий ниже, вследствие большей длины трассы эвакуации продуктов эрозии и повторного диспергирования продуктов эрозии. Зависимость производительности  $M$  обработки отверстий от  $I$  и  $P_s$ , мм<sup>3</sup>/мин:

$$M = 13,89 I^{0,92} P_s^{-0,29} \quad (2)$$

Качество обработанной поверхности определяется шероховатостью (рис. 4) и глубиной зоны термического влияния (табл.).

Шероховатость зависит преимущественно от статического давления на входе в зазор



(уменьшается при увеличении  $P_s$ ) и меньше от величины технологического тока: увеличивается при увеличении  $I$ .

Зависимость шероховатости поверхности от  $I$  и  $P_s$  находят пр формуле, мкм:

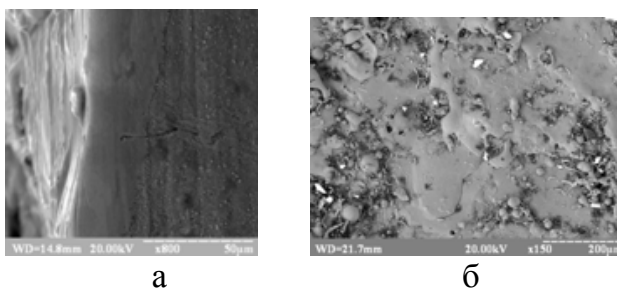


Рис. 4 - Обработанная поверхность образца: Ст 20 – катод, МПГ-7 – анод,  $I = 100\text{А}$ ,  $U = 30\text{ В}$ ,  $P_{ст} = 1\text{МПа}$

$$Ra = 1,67 I^{0,28} P_s^{-0,99} . \quad (3)$$

Зависимость шероховатости  $Ra$  обработки отверстий от  $I$  и  $P_s$  при оптимальной форме рабочей части ЭИ, мкм:

$$Ra = 1,08 I^{0,41} P_s^{-1,12} \quad (4)$$

При увеличении коэффициента сопротивления зазора, снижается скорость потока жидкости и повышается шероховатость. Величина припуска на обработку определяет длину трассы эвакуации продуктов эрозии и чем она меньше, тем меньшая шероховатость обработанной поверхности.

Рассмотрим как количественно влияют технологические и геометрические факторы процесса на величину ЗТВ при обработке внутренних и внешних контуров деталей. Основными управляющими факторами при этом также являются сила технологического тока и статическое давление жидкости на входе в зазор. Анализ микроструктур обработанных образцов показывает, что глубина ЗТВ в условиях ЭЭО множественным разрядом может быть практически одинаковой, когда сила тока отличается в 5 раз благодаря перераспределению общей электрической мощности на  $n$ -ное количество токопроводящих каналов.

При обработке стали Х12М ( $I = 100\text{ А}$ ,  $U = 32\text{ В}$ ,  $P_s = 0,5\text{ МПа}$ ) на обратной полярности ЗТВ составляет  $0,01 - 0,04\text{ мм}$ , преимущественно  $0,02\text{ мм}$ , локально очень мала или отсутствует. Микротвердость белого слоя  $H_{50} = 760-850\text{ кг/мм}^2$ . Фазовый состав слоя:  $\gamma + \alpha$ . При режиме обработки  $I = 100\text{ А}$ ,  $U = 32\text{ В}$ ,  $P_s = 2\text{ МПа}$  ЗТВ составляет  $0,005 - 0,02\text{ мм}$ , преимущественно  $0,01\text{ мм}$ , локально отсутствует. Микротвердость белого слоя  $H_{50} = 760-950\text{ кг/мм}^2$ . Фазовый состав слоя:  $\gamma + \alpha$ . Микротрещины отсутствуют. При  $I = 500\text{ А}$ ,  $U = 33\text{ В}$ ,  $P_s = 2\text{ МПа}$  ЗТВ  $0,01 - 0,03\text{ мм}$ , в основном  $0,02\text{ мм}$ , локально  $0,05\text{ мм}$ . Микротвердость белого слоя  $H_{50} = 680-910\text{ кг/мм}^2$ . Упрочнение подложки  $H_{50} = 310\text{ кг/мм}^2$ . Микротвердость неупрочненного основного слоя  $H_{50} = 270\text{ кг/мм}^2$ . Фазовый состав слоя:  $\gamma + \alpha$ .

При обработке стали 9ХС ( $I = 500\text{ А}$ ,  $U = 31\text{ В}$ ,  $P = 0,5\text{ МПа}$ ) на обратной полярности ЗТВ составляет  $0,05 - 0,11\text{ мм}$ , белый слой –  $0,03 - 0,08\text{ мм}$ , закаленный подслои –  $0,01-0,03\text{ мм}$ . Микротвердость белого слоя  $H_{50} = 550-680\text{ кг/мм}^2$ . Закаленный слой  $H_{50} = 760-900\text{ кг/мм}^2$ . Фазовый состав: аустенит + мартенсит. При  $I = 500\text{ А}$ ,  $U = 34\text{ В}$ ,  $P_s = 2\text{ МПа}$ , ЗТВ :  $0,03 - 0,06\text{ мм}$  или отсутствует, упрочненный подслои –  $0,01-0,15\text{ мм}$ .

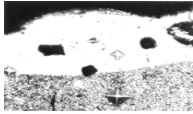
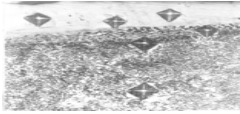

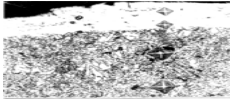
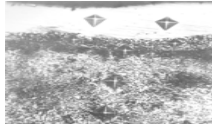

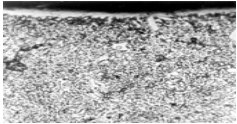
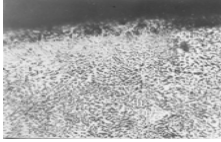

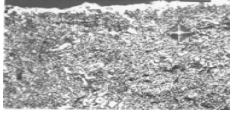
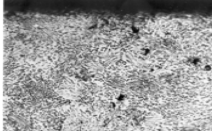
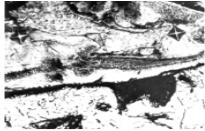
Зависимость ЗТВ  $H$  при обработке внешних контуров ЭИ от  $I$  и  $P_s$ , мкм:

$$H = 0,06 I^{0,91} P_s^{-1,16} \quad (5)$$

Зависимость величины ЗТВ  $H$  при обработке отверстий от  $I$  и  $P_s$ , мкм:

$$H = 0,03 I^{1,11} P_s^{-0,73} \quad (6)$$

Таблиця - Микроструктури образцов при обработке по внешнему контуру (× 400)

Режим обра-ботки		Материал заготовки		
		X12M	9XC	Ст 3
Рд = 0,5 МПа	I = 100А			
	I = 500 А			
2 МПа	I = 100А			
	I = 500 А			

### Выводы

В исследованом диапазоне режимов ЭЭО множественным разрядом внешнего контура и отверстий деталей производительность съема металла пропорциональна силе тока, увеличивается при увеличении I, составляет 10 тыс. мм<sup>3</sup>/мин, при этом качество обработки регулируется динамическим давлением рабочей жидкости и благодаря распределению электрической мощности по нескольким токопроводящим каналам соответствует малой силе тока. Шероховатость составляет 1...16 мкм, а ЗТВ может практически отсутствовать.

**Список литературы:** 1. *Поплов Л. Я.* Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. – М. – Л. : Машгиз, 1971. – 544 с. 2. *Электроразрядная обработка металлов / Левинсон Е. М. и др.* – Л.: Машиностроение, 1975. – 345 с. 3. *Носуленко В. І.* Розмірна обробка металів електричною дугою: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.03.07 / Кіровоградський держ. техн. ун-т. - К., 1999. – 36 с. 4. *Носуленко В. І.* Якість приелектродних джерел тепла множинного електричного розряду [Текст] / *В. І. Носуленко, О. С. Чумаченко* // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. – №1(49). – С. 32-37.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

### УДК 621.9.048.4

**Технологические характеристики электроэрозионной обработки множественным разрядом/ Головка Л. Ф., Чумаченко О. С.** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 14-18. – Бібліогр.:4 назв.

Досліджені показники продуктивності, шорсткості, глибини зміненого шару поверхні деталей після електроерозійної обробки множинним розрядом в потоці рідини.

**Ключові слова:** технологія, електроерозія, множинний розряд, продуктивність, шорсткість, глибина зміненого шару.

The indexes of the productivity, roughnesses, are investigational, depths of the changed layer of surface of details after an electromachining a plural digit in the stream of liquid.

**Keywords:** technology, electroerosion, plural digit, productivity, oughness, depth of the changed layer.

**Л. М. ЗАМІХОВСЬКИЙ**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

**О. А. ШАПОВАЛ**, канд. техн. наук, доц., Івано-Франківський університет права ім. Короля Данила Галицького

## **КОНТРОЛЬ ТРІЩИНУВАТОСТІ КОЛЕКТОРІВ БУРИМОЇ СЛАНЦЕВОЇ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ**

Проаналізовані методи контролю тріщинуватості сланцевої гірської породи при бурінні свердловин і показано, що одним із способів отримання інформації про тріщинуватість буримої породи є аналіз реакції електропривода бурового верстата. Встановлено, що найбільш чутливими до зміни навантаження на валу електропривода є активна потужність і струм у колі його живлення а також обертовий момент. Проведена розробка приладу контролю показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння свердловин та визначені статистичні характеристики показників тріщинуватості буримої породи за результатами його промислової апробації.

**Ключові слова:** бурима порода, тріщинуватість, електропривід, частота обертання, контроль, струм, потужність, крутний момент, кореляція, структурна схема.

### **Вступ**

У нафтогазовому виробництві існує пряма залежність між величиною видобутку нафти та кількістю тріщин у пластах гірської породи. Враховуючи, що тріщинуваті колектори відрізняються від звичайних порових, необхідно звертати увагу на їх специфічні риси та враховувати зв'язок умов утворення тріщин з механічними властивостями гірської породи і типами напружень, що дозволяє оцінити високо тріщинуваті зони. Виявлення тріщин, їх оцінка та обробка отриманих даних є суттєвим етапом у формуванні характеристики тріщинуватості пласта. В загальному розуміння процесу утворення тріщин в останній час істотно розширилося і емпіричний підхід у вивченні цієї проблеми трансформувався в науковий, а отже, удосконалився геолого-фізичний опис колекторів і стали практикуватися різні види моделювання [1].

### **Аналіз досліджень і публікацій**

Нафта і газ із колекторів у тріщинуватих сланцевих породах у значних кількостях почали добуватися на початку 1900-х років. Дебіти нафти і газу із самих сланцевих глин зазвичай незначні, але геологічні запаси їх великі і величина видобутку цілком залежить від тріщинопроникності. Так, у Північній Америці є багато прикладів родовищ із покладами, приуроченими до глин, особливо до чорних сланцевих глин девонського-Місісіпського віку. Запаси газу в межах західної крайової частини Апалачського басейну оцінюються в 12 400 млрд. м<sup>3</sup> [2]. На родовищі Котеджвіль у північній частині Західної Віргінії видобуваються нафта і газ протягом 25 років з 90 свердловин. Очікується, що на цьому родовищі буде ще видобуто 0,4 млрд. м<sup>3</sup> газу [3]. У південно-західній частині Західної Віргінії на тріщинуваті глини пробурено близько 3000 свердловин. Очікується, що там буде видобуто 0,027 трлн м<sup>3</sup> газу [4].

Оцінка тріщинуватості є досить складною проблемою [1,5,6,11]. Фактично тріщинуватість залежить від розподілу механічних напружень у гірській породі та її міцнісних властивостей.

У 1960-1980 роках робилися численні спроби виділення тріщинуватості та оцінки густоти тріщин за даними геологічних досліджень свердловин (ГДС). Однак виявилось, що якісна та кількісна оцінка тріщинуватості – значно більш складне завдання, ніж передбачалося [1,5]. Це обумовлено труднощами ідентифікації тріщин, особливо при спробі дати точний опис тріщиною системи, що знаходиться в контакті зі стовбуром

свердловини. Оскільки жоден метод ГДС не чутливий до тріщини як до такої (за винятком свердловинного акустичного телевізора - САТ), будь-яка спроба виявити тріщинуватість вимагає використання комплексу досить значного числа методів ГДС. У тих випадках, коли можливість виділення зон тріщинуватості обумовлена наявністю високо проникних зон, методи ГДС будуть реагувати тільки на відкриті або частково заповнені тріщини. Однак методи промислової геофізики не дозволяють відрізнити природні тріщини від штучних, хоча виділення дрібних тріщин, що утворилися під час буріння, має дуже велике значення, особливо якщо вони з'єднані з системою природних тріщин.

Геофізичними методами досліджують зону тріщинуватості навколо стовбура свердловини в процесі чого особлива увага приділяється тріщинам з обмеженою протяжністю. При цьому в системі природних тріщин (СП) за стовбуром свердловини реєструється різниця електричного потенціалу рухомого електрода, що знаходиться в свердловині та заземленого електрода на поверхні. Навпроти глини рівень кривої СП зазвичай постійний і наближається до прямої лінії, а в разі проникної породи крива СП відхиляється від цієї лінії в тій чи іншій мірі. В разі тріщинуватості пласта-колектора аномалія кривої може бути пов'язана з тріщиною зоною. Гамма-метод дозволяє оцінити природну радіоактивність гірських порід і в осадових формаціях служить прекрасним індикатором вмісту глини у породі, так як у глинах концентруються радіоактивні елементи.

Використання САТ є першим прямим методом виділення та оцінки тріщинуватих зон. Хоча цей метод і має свої обмеження, цінність його безсумнівна, особливо при спільному використанні з даними за керном.

В [11] встановлено, що при бурінні тріщинуватої породи навантаження на валу електродвигуна носить змінний характер. Для визначення найбільш інформативного параметра проводилися лабораторні дослідження і за їх результатами визначалися відносні зміни таких параметрів, як сила струму навантаження, споживана активна потужність і коефіцієнт потужності в залежності від моменту опору на валу електродвигуна. Досліджено, що найбільш чутливими до зміни навантаження на валу є активна потужність і струм у колі живлення електродвигуна. Так як визначення потужності, в порівнянні з визначенням струму навантаження, набагато складніше, а виявлення тріщинуватості визначається тільки наявністю або відсутністю зміни інформативної ознаки, за інформативний параметр був прийнятий струм у колі живлення електродвигуна головного приводу бурової установки.

Таким чином, сьогодні відсутні, за винятком [11], дослідження з визначення показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння свердловин.

### **Мета і задачі дослідження**

Метою дослідження є визначення прямим методом тріщинуватих зон буримої гірської породи безпосередньо в процесі буріння.

Для вирішення поставленої задачі необхідно отримати експериментальні дані показників процесу буріння з використанням розробленого в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу приладу контролю тріщинуватості буримої породи (ПКТП) [6, 7]; провести обробку отриманих даних і оцінити тріщинуватість буримої породи та визначити середні значення показника тріщинуватості гірських порід на кожному з однорідних інтервалів геологічного розрізу свердловини.

### **Висвітлення основного матеріалу**

Прилад ПКТП призначений для визначення показників тріщинуватості породи безпосередньо в процесі буріння. Він формує наступні сигнали:

- аналоговий сигнал 0...10·В постійного струму, пропорційний середньому значенню споживаного електроприводом бурового верстата струму;

- імпульсні сигнали перевищення сигналом відносного відхилення додатного (" $>$ ") та від'ємного (" $<$ ") порогових значень.

Прилад ПКТП може бути застосований для оперативної оцінки стану гірської породи за тріщинуватістю в системах автоматизованого керування і контролю технологічного процесу буріння розвідувальних свердловин. Його використання дозволяє автоматизувати та оптимізувати технологічний процес буріння.

Функціональна схема приладу ПКТП наведена на рис. 1 і містить трансформатор струму 1, підключений через перетворювач струму 2 та підсилювач 3 із змінним коефіцієнтом підсилення до входу двопівперіодного випрямляча 4, вихід якого з'єднаний із входом елемента усереднення 5, перший вихід якого підключений до першого входу інтегратора 6, вихід якого з'єднаний зі входом запам'ятовуючого елемента (1) 7, перший вихід якого підключений до другого входу інтегратора 6. Другий вихід елемента усереднення 5 приєднаний до першого входу другого суматора 8, другий вхід якого підключений до виходу опорного елемента 9, а вихід – до



Рис. 1 - Функціональна схема приладу контролю тріщинуватості буримої гірської породи (ПКТБП)

першого виходу другого інтегратора 10, вихід якого з'єднаний зі входом запам'ятовуючого елемента 11, перший вихід якого підключений до другого входу інтегратора 10, а другий – до виходу автоматичного регулятора підсилення (АРП) 12, вихід якого приєднаний до другого входу підсилювача 3. Третій вихід елемента усереднення 5, через повторювач напруги 13, з'єднаний з першим входом суматора 14, другий вхід якого підключений до другого виходу запам'ятовуючого елемента 7, а вихід з'єднаний через компаратор 15 і ключ 16 з реєстратором 17.

Прилад працює наступним чином. Гармонічний сигнал, пропорційний струму в колі живлення приводного електродвигуна бурового верстата, при номінальному навантаженні на валу знімається з виходу перетворювача струму 2, передається з коефіцієнтом  $k = 1$  через підсилювач 3, випрямляється двопівперіодним випрямлячем 4 і поступає на елемент усереднення 5 з часом усереднення  $\delta t$ , на виході якого діє напруга  $U_1$ , пропорційна чинному значенню струму у вторинній обмотці трансформатора струму 1. Напруга  $U_1$  з виходу елемента усереднення 5 подається на перший інтегратор 6 із запам'ятовуючим зворотним зв'язком на елементі 7, а через повторювач напруги 13 на перший вхід першого суматора 14. На другий вхід першого суматора 14 подається напруга  $U_2$  з виходу запам'ятовуючого елемента 7, пропорційна значенню струму навантаження, усередненому на заданому інтервалі часу  $\Delta t_1 \gg \delta t$ . Перший суматор 14 порівнює напругу  $U_1$ , пропорційну діючому значенню струму навантаження електродвигуна  $I_1$ , та напругу  $U_2$ , пропорційну струму  $I_1$ , усередненому на інтервалі часу  $\Delta t_1$ . Напруга  $U_1$  з виходу елемента усереднення 5 подається також на перший вхід другого суматора 8. На другий вхід другого суматора 8 з виходу опорного елемента 9 подається напруга  $U_{on}$ , що відповідає оптимальному режиму роботи приладу. Другий суматор 8 порівнює напругу  $U_1$  та напругу  $U_{on}$ . Напруга неузгодженості  $U_3 = U_1 - U_{on}$  надходить на перший вхід другого інтегратора 10 із запам'ятовуючим зворотним зв'язком на елементі 11. З виходу запам'ятовуючого елемента 11 напруга  $U_3$ , усереднена на інтервалі часу  $\Delta t_2 \gg \Delta t_1$  (з метою усунення

самозбудження кіл автоматичного регулятора підсилення - АРП) подається через АРП 12 на другий вхід підсилювача 3.

Автоматичне регулювання підсилення підсилювача 3 здійснюється наступним чином. При незмінному номінальному навантаженні на бурильному валу напруга  $U_1$  незмінна і рівна опорній  $U_1 = U_{on}$ . При зміні навантаження протягом часу, більшого  $\Delta t_2$ , вихідна напруга  $U_3$  запам'ятовуючого елемента 11 також змінюється. На суматорі 8 відбувається порівняння напруги  $U_3$  та опорної напруги  $U_{on}$ . Напруга неузгодженості  $U_4 = U_3 - U_{on}$  подається на елемент АРП 12 підсилювача 3. При збільшенні напруги  $U_1$  з виходу другого інтегратора 10 напруга неузгодженості  $U_4$  додатна, подача якої на елемент АРП 12 призводить до зменшення коефіцієнта підсилення підсилювача 3, а відповідно до зниження вихідної напруги інтегратора. Зниження напруги  $U_1$  протягом часу, більшого  $\Delta t_2$ , призводить до появи від'ємної напруги  $U_4$  неузгодженості і отже, до збільшення коефіцієнта підсилення підсилювача 3.

При проходженні буровою коронкою тріщини діюче значення струму  $I_1$  короткочасно зменшується, при цьому напруга  $U_1$  також знижується з постійною часу  $\delta t$  елемента усереднення 5. Напруга  $U_2$  при цьому залишається практично постійною. З виходу першого суматора 14 напруга, пропорційна різниці вхідних напруг  $U_4 = U_2 - U_1$  подається на компаратор 15, де порівнюється з граничним значенням, і при перевищенні останнього відкриває ключ 16, який замикає вимірювальний ланцюг реєстратора 17. В результаті відбувається відлік і реєстрація імпульсу, відповідного проходженню буровою коронкою тріщини.

Моделювання блока ПКТП виконано програмою CircuitMaker за алгоритмом роботи функціональної схеми [8]. Ця програма вигідна тим, що під час моделювання можна відслідковувати всі необхідні графіки, а після того, як схема набрана і змодельована, її можна перекинути в підпрограму TmuxMaker цього ж пакету і звідти одержати друковану плату. Вікно програми з набраною принциповою схемою ПКТП для моделювання

приведено на рис. 2. Розроблений та змодельований пристрій контролю випадкових навантажень технологічних процесів, принцип роботи якого базується на використанні інформації про енергоємність, дає можливість визначати вплив випадкових факторів та коректувати технологічний процес.

Для імітації впливу випадкових факторів

на параметри технологічного процесу блока контролю в схемі використано два генератори V2 та V1, які імітують несучий сигнал та сигнал завад. Сигнали на виході фільтра НЧ та на виході ПКТП приведені на рис. 3.

На виході компаратор порівнює два сигнали. Один сигнал з виходу фільтра НЧ та сигнал, який проходить через другий інтегратор. Коли відбуваються збурення вхідного сигналу, він переключається. Це видно на осцилограмі (рис. 3).

Експериментальні дослідження показників тріщинуватості гірської породи проводилися у виробничих умовах на свердловинах ВГО "Ташкентгеологія" [9, 10]. Вихідна інформація була отримана під час експериментальних досліджень на свердловині № 1532 Алмаликської ГРЕ. Під час випробувань проводився приладовий і ручний

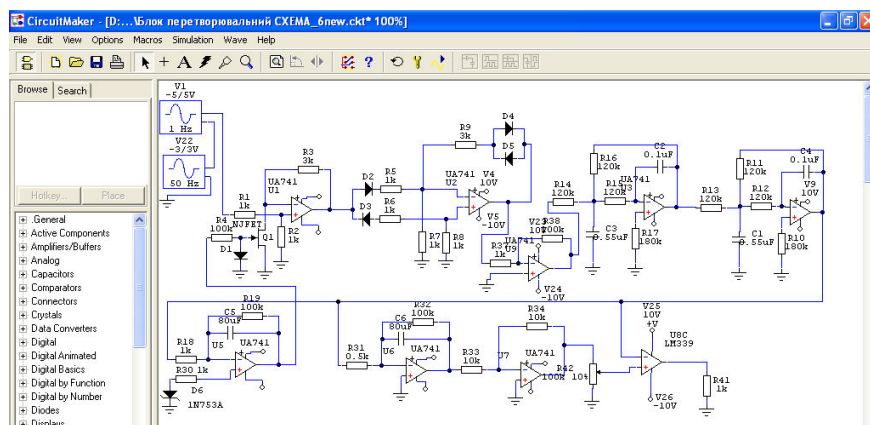


Рис. 2 - Вікно програми Circuit Maker з набраною принциповою схемою ПКТП для моделювання

хронометраж із записом параметрів показів приладів та результатів дослідження кернового матеріалу. Буріння велося із застосуванням верстата СКБ-4, насоса НБ-120/40 і снаряда ССК-46 в інтервалі глибин 1...290-м. Покази пристрою записувалися на діаграмну стрічку приладу Н-338/6П і порівнювалися з фактичною наявністю тріщин у керновому матеріалі після його вилучення в кінці кожного циклу. Буріння велося при частотах обертання 200...250 хв<sup>-1</sup> і осьовим

навантаженням

8,0...10,0 кН.

Промивання

здійснювалося

малоглинистими

розчинами з витратою

12...16-л/хв при тиску

2...2,5 МПа [10].

Діаграма запису,

отримана під час

випробувань, була

оцифрована і прийнята у вигляді вихідної інформації. Результати приведені в табл. 1.

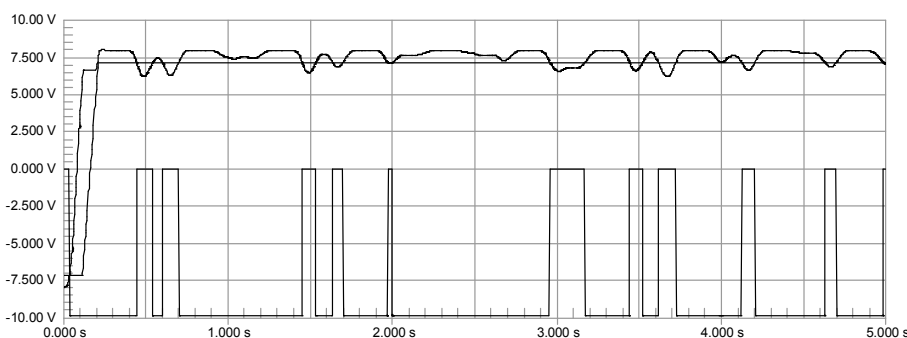


Рис. 3 - Сигнали на виході фільтра низької частоти та на виході ПКТП

Таблиця 1 - Вихідний масив часу (в секундах) між поточними тріщинами для розрахунку однорідних інтервалів тріщинуватості буримої породи

Сумарний час в сек. між поточними тріщинами									
0,0	0,8	2,0	3,3	7,3	14,0	15,3	16,0	19,3	20,6
24,0	24,6	28,6	32,6	39,3	47,3	50,0	51,3	58,0	58,6
60,0	61,3	62,6	64,0	72,0	82,0	82,6	91,0	94,6	97,3
106,0	108,6	122,6	127,0	130,6	142,0	152,6	154,6	156,0	161,3
166,6	170,6	174,0	189,3	190,0	196,6	202,0	269,3	270,0	272,0
280,0	285,3	288,6	304,0	326,3	327,6	333,3	338,0	340,0	346,6
347,3	350,0	364,0	370,6	373,3	376,0	378,6	380,0	386,0	391,3
394,6	396,0	412,0	413,3	415,3	416,6	418,0	419,0	423,3	424,6
427,0	430,0	432,6	440,6	442,0	444,0	444,6	446,0	448,6	454,0
456,0	459,3	461,3	462,6	469,3	480,6	482,0	482,6	483,3	484,6
486,6	488,6	491,3	494,6	496,0	499,3	500,6	501,3	504,6	504,8
505,3	506,0	508,0	508,6	509,3	510,0	511,3	511,6	515,3	515,6
516,6	517,0	518,0	518,6	519,3	520,0	520,6	521,0	522,0	522,3
523,3	524,6	526,0	527,3	528,6	529,3	531,3	532,0	532,6	537,3
540,6	541,3	544,6	547,3	548,6	549,3	552,6	554,6	557,3	561,3
562,6	563,3	567,6	571,0	574,0	574,6	576,0	584,6	586,6	590,0
593,0	593,3	598,0	598,6	605,3	606,6	608,6	611,3	614,6	622,6
626,6	683,3	686,6	688,0	698,0	726,3	748,6	766,3	766,6	780,0
795,3	798,0	798,6	804,0	808,0	821,3	824,0	837,3	846,0	852,0
854,0	855,3	856,0	856,6	860,0	868,6	874,6	876,0	879,3	885,3
892,6	894,0	896,0	896,6	906,6	914,0	932,6	952,0	954,6	956,0
959,3	965,3	975,3	976,6	984,6	996,6	1002,0	1004,6	1008,0	1033,3
1044,6	1050,0	1050,6	1051,3	1055,3	1056,6	1061,3	1062,0	1062,6	1063,3
1064,0	1064,6	1065,3	1066,0	1070,0	1076,0	1076,6	1077,3	1078,3	1078,6
1079,3	1080,0	1083,3	1084,0	1084,6	1085,3	1086,0	1086,6	1087,0	1087,3
1087,6	1088,0	1088,3	1088,6	1094,6	1098,6	1100,6	1116,0	1119,6	1120,6
1134,6	1135,3	1154,0	1156,3	1163,3	1169,3	1178,0	1179,3	1188,6	1198,0
1201,3	1276,0	1289,3	1302,0	1315,3	1333,3	1342,0	1359,3	1364,0	1364,6
1367,3	1404,6	1435,3	1438,0	1478,0	1483,3	1508,0	1508,6	1513,0	1520,6

1536,6	1566,0	1579,0	1580,0	1582,6	1583,3	1584,0	1593,3	1605,3	1609,3
1622,6	1638,0	1644,6	1652,0	1882,0	1883,3	1895,3	1904,0	1930,6	1983,3
2023,3	2054,6	2064,0	2106,0	2152,6	2154,0	2166,6	2179,3	2180,0	2198,0
2209,3	2220,6	2228,0	2236,0	2238,0	2241,3	2251,3	2257,3	2258,6	2266,6
2272,6	2275,3	2278,0	2282,0	2295,3	2299,3	2323,3	2330,0	2335,3	2354,6
2372,6	2376,0	2382,0	2393,3	2399,3	2407,3	2414,6	2418,6	2419,3	2425,3
2437,3	2447,3	2450,6	2452,0	2454,6	2455,3	2458,0	2459,3	2469,3	2470,6
2472,0	2475,3	2476,0	2477,3	2483,3	2484,6	2492,6	2493,3	2512,0	2512,6
2514,0	2520,6	2522,0	2522,6	2523,3	2524,0	2524,6	2525,3	2526,0	2527,3
2528,6	2529,3	2530,0	2530,6	2531,6	2532,0	2538,0	2538,6	2548,6	2550,6
2551,3	2551,6	2553,0	2554,3	2562,0	2562,6	2569,6	2570,6	2572,0	2581,3
2587,3	2589,3	2591,3	2617,3	2624,6	2626,0	2626,6	2627,3	2628,6	2629,3
2630,0	2630,6	2632,0	2632,6	2636,0	2638,0	2640,0	2642,6	2651,3	2655,3
2661,3	2662,6	2673,3	2674,0	2680,6	2689,0	2685,3	2698,0	2698,6	2699,3
2700,6	2702,6	2716,6	2717,3	2730,0	2730,6	2732,0	2750,6	2777,3	2791,3
2801,3	2803,3	2804,0	2811,3	2812,0	2821,3	2822,6	2832,0	2836,0	2839,3
2844,6	2845,3	2846,0	2847,3	2848,0	2852,6	2856,6	2858,0	2866,6	2868,0
2870,6	2871,3	2873,3	2874,0	2875,3	2876,0	2877,3	2878,6	2879,3	2880,0
2880,6	2881,3	2884,0	2885,3	2886,0	2893,3	2894,0	2894,6	2896,6	2898,0
2898,6	2901,3	2902,0	2928,0	2937,3	2938,0	2940,0	2944,0	2946,0	2946,6
2951,3	2954,0	2956,6	2957,0	2962,6	2968,6	2970,0	2983,3	2986,6	2996,6
3010,6	3014,6	3016,0	3017,3	3020,0	3021,3	3022,0	3022,6	3026,6	3030,0
3038,0	3040,0	3042,0	3044,0	3056,6	3063,3	3064,6	3078,6	3122,6	3123,3
3124,6	3136,6	3142,6	3148,6	3156,0	3160,0	3161,3	3180,0	3182,0	3182,6
3190,0	3191,3	3193,3	3202,6	3208,6	3210,0	3211,3	3220,6	3228,6	3230,0
3273,3	3276,6	3288,0	3291,3	3292,6	3296,6	3302,6	3309,3	3310,6	3335,3
3340,6	3341,3	3344,0	3366,6	3369,3	3378,0	3379,3	3380,0	3380,6	3382,0
3382,6	3384,6	3413,3	3420,6	3440,0	3462,0	3462,6	3464,0	3466,6	3467,3
3473,3	3498,0	3500,0	3501,3	3529,3					

Результати розрахунків приведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Результати розрахунку однорідних інтервалів показників тріщинуватості від поточних значень глибини свердловини

№ п/п	Поточне значення часу проходки $T$ , сек	Інтервал проходки $\Delta H$ , м	Кількість точок малого масиву $M$	Середнє значення показника тріщинуватості $\bar{W}$ , 1/м
1	0,0 – 202,0	0,56	$M=5$	50,64
2	269,3 – 378,6	0,44	$M=5$	58,42
3	386,0 – 698,0	0,76	$M=5$	54,76
4	726,3 – 1302,0	1,46	$M=5$	43,22
5	1315,3 – 1904,0	1,53	$M=5$	20,68
6	1930,6 – 2209,3	0,68	$M=5$	17,24
7	2220,6 – 2512,0	0,83	$M=5$	54,55
8	2520,6 – 2730,0	0,54	$M=5$	39,53
9	2750,6 – 2839,3	0,34	$M=5$	43,52
10	2844,6 – 2954,0	0,26	$M=5$	52,76
11	2956,6 – 3063,3	0,24	$M=5$	52,16
12	3078,6 – 3291,3	0,64	$M=5$	35,45

За результатами розрахунків табл. 2 можна також співставити тріщинуватість буримої породи за глибиною свердловини. На підставі результатів розрахунку геологічного розрізу свердловини побудований графік залежності середніх значень показника тріщинуватості



гірських порід на кожному з однорідних інтервалів від поточних значень глибини свердловини, який представлений на рис. 4 [11].

З аналізу розрахунків, приведених на графіку, видно, що визначення однорідності масиву показників тріщинуватості буримої породи складає найменшу глибину 0,24м.

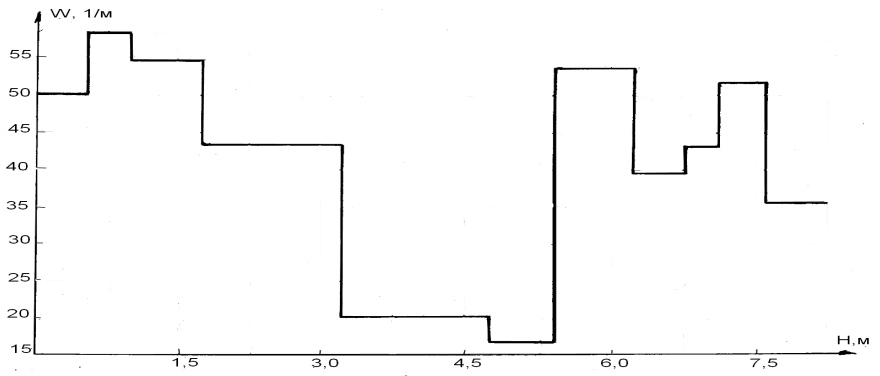


Рис. 4 - Графік залежності середніх значень показника тріщинуватості гірської породи на свердловині № 1532 Алмаликської ГРЕ

Результати контролю тріщинуватості буримої породи при бурінні розвідувальної свердловини, які визначені за даними табл. 1, наведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Масив результатів контролю тріщинуватості буримої породи приладом ПКТП

(1-2-3)	7	(14-15-16)	19	21	(24-25)	29	33	39	47	(50-51)	(58-59-60-61)	63															
64	72	82	91	94	97	106	109	122	127	130	142	152	(155-156)	161	166												
170	174	(189-190)	196	202	(269-270)	272	280	285	289	304	328	328	333														
338	340	(346-347)	350	364	370	373	376	378	380	386	391	394	396	(412-413)	(415-416)	(418-419)	423	425	427	430	433	440	442	(444-445-446)	449		
454	456	459	461	463	469	(481-482-483-484-485)	487	489	491	499	(495-496)																
(501-502-503-504-505-506)	508	(510-511-512)	(514-515-516-517-518-519-520-521-522-523-524-525-526-527-528-529-530-531-532-533)	537	541	545	(547-548-549)	552	554	557																	
(561-562-563)	567	571	(574-575-576)	584	586	590	(593-594)	(598-599)	(605-606)																		
609	611	615	623	627	686	688	698	726	748	(766-767)	780	795	(798-799)														
804	808	821	824	837	846	852	(854-855-856-857)	860	869	(875-876)	879	885															
(893-894)	(896-897)	907	914	933	952	(955-956)	959	965	975	977	985	997															
1002	1005	1008	1033	1045	1050	(1051-1052)	1055	1057	(1061-1062-1063-1064-1065-1066)	1070	(1076-1077-1078-1079-1080)	(1083-1084-1085-1086-1087-1088-1089)	1095														
1099	1101	1116	(1120-1121)	(1134-1135)	1154	1156	1163	1169	(1178-1179)	1189																	
1198	1201	1276	1289	1302	1315	1333	1342	1359	(1364-1365)	1367	1404	1435															
1438	1478	1483	(1508-1509)	1513	1521	1537	1566	(1579-1580)	(1582-1583-1584)																		
1593	1605	1609	1623	1638	1645	1652	(1882-1883)	1895	1904	1931	1983	2023															
2055	2064	2106	(2153-2154)	2167	(2179-2180)	2198	2209	2221	2228	2236	2238																
2241	2251	2257	2259	2267	2273	2275	2278	2282	2295	2299	2323	2330	2335														
2355	2373	2376	2382	2393	2399	2407	2415	(2418-2419)	2425	2437	2450																
(2451-2452)	(2454-2455)	(2458-2459)	2469	(2471-2472)	(2475-2476-2477)	2483	2485																				
(2492-2493)	(2512-2513-2514)	(2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532)	(2538-2539)	(2549-2550-2551-2552-2553-2554)	(2562-2563)	(2570-2571-2572)	2581																				
2587	2589	2591	2617	(2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633)	2636	2638																					
2640	2643	2651	2655	2661	2663	(2673-2674)	2681	2685	2689	(2698-2699-2700-2701)	2703	(2716-2717)	(2730-2731-2732)	2751	2777	2794	2801	2803-2804	(2811-2812)	2821	2823	2832	2836	2839	2853	(2844-2845-2846-2847-2848)	(2857-2858)
(2867-2868)	(2870-2871)	(2873-2874-2875-2876-2877-2878-2879-2880-2881-2882)	(2884-2885-2886)	(2893-2894-2895-2896)	(2898-2899)	(2901-2902)	2928	(2937-2938)	2940																		
2944	(2946-2947)	2951	2954	(2956-2957)	2963	(2969-2970)	2983	2987	2997	3011																	
(3015-3016-3017)	(3020-3021-3022-3023)	3027	3030	3038	3040	3042	3044	3057																			
3063	3065	3079	(3122-3123)	3125	3138	3144	3149	3156	3180	(3182-3183)																	
(3190-3191)	3193	3203	(3209-3210-3211)	3221	(3229-3230)	3273	3277	3288	3291																		
3293	3297	3303	3309	3311	3335	(3340-3341)	3344	3367	3369	(3378-3379-3380-3381-3382-3383)	3385	3413	3421	3440	(3462-3463-3464)	(3466-3467)	3473	3498									
3500																											

*Примітка.* В даній таблиці без дужок позначена одна тріщина наприклад, при сумарному часі буріння 3500 сек., кількість значень в дужках відповідає кількості тріщин за вказаний проміжок сумарного часу буріння, наприклад (3229–3230) – дві тріщини; (3209–3210–3211) – три тріщини; (3020–3021–3022–3023) – чотири тріщини; (2844–2845–2846–2847–2848) – п'ять тріщин і т. д.

## **Висновки**

Використання розробленого приладу контролю показників тріщинуватості породи в процесі буріння свердловин дозволяє:

- визначити середні значення показника тріщинуватості гірських порід на кожному з однорідних інтервалів геологічного розрізу свердловини;
- оцінювати тріщинуватість буримої породи, а також нахил тріщини, де повторюваність контролю відбувається за час у межах  $\approx 1-2$  секунди.

**Список літератури:** 1. *Голф-Рахт Т. Д.* Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / Т. Д. Голф-Рахт Пер. с англ./Под ред. А. Г. Ковалева. – М.: Недра, 1986. – 608 с. 2. *Davidson D. A. and Snowdon D. Al*, 1978. «Beaver River Middle Devonian Carbonate: Performance review of a high-relief, fractured gas reservoir with water influx\*. J. of Petroleum Technology 1672—1678. 3. *Provo L. /.*, 1976. «Upper Devonian black shale — Worldwide distribution and what it means». Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 4. *Martin P. and Nuckols E. B.*, 1976. «Geology and oil and gas occurrence in Devonian shales: Northern West Virginia\*. Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 5. *Bagnal W. d. and Ryan W. M.*, 1976. «The geology reserves and production characteristics of the Devonian shales in south western West Virginia\*. Proc. of the Seventh Appalachian Pet. Geol. Symp. 6. *Шаповал А. А.* Устройство для определения степени трещиноватости горных пород / А. А. Шаповал. Авторское свидетельство № 1469132. Бюл. № 12 от 30.03.89. 7. *Заміховський Л. М.* Методика визначення тріщинуватості гірської породи при бурінні свердловин / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал. Літературний письмовий твір наукового характеру № 46844 від 18.12.2012. 8. *Шаповал О. А.* Моделювання блока контролю випадкових навантажень технологічних процесів (БКТП) / О. А. Шаповал, В. В. Циганчук. «Наукові вісті».– Івано-Франківськ: № 2 (18), 2010. С. 56 – 64. 9. *Шаповал О. А.* Дослідження взаємозв'язку між технологічними параметрами режиму проходки свердловин і станом буримої породи / О.А. Шаповал. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Вип. 38.– Івано-Франківськ: Факел, – 2001. С. 3 – 11. 10. *Шаповал А. А.* Особенности контроля и управления процессом бурения в трещиноватых горных породах / А. А. Шаповал, Т. И. Биниток, В. Ф. Закрытний. // Техн. и технол. геол.-развед. работ; орг. производства.– М.: ВИЭМС, 1984 вып. 8, с. 15 – 24. 11. *Заміховський Л. М.* Контроль тріщинуватості буримої гірської породи / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал. Методи та прилади контролю якості. №2 (29).– Івано-Франківськ: 2012. С. 146 – 152.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 622.24.05

**Контроль тріщинуватості колекторів буримої сланцевої гірської породи / Л. М. Заміховський, О. А. Шаповал // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 19-27. – Бібліогр.: 11назв.**

Проанализированы методы контроля трещиноватости сланцевой горной породы при бурении скважин и показано, что одним из способов получения информации о трещиноватости бурими породы является анализ реакции электропривода бурового станка. Установлено, что наиболее чувствительными к изменению нагрузки на валу электропривода является активная мощность и ток в цепи его питания, а также крутящий момент. Проведена разработка прибора контроля показателей трещиноватости породы непосредственно в процессе бурения скважин и определены статистические характеристики показателей трещиноватости буримой породы по результатам его промышленной апробации.

**Ключевые слова:** Буримая порода, трещиноватость, электропривод, частота вращения, контроль, ток, мощность, крутящий момент, корреляция, структурная схема.

The well-boring shale rock fracturing control methods have been analyzed. It was shown that the rig electric drive reaction analysis is one among the kinds of the drillability rocks fracturing information receiving. It was proved that the most sensitive to the electric drive roller loading changing are the active power, the current in the power supply circuit and the torque. The well-boring process rock fracturing parameters control device has been designed. As the results of device industrial testing the drillability rocks

fracturing indexes statistical characteristics have been defined. Key words: drillability rocks, fracturing, electric drive, rotation frequency, control, current, power, torque, correlation, structural scheme.

**Keywords:** rock drilled, fracture, electric, speed, control, current, power, torque, correlation, block diagram.

## UDC 665.9

**T. B. SHATOVSKA**, associate Professor, National University of Radioelectronics, Kharkov;

**A. A. ZAREMSKAYA**, student, National University of Radioelectronics, Kharkov

### **ONTOLOGY MODELS RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR DATA MINING REPOSITORY**

Currently, there are a lot of data mining, as well as a large number of data sets stored in different repositories. A significant problem is the lack of analysis methods themselves in the repositories, in fact there is no connection to a specific data set method for the respective data sets. But in this work we offer the implementation of the system and model research ontology and development for our Data mining repository.

**Keywords:** DM, Ontology models, data, metadata, machine learning, SDMX Standards Version 2, repositories, dataset.

#### **Implementation**

Search algorithm is based on ontological models and ranking results. Implementation of access to intelligent agents based on web-services, implemented on the basis of programming paradigms such as dependency injection and control inversion. There were a variety of access through the implementation of web-projects and implemented a more flexible, robust architecture. During this work we analyzed and present ontology models for data mining repository.

The above mentioned drawbacks have a point to create a new public information repository to store datasets using intelligent agent and ontological approach for storing, conversion, search, add, description, selection of the required information for researchers' needs in the field of Data mining and Machine Learning. Using the Protégé 3.4 we created an ontology model of Data mining methods, an ontology model of the user, a model of the resource (W3C, 2004).

A base standard was chosen the standard SDMX Standards Version 2.0 and the main parameters of the Statistical European Repositories were taken. The interaction between the ontological models is based on intelligent agents: coordinator agent, resource agent, search agent, a user agent. The agent approach has been implemented by multitechnology JADEX. We use intelligent software agents. This is a new class of software systems, which acts either on behalf of the user, or on behalf of the system. They are, in fact, a new level of abstraction, different from the usual abstract type - classes, methods and functions. For practical implementation of these agents JADE offers to programmer-designer of agent systems the following possibilities: FIPA-compliant Agent Platform, which includes system agents AMS, ACC and DF; Multiple Domains support – DF agents and so on (IEEE Computer Society standards organization, 2006; Bellifemine, et al., 2006).

#### **Ontology representation**

In recent years the development of ontologies are formal descriptions of explicit terms for business and relations between them. In the World Wide Web became commonplace ontology. Ontology in the network range from large taxonomy that categorize websites (Yahoo! website) to products and their characteristics (like on the website Amazon.com). Consortium WWW (W3C) develops RDF (Resource Description Framework). The RDF is language of encoding knowledge on Web pages. It makes knowledge understandable to electronic agents to search information. Now many disciplines develop standard ontology that can be used by experts in subject areas to share and annotate information in their field. For example, in medicine large standard structured dictionaries such as semantic web unified medical language system (the Unified Medical

Language System) were created. Also large ontology appears general intent. For example, the UN Program for Development (the United Nations Development Program) and the company Dun & Bradstreet combined efforts to develop ontology UNSPSC. It provides terms for goods and services. Ontology defines a common vocabulary for researchers, who need to share information in the subject area. It includes machine-interpreted formulating the basic notions of domain and relations between them. Ontologies are developed for joint use by people or software agents common understanding of data structures for possible reuse of knowledge in the subject area, to make assumptions explicit in the subject area, to separate knowledge in subject area of operational knowledge, the analysis of knowledge in subject area.

### **Program - instrumental method of implementation of the ontological model**

The tool Protégé 3.4 for “data mining repository” was selected. It was developed at Stanford University (USA) (Gennari J.H. et al., 2002). Protégé 3.4 is meta-tool. It helps users to create a system of acquisition knowledge for a particular subject area and experts can use these systems to enter and view the information contained in electronic databases of knowledge. The modular architecture of Protégé 3.4 very expands class of systems that can be collected for certain tasks on the acquisition of knowledge and making the future of knowledge acquisition can be better adjusted in accordance with certain requirements of end users. The Protégé 3.4 developers say: "The system is open software. It is difficult to calculate the number of users ..." Now the list on the Protégé, nearly 9,000 subscribers, and website Protégé registered over 20,000 users (we can download the Protégé without registration). You can download 85 different plugins for Protege from the site. Protégé user community is very active and has representatives in more than 100 countries. The functional editor is inextricably linked to the specific for the ontology model and knowledge arising from the classification scheme vocabulary. The editor has a graphical interface that provides a visual edit mode. Graphical interface is implemented on the basis of standard software Object TreeView, a significant addition of additional functionality - mainly in the search, input and control logic. Ontology editor Functionality is:

- View and search: supports viewing grid, standard types of search time;
- editing (input, correction, deletion);
- logical control in the introduction: the introduction of technology almost completely eliminates the violation defined description schemes;
- functionality testing: writing queries;
- interaction with other ontology (import - export, mainly using communicative presentation formats).

### **Ontology source model (dataset ontology model)**

Information about “data and metadata exchange repository” is stored in the ontological models form. One of the main classes of this model is «data set» (DataSet). Each separate instance of this class contains information about the data set to this information include name, analysis method, short description, information about its creators and more. This class contains several classes that belong to its structure: DataSetFile and Judge. Class DataSetFile contains information about the sample that covers this data set, but Judge class contains information about the evaluation of the different set of moderators.

### **Ontological source models development**

The Ontologies are developed and can be used in solving various problems, including joint use of people or software agents to possible accumulation and reuse of knowledge in the subject area, to create models and programs that operate ontology, but not rigidly defined data structures, analysis of knowledge in the subject area. For a more intelligent synthesis of information systems section must define ontology, which should describe the terminology used in the contents of set rules for the use of these terms in the context of other terms.

The basic building block of dataset model is an assertion that represents: resource named property and value. In RDF terminology these three statements are respectively: subject,

predicate and object (W3C, 1999). Show description of the dataset source in the environment of ontologies Protégé 3.4. Classes and attributes of selected classes are created and presented in Figure 1. In the development of ontological models of the resource repository was allocated 3 classes. Here more detail the selection process classes. First of all area and scope of ontology were defined. Then important terms of source ontological model of "data and metadata exchange repository": sample, method of analysis, attribute, subject area, data set description, the dataset file, name, type, articles that refer to the dataset, keywords, author, date of creation. We highlighted three classes and a set of slots in the ontological model of the resource:

- DataSet;
- DataSetFile;
- Judge.

In this thesis ontology source model are described by three classes. After ontology model source determination Protégé system allows to convert Protégé project to RDF model.

### Ontology data mining model

Ontology data mining model is the exact specification of the subject area. It provides a vocabulary for presenting and sharing knowledge about methods of analysis and methods of deduction and many relationships established between terms in the dictionary. One of the advantages of using this ontology is a systematic approach to the study of the subject area. It is achieved: systematic (ontology presents a holistic view of the subject area); monotony is material (represented in a single form is much better perceived and reproduced), scientific development (construction of ontology can restore missing logical links in their entirety).

### Ontological data mining models development

There are two levels on which ontologies are used to support data processing: domain ontologies and task ontologies. Domain ontologies are used to describe knowledge from the domains relevant to the particular task (Fig. 1). The first step in the ontology development is the definition of the domain and scope of the ontology itself: in our scenario the ontology will cover the Data Mining domain.

To build a consistent ontology model it is necessary to establish for what we are going to use the ontology and for what types of questions the information in the ontology should provide answer. The choice of how to structure ontology determines what a system can know and reason about. We have built our ontology through a characterization of data mining methods that is classified on the basis of some parameters useful to select the more ones method to solve a KDD problem. Repository determines characteristics of the data and of the desired mining result, and enumerates the DM processes that are valid for producing the desired result from the given data. Then the Repository assists the user in choosing processes to execute, for example, by ranking the process (heuristically) according to what is important to the user. Results will need to be ranked differently for different users. A different user may want to minimize run time, in order to get results quickly. There are other ranking criteria: accuracy, cost sensitivity, comprehensibility, etc., and many combinations thereof.

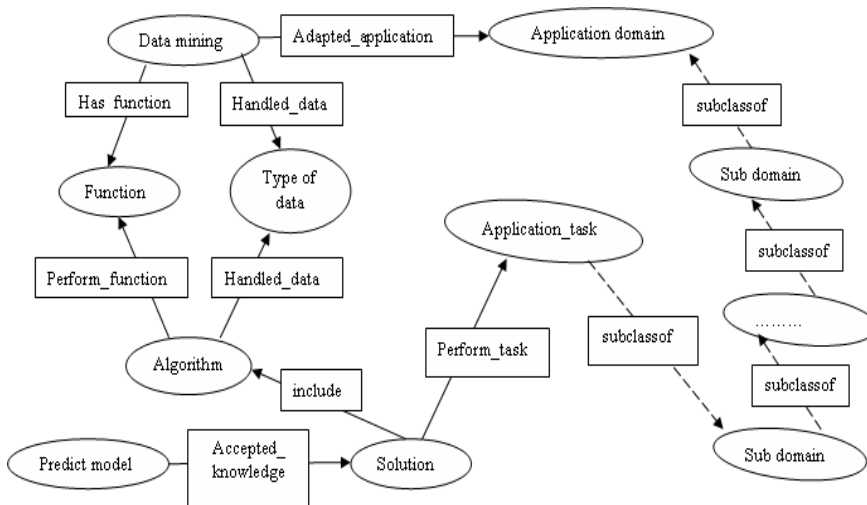


Fig 1 - Data mining ontology, where  $\Rightarrow$  property of concepts,  $\dashrightarrow$  Subclass relation

Repository determines characteristics of the data and of the desired mining result, and enumerates the DM processes that are valid for producing the desired result from the given data. Then the Repository assists the user in choosing processes to execute, for example, by ranking the process (heuristically) according to what is important to the user. Results will need to be ranked differently for different users. A different user may want to minimize run time, in order to get results quickly. There are other ranking criteria: accuracy, cost sensitivity, comprehensibility, etc., and many combinations thereof.

To solve problems related to data analysis in the presence of random and unpredictable effects, mathematicians and other researchers over the last two hundred years produced a powerful and flexible arsenal of methods, collectively called mathematical statistics. During this time extensive experience was gained in the successful application of these methods in different spheres of human activity from economics to space research. And under certain conditions these methods allow for the optimal solution. For example, one of the problems solved in the radiolocation is the known signal detection in background additive interference in the form of white noise. Mathematical statistics methods solve this problem successfully. It is difficult to imagine the need for other approaches to solving this problem.

Because knowledge is personal in nature, the same subject area can be described by different ontologies. This is particularly true of domains that are not formalized or when there are many contentious issues. In this work one of the problems is the task of ontology development methods is data mining. Certainly a good practice is to use already existing ontologies and a good specialist should be able to quickly find existing and already proven any ontology or an algorithm, rather than spend time on developing new. The fact is that ontologies are not clearly structured and formalized. Now a lot of online ontologies and of course they are all correct. But research of existing data mining ontologies did not give a satisfactory result.

Therefore a new ontology was developed. Analysis of knowledge in the subject field of Data Mining is quite possible because there is a declarative specification of terms. Formal analysis of the terms will be extremely valuable as when to reuse the developed ontology so in its expansion. The reason for the development of ontology data analysis provides an Analysis Method slot in DataSet class of developed ontological model resource.

It contains data mining methods that are under all this set of statistics. Ontology with a set of individual instances of classes forms a knowledge base. In fact, in this case it is difficult to determine where the ontology ends and where the start of knowledge base. Ontological model was presented in Fig. 2.

### Ontology user model

Ontological approach is offered for creation of model of user for intellectual repository “data mining repository”. This approach allows taking into account the collection of concepts and connections between them, having a place at interaction of the user with our repository. Ontology user model is the model for data structuring. It stores information about user. User model is obviously for our repository with different levels of training for work with a computer, with a variety of mental, psychological and physiological capabilities (Cargar, 2008; Waltz, 2008).

### Ontological user models development

Protégé system has the following possibilities: tabs for ontology replenishment, functional expansion modules, generation of knowledge acquisition module requests and the logical deduction module.

This ontological model includes two abstract classes: Account and Person. Class Account represents the user as the logical nature of the user system. Class Person represents the user as the



Fig 2 - Partial Data mining ontology model

person using the system. Experienced and Beginner classes are beginner and advanced user respectively. Admin slots class match Experienced slot class.

### The ontological user models of classes description.

In Table.1 the description of Address slots class is shown.

Table 1 - Address slots class

Attribute	Type	Power	Presence	Description
country	String	1	Mandatory	country
city	String	1	Optional	city

In Table 2 University slots class is present. It works for base University description.

Table 2 - University slots class

Attribute	Type	Power	Presence	Description
name	String	1	Mandatory	University name
address	Address	1	Optional	University address

In Table 3 Preference slots class is present. It works for user interest and search requests description.

Table 3 - Preference slots class

Attribute	Type	Power	Presence	Description
interest	DataMiningMethod	*	Optional	Data format
search	String	*	Optional	A lot of user search requests
searchHistory	SearchHistory	*	Optional	A lot of user search requests results

The abstract Account slots class is present in Table 4.

Table 4 - Slots of abstract class Account

Attribute	Type	Power	Presence	Description
password	String	1	Mandatory	password
created	String	1	Mandatory	Date of creation
email	String	1	Mandatory	e-mail
preferences	Preference	1	Optional	Information about preferences
title	String	1	Optional	display name

Table 5 - Slots of abstract class Person

Attribute	Type	Power	Presence	description
first_name	String	1	Optional	Name
last_name	String	1	Optional	Surname
gender	Symbol (Male, Female)	1	Optional	Sex (male\female)
university	University	1	Optional	Information about university

The Account class is user representation base.

The slots of abstract class Person are present in Table 5. Its base class is Account. Class Person is base for Beginner and Experienced classes. Beginner class has the same slots as class Person. Slots of Experienced class are present in Table 6.

Table 6- slots of Experienced class

Attribute	Type	Power	Presence	description
speciality	String	*	Mandatory	speciality

### Conclusion

Currently, there are many repositories of scientific datasets. The main disadvantages occurred in these systems are: text-only format is not convenient to use and to change the format of files, not user-friendly interface, and the search is only by one of many criteria, i.e. not allowed to combine the search for a number of conditions, poor search.

In many systems, there is no any understanding for what tasks you can use this dataset, there is also insufficient information on the data. Currently, the agent technologies are widespread, where the main part is the agent - a software entity capable of such qualities as autonomy, activity, commitment, mobility, sociability. The creation of ontologies is a prospective direction of up-to-date research in processing of information provided in natural language. One of the advantages of using ontologies as a tool for learning is a systematic approach to the study of the subject area. Meanwhile achieved: regularity - Ontology provides a holistic view of the subject area, uniformity - the material presented in a unified format is much better perceived and reproduced; scientific - Building the ontology allows to restore the missing logical link in their entirety. Also, ontologies allow the use the great volumes of data from different systems, due to the fact they creating the semantic description of data.

**References:** 1. W3C Recommendation (2004). Web Ontology Language (OWL) overview, viewed <<http://www.w3.org/TR/owl-features/>>, (090812) 2. *Ratushin, U., Polenok, S., Tkachenko, S.* (2001). Information society ontology at the network. University book, 256. 3. W3C Proposed Recommendation (1999). Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, viewed <<http://www.w3.org/TR/PR-rdf-syntax/>>, (090812) 4. *Wooldridge, M., Jennings, N.* (1995). Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review 10(2), 115-152. 5. *Russell, S., Norvig, P.* (2006). Russian translation of Artificial Intelligence: A Modern Approach, 2nd Edition, Translated by Ptitsyn K. Moscow: Williams Publishing, ISBN Press, 356. 6. SDMX Standards: Version 2.0 (2007), ZIP File, viewed <[http://sdmx.org/?page\\_id=16#package](http://sdmx.org/?page_id=16#package)>, (090812) 7. *Blake, C. L., Merz, C. J.* (2001). UCI repository of machine learning databases, viewed <<http://www.ics.uci.edu/~mllearn/ML - Repository.html>>, (090812) 8. *Cortez, P., Morais, A.* (2007). A Data Mining Approach to Predict Forest Fires using Meteorological Data. In *Neves, J., Santos, M. F., Machado, J. Eds.*, New Trends in Artificial Intelligence, Proceedings of the 13th EPIA 2007 - Portuguese Conference on Artificial Intelligence, Guimarães, Portugal, 512-523, viewed <<http://www3.dsi.uminho.pt/pcortez/fires.pdf>>, (090812)

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 665.9

**Ontology models research and development for data mining repository/ Т. В. Shatovska, А. А. Zaremskaya** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 27-32. – Бібліогр.:8 назв.

В настоящее время существует много интеллектуального анализа данных, а также большое количество наборов данных, хранящихся в различных хранилищах. Существенной проблемой является отсутствие самих методов анализа в репозиториях, более того нет связи наборов данных с конкретным методом для соответствующих наборов данных. Но в этой работе мы представляем структуру системы и онтологические модели для нашего хранилища данных.

**Ключевые слова:** модели онтологии, данные, метаданные, машинное изучение, репозиторий, имитирующие данные, наборы данных.

В даний час існує багато інтелектуального аналізу даних, а також велика кількість наборів даних, що зберігаються в різних сховищах. Суттєвою проблемою є відсутність самих методів аналізу в репозиторіях, більш того немає зв'язку наборів даних з конкретним методом для відповідних наборів даних. Але в цій роботі ми представляємо структуру системи і онтологічні моделі для нашого сховища даних.

**Ключові слова:** моделі онтології, дані, метадані, машинне вивчення, репозиторій, імітуючі дані, набори даних.

УДК 044.89; 681.513.8

**М. В. ЕВЛАНОВ**, канд. техн. наук, доц., ХНУРЕ, Харків

## **КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

Предложена концепция представления требований к информационной системе, которая, в отличие от существующих, позволяет формализовать задачу выбора методологий и информационных технологий,

© М. В. ЕВЛАНОВ, 2012



наилучшим образом удовлетворяющих потребностям разработки соответствующей информационной системы.

**Ключевые слова:** требование, информационная система, ИТ-услуга, ИТ-сервис, универсум.

### **Введение**

Проблемы, возникающие при попытках формализованного описания требований к информационной системе (ИС), во многом являются следствиями ограниченного концептуального представления этих требований. Основными такими ограничениями следует считать:

- представление каталога требований к ИС исключительно как множества сформулированных требований, согласованных между Поставщиком и Потребителем ИТ-услуг;

- ориентация представлений требований к ИС на особенности конкретного проекта создания ИС, что затрудняет повторное использование этих требований в других проектах.

Аспект повторного использования требований приобретает особую значимость в условиях проектирования, внедрения, эксплуатации и модернизации ИС как совокупности ИТ-услуг [1]. Эффект от повторного использования ИТ-услуг при условии минимума изменений их обеспечивающей части можно считать прямо пропорциональным степени повторного использования требований к этим ИТ-услугам, в том числе – с учетом преобразования описаний в терминах других предметных областей. Если же учесть неизбежность изменений требований, возникающих в ходе создания ИС, то проблема создания формальных представлений требований и механизмов управления ими, способных воплотиться в конкретные ИТ, управляющие процессами интеграции разнородных элементов ИС, по-прежнему является актуальной и требует решения.

### **Анализ существующих подходов к описанию требований к информационной системе**

Анализ действующих в Украине ГОСТов группы 34 «Информационные технологии» показывает, что термин «требования» до сих пор не имеет специального определения. Однако данный термин встречается в описаниях содержания документов с результатами трех первых стадий создания автоматизированной системы (АС) – «Формирование требований к АС», «Разработка концепции АС» и «Техническое задание».

В британской методологии разработки ИС SSADM требование к ИС определяется, в частности, как ответ на следующие вопросы [2-4]: «Что требуется от системы?»; «Зачем это нужно?»; «Кому это необходимо?»; «Насколько это важно?»; «Чем можно измерить степень соблюдения требования?».

Более развито понимание термина «требование» применительно к разработке обеспечивающей части ИС, а именно программного обеспечения. Стоит отметить, что уже достаточно давно, говоря о требованиях к ИС, на самом деле имеют в виду требования к программному обеспечению этой ИС. Однако данная подмена понятий не является бесспорной. Поэтому рассмотрим определения требований, сложившиеся в программной инженерии.

В стандарте разработки программного обеспечения IEEE 610.12-1990 понятие «требование» имеет следующие определения [5]:

- условие или возможность, необходимые пользователю для решения проблемы или достижения цели;

- условие или возможность, которой должна обладать система или компонент системы, соответствующие договору, стандарту, спецификации или другому официальному документу;

- документированное представление условия или возможности подобно описанному в первых двух определениях.

Данное определение до сих пор считается рядом специалистов основным определением понятия «требование» в программной инженерии. Так, например, Д. Леффингуэлл и Д. Уидриг в своем труде [6] отмечают, что данные определения, точнее – два первых определения из них, являются вполне приемлемыми общими определениями понятия «требование».

С другой стороны, Карл И. Виггерс в своей книге [7] отмечает, что отсутствие общепринятых определений требований, которыми пользуются для описания выполняемой работы, является одной из проблем индустрии программного обеспечения. Однако при этом Виггерс наряду с упомянутым выше определением требования по IEEE 610.12-1990 приводит еще два следующих определения требований:

а) требование – это нечто такое, что приводит к выбору дизайна [8];

б) требования – это спецификация того, что должно быть реализовано. В них описано поведение системы, свойства системы или ее атрибуты. Они могут быть ограничены процессом разработки системы [9].

В то же время, практически все стандарты, методологии, технологии, а также теоретические работы и практические исследования, посвященные проблеме формирования и управления требованиями, отмечают необходимость разделения множества всех возможных требований к ИС (или же к программной системе) на ряд отдельных подмножеств требований, имеющих некие общие признаки.

#### **Выделение нерешенной части проблемы и постановка задачи исследования**

Сказанное выше позволяет утверждать, что такое понятие, как «требование к ИС», является категориальным понятием, которому нельзя дать аналитически четкое определение. Такое понятие объединяет в себе целый ряд элементарных понятий, обозначающие отдельные группы требований к ИС, объединенные по какому-либо общему признаку.

В то же время решение проблемы формализованного представления требований становится возможным в том случае, если предположить, что Поставщик и Потребитель в каждом конкретном проекте создания ИС имеют дело не с простым множеством требований к ИС, полностью или частично упорядоченным определенным образом, а с более общей совокупностью требований. При этом в такую совокупность должны входить не только требования к ИС, выдвинутые Потребителем и принятые к исполнению Поставщиком, но и так называемые «забытые» требования, требования, которые Поставщик может выдвинуть к ИС, исходя из своего видения предметной области и т.п. Все эти требования могут раньше или позже стать элементами множества требований к ИС в ходе очередной итерации процессов, непосредственно работающих с требованиями.

Для обозначения и дальнейшего формализованного описания такой расширенной совокупности требований к ИС используем существующее понятие «универсум». Это понятие воспринимается чаще всего как философский термин, обозначающий всю объективную реальность во времени и в пространстве. Такое широкое понимание универсума вместе с утверждением, что всякое множество является элементом некоторого универсума, приводит к утверждению о бесконечности множеств объектов. Другой аспект анализа идей, связанных с универсумом, – различение стандартного и нестандартного, конструктивного и неконструктивного универсума, а также онтологического и гносеологического универсума рассуждения (отнесение последнего непосредственно к теории, а первого – к возможным моделям этой теории) [10]. Однако подобные представления оставляют в стороне самого исследователя, который своими действиями (или бездействием) формирует универсум с использованием конкретных архитектурных фреймворков, методов и методик. В то же время опыт разработки многих программных систем и, в частности, ИС показывает, что выбор тех или иных инструментальных средств выполнения этих проектов в существенной степени определяется предпочтениями

конкретных разработчиков. Аналогичная ситуация возникает, например, при выборе моделей и методов анализа и проектирования программных систем [11].

Поэтому необходимо решить задачу формализованного описания универсума требований к ИС, которое учитывало бы отмеченные выше недостатки.

### **Концепция представления требований к информационной системе**

Предлагается интерпретировать философско-логическое понятие «универсум» применительно к потребностям разработки ИС следующим образом: «универсум – это «множество всех возможных систем», из которых лишь одна – исследуемая система – реальна, а все остальные (в том числе и проектируемая ИС) возможно осмыслить только логическим путем, то есть непротиворечивым образом представляя возможные факты или связи исследуемой системы». Развивая данную интерпретацию, понятие «универсум» в теории и практике создания, внедрения, эксплуатации и модернизации ИС можно определить следующим образом: «Универсум – совокупность данных, информации и знаний об исследуемой системе, объекте или процессе, как известных, так и неизвестных исследователю, в распоряжении которого имеется конечное множество методов добычи и обработки этих данных, информации и знаний».

Данное определение порождает целый ряд следствий, из которых для формализованного описания требований к ИС и процессов проектирования архитектуры важны, прежде всего:

а) Следствие 1 из данного определения: точность описания исследуемой системы, объекта или процесса стремится к максимуму в том случае, если объем неизвестных исследователю данных, информации и знаний об этой системе, объекте или процессе стремится к минимуму;

б) Следствие 2 из данного определения: исследователь всегда должен допускать, что совокупность неизвестных ему данных, информации и знаний об исследуемой системе, объекте или процессе не является пустой;

в) Следствие 3 из данного определения и Следствий 1 и 2: для практического применения потребителем универсум должен обладать не максимальной точностью, а такой точностью, которая позволит на основании совокупности известных данных, информации и знаний принимать решения с желаемыми для потребителя универсума характеристиками эффективности и качества.

Формально предлагаемое определение универсума может быть описано следующим образом:

$$U = (\langle D, I, K \rangle, \langle UnD, UnI, UnK \rangle, (F) : \langle UnD, UnI, UnK \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle), \quad (1)$$

где  $U$  - обозначение универсума;  $D$  - множество данных, известных исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки данных;  $I$  - множество информации, известной исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки информации;  $K$  - множество знаний, известных исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки знаний;  $UnD$  - множество данных неизвестных исследователю;  $UnI$  - множество информации, неизвестной исследователю;  $UnK$  - множество знаний, неизвестных исследователю;  $(F) : \langle UnD, UnI, UnK \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle$  - множество методов добычи и обработки, которые преобразуют неизвестные данные, информацию и знания в известные.

Рассмотрим описание совокупности требований к ИС с использованием универсума (1). Согласно определению универсума множество требований к ИС становится известным тогда, когда требования, составляющие это множество, выдвинуты Потребителем, приняты к исполнению Поставщиком и согласованы между Поставщиком и Потребителем. В дальнейшем множество, используемое для описания известных требований к ИС, будем называть множеством сформулированных требований к ИС. Каждое из подмножеств

множества сформулированных требований к ИС в этом случае может быть определено следующим образом:

$$\begin{aligned} Tr_{IS}^B = < D_{IS}^B, I_{IS}^B, K_{IS}^B >; Tr_{IS}^{IB} = < D_{IS}^{IB}, I_{IS}^{IB}, K_{IS}^{IB} >; Tr_{IS}^S = < D_{IS}^S, I_{IS}^S, K_{IS}^S >; \\ Tr_{IS}^f = < D_{IS}^f, I_{IS}^f, K_{IS}^f >; Tr_{IS}^{nf} = < D_{IS}^{nf}, I_{IS}^{nf}, K_{IS}^{nf} >; \\ Tr_{IS}^{fw} = < D_{IS}^{fw}, I_{IS}^{fw}, K_{IS}^{fw} >; Tr_{IS}^{nfw} = < D_{IS}^{nfw}, I_{IS}^{nfw}, K_{IS}^{nfw} >. \end{aligned} \quad (2)$$

где  $Tr_{IS}^B$  - подмножество сформулированных бизнес-требований;  $Tr_{IS}^{IB}$  - подмножество сформулированных требований к ИС как к аспекту бизнес-процесса;  $Tr_{IS}^S$  - подмножество сформулированных требований к ИС в целом;  $Tr_{IS}^f$  - подмножество сформулированных функциональных требований к ИТ-услугам;  $Tr_{IS}^{nf}$  - подмножество сформулированных нефункциональных требований к ИТ-услугам;  $Tr_{IS}^{fw}$  - подмножество сформулированных функциональных требований к ИТ-сервисам;  $Tr_{IS}^{nfw}$  - подмножество сформулированных нефункциональных требований к ИТ-сервисам. В этих описаниях каждый из элементов кортежей представляет собой описания данных, информации и знаний, определяющих сформулированные требования к ИС.

Основываясь на представлениях групп сформулированных требований (2), представление множества сформулированных требований к ИС  $Tr_{IS}$  в универсуме требований будет иметь вид:

$$\begin{aligned} Tr_{IS} = < D_{IS}, I_{IS}, K_{IS} > = < D_{IS}^B, I_{IS}^B, K_{IS}^B > \cup < D_{IS}^{IB}, I_{IS}^{IB}, K_{IS}^{IB} > \cup \\ \cup < D_{IS}^S, I_{IS}^S, K_{IS}^S > \cup < D_{IS}^f, I_{IS}^f, K_{IS}^f > \cup < D_{IS}^{nf}, I_{IS}^{nf}, K_{IS}^{nf} > \cup \\ \cup < D_{IS}^{fw}, I_{IS}^{fw}, K_{IS}^{fw} > \cup < D_{IS}^{nfw}, I_{IS}^{nfw}, K_{IS}^{nfw} >. \end{aligned} \quad (3)$$

Что касается данных, информации и знаний, неизвестных одному или всем участникам проекта создания ИС, то они могут быть описаны следующим образом:

$$\begin{aligned} < UnD, UnI, UnK > = < UnD^{Pr}, UnI^{Pr}, UnK^{Pr} > \cup < UnD^U, UnI^U, UnK^U > \cup \\ \cup < UnD^{Pr\&U}, UnI^{Pr\&U}, UnK^{Pr\&U} >, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $< UnD^{Pr}, UnI^{Pr}, UnK^{Pr} >$  - множество данных, информации и знаний, неизвестных Поставщику;  $< UnD^U, UnI^U, UnK^U >$  - множество данных, информации и знаний, неизвестных Потребителю;  $< UnD^{Pr\&U}, UnI^{Pr\&U}, UnK^{Pr\&U} >$  - множество данных, информации и знаний, неизвестных Поставщику и Потребителю.

Множество методов добычи и обработки для универсума требований можно в этом случае разделить на следующие подмножества:

а) подмножество методов выявления и анализа требований Потребителем, имеющее в общем случае следующий вид:

$$\begin{aligned} (F_{Pr}^{Pr\&U}) : < UnD^{Pr\&U}, UnI^{Pr\&U}, UnK^{Pr\&U} > \rightarrow; \\ \rightarrow < UnD^{Pr}, UnI^{Pr}, UnK^{Pr} > \end{aligned} \quad (5)$$

б) подмножество методов выявления и анализа требований Поставщиком, имеющее в общем случае следующий вид:

$$(F_U^{Pr\&U}) : < UnD^{Pr\&U}, UnI^{Pr\&U}, UnK^{Pr\&U} > \rightarrow < UnD^U, UnI^U, UnK^U >; \quad (6)$$

в) подмножество методов согласования требований, выявленных Потребителем и предъявленных Поставщику, в общем случае имеющее вид:

$$(F^{Pr}) : \langle UnD^{Pr}, UnI^{Pr}, UnK^{Pr} \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle; \quad (7)$$

г) подмножество методов согласования требований, выявленных Поставщиком и предъявленных Потребителю, в общем случае имеющее вид:

$$(F^U) : \langle UnD^U, UnI^U, UnK^U \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle. \quad (8)$$

Тогда универсум требований к ИС в общем случае будет иметь вид:

$$U_{TrIS} = (\langle D_{IS}, I_{IS}, K_{IS} \rangle, \langle UnD^{Pr}, UnI^{Pr}, UnK^{Pr} \rangle, \langle UnD^U, UnI^U, UnK^U \rangle, \langle UnD^{Pr\&U}, UnI^{Pr\&U}, UnK^{Pr\&U} \rangle, (F_{Pr}^{Pr\&U}), (F_U^{Pr\&U}), (F^{Pr}), (F^U)). \quad (9)$$

Данное описание основано на модели, а точнее, на иерархии DIKW (Data, Information, Knowledge and Wisdom), предложенной для управления знаниями [12]. Использование этой иерархии для описания процессов, непосредственно работающих с требованиями, а также процессов проектирования архитектуры обусловлено сложившимся в 1990-х гг. убеждением [13], согласно которому никакое представление требований в одном виде не дает их полной картины. Сравнение представлений требований, созданных различными специалистами в ходе разнообразных исследований, помогает выявить несоответствия, неясности, допущения и упущения, которые трудно обнаружить, когда требования представлены в одном формате.

Стоит отметить, что классическая модель DIKW предполагает четкую направленность преобразований данных в информацию, информации – в знания, а знаний – в мудрость. Однако в процессах, непосредственно работающих с требованиями, часто основой для моделирования требований к ИС является представление этих требований на уровне информации, выраженное в виде их текстовых описаний или же визуальных моделей (рис.). При этом процесс проектирования архитектуры системы предполагает возможное уточнение визуальных моделей требований описанием этих требований на уровне данных в виде той или иной атрибутивной модели.

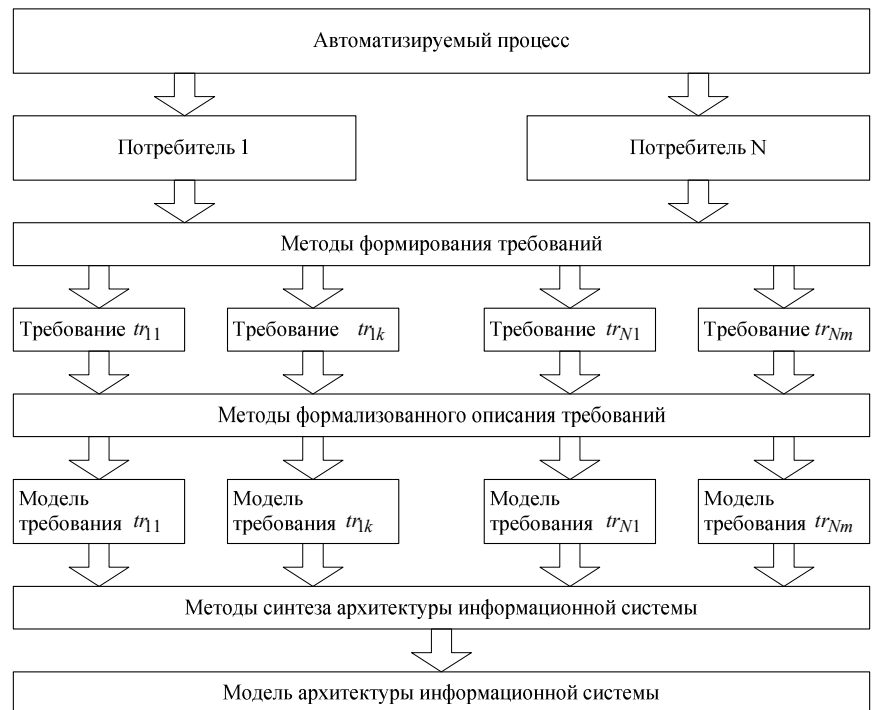


Рис. - Схема последовательности преобразований описаний требований к информационной системе при проектировании архитектуры системы

В то же время использование атрибутивных моделей для представления требований к ИС на уровне данных затруднительно. Это затруднение вызвано, прежде всего, стремлением объединить в рамках одной атрибутивной модели требования к ИС наборы атрибутов, используемые в принципиально разных целях.

Поэтому возникает необходимость рассмотрения каждого требования к ИС как изначального многообразия представлений этого требования в виде данных, информации и знаний. Существование такого многообразия обусловлено следующими причинами:

а) представление требований к ИС на уровне информации предназначено для описания различными способами элементов автоматизируемых объектов или процессов, элементов разрабатываемой ИС или ИС в целом с целью обеспечения возможности выполнения проекта создания ИС, к которой выдвинуто требование, путем выполнения последовательности преобразований «неформализованное описание требования на естественной языке – частично формализованные описания требований – формальное описание требования в виде набора целевых показателей, значения которых характеризуют степень удовлетворения требования  $r(tr_i)$ »;

б) представление требований на уровне данных предназначено для формирования описаний требования к ИС и его отдельных представлений, взаимно согласованных друг с другом, с целью обеспечения возможности осуществления в рамках ИТ формирования и анализа требований к ИС стандартных операций ввода, отображения, редактирования и удаления требования к ИС и его отдельных представлений, а также управления отдельными требованиями в ходе выполнения проекта создания ИС;

в) представление требования к ИС на уровне знаний предназначено для выявления знаний об автоматизируемых объектах или процессах, разрабатываемых элементах ИС или ИС в целом с целью обеспечения возможности повторного использования этих знаний в проектах создания других ИС.

Принятие рассмотрения каждого требования к ИС как изначального многообразия его представлений в качестве аксиомы формирования универсума требований (1) приводит к тому, что начальным описанием любого возможного требования к ИС, как известного, так и неизвестного, может быть любой из следующих вариантов:

а) описание требования к ИС в виде данных (например, фрагмент атрибутивной модели требования к ИС, однозначно определяющая идентификаторы повторно используемого представления требования к ИС или всего требования в целом);

б) описание требования к ИС в виде информации (например, результат интервьюирования Потребителя ИТ-услуг или же разработанная Поставщиком ИТ-услуг модель потоков данных);

в) описание требования к ИС в виде знаний (например, онтология предметной области, сформулированная Поставщиком на основе своего опыта автоматизации конкретного типа БП или же Потребителем на основе изучения своих БП).

Подобное представление универсума требований к ИС позволяет пересмотреть процесс проектирования архитектуры системы. Если рассматривать данный процесс с точки зрения методологии SSADM и ей подобных, то последовательность преобразований требований к ИС можно описать схемой, показанной на рис. 1 [14]. При этом методология SSADM рассматривает модель архитектуры ИС как структурную модель потоков данных и дополняющие ее структурные модели данных ИС и ее отдельных функций.

Такая последовательность преобразований требований к ИС требует максимально полной и четкой формулировки требований Потребителями, чтобы на основе этой формулировки можно было построить точную и непротиворечивую модель этих требований. Иными словами, полученную от Потребителей информацию о требованиях к ИС Поставщик в ходе выполнения процессов формирования и анализа требований должен преобразовать в структурные модели, описывающие наборы данных, процессы их ввода, хранения, обработки и отображения, а также движение этих наборов данных между процессами, внешними сущностями и хранилищами данных.

Однако общие особенности подобных моделей определяются особенностями моделируемого объекта. Это значит, что особенности моделей архитектуры системы

(например, моделей ФС ИС) должны отражать особенности моделей автоматизируемых бизнес-процессов (БП) предприятия. Следовательно, и модели требований как исходные данные для построения модели архитектуры системы, и формулировки требований, выдвинутых Потребителями и принятых к исполнению Поставщиком, должны отражать особенности процессного подхода к описанию объекта управления, системы управления (а в нашем случае – еще и ИС как элемента этой системы управления).

Подход к представлению требований в виде описаний процессов был сформулирован еще в 1993 г. [15]. С учетом предложенного в стандарте ISO/IEC 24774:2007 подхода к описанию процесса минимальная процессная атрибутивная модель требования к ИС должна включать в себя следующие атрибуты:

- а) название (наименование) процесса, к которому выдвигается требование;
- б) ожидаемые результаты выполнения процесса, к которому выдвигается требование (выходы требования);
- в) виды деятельности, выполняемые в рамках процесса, к которому выдвигается требование.

В дополнение к указанным атрибутам минимальная процессная атрибутивная модель требования к ИС может также включать следующие атрибуты:

- а) цели, достижение которых свидетельствует о выполнении требования;
- б) ресурсы, обрабатываемые процессом, к которому выдвигается требование (входы требования);
- в) неизменяемые ресурсы, используемые процессом, к которому выдвигается требование (механизмы выполнения требования);
- г) перечень Потребителей и Поставщиков, которые выдвигают и принимают к исполнению требование (источники требования).

Данная минимальная процессная атрибутивная модель требования является своеобразным паттерном, определяющим основные особенности более детальных атрибутивных моделей требований к ИС. Для использования этой атрибутивной модели при разработке ИС Поставщик и Потребитель должны детализировать ее применением конкретной методологии работы с требованиями к ИС и управления ими.

Сказанное выше определяет концепцию представления требований к ИС как набор следующих положений:

- а) отказ от рассмотрения только множества сформулированных требований к ИС и изначальное представление требований к ИС как элементов универсума, включающего в себя как известные, так и неизвестные Поставщику, Потребителю или им обоим требования к ИС, а также методы формирования этих требований;
- б) изначальное многообразие представлений требований к ИС в виде данных, информации и знаний;
- в) процессный подход к описанию требований, определяющий минимальную процессную атрибутивную модель требования к ИС;
- г) подход к управлению требованиями к ИС, основанный на едином принципе управления требованиями.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

Изложенная концепция определяет основные особенности формализованного описания групп требований к ИС и отдельных требований, их моделей различного вида, методов и средств формирования, анализа и управления этими требованиями, а также возможных моделей и методов синтеза описания проектируемой архитектуры ИС на различных уровнях представления.

Использование предложенной концепции позволяет в дальнейшем поставить и решить задачу формальной оценки эффективности методологий и информационных технологий, применяемых в процессах создания ИС.

**Список литературы:** 1. Евланов, М. В. Глобальные цели поставщика и потребителя ИТ-услуг [Текст] / М. В. Евланов, О. Е. Неумывакина, А. Ю. Карамышева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. - № 5/2 (59). – С. 12-17. 2. SSADM Version 4 Reference Manual. – Southampton: Hobb's the Printer of Southampton NCC Blackwell Ltd., 1990. – 1400 p. 3. Кириллов, В. П. Технология SSADM: методика определения требований к автоматизированной системе [Текст] / В. П. Кириллов // Компьютеры + Программы, 1994. - № 3(11). – С. 30-36. 4. SSADM V4.2 Structural Standards [Электронный ресурс] / Сайт «Office of Government Chief Information Officer». – Режим доступа: [http://www.ogcio.gov.hk/en/infrastructure/methodology/ssadm/ssadm\\_42\\_structural\\_standards.htm](http://www.ogcio.gov.hk/en/infrastructure/methodology/ssadm/ssadm_42_structural_standards.htm). – Заголовок с экрана. 5. Фатрелл, Р. Т. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат [Текст] / Р. Т. Фатрелл, Д. Ф. Шафер, Л. И. Шафер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1136 с. 6. Леффингуэлл, Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход [Текст] / Д. Леффингуэлл, Д. Уидриг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 448 с. 7. Виггерс, К. И. Разработка требований к программному обеспечению [Текст] / К. И. Виггерс. – М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004. – 576 с. 8. Lawrence, Br. Unresolved Ambiguity [Text] / Br. Lawrence // American Programmer. – 1996. – № 9(5). – P. 17-22. 9. Sommerville, I. Requirements Engineering: A Good Practice Guide [Text] / I. Sommerville, P. Sawyer. – Chichester, England: John Wiley & Sons, 1997. 10. Философский энциклопедический словарь [Текст] / редкол.: Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалёв, В. Г. Панов. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с. 11. Фаулер, М. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектного моделирования [Текст] / М. Фаулер, К. Скотт. – М.: Мир, 1999. – 191 с. 12. Bellinger, G. Data, Information, Knowledge and Wisdom [Электронный ресурс] / Gene Bellinger, Durval Castro, Anthony Mills. – Режим доступа : www. URL: <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>. 13. Davis, Alan M. Principles of Software Development [Text] / Alan M. Davis. New York : McGraw-Hill, 1995. – 240 p. 14. Васильцова, Н. В. Разработка метамодели требований к информационной системе [Текст] / Н.В. Васильцова, М. В. Евланов, И. Ю. Панферова // АСУ и приборы автоматики. – 2004. – Вып. 129. – С. 19–27. 15. Davis, Alan M. Software Requirements: Objects, Functions and States [Text] / Alan M. Davis. – Englewood : Prentice Hall, 1993. – 521 p.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 044.89; 681.513.8

**Концепция представления требований к информационной системе / М. В. Евланов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 32-40. – Бібліогр.:15 назв.

Запропоновано концепцію представлення вимог до інформаційної системи, яка, на відміну від існуючих, дозволяє формалізувати задачу вибору методологій та інформаційних технологій, які найкраще вдовольняють потребам розробки відповідної інформаційної системи.

**Ключові слова:** вимога, інформаційна система, ІТ-послуга, ІТ-сервіс, універсум.

A concept of representation of information system requirements, which, in contrast to existing ones, allows to formalize the problem of the choice of methodologies and information technologies that best meet the needs of the development of appropriate information system.

**Keywords:** requirement, information system, IT-accommodation, IT-service, universum.

УДК 004.7:004.724

**В. В. ПОЛІНОВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, Інститут комп'ютерних технологій Відкритого міжнародного університету розвитку людини університету «Україна», Київ

## **МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ОБРАХУНКУ ЧАСУ ДОСТАВКИ КЕРУЮЧИХ СИГНАЛІВ В СУЧАСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

У роботі досліджено та побудовано математичні моделі для визначення оптимального часу доставки керуючих сигналів у транспортній системі комутації пакетів. Ці теоретичні основи є дуже актуальним для ефективної роботи модулів керування інтелектуальними мережами та в цілому нормальної роботи сучасних інтелектуальних мереж, для яких особливого значення набуває визначення часу доставки керуючих сигналів.

© В. В. ПОЛІНОВСЬКИЙ, 2012



**Ключові слова:** математична модель, обрахунок часу, доставка сигналів, керуючі сигнали, інтелектуальні мережі, гібридні мережі, комутація пакетів.

**Вступ**

Застосування прямих методів розширення функціональних можливостей сучасних інтелектуальних систем і мереж комп'ютерів обмежене через те, що це призводить до ускладнення технологій і засобів зв'язку. Саме тому, актуальними та потрібними є дослідження і розробка засобів, спрямованих на інтелектуалізацію технологій передавання даних за рахунок внутрішніх можливостей транспортної системи, ступінь організації якої багато в чому визначає ефективність системи в цілому [1–3].

Одним із показників продуктивності інтерактивних розподілених систем є час доставки масивів даних в асинхронних системах комутації пакетів [4-6]. Крім того, слід нагадати, що важливою складовою при побудові інтелектуальних мереж є модуль керування та посилки керуючих сигналів, для нормальної роботи якого особливого значення набуває визначення часу доставки цих сигналів.(рис. 1)

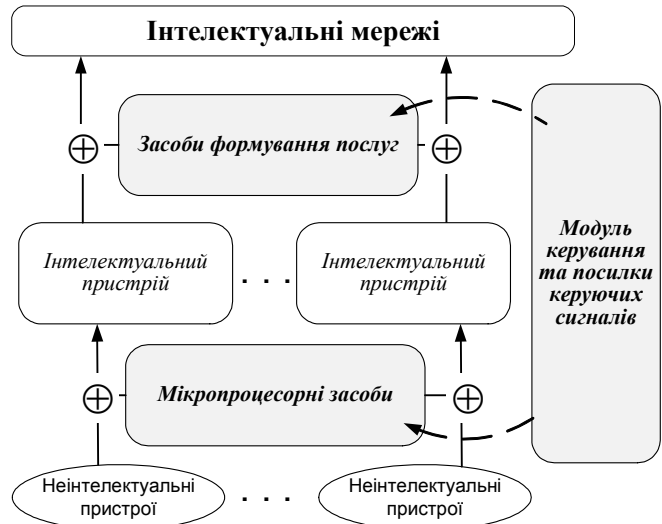


Рис. 1 - Концепція архітектури інтелектуальних мереж

У роботі [4] детально розглянуто теоретичні основи визначення оптимального часу доставки масиву даних у транспортній системі комутації пакетів. Ці теоретичні основи дозволять визначити час доставки керуючих сигналів в інтегрованих в єдину інтелектуальну мережу реальних ТфЗК і МПД, для яких найбільш типовими є дві задачі: масова розсилка повідомлень (керуючих сигналів) та обмін інформацією між клієнтами / гостями (host) будь-яких мереж [7-12].

**Мета роботи**

Метою роботи є дослідження інтелектуальних систем і мереж комп'ютерів з метою побудови математичної моделі, що дозволить провести обрахунку часу доставки керуючих сигналів, в тому числі для визначення оптимального часу доставки керуючих сигналів.

**Методика експериментів.**

Для визначення часу доставки керуючих сигналів при реалізації цих двох задач наведемо логічні архітектури побудови мереж, що реалізують масову розсилку повідомлень (керуючих сигналів) (рис. 2) та обмін повідомленнями між клієнтами будь-яких мереж (рис. 3).

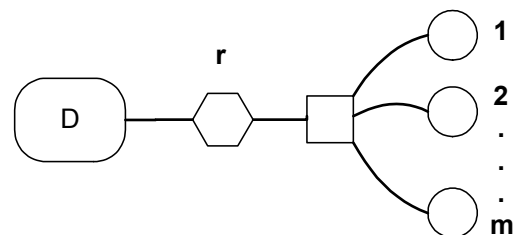


Рис. 2 - Архітектура масової розсилки повідомлень

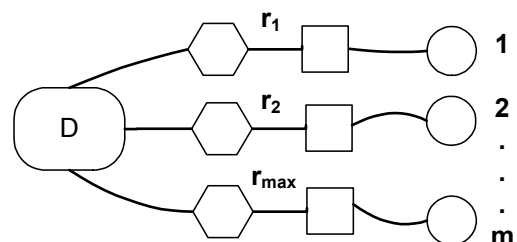


Рис. 3 - Обмін даними між клієнтами різних мереж

Введемо такі поняття:  $D$  – загальна кількість корисної інформації, що передається;  $n$  – кількість пакетів;  $h$  – затримка, з якою ці пакети передаються;  $r, r_{max}$  – кількість комутаторів, що їх мають пройти пакети;  $m$  – кількість кінцевих абонентів. А тепер для кожного з випадків побудуємо математичні моделі для розрахунку часу доставки керуючих сигналів і визначимо мінімальний час доставки повідомлень.

Визначення часу доставки керуючих

сигналів при масовій розсилці керуючих сигналів (рис. 2) відбувається в такий спосіб.

По аналогії з розрахунками, викладеними в роботі [4], для того щоб доставити  $D$  байтів інформації одним пакетом до першого клієнта, необхідно затратити  $(D + h) \cdot (r + 1)$  байт-тактів. Відповідно:

$$\begin{aligned} \text{до 2-го: } & (D + h) \cdot (r + 1) + (D + h), \\ \text{3-го: } & (D + h) \cdot (r + 1) + (D + h) + (D + h), \\ & \vdots \\ \text{k-го: } & (D + h) \cdot (r + 1) + (k - 1) \cdot (D + h), \\ & \vdots \\ \text{m-го: } & (D + h) \cdot (r + 1) + (m - 1) \cdot (D + h). \end{aligned}$$

Тобто,

$$T_{m/1}^D = (D + h) \cdot (r + 1) + (m - 1) \cdot (D + h) = (D + h) \cdot (r + m). \quad (1)$$

Якщо розсилка відбувається  $n$  пакетами, то до 1-го клієнта перші  $\frac{D}{n}$  байтів дійдуть за

$\left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 1)$  байт-тактів. Відповідно:

$$\begin{aligned} \text{до 2-го: } & \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 1) + \left(\frac{D}{n} + h\right), \\ \text{3-го: } & \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 1) + \left(\frac{D}{n} + h\right) + \left(\frac{D}{n} + h\right), \\ & \vdots \\ \text{m-го: } & \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 1) + (m - 1) \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right). \end{aligned}$$

Таким чином,

$$T_{m/1}^D = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 1) + (m - 1) \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right) = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + m).$$

Кожному клієнтові мають прийти  $(n - 1)$  пакетів із затримкою  $\left(\frac{D}{n} + h\right)$  байт-тактів,

тобто до першого клієнта другий пакет дійде за такий час:

$$\left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + m) + \frac{D}{n} + h,$$

$$\text{до 2-го 2-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + m) + \left(\frac{D}{n} + h\right) + \left(\frac{D}{n} + h\right),$$

$\vdots$

$$\text{k-го 2-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + m) + k \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right).$$

Таким чином,

$$T_{m/2}^{D/n} = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + m) + k \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right) = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m).$$

Далі:

$$\text{до 1-го 3-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m) + \left(\frac{D}{n} + h\right),$$

$$\text{2-го 3-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m) + 2 \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right),$$

$$\text{3-го 3-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m) + 3 \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right),$$

$$\vdots$$

$$k\text{-го 3-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m) + k \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right),$$

$$\vdots$$

$$m\text{-го 3-й пакет: } \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 2m) + m \cdot \left(\frac{D}{n} + h\right).$$

$$T_{m/3}^{D/n} = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + 3m).$$

Отже, при масовій розсилці час доставки керуючих сигналів визначається формулою

$$T_{m/n}^{D/n} = \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + nm). \quad (2)$$

Визначимо мінімальний час доставки цих повідомлень. Щоб знайти мінімум функціонала  $T_{m/n}^{D/n}$  щодо величини  $n$ , представимо його у вигляді

$$\frac{\partial T_{m/n}^{D/n}}{\partial n} = \frac{\partial}{\partial n} \left( \left(\frac{D}{n} + h\right) \cdot (r + n \cdot m) \right) = r \cdot \frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{D}{n} \right) + \frac{\partial}{\partial n} (n \cdot h \cdot m) = h \cdot m - \frac{Dr}{n^2}.$$

$$\text{При } \frac{\partial T_n^D}{\partial n} = 0 \quad h \cdot m - \frac{Dr}{n^2} = 0. \quad \text{Звідси випливає, що } n = \sqrt{Dr/h \cdot m}.$$

Тепер необхідно підставити це мінімальне  $n$  у формулу 2 для знаходження  $\min T_n^D$ :

$$\begin{aligned} \min T_n^D &= \frac{D \cdot r}{n} + D \cdot m + h \cdot r + h \cdot m \cdot n = \frac{D \cdot r \sqrt{h \cdot m}}{D \cdot r} + D \cdot m + h \cdot r \frac{h \cdot m \sqrt{D \cdot r}}{\sqrt{h \cdot m}} = \\ &= D \cdot m + \sqrt{D \cdot r \cdot h \cdot m} + \sqrt{\sqrt{D \cdot r \cdot h \cdot m}} + h \cdot r = (\sqrt{D \cdot m})^2 + 2\sqrt{D \cdot m} \cdot \sqrt{h \cdot r} + (\sqrt{h \cdot r})^2 = (\sqrt{D \cdot m} + \sqrt{h \cdot r})^2. \end{aligned}$$

Тобто

$$\min T_n^D = (\sqrt{D \cdot m} + \sqrt{h \cdot r})^2. \quad (3)$$

Визначимо час доставки керуючих сигналів при обміні повідомленнями між клієнтами будь-яких мереж (див. рис. 3). При цьому слід зазначити, що обрані маршрути  $R$  з  $r$  комутаторами сортуються таким чином, щоб  $r_{\max} > r_{\max-1} \gg r_1$ .

По аналогії з розрахунками роботи [4], при доставці  $D$  інформації одним пакетом  $T_m^D$  буде дорівнювати відповідно:

$$\text{на 1-й гост: } (D + h) \cdot (r_1 + 1),$$

$$\text{на 2-й гост: } (D + h) \cdot (r_1 + 1) + (D + h) \cdot (r_2 - r_1 + 1),$$

$$\text{на 3-й гост: } (D + h) \cdot (r_1 + 1) + (D + h) \cdot (r_3 - r_2 + 1),$$

$\vdots$

$$\text{на } m\text{-й гост: } (D + h) \cdot (r_1 + 1) + (D + h) \cdot (r_{\max} - r_{\max-1} + 1).$$

Таким чином, час доставки  $D$  інформації одним пакетом під час обміну повідомленнями між клієнтами цієї логічної мережі (див. рис. 3) буде дорівнювати

$$T_m^D = (D + h) \cdot (r_{\max} - r_{\max-1} + 1 + r_{\max-1} - r_{\max-2} + 1 + \dots + r_2 - r_1 + 1 + r_1 + 1).$$

Тобто

$$T_m^D = (D + h) \cdot (r_{\max} + m). \quad (4)$$

Слід зазначити, що, не дивлячись на те, що обмін даними між клієнтами будь-яких мереж відбувається  $R$  різними маршрутами з  $r$  комутаторами, визначальним для сумарного часу доставки є значення  $r_{\max}$ . З порівняння формул 1. та 4 видно, що формули відрізняються лише параметром  $r$ . З урахуванням цього досить легко можна визначити час доставки керуючих сигналів при обміні повідомленнями між клієнтами будь-яких мереж:

$$T_n^D = \left( \frac{D}{n} + h \right) \cdot (r_{\max} + nm). \quad (5)$$

А мінімальний час доставки цих повідомлень:

$$\min T_n^D = \left( \sqrt{D \cdot m} + \sqrt{h \cdot r_{\max}} \right)^2. \quad (6)$$

### Обговорення результатів.

На рис. 4-7 показано залежність часу доставки даних (для розглядуваних задач) від зміни певних параметрів, моделювання проводилось в MathLab.

Для більшої наочності на рис 4 поєднано два графіки ( $T1(n)$  – масова розсилка повідомлень,  $T2(n)$  – обмін даними між клієнтами будь-яких мереж), при цьому всі параметри вибрано однаковими, крім  $r$  і  $r_{\max}$ , що найточніше відповідає реальним випадкам, бо масова розсилка зазвичай виконується в межах однієї мережі, а обмін інформацією може відбуватися між клієнтами різних мереж, тобто  $r \ll r_{\max}$ . З рисунку видно, що при масовій розсилці час доставки всіх пакетів значно менший.

З інших графіків (див. рис. 5-7) не важко помітити, що співвідношення величин  $h$  і  $r$  є визначальним параметром транспортної системи з комутацією пакетів. Адаптація цього співвідношення до конкретної системи комутації дозволяє досягти потрібних значень характеристик ефективної продуктивності з огляду на час доставки масивів даних.

Знання часу доставки керуючих даних значно підвищує роботу середовища стосовно синтезу послуг КТІ та ефективність інтеграції мереж різного типу, а саме ТфЗК і МПД, в єдину інтелектуальну мережу.

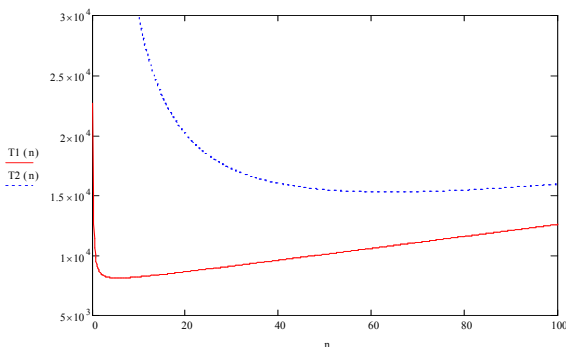


Рис. 4 - Графік часу доставки повідомлень

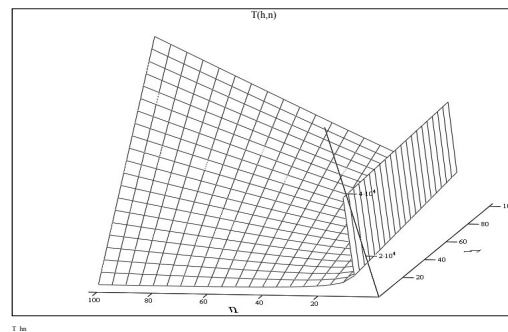


Рис. 5- Залежність часу доставки від  $h$  та  $n$

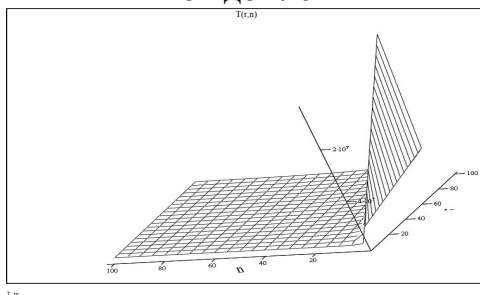


Рис. 6 - Залежність часу доставки від  $r$  та  $n$

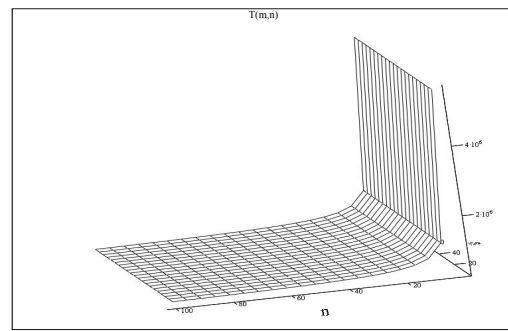


Рис.7- Залежність часу доставки від  $m$  та  $n$

### Висновки

Важливою складовою при побудові інтелектуальних мереж є модуль керування та посилки керуючих сигналів, для організації нормальної роботи якого особливого значення набуває визначення часу доставки цих сигналів. Саме тому було побудовано математичні моделі розрахунку часу доставки керуючих сигналів (масиву даних) в інтелектуальній мережі (транспортній системі комутації пакетів), що підвищує ефективність роботи середовища по синтезу послуг інтелектуальних мереж та ефективність роботи послуг інтелектуальних мереж в цілому.

Знання часу доставки керуючих даних значно підвищує роботу середовища стосовно синтезу послуг інтелектуальних мереж та ефективність інтеграції мереж різного типу, а саме ТфЗК і МПД, в єдину інтелектуальну мережу.

**Список літератури:** 1. Организация информационного обмена в локальной сети персональных ЭВМ / [Б. Н. Малиновский, Н. И. Алишов, С. Н. Матвейшин, Л. Л. Романова] // Автоматика и вычислительная техника. – 1990. – № 2. – С. 34–42. 2. Сырков Б. Ю. Проблемы эксплуатации сетей пакетной телефонии / Б.Ю. Сырков // Технологии и средства связи. – 2000. – № 4. – С. 100–103. 3. Бакланов И. Г. Тестирование и диагностика систем связи / Бакланов И. Г. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 264 с. 4. Алишов Н. И. Развитые методы взаимодействия ресурсов в распределенных системах / Н. И. Алишов. – К.: Сталь, 2009. – 448 с. 5. Кучерявый Е. А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет / Кучерявый Е. А. – СПб.: Наука и Техника, 2004. – 336 с. 6. Kindler E. Message passing mutex / E. Kindler, R. Walter. – Humboldt-Universitat zu Berlin, Institut fur Informatik (10099 Berlin, Germany), 2001. – 284 p. 7. Принципы построения локальных сетей ЭВМ на базе универсальных микропроцессорных средств / Б. Н. Малиновский, А. И. Никитин, Н. И. Алишов [и др.] // УСиМ. – 1985. – № 1. – С. 35–39. 8. Алишов Н. И. Архитектура локальных сетей персональных ЭВМ, совместимых с "Нейрон И9.66" / Н. И. Алишов // Программное и техническое обеспечение высокопроизводительных вычислительных комплексов. – Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1988. – С. 29–34. 9. Вишневский В. М. Архитектура IP-сети для качественной пакетной телефонии / В. М. Вишневский, В. М. Воробьев // Электросвязь. – 2000. – № 10. – С. 9–13. 10. Lewis C. Cisco Switched Internetworks: VLANs, ATM & Voice/Data Integration / Lewis C. – San Francisco: McGraw-Hill Osborne Media, 1999. – 408 p. 11. James E. Goldman. Applied Data Communications: A Business-Oriented Approach / James E. Goldman, Phillip T. Rawles. – Wiley, 2004. – 608 p. 12. Dominique Gaiiti. Network Control and Engineering for QoS, Security and Mobility II (IFIP Advances in Information and Communication Technology) / [Dominique Gaiiti, Guy Pujolle, Ahmed M. Al-Naamany and Hadj Bourdoucen]. – Springer, 2003. – 284 p.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 004.7:004.724

**Математичні моделі для обрахунку часу доставки керуючих сигналів в сучасних інтелектуальних мережах / В. В. Поліновський // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. – № 68 (974). – С. 40-45. – Бібліогр.:12 назв.**

В работе исследованы и построены математические модели для определения оптимального времени доставки управляющих сигналов в транспортной системе коммутации пакетов. Эти теоретические основы являются очень актуальным для эффективной работы модулей управления интеллектуальными сетями и в целом для нормальной работы современных интеллектуальных сетей, для которых особое значение приобретает определение времени доставки управляющих сигналов.

**Ключевые слова:** математическая модель, расчет времени, доставка сигналов, управляющие сигналы, интеллектуальные сети, гибридные сети, коммутация пакетов.

In work and built mathematical models to determine the optimal time of delivery of control signals in transport system packet switching. These theoretical foundations are very important for effective control of modules and intelligent networks in general, normal operation of advanced intelligent network for which extraordinary significance in the timing control signals.

**Keywords:** mathematical model, calculation time, delivery of signals, control signals, intelligent networks, hybrid networks, packet switching.

УДК 330.131.7:656.2

**К. В. ЖУРАВЕЛЬ**, канд. екон. наук, доц., УкрДАЗТ. Харків;

**Ю. О. КРИХТИНА**, канд. екон. наук, доц., УкрДАЗТ. Харків

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГОСПОДАРСЬКИМ РИЗИКОМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Визначено сутність господарського ризику підприємства залізничного транспорту; доведено необхідність модифікації діючої організаційно-функціональної системи управління галузевими підприємствами, враховуючи вплив господарських ризиків; обґрунтовано заходи щодо оперативного

© К. В. ЖУРАВЕЛЬ, Ю. О. КРИХТИНА, 2012

реагування на можливі загрози забезпеченню ефективної господарської діяльності підприємств залізничного транспорту.

**Ключові слова:** господарський ризик, управління, підприємства залізничного транспорту, система управління господарським ризиком.

### **Вступ**

Питання управління підприємством в умовах несприятливого зовнішнього середовища і економічної невизначеності агрегуються в систему управління господарськими ризиками. Впровадження такої системи на рівні підприємства здатне стати істотним чинником стабільності розвитку вітчизняних підприємств в середньо- і довгостроковій перспективі і підвищенні їх конкурентоспроможності на світовому і внутрішньому ринку.

На сучасному етапі реформування залізничної галузі стає виключно важливим процес управління господарськими ризиками на підприємстві залізничного транспорту, формування яких із-за специфіки діяльності транспорту носить непередбачуваний характер. Підвищення ефективності діяльності підприємств залізничного транспорту в умовах нестабільного економічного середовища багато в чому залежить від уміння ризикувати і знижувати втрати від ризиків.

За останній період дослідженню різних видів ризиків (фінансових, інвестиційних, технічних і ін.) присвячена значна кількість наукових праць і публікацій [1-4], але серед них практично відсутні дослідження господарських ризиків на підприємствах залізничного транспорту. Керівники даних підприємств не приділяють належної уваги об'єктивній оцінці таких ризиків, не враховують їх впливи при укладенні договорів, складанні планів і прогнозів, що призводить до зниження якості управління підприємством, незапланованих втрат і погіршення результатів його діяльності. Вище означене підтверджує актуальність наукового напрямку досліджень щодо впровадження системи управління господарським ризиком на підприємстві залізничного транспорту.

### **Мета роботи**

Метою даної статті є обґрунтування необхідності модифікації діючої організаційно-функціональної системи управління галузевими підприємствами за рахунок доповнення її виконанням функцій управління господарським ризиком.

### **Виклад основного матеріалу**

Господарський ризик підприємства залізничного транспорту відображає міру невідповідності (повної або часткової) між очікуваними результатами експлуатаційної та підсобно-допоміжної діяльності і дійсно отриманими при здійсненні транспортного обслуговування. Господарський ризик також можна тлумачити як ймовірність настання потенційної економічної небезпеки для підприємства залізничного транспорту, отримання небажаних результатів або недосягнення поставлених цілей.

Незважаючи на відсутність в теперішній час єдиної системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту, вважати, що повністю відсутні елементи такої системи в галузі неможливо. Так, системно і регулярно здійснюється робота з виявлення, попередження та контролю за усуненням ризикових ситуацій в сфері управління безпекою перевезень, що обумовлено специфікою діяльності підприємств залізничного транспорту.

Для галузевих підприємств детально розроблена методична та регламентно-нормативна база (інструкції, положення та ін.) з забезпечення безпеки руху та різноманітних технічних ризиків з ремонтів рухомого складу, колії та ін. Разом з цим, робота з управління ризиками в сфері забезпечення безпеки руху не базується на економічних принципах. Так само не завжди комплексно проводиться та характеризується недостатнім системним взаємозв'язком робота з виявлення та усунення потенційних загроз результатам господарської діяльності з боку управління фінансами та інвестиціями.

Діюча на підприємствах залізничного транспорту система виявлення та реагування на ризикові ситуації має такі недоліки: обмеженість – робота з виявлення та управління господарським ризиком здійснюється лише окремими функціональними підрозділами підприємства залізничного транспорту; відокремленість – структурні підрозділи управляють ризиковими ситуаціями виключно у відповідності до власних функціональних обов'язків, відсутній системний підхід щодо прийняття управлінських рішень в сфері управління господарським ризиком; епізодичність – вплив на ризикову ситуацію здійснюється час від часу, з відсутністю встановленого регламенту та направлений переважно на ліквідацію їх наслідків; фрагментарність – управління розповсюджується на окремі види господарського ризику, відсутня система прогнозування можливих ризиків на довгостроковий термін.

Аналіз здійснених на підприємствах залізничного транспорту заходів щодо виявлення та попередження ризикових ситуацій показує, що існує однобічність сприйняття і вирішення задач з впровадження системи управління господарським ризиком.

Деякі елементи такої системи вже впроваджуються в діяльність підприємств залізничного транспорту, однак, вони не розглядаються як її складові. Так, наприклад, виконання запланованих ремонтів рухомого складу слід розглядати як превентивний захід щодо зниження ймовірності настання технічного ризику. Страхування деяких видів ризику можливо трактувати як один із методів передачі ризику в управління спеціалізованим організаціям.

Таким чином, необхідність створення і впровадження системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту, визначається вимогами консолідації процесу управління ризиками, потребою розробки стандартизованих підходів щодо виявлення та ліквідації господарських ризиків в масштабах галузі.

Ціллю утворення системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту є оптимізація результатів їх господарської діяльності в умовах дії зовнішніх і внутрішніх загроз, досягнення перспектив розвитку галузі на основі забезпечення системного підходу до прийняття управлінських рішень.

Головними задачами системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту слід вважати: виявлення потенційних сфер прояву ризикових ситуацій і оцінка можливості їх попередження або мінімізації виникнення господарського ризику; попередження виникнення господарських ризиків на основі систематичного їх прогнозування й оцінки; утворення управлінських механізмів та інструментів щодо запобігання ризикових для підприємства залізничного транспорту ситуацій і мінімізації втрат у випадку їх настання; визначення ресурсів для проведення заходів щодо усунення або мінімізації виявлених ризиків, їх оптимальний розподіл у відповідності до встановленого порядку; максимізація додаткового прибутку, отриманого в результаті управління господарським ризиком.

Обґрунтування утворення системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного показано на рис.1.

Впровадження і функціонування системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту передбачається в межах діючої структури управління в них.

Основними вимогами до формування системи управління господарським ризиком мають стати: наявність двохступінчастої ієрархічної структури управління ризиком (перший – безпосередньо для підприємства, другий – для структурних підрозділів підприємства). Така структура забезпечить адекватний розподіл функціональних повноважень і відповідальності між ними; використання єдиного понятійного апарату в системі управління господарським ризиком підприємства; наявність єдиного

інформаційного простору та забезпечення взаємозв'язку інформації як по горизонталі, так і по вертикалі, на всіх рівнях управління; уніфікація підходів щодо обробки та аналізу інформації; наявність в системі можливості використання різноманітного поєднання процедур управління ризиком, які дозволяють враховувати специфіку конкретної виробничої ситуації, яка склалася на підприємстві залізничного транспорту; забезпечення узгодженості та регламентування процедур з оцінки та управління господарським ризиком; інтеграція системи управління господарським ризиком і інформаційної системи управління та наявність системи інформаційної підтримки процесу управління ризиками; наявність в системі механізмів зворотного зв'язку та можливості гнучкого і оперативного реагування на появу нових видів господарського ризику.

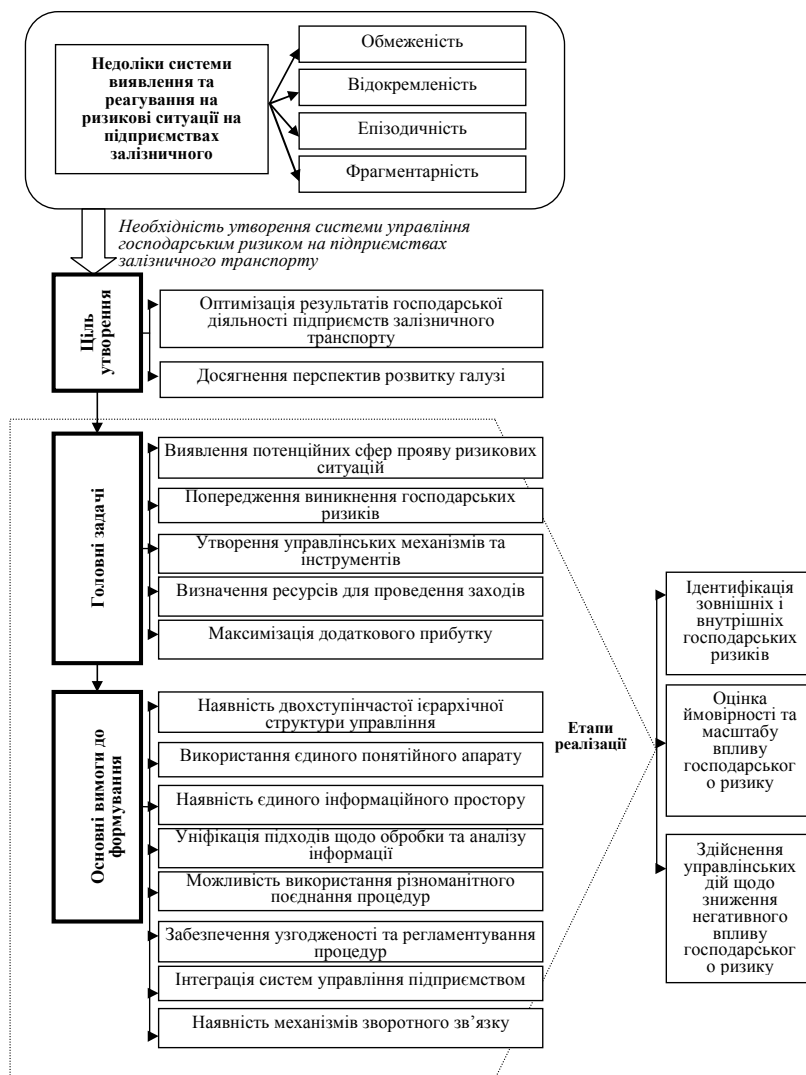


Рис.1 - Обґрунтування утворення системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту

Виходячи з задач і вимог до запроваджуваної системи управління господарським ризиком, її функціонування можливе за рахунок реалізації наступних трьох взаємопов'язаних етапів за принципом зворотного зв'язку.

Перший етап – ідентифікація зовнішніх і внутрішніх господарських ризиків, які впливають на результати господарської діяльності підприємства залізничного транспорту.

Другий етап – оцінка ймовірності та масштабу впливу господарського ризику на основні показники експлуатаційної діяльності підприємства залізничного транспорту.

Третій етап – здійснення управлінських дій щодо зниження негативного впливу господарського ризику на досягнення цілі та ефективність діяльності підприємства залізничного транспорту.

Найбільш типовими видами для підприємства залізничного транспорту є наступні види господарського ризику: ризики транспортного обслуговування на ринку вантажних перевезень; ризики транспортного обслуговування на ринку пасажирських перевезень; виробничо-технологічні, технічні, ресурсні ризики; ризики ремонту рухомого складу; ризики якості перевезень і надання транспортних послуг; ризики реалізації інвестиційних проектів; ризики матеріально-технічного забезпечення; ризики загрози безпеці процесу перевезень; ризики структури і використання активів; ризики втрат, збитків (фінансові); ризики внутрішніх і зовнішніх кадрових ресурсів; ризики структурних перетворень.



Визначені види господарського ризику вважаються типовими, оскільки такі явища, як коливання рівня попиту на послуги залізничного транспорту, динаміка частки залізничних перевезень на ринку транспортних послуг, зміна рівня доходів і транспортної мобільності населення, інтенсивність розвитку альтернативних транспортних маршрутів і коридорів, рівень виробничих потужностей постачальників продукції для залізничного транспорту та ін., можливо прогнозувати з використанням методів статистичного аналізу на основі накопиченої аналітичної бази даних. Настання нетипових подій прогнозувати традиційними способами неможливо. Такі господарські ризики потребують індивідуального розгляду та детального аналізу великого обсягу інформації.

Кожен з виявлених видів господарського ризику є суттєвою загрозою для вирішення задач господарської діяльності підприємства залізничного транспорту щодо підвищення її ефективності, які детально представлені на рис.2.

Управління господарським ризиком містить в собі розробку і реалізацію економічно обґрунтованих заходів та рекомендацій щодо оперативного реагування на можливі загрози ефективній господарській діяльності підприємства залізничного транспорту.

Здійснення управлінських дій щодо зниження впливу виявлених видів ризику на підвищення ефективності господарювання підприємства залізничного транспорту можливо за такими напрямками. По-перше, реалізуються можливі активні управлінські дії щодо усунення виникнення

конкретного виду господарського ризику. По-друге, здійснюються можливі активні заходи щодо зниження втрат від настання господарського ризику без дії власно на саму ймовірність його виникнення. По-третє, приймаються можливі пасивні рішення щодо збереження господарського ризику та не використання протидійних управлінських рішень.

Використання першого напрямку є ефективним по відношенню до внутрішніх господарських ризиків підприємства залізничного транспорту. Другий напрямок призначений більш за все для управління зовнішніми господарськими ризиками. Здійснення пасивного управління ризиками на третьому напрямку є доцільним за умови співставлення витрат на нейтралізацію ризику з величиною втрат при його допущенні.

Для підвищення ефективності функціонування системи управління господарським ризиком на підприємстві залізничного транспорту треба при її впровадженні

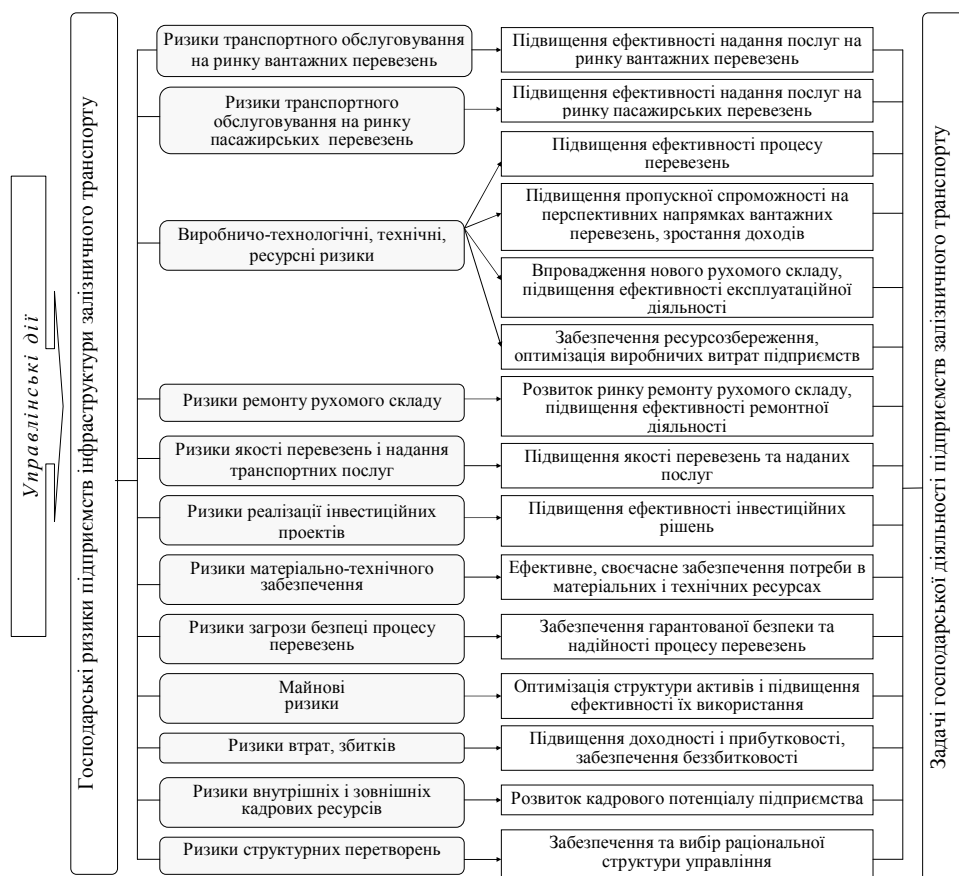


Рис.2 - Вплив управління господарським ризиком на ефективність діяльності підприємства залізничного транспорту

додержуватись наступних основних принципів: комплексність (системний підхід) при здійсненні процедур управління ризиками на основі врахування їх системного взаємозв'язку, характеру взаємного впливу та можливих наслідків їх сукупного прояву по відношенню до результатів ефективної господарської діяльності; безперервність процесу управління господарським ризиком на основі моніторингу та регулярного оновлення інформації, що використовується в системі управління господарським ризиком; єдність управління господарським ризиком на основі використання узгоджених і взаємопов'язаних підходів щодо прийняття управлінських рішень до усунення або мінімізації ризиків на усіх рівнях управління підприємством залізничного транспорту; впровадження процедур управління ризиками у всі функціональні сфери діяльності підприємства залізничного транспорту; перспективна направленість діяльності з управління ризиками на основі взаємозв'язку зі стратегічними задачами функціонування підприємств залізничного транспорту; забезпеченість відповідальності та контролю за здійсненням заходів щодо управління господарським ризиком.

### **Висновки**

Реалізація теоретико-методичних підходів до утворення і функціонування системи управління господарським ризиком підприємства залізничного транспорту з урахуванням особливостей його діяльності дозволить забезпечити підготовку науково-обґрунтованих управлінських рішень щодо гнучкої адаптації підприємств залізничного транспорту до кон'юнктури транспортного і товарного ринків, що швидко змінюються. Крім того, забезпечить захищеність підприємств залізничного транспорту від впливу внутрішніх структурних перетворень в галузі та збереже довіру з боку інвесторів.

Таким чином, вплив своєчасних та дієвих управлінських рішень на сукупність потенційних господарських ризиків підприємства залізничного транспорту буде сприяти виконанню задач господарської діяльності щодо підвищення ефективності функціонування залізничної галузі в цілому.

**Список літератури:** 1. *Бачкаш, Т.* Хозяйственный риск и методы его измерения [Текст] / [Т. Бачкаш, Д. Месена и др.]. — М.: Экономика, 1979. — 184 с. 2. *Бланк, И. А.* Управление финансовыми рисками: учебный курс [Текст] / И. А. Бланк. — К.: Ника-Центр, 2006. — 448с. 3. *Гранатуров, В. М.* Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения [Текст] / В. М. Гранатуров. - М.: Издательство "Дело и Сервис", 1999.—112с. 4. *Качалов, Р. М.* Управление хозяйственным риском. [Текст] / Качалов Р. М. — М.: Наука, 2002. - 192 с. 5. *Шапкин, А. С.* Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций: [монографія] [Текст] / А. С. Шапкин.- М.: Изд.-торг. корпорация «Дашков и Ко», 2003. — 544 с.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 330.131.7:656.2

**Особливості впровадження системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту/ К. В. Журавель, Ю. О. Крихтіна // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 45-50. – Бібліогр.: 5 назв.**

Определена сущность хозяйственного риска предприятия железнодорожного транспорта; доказана необходимость модификации действующей организационно-функциональной системы управления отраслевыми предприятиями под влиянием хозяйственных рисков; обоснованы мероприятия по оперативному реагированию на возможные угрозы обеспечению эффективной хозяйственной деятельности предприятий железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** хозяйственный риск, управление, предприятия железнодорожного транспорта, система управления хозяйственным риском.

Determine the nature of the economic risk of rail transport enterprise and prove the need for modification of the organizational and functional management industry enterprises under the influence of the economic risks justified measures to respond rapidly to potential threats to ensuring effective business activities of the railway transport.

**Keywords:** economic risk, risk management, enterprise railway transport, management system of economic risks.

**В. В. МАСАЛИГІНА**, ст. викл., УкрДАЗТ, Харків,

## **СТРУКТУРУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ЦІЛЕЙ УПРАВЛІННЯ НЕРУХОМІСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Визначено сутність процесу ефективного управління об'єктами нерухомого майна залізничного транспорту, його спеціалізований характер; проведено структурування стратегічних цілей управління нерухомістю для суб'єктів ринку нерухомості; визначені варіанти можливих форм взаємодії власника нерухомого майна з керуючим нерухомістю; закладено основу формування ефективної системи управління галузевою нерухомістю.

**Ключові слова:** нерухомість, ефективне управління, залізничний транспорт, стратегічні цілі, форми взаємодії, власник, керуючий нерухомістю.

### **Вступ**

У відповідності до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [1] в Україні здійснюється процес реформування однієї із важливіших галузей економіки – залізничного транспорту, роль якого в державі визначається тим, що він безпосередньо забезпечує функціонування національної економіки, взаємодію та тісний зв'язок і розвиток усіх її галузей.

Залізнична галузь має значну низку специфічних особливостей, пов'язаних із забезпеченням транспортного процесу, структурою її нерухомості, які знайшли своє відображення в Законі України «Про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування»[2].

Подальше реформування залізничного транспорту, поява незалежних перевізників, розвиток ринку нерухомості, який надає певні можливості розвитку бізнесу та інвестування в об'єкти залізничного транспорту, породжують необхідність вирішення питань управління нерухомістю галузі, її ефективним використанням. Тобто, і за сучасних умов, є актуальним розробка теоретико-методичних підходів до утворення ефективної системи управління об'єктами нерухомості залізничного транспорту.

В наукових дослідженнях і публікаціях останніх років в залізничній галузі головна увага приділяється теоретичним та практичним проблемам реформування залізничного транспорту загального користування та удосконаленню взагалі системи управління галуззю. Вирішенню цих проблем присвячені роботи таких відомих як вітчизняних, так і зарубіжних науковців і практиків: І.В. Родіонова [3], М.В. Макаренка [4], Г.Д. Ейтутіса [5] та ін. В їх дослідженнях головною проблемою визначається відсутність механізмів відтворення основних засобів виробництва та залучення зовнішніх інвестицій в залізничну галузь [3], менш уваги приділяється недосконалій системі організації управління і майже зовсім не виділяється проблема ефективного управління об'єктами нерухомості залізничного транспорту.

### **Мета роботи**

Метою даної статті є визначення стратегічних цілей управління нерухомістю усіх суб'єктів на ринку нерухомості та можливих форм їх взаємодії, як методичної основи для подальшої комплексної оцінки ефективності управління нерухомим майном залізничного транспорту.

### **Виклад основного матеріалу**

Під управлінням нерухомістю розуміється цілеспрямовані дії на об'єкт нерухомого майна з метою планування, організації, координації, обліку та контролю робіт з його утримання та розвитку, активізації діяльності виконавців для досягнення та підтримки найбільш ефективного використання об'єкта в інтересах його власників [6].

Слід зазначити, що ефективне управління нерухомим майном означає якісні зміни та

оновлення системи управлінської діяльності, підвищення ефективності її функціонування на основі удосконалення технології, організації, стратегії та тактики управління, програм управління майном і покращення якості транспортного виробництва та надання послуг з перевезень вантажів та пасажирів. Підвищення ефективності управління нерухомістю дозволяє отримувати найбільшу користь від використання кожного об'єкта нерухомості.

Особливістю залізничної галузі є спеціалізований характер її нерухомості. Перш за все залізнична нерухомість відсутня в ринковому обороті (магістральні колії, вокзали, об'єкти АТ і СЦБ і ін.), або з нею здійснюються одноразові угоди. Частина об'єктів характеризується технічними особливостями - підвищеною висотою поверху (локомотивні депо), конфігурацією земельної ділянки (залізничні колії), конструктивними будовами (платформи, естакади, об'єкти водопостачання). Деякі об'єкти відносяться до мобілізаційних запасів, у відношенні інших діє заборона на приватизацію, антимонопольне законодавство й при визначенні прибутковості їхнього функціонування потребує використання державного регулювання тарифів. Ці особливості галузевої нерухомості треба враховувати при розробці методики визначення ефективності управління нею та її використанні.

Для забезпечення ефективного управління нерухомим майном є доцільним перш за все визначити його кінцеву ціль, тобто визначитись зі стратегічною лінією управління.

Ціллю управління нерухомістю є досягнення усіма суб'єктами якісного та кількісного результату володіння, розпорядження та користування конкретним об'єктом нерухомості.

Кожен із учасників (суб'єктів) ринку нерухомості має свої певні стратегічні цілі, які можна характеризувати як кількісно, так і якісно.

По-перше, розглянемо цілі власника нерухомості. Головна його ціль – збереження нерухомості та утворення можливостей її наступного відтворення. При цьому кількісною метою власника є збереження вартості нерухомості та мінімізація витрат на експлуатацію, якісною – підтримка первісного стану нерухомості.

По-друге, основною ціллю інвестора, який розглядає нерухомість як об'єкт для інвестицій, є отримання позитивного результату від вкладень в конкретний об'єкт нерухомості. Разом з цим, кількісною ціллю інвестора є збільшення вартості нерухомості та максимізація доходів від її експлуатації, якісною-збільшення портфелю інвестицій та розвиток нерухомості на перспективу.

По-третє, головною ціллю користувача нерухомості є задоволення потреби в конкретному її виді для здійснення бізнес-процесів. При цьому кількісна ціль буде відображатись у мінімізації витрат з використання нерухомості, а якісна – у максимальному використанні споживацьких її якостей.

Виходячи із цілей трьох учасників ринку нерухомості, головна ціль керуючого нерухомістю полягає у визначенні співвідношення та реалізації цілей основних вище відзначених учасників. Разом з цим, пріоритетними є цілі власника нерухомого майна, інтереси якого представляє керуючий нерухомістю.

Однак, слід зазначити, що цілі управління нерухомістю відрізняються для операційної і комерційної нерухомості.

Операційною є нерухомість, яка зайнята власником і використовується їм для реалізації власних бізнес-процесів. Можна визначити такі цілі управління операційною нерухомістю: забезпечення основної діяльності власника (процесу перевезень); збереження вартості нерухомості; підтримка задовільного стану об'єкта нерухомості; мінімізація витрат на технічне обслуговування та експлуатацію його; зростання авторитету (престижу) власника даного виду нерухомого майна.

Нерухомістю комерційною є така, яка безпосередньо власником не використовується, та призначена для здійснення з нею комерційних операцій, що приносять дохід (оренда, лізинг, продаж та ін.). У даному випадку можна виділити

наступні цілі управління комерційною нерухомістю: збільшення вартості нерухомості; отримання доходу і його максимізація; підтримка задовільного стану об'єкта нерухомості; мінімізація витрат на технічне обслуговування та експлуатацію; можливість перепродажу за збільшеною ціною (спекуляція); зростання авторитету (престижу) власника такого майна.

Визначені цілі управління нерухомістю дозволили побудувати «дерево стратегічних цілей» з управління нерухомістю та виділити задачі, вирішення яких повинно забезпечити ефективне управління нерухомістю: формування стратегії та програми управління нерухомістю; оптимізація розподілу нерухомості на операційну та комерційну; підтримка технічного стану нерухомості; здійснення моніторингу поточного стану об'єкта конкретного виду нерухомого майна; забезпечення просування об'єкта на ринок; мінімізація витрат на утримання системи управління нерухомим майном.

Надалі, тільки після детальної розробки цілей та задач власника по відношенню до його нерухомості, можливо здійснити вибір найбільш приємного варіанта взаємодії власника нерухомого майна з керуючим нерухомістю при реформуванні системи управління залізничною галуззю.

Практика управління об'єктами нерухомості свідчить про існування таких можливих форм взаємодії власника нерухомого майна з керуючим нерухомістю:

- самостійне управління нерухомим майном (господарський підхід);
- передача на підряд іншій компанії частини функцій з управління та експлуатації нерухомого майна (аутсорсинг);
- управління нерухомим майном на правах оренди;
- оперативне управління нерухомим майном;
- довірче управління нерухомим майном;
- довірче управління фінансами, вкладеними в нерухомість;
- сумісне управління відповідно до складеного договору про сумісну діяльність.

Визначені форми охоплюють всі можливі варіанти взаємодії власника нерухомого майна з керуючим нерухомістю. Кожній з цих форм відповідно належить конкретний суб'єкт ринку нерухомості, який здійснює управління нерухомістю власника нерухомого майна. Так, при господарському підході функції управління майном покладаються на компанію-власника нерухомості, при передачі частини функцій управління сторонній (підрядній) організації та при оперативному управлінні – на компанію-експлуатаційника, при оренді та сумісній діяльності – на керуючу компанію, при довірчому управлінні – на довірчого керуючого, при фінансовому управлінні – на пайовий інвестиційний фонд.

Запропонована систематизація також дає можливість визначити повноваження власника та керуючого нерухомістю щодо прийняття рішень з контролю над витратами і доходами від використання нерухомого майна за виявленими формами взаємодії сторін. З переходом від однієї форми до іншої або до управління фінансами, вкладеними в нерухомість, можна спостерігати поступовий перехід повноважень у прийнятті стратегічних рішень і контролі над витратами і доходами від власника нерухомого майна до професійного керуючого нерухомістю.

### **Висновки**

Проведене структурування стратегічних цілей управління нерухомістю і визначення форм взаємодії власника нерухомого майна та керуючого, якому делеговані функції управління ним, складають основу розробки теоретико-методичних підходів до утворення ефективної системи управління об'єктами нерухомості на залізничному транспорті з урахуванням її спеціалізованого характеру. Реалізація їх на практиці дозволить поширити використання науково обґрунтованих управлінських рішень і сприяти підвищенню ефективності функціонування залізничної галузі.

**Список літератури:** 1. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1106-2011-п.> 2. Закон України «Про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування» [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4442-17.> 3. Родіонов, Іван. Стратегічний напрям реформування залізничного транспорту – побудова нової моделі управління бізнесом [Текст] / Родіонов Іван // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту: серія «Економіка і управління». – К.: ДЕДУТ, 2011. – Вип. 18.- Ч.1.– С. 238 – 246. 4. Макаренко, М. В. Нерухомість в системі корпоративного управління на залізничному транспорті [Текст]/ Макаренко М. В., Лозова Т. І., Олійник Г. Ю. – К.: ДЕДУТ, 2009.-327с. 5. Ейтуміс, Г. Д. Теоретико-методологічне обґрунтування місця залізничного транспорту, як суб'єкта природної монополії, у регіональній економіці [Текст]/ Ейтуміс Г. Д. // Залізничний транспорт України. – 2010. - №1. – С. 41-45. 6. Асаул, Анатолій Миколайович. Економіка нерухомості [Текст] : підруч. для студ. вузів / А. М. Асаул, І. А. Брижань, В. Я. Чевганова. - К. : Лібра, 2004. - 304 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 332.72:656.2

**Структурування стратегічних цілей управління нерухомістю залізничного транспорту/ В. В. Масалигіна // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 51-54. – Бібліогр.: 6 назв.**

Определена сущность процесса эффективного управления объектами недвижимого имущества железнодорожного транспорта, его специализированный характер; проведено структурирование стратегических целей управления недвижимостью для субъектов рынка недвижимости; определены варианты возможных форм взаимодействия собственника недвижимого имущества с управляющим недвижимостью; заложена основа формирования эффективной системы управления отраслевой недвижимостью.

**Ключевые слова:** недвижимость, эффективное управление, железнодорожный транспорт, стратегические цели, формы взаимодействия, владелец, управляющий недвижимостью.

Determine the nature of the process of effective management of real estate railway, its specialized nature, conducted structuring strategic goals of property management for real estate entities, certain range of possible forms of cooperation with the owner of the real estate property manager, laid the foundations of effective management of real estate industry.

**Keywords:** real estate, effective management, rail, strategic objectives, forms of interaction, the owner, property manager.

УДК 044.03; 681.518:061

**В. А. НИКИТЮК**, аспірант, ХНУРЕ, Харків

## **МОДЕЛЬ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ**

Предлагается математическая модель семантического представления сервисов, используемых для построения программного обеспечения информационных систем управления бизнес-процессами. Данная модель позволяет решить задачу согласования семантических описаний данных и операций, выполняемых сервисами, созданными различными производителями.

**Ключевые слова:** сервис-ориентированная архитектура, функциональный сервис, теория категорий, онтология, метафрейм, фрейм-прототип.

### **Введение**

Практика применения информационных систем (ИС), основанных на сервис-ориентированной архитектуре (Service-Oriented Architecture, SOA), для автоматизации управления бизнес-процессами предприятий выявило следующие проблемы [1]:

- проблему правильного отображения автоматизируемого процесса на представления сервисов ИС, основанной на SOA;

- проблему отсутствия необходимого уровня знаний об ИС, основанной на SOA, и о ее возможностях;

© В. А. НИКИТЮК, 2012

- проблему неправильного понимания понятия «SOA» как исключительно архитектурного подхода к созданию и эксплуатации ИС и информационных технологий (ИТ), что приводит к пренебрежению критически важной ролью руководства сервисами;
- недооценка значения ИС и ИТ для бизнеса предприятия или организации, управление которыми автоматизируется.

Неверное решение этих и ряда других проблем привели к появлению следующих критических ошибок, возникающих в процессе создания ИС, основанных на SOA [1]:

- а) разрыв между целями предприятия и текущими вложениями предприятия в нужные компоненты и ИТ для достижения этих целей с использованием ИС, основанной на SOA;
- б) большое разнообразие отдельных сервисов, разработанных различными предприятиями (разнородных сервисов), которые могут использоваться в ходе создания ИС, основанной на SOA.

Среди последствий проявления этих ошибок основное внимание заслуживает эффект «ИТ-слепоты» (IT blindness) - неспособность существующих ИС и ИТ «увидеть» и оценить реальные процессы в той среде, в которую они включены [2]. Проявление этого эффекта значительно снижает эффективность эксплуатации ИС, основанных на SOA, из-за неверных действий по решению задачи интеграции отдельных разнородных сервисов в единую ИС. Однако к настоящему времени единого подхода к решению данной задачи не существует, что затрудняет разработку, внедрение и эксплуатацию подобных ИС.

### **Анализ проблем создания информационных систем, основанных на сервис-ориентированной архитектуре**

Обязательным условием создания SOA является использование единой инфраструктуры описания сервисов (репозитория сервисов), разрешенных протоколов доступа и обмена сообщениями, форматов сообщений. Подобная инфраструктура реализуется в виде интеграционной шины (ИШ) (Enterprise Service Bus, ESB), которая устанавливает единые правила публикации сервисов, управления и информационного взаимодействия между приложениями различных систем, входящих в состав ИС. ИШ упрощает управление приложениями и их поддержку, а также снижает риск фрагментации приложений и процессов. [3, 4]. Она образует однородную среду информационного взаимодействия и является фундаментом для интеграции ИС, функционирующих в различных подразделениях, учреждениях и ведомствах.

Однако на практике затраты на разработку и внедрение репозитория и хранилища SOA (собственно и образующих ИШ) во многих случаях оказываются неэффективными, что затрудняет функционирование таких ИС. Предприятия склонны забывать об эффективном управлении данными и сервисами до момента обнаружения серьезных потерь из-за ошибок во взаимодействиях отдельных сервисов в рамках ИС, основанной на SOA [1].

Другой, не менее важной проблемой, является отмеченное выше разнообразие поставщиков и решений на рынке ИС, основанных на SOA. Такое разнообразие приводит к тому, что ИС целого ряда предприятий формируются из разнородных сервисов. Вследствие этого возникает интерес к решению проблемы повышения эффективности использования ИТ в основной деятельности предприятия и к оптимизации затрат расходуемых при этом ресурсов различного рода.

### **Выделение нерешенной части проблемы и постановка задачи исследования**

Для решения проблемы формирования единой целостной ИС, основанной на SOA, из отдельных разнородных сервисов прежде всего уточним цель процесса интеграции таких сервисов. Такой целью следует считать получение единой цельной картины корпоративных бизнес-данных, имеющих семантическую и прагматическую ценность для пользователей ИС.

Предложенное определение цели выполнения процесса интеграции разнородных сервисов в рамках ИС, основанной на SOA, требует выделения из всего множества сервисов в первую очередь тех сервисов, которые обеспечивают реализацию отдельных функций ИС. Подобные сервисы предлагается называть «функциональные сервисы» (Ф-сервисы). Ф-сервис следует представлять как совокупность компонентов различных видов обеспечений, реализующих законченную функциональную задачу (или отдельную функцию задачи) ИС путем трансформации множества входных данных через последовательность целостных состояний обрабатываемых данных в множество выходных данных с использованием для межкомпонентного обмена данными стандартных платформо-независимых интерфейсов. Основное назначение таких интерфейсов – стандартизация операций распространения данных и знаний между различными сервисами и их компонентами в процессе эксплуатации ИС, основанной на SOA.

Основной проблемой формирования моделей, позволяющих создавать по единому формату описания Ф-сервисов различных производителей, являющихся элементами множества эксплуатируемых в рамках ИС (актуальных) сервисов и подмножества Ф-сервисов, доступных для интеграции, следует считать проблему интерпретации наборов метаданных, описывающих отдельные Ф-сервисы с точки зрения ИИ. Для решения этой проблемы предлагается усовершенствовать существующие описания Ф-сервисов путем их дополнения специальными семантическими представлениями. Такие представления могут формироваться на основе моделей и способов формального (или частично формального) представления семантики структур данных, пересылаемых или принимаемых Ф-сервисом во время решения соответствующей функциональной задачи управления предприятием или организацией.

#### **Модель семантического представления функционального сервиса**

В настоящее время основным подходом к формированию семантического представления сервисов следует считать использование онтологий. Для описания таких онтологий чаще всего используются диаграммы классов, которые могут представляться либо визуально, либо с помощью специальных языков [5]. Однако такие описания могут считаться достаточным только в процессе проектирования различных Ф-сервисов одной и той же организацией-разработчиком ИС, основанной на SOA. В ходе внедрения и эксплуатации подобной ИС на конкретных предприятиях в качестве отдельных Ф-сервисов могут использоваться сервисы самых различных разработчиков. При этом онтологии таких сервисов, даже разработанных для решения одинаковых функциональных задач, могут сильно отличаться друг от друга.

Поэтому становится необходимым выделение в семантическом описании Ф-сервисов специального описания, формируемого экспертами предметной области. Такое описание должно позволять устанавливать единую точку зрения на онтологические представления различных разработчиков Ф-сервисов за счет выработки единого словаря понятий и терминов предметной области (то есть автоматизируемого объекта или процесса).

Сказанное выше позволяет разделить семантическое представление  $L_{Sem}$  множества актуальных Ф-сервисов эксплуатируемой ИС, основанной на SOA, а также подмножества Ф-сервисов, доступных для интеграции, на два основных типа моделей, взаимосвязанных между собой:

- а) модели понятий предметной области [6];
- б) онтологии Ф-сервисов, реализующих задачи управления предметной областью.

Такое разделение позволит для любого конкретного Ф-сервиса установить множество понятий предметной области, для управления которой предназначен данный сервис. При необходимости сервис изначально может рассматриваться как своего рода «черный ящик», в ходе экспериментов над которым однозначно определяется семантика входных и выходных данных.



Формально такое разделение семантического представления можно описать категорией вида

$$L_{Sem} = [ L_{Conc}, L_{Ont}, Iso_{L_{Ont}}^{L_{Conc}} ], \quad (1)$$

где  $L_{Sem}$  - категория описаний семантического представления множества актуальных Ф-сервисов эксплуатируемой ИС, основанной на SOA, а также подмножества Ф-сервисов, доступных для интеграции;  $L_{Conc}$  - подкатегория моделей понятий предметной области, для управления которой используются Ф-сервисы;  $L_{Ont}$  - подкатегория моделей онтологий Ф-сервисов, используемых для управления соответствующей предметной областью;  $Iso_{L_{Ont}}^{L_{Conc}}$  - изоморфное отображение, взаимно-однозначно связывающее подкатегории  $L_{Conc}$  и  $L_{Ont}$ .

Каждый объект из класса объектов подкатегории  $L_{Conc}$  можно описать ориентированным древовидным графом  $G_{Conc}$ , вершинами которого являются фреймовые описания понятий и терминов предметной области, а дугами – связи наследования, отражающие представления понятий и терминов более низкого уровня как частные случаи представления понятия или термина более высокого уровня. Здесь и в дальнейшем под фреймом будем понимать структуру данных, используемую для представления стереотипной ситуации [7]. В общем случае выделяют два основных типа фреймов [8]:

- фреймы-прототипы, которым в объектно-ориентированном моделировании соответствует понятие «класс»;
- фреймы-экземпляры, которым в объектно-ориентированном моделировании соответствует понятия «экземпляр класса» или «объект».

Однако практика создания и развития языков объектно-ориентированного моделирования (в частности, UML) показывает необходимость дополнения данной классификации еще одним типом фреймов – метафреймами. К метафреймам следует относить фреймы, которым в объектно-ориентированном моделировании соответствует понятие «метакласс» и которые используются для создания единого шаблона описания фреймов-прототипов. Экземплярами метафрейма будут являться фреймы-прототипы.

В этом случае понятия и термины предметной области следует считать фреймами-экземплярами, каждый из которых определяется соответствующим фреймом-прототипом. При этом описание базовой структуры фреймов-прототипов и описание связей между фреймами-прототипами определяются соответствующими метафреймами.

Основываясь на сказанном, древовидный граф  $G_{Conc}$  в общем случае будет иметь следующий вид:

$$G_{Conc} = ( O_{fr\_c}, R^g ), \quad (2)$$

где  $O_{fr\_c}$  - множество фреймов-прототипов понятий и терминов предметной области;  $R^g$  - множество описаний связей наследования.

Как сказано выше, для описания каждого элемента множества  $O_{fr\_c}$  используется единый метафрейм  $FR\_C$ , который по аналогии с приведенным в [9] формализованным описанием класса имеет следующий вид:

$$FR\_C = \langle n_{fr\_c}, H_{fr\_c}, O_{fr\_c} \rangle, \quad (3)$$

где  $n_{fr\_c}$  - наименование метафрейма как единой модели описаний понятий и терминов предметной области;  $H_{fr\_c}$  - описание метафрейма  $FR\_C$ , которое по аналогии с рассмотренным в [9] описанием класса может быть представлено кортежем вида

$$H_{fr\_c} = \langle A_{fr\_c}, F_{fr\_c} \rangle; \quad (4)$$

$A_{fr\_c}$  - множество атрибутов метафрейма  $FR\_C$ , в общем случае представленное кортежем вида

$$A_{fr\_c} = \langle Id\_C, Name\_C, Description\_C, Parent\_C \rangle; \quad (5)$$

$Id\_C$  - описание атрибута «идентификатор понятия» метафрейма  $FR\_C$ ;  
 $Name\_C$  - описание атрибута «наименование понятия» метафрейма  $FR\_C$ ;  
 $Description\_C$  - описание атрибута «описание понятия» метафрейма  $FR\_C$ ;  
 $Parent\_C$  - описание атрибута «родительское понятие» метафрейма  $FR\_C$ ;  
 $F_{fr\_c}$  - множество процедур метафрейма  $FR\_C$ , которое может быть описано кортежем вида

$$F_{fr\_c} = \langle Create\_Id\_C, Create\_Name\_C, Create\_Description\_C, \\ R\_Id\_C, R\_Name\_C, R\_Description\_C, \\ U\_Id\_C, U\_Name\_C, U\_Description\_C, \\ D\_Id\_C, D\_Name\_C, D\_Description\_C \rangle; \quad (6)$$

$Create\_Id\_C$  - декларативное описание процедуры конструирования значения атрибута  $Id\_C$ ;  $Create\_Name\_C$  - декларативное описание процедуры конструирования значения атрибута  $Name\_C$ ;  $Create\_Description\_C$  - декларативное описание процедуры конструирования значения атрибута  $Description\_C$ ;  $R\_Id\_C$  - декларативное описание процедуры чтения значения атрибута  $Id\_C$ ;  $R\_Name\_C$  - декларативное описание процедуры чтения значения атрибута  $Name\_C$ ;  $R\_Description\_C$  - декларативное описание процедуры чтения значения атрибута  $Description\_C$ ;  $U\_Id\_C$  - декларативное описание процедуры изменения значения атрибута  $Id\_C$ ;  $U\_Name\_C$  - декларативное описание процедуры изменения значения атрибута  $Name\_C$ ;  $U\_Description\_C$  - декларативное описание процедуры изменения значения атрибута  $Description\_C$ ;  $D\_Id\_C$  - декларативное описание процедуры удаления значения атрибута  $Id\_C$ ;  $D\_Name\_C$  - декларативное описание процедуры удаления значения атрибута  $Name\_C$ ;  $D\_Description\_C$  - декларативное описание процедуры удаления значения атрибута  $Description\_C$ .

Для описания элементов множества связей наследования  $R^g$  предлагается модифицировать формализованное описание связи наследования, рассмотренное в [9]. В результате такой модификации каждый элемент множества  $R^g$ , определяющий связь между фреймами-прототипами  $fr\_c_i$  и  $fr\_c_j$ , будет описан метафреймом, имеющим следующий вид:

$$R_{fr\_c_j}^{fr\_c_i} = \langle n_R, \langle Id\_C_i, Name\_C_i, Description\_C_i \rangle, \\ Parent\_C_j, 1, 1, 1, 1 \rangle, \quad (7)$$

где  $R_{fr\_c_j}^{fr\_c_i}$  - обозначение метафрейма, используемого для описания связи между фреймами-прототипами  $fr\_c_i$  и  $fr\_c_j$ ;  $n_R$  - наименование метафрейма как единой модели связи между описаниями понятий и терминов предметной области;  $\langle Id\_C_i, Name\_C_i, Description\_C_i \rangle$  - кортеж атрибутов фрейма-прототипа  $fr\_c_i$ ,

участвующих в образовании связи;  $Parent\_C_j$  - атрибут фрейма-прототипа  $fr\_c_j$ , участвующий в образовании связи.

Единицами в выражении (7) указаны значения мощностей связи для фреймов-прототипов  $fr\_c_i$  и  $fr\_c_j$ , а также степень обязательности связи для этих фреймов-прототипов.

Существование связей (7) возможно, если выполняется условие, аналогичное рассмотренному в [9] условию существования связи типа «обобщение» и имеющее вид

$$\begin{cases} \exists fr\_c_i = \langle n_{f_i}, \langle A_i, F_i \rangle, O_{f_i} \rangle \\ O_{f_j} = V_j \cup V_i \\ F(O_{f_i}) = F(O_{f_j}) \\ F(O_{f_j}) \neq F(O_{f_i}) \end{cases}, \quad (8)$$

где  $fr\_c_i = \langle n_{f_i}, \langle A_i, F_i \rangle, O_{f_i} \rangle$  - описание фрейма-прототипа  $fr\_c_i$  как экземпляра метафрейма  $FR\_C$  (элемента множества  $O_{fr\_c}$ );  $V_j$  - кортеж значений атрибутов фрейма-прототипа  $fr\_c_j$ , имеющий вид

$$V_j = \langle v^{Id\_C_j}, v^{Name\_C_j}, v^{Description\_C_j} \rangle; \quad (9)$$

$v^{Id\_C_j}$  - значение атрибута «идентификатор понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_j$ ;

$v^{Name\_C_j}$  - значение атрибута «наименование понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_j$ ;

$v^{Description\_C_j}$  - значение атрибута «описание понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_j$ ;  $V_i$  -

кортеж значений атрибутов фрейма-прототипа  $fr\_c_i$ , имеющий вид

$$V_i = \langle v^{Id\_C_i}, v^{Name\_C_i}, v^{Description\_C_i} \rangle; \quad (10)$$

$v^{Id\_C_i}$  - значение атрибута «идентификатор понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_i$ ;

$v^{Name\_C_i}$  - значение атрибута «наименование понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_i$ ;

$v^{Description\_C_i}$  - значение атрибута «описание понятия» фрейма-прототипа  $fr\_c_i$ ;  $F$  -

совокупность операций над объектами  $O_{f_i}$  и  $O_{f_j}$ , причем операции совокупности  $F$  не обязательно принадлежат соответствующим фреймам-прототипам.

Элементы класса морфизмов категории  $L_{Conc}$  представляют собой мономорфизмы, связывающие отдельные вершины элементов класса объектов подкатегории. Обозначим объект-начало мономорфизма как  $Ob_{Conc}^a$ , а объект-конец морфизма как  $Ob_{Conc}^b$ . Тогда мономорфизм  $\varphi_b^a$ , связывающий эти два элемента класса объектов, можно описать следующим образом:

$$\varphi_b^a : Ob_{Conc}^a \rightarrow Ob_{Conc}^b = [ \langle fr\_c_{ak}, fr\_c_{bm} \rangle, R_{ab}^g ], \quad (11)$$

$$k = 1, n; m = 1, p,$$

где  $\langle fr\_c_{ak}, fr\_c_{bm} \rangle$  - описание факта тождественности  $k$ -го понятия элемента  $Ob_{Conc}^a$  и  $m$ -го понятия элемента  $Ob_{Conc}^b$ ;  $n$  - количество понятий и терминов предметной области элемента  $Ob_{Conc}^a$ , участвующих в образовании морфизма  $\varphi_b^a$ ;  $p$  -

количество понятий и терминов предметной области элемента  $Ob_{Conc}^b$ , участвующих в образовании морфизма  $\phi_b^a$ ;  $R_{ab}^g$  - подмножество связей, в которых участвуют  $k$ -е понятие элемента  $Ob_{Conc}^a$  и  $m$ -е понятие элемента  $Ob_{Conc}^b$ .

Каждый объект из класса объектов подкатегории  $L_{Ont}$  можно описать частично ориентированным графом  $G_{Ont}$ , вершинами которого являются фреймовые описания онтологий  $\Phi$ -сервисов, а дугами – связи между этими описаниями. В общем случае такой граф будет иметь вид:

$$G_{Ont} = (FR\_O, R), \quad (12)$$

где  $FR\_O$  - множество фреймов-прототипов, описывающих онтологии  $\Phi$ -сервисов;  $R$  - множество описаний связей между онтологиями  $\Phi$ -сервисов.

Каждый элемент множества  $FR\_O$  в общем случае может быть описан выражением [9]

$$fr\_o_i \in FR\_O = \langle n_{fr\_o_i}, \langle A_{fr\_o_i}, F_{fr\_o_i} \rangle, O_{fr\_o_i} \rangle, \quad (13)$$

где  $fr\_o_i$  - обозначение фрейма-прототипа, описывающего  $i$ -ю онтологию  $\Phi$ -сервисов,  $i = 1, z$ ;  $z$  - количество онтологий  $\Phi$ -сервисов;  $n_{fr\_o_i}$  - наименование фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ ;  $A_{fr\_o_i}$  - множество атрибутов фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ , в общем случае представленное кортежем вида

$$A_{fr\_o_i} = \{a_{fr\_o_i}^j\} = \{\langle n_{fr\_o_i}^j, T_{fr\_o_i}^j \rangle\}; \quad (14)$$

$a_{fr\_o_i}^j$  - описание  $j$ -го атрибута фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ ,  $j = 1, r$ ;  $r$  - количество атрибутов фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ ;  $n_{fr\_o_i}^j$  - имя  $j$ -го атрибута фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ ;  $T_{fr\_o_i}^j$  - тип  $j$ -го атрибута фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ ;  $O_{fr\_o_i}$  - множество фреймов-экземпляров фрейма-прототипа  $fr\_o_i$ .

Описание элементов множества  $R$  детально рассмотрены в [9] и являются типовыми для описания связей в объектно-ориентированных структурах.

Элементы класса морфизмов подкатегории  $L_{Ont}$  представляют собой мономорфизмы, связывающие отдельные фреймы-прототипы элементов класса объектов подкатегории. Обозначим объект-начало мономорфизма как  $Ob_{Ont}^a$ , а объект-конец мономорфизма как  $Ob_{Ont}^b$ . Тогда мономорфизм  $\phi_b^a$ , связывающий эти два элемента класса объектов, можно описать следующим образом:

$$\phi_b^a : Ob_{Ont}^a \rightarrow Ob_{Ont}^b = [\langle fr\_o_{ak}, fr\_o_{bm} \rangle, R_{ab}], \quad (15)$$

$$k = 1, x; m = 1, y,$$

где  $\langle fr\_o_{ak}, fr\_o_{bm} \rangle$  - описание факта тождественности  $k$ -го фрейма-прототипа элемента  $Ob_{Ont}^a$  и  $m$ -го фрейма-прототипа элемента  $Ob_{Ont}^b$ ;  $x$  - количество фреймов-прототипов элемента  $Ob_{Ont}^a$ , участвующих в образовании морфизма  $\phi_b^a$ ;  $y$  - количество фреймов-прототипов элемента  $Ob_{Ont}^b$ , участвующих в образовании морфизма  $\phi_b^a$ ;  $R_{ab}$  -

подмножество связей, в которых участвуют  $k$ -й фрейм-прототип элемента  $Ob_{Ont}^a$  и  $m$ -й фрейм-прототип элемента  $Ob_{Ont}^b$ .

Рассмотренные описания подкатегорий  $L_{Conc}$  и  $L_{Ont}$  позволяют определить суть изоморфного отображения, взаимно-однозначно связывающего эти подкатегории, как установление взаимно-однозначного соответствия наименования понятия или термина предметной области каждой из онтологий Ф-сервисов. Такое соответствие в общем случае можно описать выражением

$$Iso_{L_{Ont}}^{L_{Conc}} = [ \langle v^{Name-C_i}, n_{fr-o_j} \rangle, R_{ij} ], \quad (16)$$

где  $v^{Name-C_i}$  - значение атрибута «наименование понятия» фрейма-прототипа  $fr_{-c_i}$ , описывающего  $i$ -е понятие или термин предметной области;  $n_{fr-o_j}$  - наименование фрейма-прототипа  $fr_{-o_j}$ , описывающего  $j$ -ю онтологию Ф-сервисов;  $\langle v^{Name-C_i}, n_{fr-o_j} \rangle$  - описание факта тождественности  $i$ -го понятия или термина предметной области и  $j$ -й онтологии Ф-сервисов;  $R_{ij}$  - описания связей, в которых участвуют  $i$ -е понятие или термин предметной области и  $j$ -я онтология Ф-сервисов.

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Предлагаемая модель позволяет формировать общее описание онтологий Ф-сервисов, созданных различными разработчиками, на основе единого для автоматизируемого объекта или процесса словаря понятий и терминов предметной области. Такое описание позволяет выработать единый подход к формированию моделей разнородных Ф-сервисов, модели реестра Ф-сервисов и описаний результатов решения задачи интеграции разнородных Ф-сервисов как задачи оптимизации множества актуальных сервисов эксплуатируемой ИС после выполнения типовых операций интеграции отдельных сервисов.

**Список литературы:** 1. Parikh Ash, Gurajada Murty. SOA в реальности. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://erpnews.ru/doc2610.html>. 2. Luckham, D. The Beginnings of IT Insight: Business Activity Monitoring. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://complexevents.com/media/articles/cep-article-three.pdf>. 3. Шаховська Н. Б., Пасічник В. В. Сховища та простори даних: монографія. – Львів: Видавництво Неаціонального університету «Львівська політехніка», 2009. – 244 с. 4. Деревянко А. С., Солощук М. Н. Технологии и средства консолидации информации: учебн. пос. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 432 с. 5. Шведин, Б. Я. Онтология предприятия: экспириентологический подход: Технология построения онтологической модели предприятия. – М.: Ленанд. 2010. – 240 с. 6. Евланов М. В., Никитюк В. А. Компромиссная модель данных в сервис-ориентированной информационной системе // Системи обробки інформації, 2011. – Вип. 5 (95). – С. 185-192. 7. Минский М. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 152 с. 8. Гаврилов А. В. Системы искусственного интеллекта. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 59 с. 9. Левыкин В. М., Евланов М. В., Сугробов С. В. Параллельное проектирование информационного и программного комплексов информационной системы // Радиотехника. – 2006. – Вып. 146. – С. 89-98.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 044.03; 681.518:061

**Модель семантического представления функциональных сервисов / В. А. Никитюк // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПИ», – 2012. - № 68 (974). – С. 54-62. – Бібліогр.: 9 назв.**

Пропонується математична модель семантичного представлення сервісів, що використовуються для побудови програмного забезпечення інформаційних систем управління бізнес-процесами. Дана модель дозволяє вирішити задачу узгодження семантичних описів даних та операцій, які виконуються сервісами, створеними різними виробниками.

**Ключові слова:** сервіс-орієнтована архітектура, функціональний сервіс, теорія категорій, онтологія, метафрейм, фрейм-прототип.

A mathematical model of semantic representation of services used to build the software information systems business process management. This model allows us to solve the problem of matching semantic descriptions of data and the operations performed services designed by different manufacturers.

**Keywords:** service-oriented architecture, functional service, category theory, ontology, metaframe, frame prototype.

**УДК 656.61:519.81**

**И. И. КОВАЛЕНКО**, д-р техн. наук, проф., НУК им. адмирала Макарова, Николаев;

**Т. В. ПОНОМАРЕНКО**, канд. техн. наук, доц., НУК им. адмирала Макарова, Николаев;

**А. В. ШВЕД**, соискатель, НУК им. адмирала Макарова, Николаев

## **ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ТИПОВ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЙ**

Предложен подход для решения задачи выбора типа судна для перевозки грузов в условиях неопределенности, с учетом многих факторов, для анализа которых применен аппарат теории нечетких отношений, который может быть полезен для решения практических задач морских перевозок.

**Ключевые слова:** системы поддержки принятия решений, морские перевозки, выбор типа судна, теория нечетких отношений.

### **Введение.**

Одной из задач при определении вариантов технологий морских грузоперевозок является выбор типа судов. При этом учитывается как структура перевозимых грузов, так и технические возможности судов, а также степень их универсальности [2].

Например, ролкеры могут перевозить более широкую номенклатуру грузов, чем контейнеровозы, лихтеровозы и т.д. Основным критерием для сравнения вариантов является уровень затрат на освоение всего грузопотока на рассматриваемом направлении. Эффективным считается тот вариант, который обеспечивает минимум затрат или максимум прибыли при определенном качестве перевозочного процесса (сохранность груза, скорость его доставки и др.) [2].

Учитывая то, что отечественный торговый флот характеризуется малочисленностью, технической изношенностью, отсутствием новых прогрессивных типов судов, нужно отметить, что повышение эффективности перевозок может обеспечиваться учетом дополнительных факторов как количественного, так и качественного характера. Такая задача может решаться с использованием системного подхода и современных математических методов принятия решений.

### **Анализ публикаций и последних исследований**

Анализ работ [2,3,4], посвященных вопросам выбора эффективного варианта морских перевозок различных грузов с учетом факторов, влияющих на этот выбор, позволяет выделить три основные группы факторов:

- экономико-географические. Основными в этой группе являются: объем перевозок, структура грузопотока, расстояние перевозки и др.
- экономико-технологические, включая технико-экономические характеристики судов, технологию погрузочно-разгрузочных работ в портах, технологию хранения грузов в портах, способы унификации грузовых мест и др.
- факторы, определяющие качество перевозочного процесса, включая сохранность грузов при перевозке, скорость доставки, регулярность и частоту их движения.

Перечисленные факторы являются основными, так как действуют при любой постановке задачи. При решении задачи в каких-то конкретных условиях может возникнуть необходимость учета ряда дополнительных факторов, таких как глубина

акватории порта, ледовая обстановка в районе плавания, наличие рабочей силы и т.д. Эти факторы могут оказать большое влияние на выбор варианта перевозок и даже в определенных условиях стать решающими [2].

С учетом сказанного, выбор технологии перевозок, и в частности, типа судна, может быть сведен к многокритериальному принятию решений посредством определения порядка (строгого или нестрогого) на множестве альтернатив, в качестве которых выступают различные типы судов.

**Целью работы** является рассмотрение возможного подхода к решению задачи выбора типов судов для перевозок грузов посредством формирования их ранжировок по степени предпочтения и оценивания таких ранжировок с использованием методов нечетких отношений.

### Изложение основного материала

В основу системного подхода к решению поставленной задачи, может быть положена схема тяготения основных видов перевозимых морем грузов к типам судов, рассмотренная в работе [2] и представленная на рис. 1.

Данная схема характеризуется следующими особенностями: с одной стороны, какой-либо вид грузов может перевозиться несколькими типами судов (например, для перевозки сырой нефти могут быть использованы танкеры и комбинированные суда), а с другой – одним типом судна могут быть перевезены различные виды грузов, (например, балкерами). Данное обстоятельство может создавать некоторые неопределенности в выборе типа судов (альтернативы) в зависимости от вида грузов (критерии).

Для формирования ранжировок альтернатив достаточно широко применяется метод попарного сравнения, позволяющий получать совокупность бинарных отношений. Однако, исходя из вышесказанного, такие отношения могут обладать неточностью (нечеткостью). Следовательно, для принятия решения о выборе типа судна, целесообразно воспользоваться основными положениями теории нечетких отношений.

Нечеткие отношения являются расширением обычных отношений на случай, когда элементы находятся в данном отношении только с некоторой степенью принадлежности [1, 6]. Это понятие полностью соответствует понятию степени принадлежности нечеткому множеству.

Формально понятие нечеткого отношения можно представить следующим образом.

Пусть имеется множество  $X$ , на котором задано декартово произведение  $\Gamma \subset X \times X$  тех пар элементов  $(x_i, x_j) \in X$ , которые находятся в отношении  $R$ . Обозначим через  $\mu \in [0,1]$  множество значений принадлежности членов  $\Gamma$ . Тогда нечетким отношением  $R$  будет называться упорядоченная пара  $(x_i, x_j)$ , для которой функция принадлежности  $\mu_R(x_i, x_j)$  имеет положительное значение:



Рис. 1 - Схема тяготения основных видов перевозимых морем грузов к типам судов [2]

$$\tilde{R} = \left\{ (x_i, x_j) / \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_j) > 0 \right\} \quad (1)$$

Рассмотрим один из возможных подходов к решению задачи упорядочения многокритериальных альтернатив с применением нечетких бинарных отношений. Пусть задано множество  $m$  альтернативных решений (типов судов)  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , которое оценивается с помощью  $n$  критериев  $k_1, k_2, \dots, k_n$  (виды грузов). Предполагается, что лицо принимающее решение (ЛПР) или эксперт могут сравнить по предпочтительности все возможные пары решений  $(x_i, x_j) \in X$ .

Результаты такого сравнения по каждому из критериев могут быть отражены в форме нечетких бинарных отношений  $\tilde{R}_j, j = 1, \dots, n$ :

$$\mu_k = \begin{matrix} & \tilde{R}_j & x_1 & \dots & x_m \\ \begin{matrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{matrix} & \left| \begin{matrix} \mu_{11} & \dots & \mu_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{m1} & \dots & \mu_{mm} \end{matrix} \right. & \end{matrix} \quad (2)$$

Чтобы решить задачу выбора рациональных решений, необходимо произвести сравнение альтернативных решений по всему множеству критериев. Такое сравнение в принципе может быть выполнено с использованием процедуры пересечения вида  $\tilde{Q}_1 = \bigcap_{j=1}^n \tilde{R}_j$ . В результате получается результирующее нечеткое бинарное отношение предпочтений  $\tilde{R}_0$ :

$$\mu_{\tilde{R}_0 = \tilde{R}_1 \cap \dots \cap \tilde{R}_n}(x_i, x_j) = \min \left[ \mu_{\tilde{R}_1}(x_i, x_j), \mu_{\tilde{R}_2}(x_i, x_j), \dots, \mu_{\tilde{R}_n}(x_i, x_j) \right] \quad (3)$$

Если решается одна из типовых задач принятия решений, связанная с определением порядка (строгого или нестрогого) на множестве альтернатив, то полученное результирующее нечеткое бинарное отношение должно быть проверено на наличие рефлексивности, антисимметричности и транзитивности в соответствии со следующими условиями [6]:

- $\tilde{R}$  называется рефлексивным, если

$$\forall (x_i, x_j) \in X \times X : \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_j) = 1. \quad (4)$$

- $\tilde{R}$  называется антисимметричным, если

$$\forall (x_i, x_j) \in X \times X, \quad x_i \neq x_j : \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_j) \neq \mu_{\tilde{R}}(x_j, x_i) \vee \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_j) = \mu_{\tilde{R}}(x_j, x_i) = 0 \quad (5)$$

- $\tilde{R}$  называется транзитивным если

$$\forall (x_i, x_j), (x_j, x_z), (x_z, x_i) \in X \times X : \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_z) \geq \max \left[ \min \left( \mu_{\tilde{R}}(x_i, x_j) \right) \right]. \quad (6)$$

Проверка условий (4), (5) не составляет особого труда, так как при наличии рефлексивности на главной диагонали матрицы (2) стоят только единицы, а антисимметричность характеризуется неравенством значений функции принадлежности, симметрично расположенных относительно главной диагонали той же матрицы.

Проверку  $\tilde{R}_0$  на транзитивность проведем по схеме, рассмотренной в [6]. Прежде всего необходимо задать  $\tilde{R}_0$  в виде таблицы, отображающей в числовом виде степени принадлежности пар  $(x_i, x_j)$  данному нечеткому бинарному отношению, и по этим значениям построить нечеткий граф. Далее, для каждой вершины графа необходимо сравнить значение функции принадлежности  $\mu_{\tilde{R}_0}$  для дуги, выходящей из этой вершины и



входящей в нее со значениями той же функции для каждого набора дуг, по которым можно выйти и снова достичь рассматриваемой вершины. Аналогично, значение  $\mu_{\tilde{R}_0}$  для каждой дуги, соединяющей две вершины, необходимо сравнить со значениями той же функции для всех возможных наборов дуг, соединяющих пару вершин нечеткого графа. Для этого используются различные композиции нечетких отношений по следующему максиминному правилу:

$$\max\{\min[\mu(x_i, x_i), \mu(x_j, x_j)]\}, \quad (7)$$

$$\max\{\min[\mu(x_i, x_j), \mu(x_j, x_i)]\} \text{ и др.}$$

Выполнение всех трех условий (4), (5) и (6) позволяет утверждать, что на множестве упорядоченных пар нечетких бинарных отношений  $(x_i, x_j)$  должно существовать нечеткое отношение порядка, которое может быть получено посредством формирования определенного числа схем предпочтений (по числу рассматриваемых альтернативных решений) и проверкой их на транзитивность.

Рассмотрим числовой пример. Пусть рассматривается  $m=3$ :  $X = \{x_1, x_2, x_3\}$  альтернативных решений, которые необходимо оценить по  $n=3$ :  $K = \{k_1, k_2, k_3\}$  критериям. ЛПР или эксперты выразили свои нечеткие предпочтения на данных альтернативах по каждому из критериев с

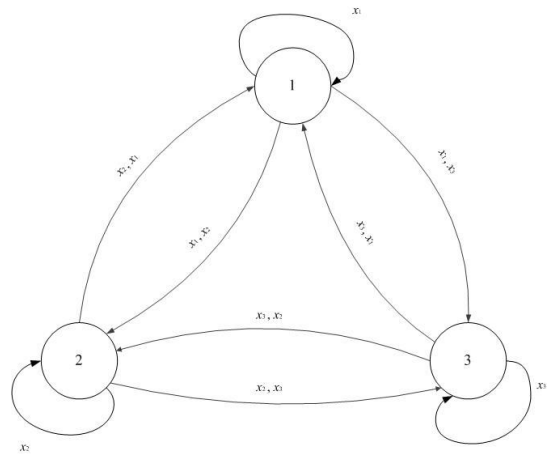


Рис. 2 - Нечеткий граф бинарного отношения  $R_{\tilde{0}}$

различными значениями функции принадлежности  $\mu \in [0, 1]$  в виде следующих матриц:

$$R_{\tilde{1}} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,9 & 0,1 \\ \mu_{k_1} = x_2 & 0,3 & 1 & 0,4 \\ x_3 & 0,6 & 0,7 & 1 \end{array}$$

$$R_{\tilde{2}} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,8 & 0,3 \\ \mu_{k_2} = x_2 & 0,6 & 1 & 0,1 \\ x_3 & 0,4 & 0,5 & 1 \end{array}$$

$$R_{\tilde{3}} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,8 & 0 \\ \mu_{k_3} = x_2 & 0,2 & 1 & 0 \\ x_3 & 0,3 & 0,4 & 1 \end{array}$$

Выполним операцию  $R_{\tilde{1}} \cap R_{\tilde{2}} \cap R_{\tilde{3}}$  с учетом условия (3), в результате чего получим результирующее нечеткое бинарное отношение  $R_{\tilde{0}}$  для которого построим нечеткий граф (рис.2):

$$R_{\tilde{0}} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 0,2 & 0,8 & 0 \\ \mu = x_2 & 0,3 & 1 & 0 \\ x_3 & 0,3 & 0,4 & 1 \end{array}$$

Проведем сравнение значений  $\mu$  как для вершин графа, так и для возможных их пар.

1. Для вершины 1 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_1, x_1), \mu(x_1, x_1)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_1, x_2), \mu(x_2, x_1)] &= \min(0,8;0,2) = 0,2; \\ \min[\mu(x_1, x_3), \mu(x_3, x_1)] &= \min(0;0,3) = 0; \\ \max(1;0,2;0) &= 1; \\ \mu(x_1, x_1) &= 1 = 1. \end{aligned}$$

2. Для вершины 2 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_2, x_2), \mu(x_2, x_2)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_2, x_1), \mu(x_1, x_2)] &= \min(0,2;0,8) = 0,2; \\ \min[\mu(x_2, x_3), \mu(x_3, x_2)] &= \min(0;0,4) = 0; \\ \max(1;0,2;0) &= 1; \\ \mu(x_2, x_2) &= 1 = 1. \end{aligned}$$

3. Для вершины 3 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_3, x_3), \mu(x_3, x_3)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_3, x_1), \mu(x_1, x_3)] &= \min(0,3;0) = 0; \\ \min[\mu(x_3, x_2), \mu(x_2, x_3)] &= \min(0,4;0) = 0; \\ \max(1;0;0) &= 1; \\ \mu(x_3, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

4. Для вершин 1 и 2 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_1, x_2), \mu(x_2, x_1)]\} &= \max\{\min(0,8;0,2)\} = 0,2; \\ \mu(x_1, x_2) &= 0,8 > 0,2. \end{aligned}$$

5. Для вершин 1 и 3 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_1, x_3), \mu(x_3, x_1)]\} &= \max\{\min(0;0,3)\} = 0; \\ \mu(x_1, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

6. Для вершин 2 и 3 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_2, x_3), \mu(x_3, x_2)]\} &= \max\{\min(0;0,4)\} = 0; \\ \mu(x_2, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

Таким образом, исследуемое результирующее нечеткое бинарное отношение  $R_{\sim 0}$  удовлетворяет всем трем условиям наличия в нем нечеткого отношения порядка.

Выполним его поиск, предварительно сформировав 6 следующих возможных (при  $n=3$ ) схем предпочтений:

$$\begin{array}{lll} x_1 \succ x_2 \succ x_3; & x_2 \succ x_3 \succ x_1; & x_3 \succ x_1 \succ x_2; \\ x_2 \succ x_1 \succ x_3; & x_1 \succ x_3 \succ x_2; & x_3 \succ x_2 \succ x_1; \end{array} \quad (8)$$

Проверим последовательно схемы (8) на транзитивность:

1.  $x_1 \succ x_2 \succ x_3$ :

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{12}=0,2} x_1)\} \wedge \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\}, \\ \text{то } \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\}; \end{aligned}$$

2.  $x_2 \succ x_3 \succ x_1$ :

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\} \wedge \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\}, \\ \text{то } \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\}; \end{aligned}$$

3.  $x_3 \succ x_1 \succ x_2$ :

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\} \wedge \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1)\}, \\ \text{то } \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\}; \end{aligned} \quad (9)$$

4.  $x_2 \succ x_1 \succ x_3$ :

Если  $\{(x_2 \xrightarrow{\mu_{12}=0,2} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\} \wedge \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\}$ ,  
то  $\{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\}$ ;

5.  $x_1 \succ x_3 \succ x_2$ :

Если  $\{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\} \wedge \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\}$ ,  
то  $\{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,3} x_1)\}$ ;

6.  $x_3 \succ x_2 \succ x_1$ :

Если  $\{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\} \wedge \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\}$ ,  
то  $\{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\}$ ;

Третья схема предпочтений  $x_3 \succ x_1 \succ x_2$  является транзитивной, и следовательно альтернатива  $x_3$  – лучшей.

**Выводы.** В работе предложен подход для решения задачи выбора типа судна для перевозки грузов в условиях неопределенности, для анализа которых применен аппарат теории нечетких отношений. Алгоритм данного подхода легко реализуется в вычислительном плане и может быть полезным для решения практических задач морских перевозок.

**Список литературы:** 1. Бержов, А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А. Н. Бержов. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с. 2. Винников, В. В. Системы технологий на морском транспорте (перевозка и перегрузка грузов) / В. В. Винников, Е. Д. Быкова. – Одесса: Феникс, 2006. – 186 с. 3. Винников, В. В. Логистика на водном транспорте / В. В. Винников, Е. Д. Быкова, С. В. Винников. – Одесса: Феникс, 2004. – 222 с. 4. Винников, В. В. Экономика предприятия морского транспорта / В. В. Винников. – Одесса: Латстар, 2001. – 416 с. 5. Коваленко, И. И. Выбор решений на основе нечетких отношений / И. И. Коваленко, Е. А. Давыденко, А. В. Швед // Проблемы информационных технологий, 2011, №02 (010), с. 29-32. 6. Uzga-Rebrovs, O. Nenoteiktibu parvaldisana 3. – Rezekne^ RA Izdevnieciba, 2010. – 560 p.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 656.61:519.81

**Принятие решений по выбору типов судов для перевозки грузов на основе нечетких отношений/ Коваленко И. И., Пономаренко Т. В., Швед А. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 62-67. – Бібліогр.: 6 назв.**

Запропоновано підхід для вирішення задачі вибору типу судна для перевезення вантажів в умовах невизначеності, з урахуванням багатьох факторів, для аналізу яких застосовано апарат теорії нечітких відносин, який може бути корисним для вирішення практичних завдань морських перевезень.

**Ключові слова:** системи підтримки прийняття рішень, морські перевезення, вибір типу судна, теорія нечітких відносин.

An approach to the solving the problem of the vessel type choice for cargo under uncertainty is described in this work. It contains factor analysis which was performed using the theory of fuzzy relations. This approach can be applied to solve practical problems of shipping.

**Keywords:** Adoption support system solutions, transportation by sea, vessel type choice for cargo under uncertainty, theory of fuzzy relations.

УДК 004:658

**У. Л. СТОРОЖИЛОВА**, канд. екон. наук, доц., УкрГАЖТ, Харків;

**Е. А. РУССОВА**, ассистент, УкрГАЖТ, Харків

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

В статье рассматриваются этапы эволюции развития и формирования информационных систем. Анализируются и предлагаются пути взаимодействия информационной практики с практикой

© У. Л. СТОРОЖИЛОВА, Е. А. РУССОВА, 2012

менеджмента.

**Ключевые слова:** информационные технологии, менеджмент, информационная революция, модель менеджмента.

### **Введение**

Интенсивное внедрение современных компьютерных, теле- и радиовещательных, телефонных технологий и коммуникационных служб предшествует созданию совершенно новой формы развития информационных технологий в менеджменте. Ускоряющееся развитие и распространение информационно- телекоммуникационных систем, связанных между собой и пересекающих традиционные национальные, политические и экономические границы, приводят к вынужденному изменению и самой системы менеджмента.

Информационные технологии в менеджменте одно из основных направлений, дающих знания об использовании современных информационных технологий в области управления. Современные информационные технологии, автоматизирующие деятельность структурных подразделений, рассматриваются как составляющие корпоративной системы управления предприятиями, организациями и учреждениями.

Одной из важнейших задач настоящего времени можно назвать совершенствование процессов управления, в числе которых применение современных информационных технологий является залогом результативности работы практически любых организаций. Эффективное управление организацией сегодня невозможно без управления ее информационной деятельностью, в том числе и всей системой корпоративной информации.

Стремительное развитие и распространение новых информационных технологий приобретает сегодня характер глобальной информационной революции, которая оказывает влияние на политику, экономику, финансы, науку, культуру и другие сферы жизнедеятельности общества, в том числе и управление, в рамках национальных границ и в мире в целом.

### **Целью работы**

Целью работы является рассмотрение этапов развития информационных систем, а также анализ и формулирование предложений по путям взаимодействия информационной практики с практикой менеджмента.

### **Методика экспериментов**

Результаты исследований выбранного направления свидетельствуют о значительном количестве авторов занимающихся вопросами информационных технологий в менеджменте. Среди которых Тихонов А. Н., Зайцева С. А., Трофимов В. В., Тютюнник, А. В., Корнев И. К., Година Т. А., Костров А. В., Черкасова Ю. М. Параллельно с вопросами информационных технологий в менеджменте, необходимо рассматривать проблемы организации ИТ – подразделений в структуре управления предприятием, управления ИТ – персоналом, формирования и эксплуатации корпоративных информационных систем, отраслевые модели информационного менеджмента, разработка ИТ – стратегии организации, вопросы информационного маркетинга, фундаментальные проблемы развития процессов информатизации.

### **Обсуждение результатов**

Информационные технологии представляют собой широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям создания, сохранения, управления и обработки данных с применением вычислительной техники. Так, процесс эволюции информационных технологий сопровождался рядом исторических, экономических, социальных и технических преобразований.

Развитию информационных технологий предшествовала информационная революция в обществе. Так, в истории человеческого общества несколько раз происходили

радикальные изменения в информационной области, которые можно назвать информационной революцией.

Первая информационная революция была связана с изобретением письменности, это позволило накапливать и распространять знания. Цивилизации, достигали более высокого культурного и экономического роста.

Вторая информационная революция была связана с изобретением книгопечатания. Благодаря книгопечатанию стало возможным не только сохранять информацию, но и делать ее массовой и доступной для общества, а в свою очередь ускорять развитие науки и техники.

Третья информационная революция была обусловлена прогрессом средств связи. Типография, телефон, радио позволили оперативно передавать информацию на любые расстояния.

Четвертая информационная революция связана с появлением микропроцессорной техники, а также персональных компьютеров. А возникшие после этого компьютерные телекоммуникации, радикально изменили системы хранения и поиска информации.

К настоящему моменту времени общество уже сумело накопить огромный информационный потенциал, что диктует необходимость внедрения новых технологий обработки и передачи информации и служит началом перехода от индустриального общества к информационному. Это и определяет пятый этап в информационной революции.

Так, информационные технологии призваны решать задачи по эффективной организации информационного прогресса для снижения затрат времени, труда, энергии и материальных ресурсов во всех сферах человеческой жизни и современного общества.

Таким образом, решая вопросы информационных технологий в менеджменте, необходима балансировка двух систем: с одной стороны это информационная система, с другой – система менеджмента. Информационная система, в свою очередь состоит из совокупности информации, экономико-математических методов и моделей, технологических, программных и различных технологических средств, предназначенных для обработки информации и принятия управленческих решений. Система менеджмента – это система, где объектом являются люди, коллектив людей которому соответствует свой уровень управления: международный, государственный, региональный, корпоративный, уровень подразделения и индивидуальный уровень. При этом каждому уровню управления необходима информация, которая добывается и распространяется средствами коммуникаций.

С точки зрения решения управленческих задач в менеджменте, информационные технологии позволяют повышать степень принимаемых решений за счет: оперативного сбора, передачи и обработки информации, возможности своевременного принятия решений по управлению организацией. Одновременно информационные технологии позволяют добиваться роста эффективности управления за счет своевременного представления необходимой информации руководителям всех уровней управления, согласовывать решения, принимаемые на различных уровнях управления и разных структурных подразделениях. Помогают обеспечивать рост производительности труда, сократить объем непроизводственных потерь.

Информационные технологии в менеджменте должны состоять из строго набора правил выполнения операций над информацией. В результате такой обработки первичной информации получается информация нового качества, на основе которой и вырабатываются оптимальные управленческие решения.

При составлении строго набора правил необходимо учитывать особенности конкретного предприятия, в которые входит: область функционирования предприятия, тип предприятия, производственно-хозяйственная и иная деятельность, уже принятая модель

управления, существующие и новые задачи в управлении, а также информационная инфраструктура.

Так, создавая новую совершенную систему менеджмента на базе информационных технологий необходимо применение различных методов оценки в совокупности с аналитическими методами. Модели оценки при создании такой модели можно разделить на две основные группы: формализованные и неформализованные. Формализованные методы основаны на анализе измеряемых критериев. Такие модели применяются для решения задач управления оперативного уровня и частично задач тактического уровня, которые потом могут быть использованы менеджерами нижнего и среднего звена. Неформализованные модели создаются на опыте, интуиции и экспертных оценках топ менеджера или руководителя проекта. Они применяются в основном для решения стратегических задач и частично тактических.

В такой модели менеджмента с применением информационных технологий можно сразу выделить следующие уровни:

- высший уровень базируется на принятии стратегических решений, определяет цели управления, внешнюю политику, объемы материальных, трудовых и финансовых ресурсов, разрабатывает долгосрочные планы и стратегию их выполнения информационными технологиями. Этот уровень пользуется данными по анализу рынка, степенью конкуренции на данном рынке;

- средний уровень, в свою очередь принимает тактические решения, связанные с составлением тактических планов, контролем за выполнением, наблюдением за объемами всех ресурсов, принятием управленческих решений для вывода предприятия на запланированный уровень. Для данного уровня менеджмента с применением информационных технологий должна решаться задача из расчета плановых показателей, контроля за их выполнением;

- оперативный уровень принимает оперативные решения, связанные с реализацией планов. Основная задача состоит в согласовании всех элементов производственного процесса во времени и пространстве с необходимостью детализации. Происходит формирование данных о ходе выполнения планов и составляются отчеты соответствия. Информационные технологии на этом уровне обрабатывают фактические данные в реальном масштабе времени по мере их возникновения.

### **Выводы**

Информационно-технологическая революция, разворачивающаяся на наших глазах, определяет движение к совершенно новому типу управления – информационному. Одной из основополагающих характеристик информационных технологий в менеджменте является его глобальный характер. В процессе формирования такого менеджмента постепенно стираются границы между странами и людьми, радикально меняется структура мировой экономики, значительно более динамичным и конкурентным становится рынок. Информация и знания становятся одним из стратегических ресурсов государства, масштабы использования которого стали сопоставимы с использованием традиционных ресурсов, а доступ к ним – одним из основных факторов социально-экономического развития. В связи с этим к числу важнейших задач каждого государства относятся формирование и развитие информационной инфраструктуры и интеграция в глобальное информационное общество. Решение этих задач становится сегодня необходимым условием устойчивого развития государства и его полноценного вхождения в мировую экономику. Аналогичные задачи ставятся и реализуются и на уровне современного предприятия. Информатизация широко применяется не только для совершенствования технологических процессов создания и изготовления продукции, но и в процессах подготовки и принятия управленческих решений на всех уровнях управления предприятием. Информационные технологии в менеджменте охватывают широкий спектр

теоретических, организационно-методических и прикладных вопросов, связанных с функционированием информационных технологий в процессе деятельности современных предприятий.

Таким образом, вопросы применения и развития информационных технологий в менеджменте предусматривается рассматривать по следующим направляющим:

- электронный документооборот, который значительно сокращает сроки подготовки и согласования документов, упрощает процедуру их поиска обеспечивает сохранность документов;
- информационно-аналитические системы, помогают проводить многомерный анализ данных, определять проблемные области, оперативно оформлять отчетные документы;
- сеть видеоконференцсвязи, обеспечивает оперативный информационный обмен и непосредственное участие руководителей в оперативном управлении;
- электронные закупки, продажи, оформление документов и т.д.

**Список литературы:** 1. Ліпкан, В. А. *Інформаційна безпека України в умовах євро інтеграції [текст]: навч. посіб.* / В. А. Ліпкан, Ю. Є. Максименко, В. М. Желіховський. -К.: КНТ, 2006. - 280 с. 2. Лысенко, Ю. Г. *Экономика и кибернетика предприятия: Современные инструменты управления [текст]: монография* / Ю. Г. Лысенко. - Донецк: Юго-Восток, Лтд, 2006. - 356 с. 3. Ржехин, В. М. *Разработка показателей эффективности подразделений, отделов, персонала. Пошаговая инструкция [текст]* / В. М. Ржехин, Д. А. Алеханд, Н. В. Коваленко. - М.: Вершина, 2007. - 224 с. 4. Федулова, Л. І. *Сучасні концепції менеджменту [текст]: навч. посіб.* / за ред. Л. І. Федулової. - К.: Центр навч. л-ри, 2007. - 536 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 004:658

**Информационные технологии в менеджменте / У. Л. Сторожилова, Е. А. Руссова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 67-71. – Бібліогр.:4 назв.**

У статті розглядаються етапи розвитку та формування інформаційних систем. Аналізуються і пропонуються шляхи взаємодії інформаційної практики з практикою менеджменту

**Ключові слова:** інформаційні технології, менеджмент, інформаційна революція, модель менеджменту.

The article deals with the stages of the development and formation of information systems. Analyzed and the ways of interaction information practices with practice management

**Keywords:** information technology, management, the information revolution, the model management

УДК 004.94

**С. І. ШАПОВАЛОВА**, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ;

**І. Я. СКОРСЬКА**, магістрант, НТУУ «КПІ», Київ

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ WEB-СИСТЕМИ НА ОСНОВІ SPA-АРХІТЕКТУРИ**

Проведено дослідження моделей представлення Web-систем та структури організації модулів в архітектурі Single Page Application. Запропоновано оптимізацію моделі з точки зору масштабування та тестування при умові використання сучасних архітектурних патернів

**Ключові слова:** single page application (SPA), KnockoutJS, Web-застосунок, патерн, модель, модуль, архітектура Web-затосунків..

### **Вступ**

З розвитком техніки та Інтернет-технологій стало можливим використання мережі Інтернет з будь-якої точки світу. Моделі Web-систем еволюціонували від моделей з повною перезагрузкою сторінки до моделі Single Page Application (запропонованої Стівом Єном в 2005 році).

Існуючі архітектурні рішення надають можливість створення інтерактивного дизайну,

приховування затримок мережі та зменшення часу відгуку. Проте сучасні архітектури не дозволяють розробникам та дизайнерам працювати паралельно, що уповільнює процес розробки Web-застосунку. Тому масштабування є трудомістким та затратним по часу процесом і задача оптимізації архітектури Web-систем для скорочення часу їх розробки, тестування та модифікації являється актуальною.

### Мета роботи

Метою роботи являється оптимізація моделі Web-системи на основі SPA-архітектури за рахунок прискорення часу завантаження сторінки і зменшення ресурсоемності її розробки.

### Аналіз останніх досліджень

Проводячи дослідження моделей Web-систем, можна виділити декілька умовних етапів еволюції, а саме:

- Модель повної зворотної передачі сторінки [1].
- Модель часткового перезавантаження сторінки [2].
- Модель Single Page Application [3].

В даній роботі на основі аналізу архітектур було виділено основні характеристики та їх значення для різних моделей (табл. 1).

Таблиця 1 - Порівняння моделей представлення Web-систем

Характеристики	Моделі		
	Повне завантаження сторінки	Часткове завантаження сторінки	SPA
Індексація пошуковими системами	+	-	-
Збереження історії переходу між сторінками	+	-	+
Трафік	великий	середній	малий
Розмір файлу сторінки	малий	малий	великий
Краще пристосована для Mobile Web	-	+-	+
Складності дизайну	-	-	+
Час відгуку на запити користувача	повільно	швидко	швидко
Зручність роботи користувача	-	+-	+

Порівнюючи моделі представлення Web-систем, можна зробити висновок, що сучасні Web-застосунки більшою мірою орієнтовані на мобільні пристрої, основною проблемою яких є повільне з'єднання з мережею Інтернет. Завдяки архітектурі SPA, зменшується навантаження трафіку між клієнтом та сервером за рахунок перенесення деякої логіки на клієнт, проте залишається проблема структуризації коду на клієнті.

### Архітектура Single Page Application

Модель Single Page Applications орієнтована на створення інтерактивної Web-сторінки, що не перезавантажується під час сеансу роботи додатка. Вся взаємодія користувача та зміни стану додатка обробляються в контексті одного Web-документа. Архітектура SPA-застосунку є модульною [4]. Модульна архітектура складається з наступних компонентів представлених на рис. 1:



Рис. 1 - Компоненти SPA-застосунку

1) Базова бібліотека - це основа, на якій будується додаток.

2) Модулі. Модуль є незалежною одиницею функціональності на сторінці, яка складається з бізнес-логіки й певних елементів інтерфейсу



3) "Пісочниця". "Пісочниця" повинна надавати API для найбільш частих дій, які може виконувати модуль. У число цих дій входять наступні: взаємодія з іншими модулями, створення запитів Ajax, приєднання і від'єднання обробників подій.

4) Ядро. Ядро керує життєвим циклом модуля (запуск і зупинка), взаємодією між модулями та обробкою помилок.

Головними складовими модуля є бізнес-логіка та елементи інтерфейсу. На сьогоднішній день в модулі SPA-застосунку використовується бібліотека jQuery, яка фокусується на взаємодії JavaScript та HTML. Бібліотека jQuery допомагає легко отримувати доступ, звертатися до атрибутів і вмісту елементів DOM, маніпулювати ними, а також надає зручний API по роботі з AJAX.

Переваги:

- кросбраузерність;
- вичерпна документованість;
- відносна легкість у використанні.

Недоліки:

- з ростом розміру застосунку складно підтримувати код;
- неможливо створити тести в програмному коді.

### Використання KnockoutJS

В даній роботі в модулі архітектури SPA-застосунку запропоновано використати бібліотеку KnockoutJS. Це дозволяє створювати складні для користувача інтерфейси і при цьому залишає код розширюваним та читабельним. Основне завдання - автоматичне оновлення інтерфейсу при змінні властивості в JavaScript моделі.

На рис. 2 зображена архітектура SPA-застосунку з використанням бібліотеки KnockoutJS, яка реалізує патерн MVVM, що складається з наступних компонентів.

Model – являє собою фундаментальні дані, необхідні для роботи програми;

View - відображення моделі;

ViewModel - посередник між

View і Model. Включає в себе Model і команди, які може використовувати View не впливаючи безпосередньо на саму модель.

Таким чином, перевагами використання бібліотеки KnockoutJS в SPA-архітектурі є:

- відстеження залежностей - автоматично оновлює потрібні частини інтерфейсу, коли дані в моделі змінюються;

- декларативне зв'язування - простий і зрозумілий спосіб прив'язки (binding) певних частин інтерфейсу до моделі;

- кросбраузерність;

- вичерпна документованість.

Недолік:

- складність розробки дизайну.

### Результати дослідження

Дослідження встановленої в стандартній SPA-архітектурі бібліотеки JQuery та запропонованої в даній роботі бібліотеки KnockoutJS проводились за наступними критеріями: кількість операцій необхідних для внесення модифікацій, час завантаження. Також виділені наступні властивості моделей: можливість автоматичного тестування

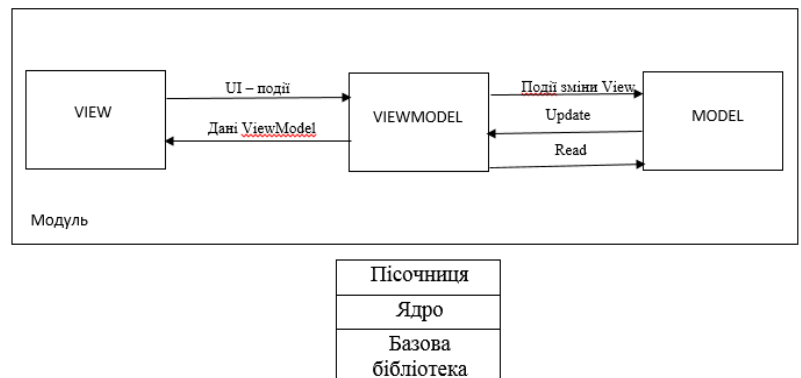


Рис. 2 - SPA-архітектура з використанням KnockoutJS

застосунку та можливість паралельної роботи дизайнера та програміста на етапі розробки Web-застосунку.

В якості завдання обчислювального експерименту була розроблена задача вилучення інформації щодо всіх існуючих парадигм програмування з бази знань вільного доступу Freebase.

Для модифікації SPA-застосунку з використанням бібліотеки JQuery необхідно провести наступні операції: створити розмітку, додати в розмітку клас, по якому буде здійснюватися зв'язування, створити функцію, яка буде відповідати за отримання даних з сервера та реалізувати зв'язування елемента DOM з отриманими даними.

Для модифікації SPA-застосунку з використанням бібліотеки KnockoutJS необхідно створити розмітку, додати атрибут зв'язування (binding) в розмітку та додати в модель сторінки функцію для отримання даних, які потрібно відобразити на сторінці.

Швидкість завантаження сторінки виміряна за допомогою онлайн сервісу PR-CY. В табл. 2 зведені результати дослідження SPA-архітектур.

Таблиця 2 - Результати дослідження SPA-архітектур

Архітектури Хар-ки	Single Page Application з використанням JQuery	Single Page Application з використанням KnockoutJS
Кількість операцій, необхідних для внесення модифікацій	4	3
Швидкість завантаження сторінки(при першому завантаженні)	10с	7с
Можливість автоматичного тестування застосунку	-	+
Можливість паралельної роботи дизайнера та програміста	-	+

Використання бібліотеки KnockoutJS в модулі SPA, що реалізує патерн MVVM, дозволяє структурувати клієнтську логіку та відділити її від інтерфейсу. В результаті абстрактного розділення компонентів стає можливим написання тестів, а структурована бізнес-логіка дозволяє легко вносити зміни.

Запропонована оптимізація моделі Web-застосунку на основі SPA-архітектури була апробована при створенні Web-системи моніторингу характеристик метеоумов на території розташування АЕС.

### Висновки

1. Проведено дослідження моделей Web-систем. Виділено недоліки існуючих моделей та шляхи удосконалення.

2. Обґрунтовано вибір бібліотеки KnockoutJS для оптимізації архітектури SPA-застосунку.

3. Створено програмне забезпечення, що дозволяє дослідити використання бібліотек JQuery та KnockoutJS в модулі SPA-архітектури.

4. Проведені випробування архітектури на основі обчислювального експерименту. Доведено легкість масштабування та тестування SPA-архітектури з використанням бібліотеки KnockoutJS.

**Список літератури:** 1. *Эспозито Д.* На переднем крае одностраничный интерфейс и шаблоны AJAX [Электронный ресурс] : информация / «MSDN Magazine». – Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/magazine/cc507641.aspx#S2>. 2. *Osmani A.* Learning JavaScript DesignPatterns. A. Osmani // O'Reilly Media, Inc. — 2012. — P. 221. 3. *Bibeault B.* jQuery in Action, Second Edition. B. Bibeault , Y. Katz // O'Reilly Media, Inc. — 2010. — P. 488. 4. *Фримен Э.* Паттерны проектирования [Текст] / Э. Фримен. – Питер, 2011 – С. 656

Надійшла до редколегії 20.12.2012

**Оптимізація моделі представлення WEB-системи на основі SPA-архітектури/ С. І. Шаповалова, І. Я. Скорська// Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 71-75. – Бібліогр.: 4 назв.**

Проведено исследование моделей представления Web-систем и структуры организации модулей в архитектуре Single Page Application. Предложено оптимизацию модели с точки зрения масштабирования и тестирования, при условии использования современных архитектурных паттернов.

**Ключевые слова:** single page application (SPA), KnockoutJS, Web-затосунок, паттерн, модель, модуль, архітектура Web-приложений.

Presentation models of Web-systems and structure organization of modules in architecture of Single Page Application. Suggested optimum model in terms of scale and testing, provided the use of modern architectural patterns.

**Keywords:** single page application (SPA), KnockoutJS, Web-application, pattern, model, module, architecture of web-application.

### УДК 005.8:331.101.3

**Н. П. ТУБАЛЬЦЕВА**, аспірант, Національний університет кораблебудування, Миколаїв

### **ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТІ В РАЗРОБЦІ МОТИВАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОЕКТУ РОЗВИТКУ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

В статті пропонується використовувати принцип системності для розробці мотиваційної моделі для проекту розвитку проектно-орієнтованого підприємства.

**Ключові слова:** мотивація, принцип системності, підсистема.

#### **Вступ**

Початок ХХІ ст. характеризується глибоким впливом науково-технічного прогресу на розвиток промислового виробництва, що зумовлює корінні зміни в співвідношенні основних і високотехнологічних галузей. Спільні і форми організації виробництва і соціуму перестають бути стабільними. Таки зміни в співвідношенні старого і нового впливають на звички, переконання і самосприйняття мільйонів людей. Ніколи в попередній історії так радикально і за такий короткий час це співвідношення не змінювалось. Під впливом взаємодії зовнішніх і внутрішніх чинників система мотивації працівника поступово змінюється і формуються нові управлінські рішення відповідно ситуації, що складається.

#### **Постановка проблеми**

Для розробки і реалізації сучасних ефективних інвестиційних і інноваційних проектів необхідно розробити таку економічну модель підприємства, яка дозволяє:

- дати узагальнююче збалансоване відображення існуючих взаємозв'язків підвищення якості продукції і дії механізму мотивації з урахуванням ситуаційних змін;
- встановити єдність між кількісними елементами мотиваційної моделі і якісними елементами довгострокового планування і прогнозування;
- розробити таку мотиваційну модель яка може бути застосована на практиці будь-яким підприємством при незначних витратах праці.

#### **Аналіз останніх досліджень**

В основі практичних мотиваційних систем лежать класичні мотиваційні теорії – теорія потреб Маслоу, двохфакторна теорія Герцберга, «досягнення-вклад» МакКлелланда, теорія очікувань Врума, теорія справедливості Адамса, «ХУ—теорія» МакГрегора, теорія «Z» В.Оучі.

Дана проблема досліджується також у роботах російських авторів Є.Белякова, А.Р.Данієлова, О.К.Комарова, В.В.Радаєва.

Проблема формування мотиваційного механізму, адекватного розвитку ринкової

економіки України, досліджується в роботах вітчизняних вчених: А. А. Амоші, Г. АДмитренко, В. Д.Лагутіна, П. С.Маковєєва, В. В.Степанова.

### **Мета статі**

Метою статті є обґрунтування принципу системності для розробки мотиваційної моделі для проекту розвитку проектно-орієнтованого підприємства.

### **Виклад основного матеріалу**

Реалізація проекту ефективного економічного розвитку підприємства неможлива без науково обґрунтованих мотиваційних заходів. Сьогодні, коли фінансові можливості підприємств обмежені, необхідно обґрунтовано і комплексно підходити до питань мотивації, так як мотивація в сучасних умовах поряд з матеріальними можливостями є одним з факторів виробництва. Для проекту розвитку підприємства ми пропонуємо використовувати принцип системності для розробки загальної мотиваційної моделі. На основі принципу системності підприємство необхідно поділити на три тісно взаємопов'язаних між собою підсистеми:

- виробнича підсистема;
- структурно-організаційна;
- підсистема ефективності.

Оскільки невід'ємною частиною всіх підсистем являється чоловік, то мотивацію слід досліджувати на трьох рівнях: технологічному, управлінському та соціальному. Всі процеси, що відбуваються на підприємстві, включають в себе ці три аспекти: соціальний, оскільки в ньому беруть участь індивіди; управлінський, так як будь процес прямо або побічно регулюється виходячи з місії підприємства; технологічний, оскільки всі процеси перетворення вихідного матеріалу в реальну продукцію пов'язані з використанням знань і навичок робітників.

Виробнича підсистема має першорядне значення в силу того, що якість і обсяг продукції, а також рівень витрат підприємства впливає на характер здійснюваних ним у процесі відтворення функцій. У зв'язку з цим, організація і структура управління підприємства визначаються в першу чергу технологією виробництва продукції. Програма виробництва продукції підрозділяється на ряд часткових підпрограм, для виконання яких необхідні різні підрозділи підприємства. Виконання виробничого технологічного процесу здійснюється колективами з великою кількістю робітників однакового рівня розвитку і освіти. Для рядових робітників, які приймають участь в виробленні продукції, більш ефективні методи матеріального стимулювання праці. Вони включають основну і додаткову заробітну плату, премії, подарунки, оплату медичних послуг, знижки на придбання продукції підприємства, оплату відпустки. Також мають значення цільові методи мотивації, які включають систему обґрунтованих санкцій, що дозволяє коригувати трудову поведінку робітників.

Ефективна господарська діяльність залежить від мотивів трудової діяльності конкретних виконавців. Мотиви виробничої діяльності відіграють велику роль у системі чинників детермінації економічної поведінки. Без знання мотивів господарської діяльності, особливостей мотиваційних процесів у виробничих колективах не можна досягти високих виробничих показників. Але орієнтація на результат завжди явно або неявно співвідноситься з кількістю і якістю витрат. Так, академік російської Академії наук Заславська Т.І. по співвідношенню витрат і результатів та гарантованості доходу виділяє наступні типи економічної поведінки.

По-перше, поведінка за формулою «максимум доходу ціною максимуму праці». Вона характеризується максимізацією зусиль, витрат, вкладень і відповідними розмірами очікуваної вигоди, але в той же час певною мірою ризиком і можливим збитком.

По-друге, поведінка яка відповідає формулам: «гарантований дохід оплачуваного мінімуму праці» або «мінімум доходу при мінімумі праці». Подібний тип виключає

інновації і мінімізує ризик при здобутті результату, жорстко обмежує розміри доходу, що гарантуються.

Можливі і інші різновиди економічної поведінки. Так, В Магун, використовуючи факторний аналіз для виявлення характеристик для людей і поєднань різних цінностей, зробив висновок про те, що найбільш поширені зворотні співвідношення між очікуванням високого заробітку і готовністю до трудової самовіддачі. В даному випадку поведінка орієнтована на формулу «максимум доходу ціною мінімуму праці» [3, с.38].

Але для ефективного управління персоналом не так важливі індивідуальні структури мотивації правників (що, швидше є предметом дослідження психологів і соціологів), як дослідження колективних очікувань відносно господарської діяльності, яка здійснюється, а також врахування мотивів суб'єктів господарювання в певній економічній категорії. В цьому аспекті господарська діяльність, яка здійснюється, може розглядатися, як обов'язкова умова реалізації економічних інтересів суб'єктів господарювання, реалізації їх колективних очікувань.

Структурно-організаційна підсистема.

Організаційна структура підприємства за своєю суттю відповідає вимогам раціонального розподілу праці і включає науково-технічну підготовку виробництва та управління підприємства в цілому.

Удосконалення продукції ставить перед підприємством завдання, які повинні бути відповідним чином класифіковані і зведені до виконавців. І здійснити це тим ефективніше, чим більше організаційна структура підприємства відповідає виробничій підсистемі. Працівники, які задіяні на різних рівнях управління, вирізняються серед інших категорій працівників високим рівнем освіти та інтелектуального розвитку. Для них характерне аналітичне мислення, почуття власної гідності, самостійність і незалежність. Система мотивації для таких робітників має специфічні особливості:

- використання великої кількості матеріальних і нематеріальних, організаційних і психологічних стимулів, орієнтованих на задоволення потреб вищого рівня;
- надання процесу стимулювання мотивації постійного характеру, а не одиничної тимчасової кампанії.

Для керівників вищої і середньої ланки більш актуальні методи матеріального і нематеріального стимулювання. Для збалансованості різних рівнів управління на підприємстві необхідно розробити систему мотивації, яка пристосована як до функціональних обов'язків керованого підрозділу, так і до психології конкретного керівника.

Підсистема ефективності.

Підсистема ефективності торкається проблеми вибору критеріїв оцінки якості продукції, діяльності окремих виробничих сфер підприємства, а також важливе значення має система мотивації як загальна, так і конкретно по підрозділам підприємства.

У відповідності з принципом розподілу планових завдань кожен працівник повинен точно знати, яким чином він може впливати на ефективність підсистеми, а тим самим сприяти зростанню ефективності підприємства в цілому. У цьому сенсі у зведеному звіті результатів підприємства відбувається взаємоув'язка показників ефективності функціонування підсистем і критеріїв оцінки діючої на підприємстві системи мотивації.

З усвідомленням ролі людського фактора для розвитку суспільства і науково-технічної революції, методи мотивації стали більш різноманітними, поряд з матеріальними стимулами невпинно зростає роль нематеріальних стимулів – соціальних, моральних, творчих, соціально-психологічних. Набувають поширення теорії трудової мотивації інноваційного типу, які будуються на базі змістовних і процесуальних теорій, концепції людського капіталу. Вони одержали назви теорій «якості трудового життя», «збагачення змісту праці», «гуманізації праці», «теорії людських відносин», «теорії

співучасті працівників». Їх головна відмінність від попередніх «теорій людських відносин» -- у спрямованості на реалізацію творчого та освітнього потенціалу працівника, надання можливостей щодо більшої автономії у праці, участі в управлінні виробництвом, можливості самовираження як особистості, зміни професійного, отже слідом і соціального статусу. Стан коли прагнення до результативних творчих досягнень виходить від самого працівника (тобто само мотивація), а не від «зовнішнього збудника» (наприклад, грошова премія) визнається більш ефективним методом підвищення віддачі праці фахівців. Останнім часом чітко окреслюється тенденція наряду з грошовими методами системне використання нефінансових винагород, таких як:

- збагачення змісту праці;
- участь в управлінні, в прийнятті рішень;
- задоволеність роботою;
- задоволеність оточенням, співробітниками;
- зростання кар'єри; статусу;
- можливість впливу на організаційні ситуації;
- можливість самореалізації і самовираження;
- можливість подальшого навчання;
- гнучкий графік роботи для жінок;
- винагороди, пов'язані зі зміною робочого міста (надання окремого кабінету);
- покращення умов праці (надання секретаря або помічника, надання додаткового офісного устаткування, автомобіля)
- можливість вибору з деякої кількості пропозицій-винагород саме такої, в якій він максимально зацікавлений в даний момент часу.

У зв'язку з цим, заслуговує уваги досвід проектно-орієнтованого підприємства з виробництва газових турбін ДП НВКГ «Зоря-Машпроект» м.Миколаєва. На підприємстві розроблено і використовується декілька проектів в тому числі з управління мотивації. Основним недоліком цього проекту є те, що управління ним здійснюється з неповним обліком параметрів виробничої підсистеми, виконуються в основному функції контролю без можливості впливати на хід виконання проекту на фазі конкретного виробництва продукції. В той же час, життя впливає на зовнішні і внутрішні чинники виробництва, тому ми пропонуємо доповнити існуючий проект з мотивації праці усім комплексом систем мотиваційних факторів, з урахуванням нематеріальних методів стимулювання праці.

На рис. представлено зв'язок систем мотивації з виробничою та структурно-організаційною підсистемами, а також пояснення до структури підсистеми ефективності. Запропонований підхід дозволить забезпечити участь усіх факторів, які впливають на ефективність виробничого процесу, а також гнучкість в управлінні проектом.

### Висновки

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що спостерігається переоцінка цінностей, зміна рушійних мотивів і стимулів людської праці, що робить закономірним



Рис. - Взаємозв'язок систем мотивації з підсистемами підприємства

розширення методів мотивації. Для подальшого розвитку підприємства особливо важливого значення набуває гнучке корегування систем мотивації для підвищення ефективності праці. Тільки сукупна дія методів стимулювання, з'єднаних в єдине ціле, здатна забезпечити зростання їх загального ефекту до величини, набагато більшої ніж сума ефектів від незалежної дії цих методів. Таким чином, сучасний розвиток потребує проектного підходу до розробки системи мотивації на підприємстві з урахуванням принципу системності.

**Список літератури:** 1. *Вайсман В. О.* Моделі, методи та механізми створення і функціонування проектно-керованої організації: [монографія] / *О. В.Вайсман.* – К.: Наук. Світ, 2009. –146с. 2. *Касьяненко В. О.* Моделювання та прогнозування економічних процесів: навчальний посібник / *В. О. Касьяненко, Л. В.Старченко.* Суми: Унів. Книга, 2006. – 185с. 3. *Парсяк В. Н.* Управління персоналом промислових підприємств: мотиваційні впливи: [монографія] / *В. Н.Парсяк, В. Я. Гацура, О. В. Погорелова.* – Миколаєв: еТ,2011. -- 238с.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 005.8:331.101.3

**Принцип системності в розробці мотиваційної моделі для проекту розвитку проектно-орієнтованого підприємства /Тубальцева Н. П. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 75-79. – Бібліогр.: 3назв.**

В статтю пропонується застосувати принцип системності при розробці мотиваційної моделі для проекту розвитку проектно-орієнтованого підприємства. ..

**Ключевые слова:** мотивація, принцип системності, підсистема.

The application of a system principle during the designing of the motivational model for the project of project-orientated enterprise development is proposed in the article.

**Keywords:** motivation, system principle, subsystem.

УДК 004.91:004.8

**О. В. ЗОЛОТУХИН**, м.н.с., ХНУРЕ, Харків

## **НЕЧЕТКАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И НЕЧЕТКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ**

В статье рассматриваются методы нечеткой классификации и нечеткой кластеризации политематических текстовых документов. Рассмотрены возможности и недостатки методов.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, нечеткая классификация, нечеткая кластеризация, политематический текстовый документ.

### **Введение**

Огромные объемы информации, зачастую, приводят к тому, что количество объектов, выдаваемых по запросу пользователя, очень велико. Это затрудняет процесс обзора результатов и поиска наиболее подходящих материалов (статей, отчетов, др.) из множества предложенных. В большинстве случаев огромные объемы информации доступны для восприятия, если при этом источники информации разбиты (например, web-страницы) на тематические группы. Стоит учесть, что в небольшом фрагменте текста может содержаться весьма ценная информация, и отнесение к соответствующему классу нельзя игнорировать, а близко расположенные классы могут пересекаться и/или сливаться. Поэтому желательно учесть принадлежность анализируемого документа к каждому из потенциально интересующих пользователя классов. Тогда пользователь может отбрасывать множества документов из мало-релевантных групп. Такой процесс группировки текстовых данных может осуществляться с помощью нечеткой кластеризации или нечеткой классификации корпуса текстов. Стоит отметить, что значительное количество информации, представленное в виде текстовых документов, используется как в корпоративном сегменте [1], так и в сети Интернет. Стремительное

© О. В. ЗОЛОТУХИН, 2012

развитие Интернет и Web-технологий обусловили возможность широкого доступа пользователей к различного рода текстовым документам в режиме последовательной обработки. Однако, одновременно возникли и новые проблемы, среди которых наиболее острой является информационная перегруженность и, как следствие, необходимость классификации последовательно поступающих Web-документов в режиме реального времени. Для решения таких задач в настоящее время в рамках научных исследований в области искусственного интеллекта активно разрабатываются методы и алгоритмы построения систем интеллектуальной обработки текстовой информации [2, 3].

На сегодняшний день существует множество методик Text Mining, осуществляющих группирование документов. Некоторые из этих методик уже реализованы в рабочих поисковых системах. В данной статье предложено описание и сравнение некоторых из известных методов.

### **Цель работы**

Целью работы является описание алгоритмов нечеткой классификации и нечеткой кластеризации, которые основаны на искусственных нейронных сетях, для политематических текстовых документов.

### **Нечеткая кластеризация**

Кластеризация – это объединение объектов в группы (кластеры) на основе схожести признаков для объектов одной группы и отличий между группами[4]. Большинство алгоритмов кластеризации не опираются на традиционные для статистических методов допущения; они могут использоваться в условиях почти полного отсутствия информации о законах распределения данных. Кластеризацию проводят для объектов с количественными (числовыми), качественными или смешанными признаками. Исходной информацией для

кластеризации является матрица наблюдений:  $x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & & & \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$ , каждая строчка которой

представляет собой значения  $n$  признаков одного из  $m$  объектов кластеризации.

Задача кластеризации состоит в разбиении объектов из  $X$  на несколько подмножеств (кластеров), в которых объекты более схожи между собой, чем с объектами из других кластеров. В метрическом пространстве "схожесть" обычно определяют через расстояние. Расстояние можно рассчитывать как между исходными объектами (строчками матрицы  $x$ ), так и от этих объектов к прототипу кластеров. Обычно координаты прототипов заранее неизвестны - они находятся одновременно с разбиением данных на кластеры.

Нечеткие методы кластеризации позволяют одному и тому же объекту принадлежать одновременно нескольким (или даже всем) кластерам, но с различной степенью. Нечеткая кластеризация во многих ситуациях более "естественна", чем четкая, например, для объектов, расположенных на границе кластеров. Методы кластеризации также классифицируются по принципу, определено ли количество кластеров заранее или нет. В последнем случае количество кластеров определяется в ходе выполнения алгоритма на основе распределения исходных данных.

У методов нечеткой кластеризации есть недостатки, такие как: низкая скорость выполнения алгоритма; высокую чувствительность к выбросам; проблемы, связанные со сложностью построения алгоритма и длительностью обучения, работа алгоритма в пакетном режиме.

### **Нечеткая классификация**

Классификация — это отнесение документа к определенному классу с заранее известными признаками, полученными на этапе обучения. Объединение документов или их упорядочивание в одну группу, которая в дальнейшем может рассматриваться и



использоваться как единая сущность. Сами группировки могут определяться заранее либо формироваться алгоритмически.

Классические методы распознавания образов для этой задачи малоэффективны, поскольку их использование связано с гипотезой компактности и линейной делимости классов. Для построения нелинейной разделяющей гиперповерхности между разными классами текстовых документов с успехом могут быть использованы искусственные нейронные сети, при этом предпочтение отдается структурам, обучение которых может производиться в on-line режиме, когда тексты на обработку поступают последовательно один за другим. Задача существенно усложняется, когда один и тот же документ с различными уровнями принадлежности может одновременно относиться сразу к нескольким классам. В данной ситуации наиболее эффективными представляются методы нечеткой (fuzzy) классификации [5], предназначенные для обработки данных, однозначная классификация которых в принципе невозможна.

Предлагается использовать искусственную нейронную сеть обучаемого векторного квантования (LVQ), у которой однослойная архитектура и настройка семантических весов которой производится в режиме обучения с учителем с элементами конкуренции по типу «победитель получает все». Основными преимуществами этой сети по сравнению с другими является простота архитектуры, незначительное количество входящих в нее нейронов, малый объем обучающей выборки и возможность on-line обучения, что крайне важно в задачах обработки текстовых документов. Для решения задач нечеткой классификации в условиях пересекающихся классов был введен целый ряд модификаций LVQ-систем. Предложено нечеткое обучаемое векторное квантование FLVQ, представляющее собой, по сути, гибрид метода нечетких C-средних и LVQ-сетей и предназначенное для работы только в пакетном режиме. Предложены нечеткие алгоритмы обучаемого векторного квантования (FALVQ), в которых с каждым вектором-прототипом класса связывается та или иная функция принадлежности, определяющая подобие каждого прототипа с предъявляемым вектором-образом. Можно отметить громоздкость этого подхода и субъективизм при выборе конкретной функции принадлежности; нечеткое мягкое векторное квантование (FSLVQ), основанное на использовании мягкой конкуренции, ядерных функций соседства-принадлежности и пакетной обработки данных. Весьма перспективным является подход, который представляет собой гибрид нейронных сетей адаптивного резонанса (ART) и обучаемого векторного квантования. Данная система предназначена для работы в on-line режиме, однако весьма громоздка с вычислительной точки зрения. Предлагается использовать для задачи нечеткой классификации политематических текстовых документов адаптивное нечеткое обучаемое векторное квантование (AFLVQ). Сеть содержит два слоя обработки информации, при этом нейроны первого скрытого слоя связаны между собой латеральными связями, с помощью которых реализуются процессы конкуренции. Использование этого алгоритма позволяет устранить многие недостатки, которые присущи методам нечеткой классификации. Алгоритм адаптивного нечеткого обучаемого векторного квантования имеет значительные преимущества перед иными классификаторами.

### **Выводы**

В работе обзорно рассмотрены методы нечеткой (fuzzy) классификации и нечеткой (fuzzy) кластеризации на основе искусственной нейронной сети для политематических текстовых документов.

**Список литературы:** 1. *Feldman, R.* The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data [Текст] / *R. Feldman, J. Sanger.* – Cambridge University Press, 2007. – 410 p. 2. *Люгер Дж.* Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. - 864 с. 3. *Berners-Lee, T.* The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities [Текст] / *T. Berners-*

Lee, J. Hendler, O. Lassila // Scientific American Magazine. – 2001. – Vol. 284, Part 5. – P 28–37. 4. Кириченко К. М. Обзор методов кластеризации текстовой информации [Электронный ресурс] / К. М. Кириченко, М. Б. Герасимов – Электрон. текст. дан. – 2001. – Режим доступа: [http://www.dialog-21.ru/Archive/2001/volume2/2\\_26.htm](http://www.dialog-21.ru/Archive/2001/volume2/2_26.htm). 5. Bezdek J. C., Keller J., Krishnapuram R., Pal N. R. Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing.–N.Y.: Springer Science + Business Media, Inc., 2005.–776 p.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

**УДК 004.91:004.8**

**Нечеткая кластеризация и нечеткая классификация политематических текстовых документов/ Золотухин О. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 79-82. – Бібліогр.: 5 назв.**

У статті розглядаються методи нечіткої класифікації та нечіткої кластеризації політематичних текстових документів Розглянуто можливості і недоліки методів .

**Ключові слова:** нейронна мережа, нечітка класифікація, нечітка кластеризація, політематичний текстовий документ.

In the article were discussed methods of fuzzy classification and fuzzy clustering of text documents polythematic. It was also described the capabilities and shortcomings of methods.

**Keywords:** neural network, fuzzy classification, fuzzy clustering, polythematic text document.

**УДК 004.8:681.5.01**

**А. Г. ДУБИНСКИЙ**, канд. техн. наук, зав. каф., Днепропетровская медицинская академия

## **ВЗАИМОСВЯЗИ ПОДЧИНЕНИЯ АГЕНТОВ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ**

Работа посвящена математическому описанию взаимосвязей в мультиагентных системах, когда агенты рассматриваются как системы автоматического управления. Представлены возможности построения отношений главный-подчиненный для создания многоуровневых иерархий агентов.

**Ключевые слова:** агент, мультиагентная система, САУ.

### **Введение**

Концепция агента (интеллектуального агента) была предложена в конце прошлого века в результате исследований в области искусственного интеллекта и целенаправленного поведения, а также разработок подходов к проектированию сложных информационных систем. Детальное описание основных вех развития теории агентов, подходов и инструментов создания агентно-ориентированных приложений дано в [1, 2].

В последние годы основным направлением развития теории агентных систем стало моделирование кооперативного поведения [3, 4]. Особый интерес к этим моделям обусловлен актуальностью технологий децентрализованного управления, важность которых подчеркивается современной идеологией использования сетевых структур в сетевом мире. Однако, помимо кооперативного и конкурентного взаимодействия, огромную важность для адекватного моделирования сложных систем имеют отношения управления, в том числе мягкого и скрытого.

Для моделирования многоагентных систем успешно применяется различный математический аппарат: логико-алгебраические модели, теория графов, сети Петри и др. Данная работа посвящена описанию межагентного взаимодействия на основе базовых понятий теории автоматического управления.

### **Агент как система автоматического управления**

Существует множество определений понятия агент. Остановимся на определении из [5], по которому автономный агент – это система, существующая в пределах и как часть некоторой среды, способная воспринимать эту среду и воздействовать на нее на протяжении какого-то времени, действуя целеустремленно, согласно собственному списку

© А. Г. ДУБИНСКИЙ, 2012

основных заданий для достижения целей в будущем.

Перечислим имманентные подсистемы – атрибуты агента:

1. набор целей;
2. рецепторы – механизмы восприятия состояния внешней среды и его отражения на внутреннее состояние агента;
3. эффекторы – совокупность механизмов осуществляющих воздействие на внешнюю среду;
4. подсистема формирования реакции, управляющая эффекторами на основе целей и состояния агента.

Агент есть часть среды, но мы всегда можем его из этой среды выделить и рассматривать как отдельную сущность. Разделим среду на две непересекающиеся части: агент и внешняя среда. Представим это как автоматическую систему управления с обратной связью (рис.), где агент есть устройство управления, а внешняя среда – объект управления.

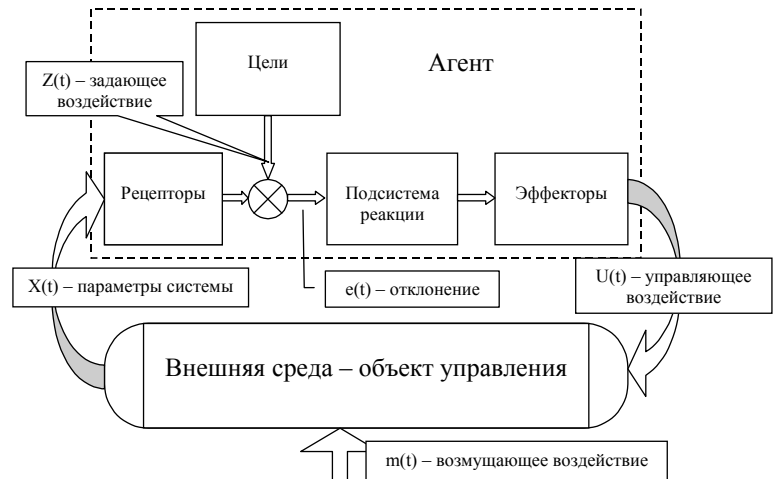


Рис. - Агент как управляющее устройство системы управления

Состояние внешней среды можно описать неким вектором  $\mathbf{X}(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t)\}$ ,

размерности  $N$ . Рецепторы агента воспринимают состояние среды и преобразуют его во внутреннее представление агента:  $\mathbf{X}_{in}(t) = \mathbf{R}(\mathbf{X}(t))$ , где  $\mathbf{R} = \mathbf{R}(t)$  – некоторый оператор. Внешняя среда может быть наблюдаема не по всем координатам; размерность  $N_{in}(\mathbf{X}_{in})$  обычно меньше  $N$ .

Наибольший интерес представляет случай с возможностью разделения рецепторов, когда оператор  $\mathbf{R}$  линейный, а его матрица – блочно-диагональная. В простейшем случае можно установить взаимно однозначное соответствие между значениями каждой компоненты  $\mathbf{X}_{in}$  и одной из компонент  $\mathbf{X}$ , независимое от значений других компонент:

$\mathbf{R} = \{R_i\}; X_i^{in} = R_i(X_j); i = \overline{1..N_{in}}; j \in [1; N]$ , т. е. каждый рецептор  $R_i$  есть функция одной переменной. Тогда в каждой строке прямоугольной матрицы оператора  $\mathbf{R}$  будет лишь один ненулевой элемент  $R_i(X_j)$ .

Положим, что все цели агента могут быть выражены в виде вектора с определенными значениями компонент. Воспринимаемое рецепторами состояние среды сравнивается с задающим воздействием – с вектором целей  $\mathbf{Z}(t) = \{z_1(t), z_2(t), \dots, z_K(t)\}$ . Компоненты, значения которых не заданы, не включены в вектор целей. Набор заданных компонент вектора может изменяться. Вектор отклонения формируется как разность задающего воздействия  $\mathbf{Z}(t)$  и проекции  $\mathbf{x}_{in}(t)$  на него:  $\boldsymbol{\varepsilon}(t) = \mathbf{Z}(t) - (\mathbf{X}_{in}(t))_{\mathbf{Z}(t)}$ , размерность равна размерности  $\mathbf{Z}(t)$ . На основании  $\boldsymbol{\varepsilon}(t)$  подсистема реакции (собственно устройство управления) формирует вектор управления  $\mathbf{U}_{in}(t) = \mathbf{I}(\boldsymbol{\varepsilon}(t))$ , который преобразуется эффекторами в управляющее воздействие  $\mathbf{U}(t) = \mathbf{E}(\mathbf{U}_{in}(t))$ , где  $\mathbf{I} = \mathbf{I}(t)$  и  $\mathbf{E} = \mathbf{E}(t)$  – некоторые операторы.

Таким образом, состояние агента определяется тройкой векторов:  $\langle \mathbf{X}_{in}, \mathbf{Z}, \mathbf{U}_{in} \rangle$ . В общем случае размерности этих векторов независимы, однако не превосходят  $N$ . Наборы

компонент этих векторов могут не совпадать. Состояние всей среды определяется состоянием агента  $\langle \mathbf{X}_{in}, \mathbf{Z}, \mathbf{U}_{in} \rangle$  и состоянием внешней среды  $\mathbf{X}$ .

Адаптация агента к внешней среде (системе управления) может осуществляться путем изменения одного или нескольких операторов:  $\mathbf{R}, \mathbf{I}, \mathbf{E}$ . Изменение  $\mathbf{I}$  при постоянных  $\mathbf{R}$  и  $\mathbf{E}$  соответствует обучающимся, интеллектуальным агентам. Адаптация при постоянном  $\mathbf{I}$  с изменением  $\mathbf{R}$  и  $\mathbf{E}$  путем замены воспринимаемых и управляемых параметров состояния внешней среды, приписанных к разным локациям (т.е. перемещение рецепторов и эффекторов агента) соответствует мобильным агентам.

### Многоагентные системы.

Рассмотрим сначала систему, в которой агенты взаимодействуют между собой не напрямую, а лишь через объект управления. Здесь возмущающее воздействие,  $\mathbf{m}(t)$  для  $i$ -агента есть  $\mathbf{m}(t) = \mathbf{m}_0(t) + \sum_{i \neq j} \mathbf{U}_j(t)$ , где  $\mathbf{m}_0(t)$  – собственно возмущающее воздействие;  $\mathbf{U}_j(t)$  – управляющее воздействие  $j$ -агента. Непосредственное воздействие  $j$ -агента может быть обнаружено  $i$ -агентом только если параметры  $\mathbf{U}_j(t)$  наблюдаемы. Тогда отношение наблюдаемости можно описать матрицей  $\mathbf{F}$ :  $\mathbf{F}_{ij} = \mathbf{R}_i(\mathbf{U}_j(t)) \neq 0$  или ориентированным графом, вершинами которого являются агенты, а каждой дуге приписан соответствующий вектор  $\mathbf{F}_{ij}$ . Другой способ состоит в задании ориентированного мультиграфа, дугам которого приписаны соответствующие параметры системы  $x_m$ , входящие как в выражение  $\mathbf{R}$  для  $i$ -агента, так и в выражение  $\mathbf{E}$  для  $j$ -агента.

В мультиагентной системе между агентами могут быть установлены непосредственные связи, которые могут задавать такие типы отношений: кооперативное; конкурентное; отношение главный–подчиненный.

Рассмотрим осуществление связи между агентами без соблюдения инкапсуляции, когда один агент может получать непосредственный доступ к свойствам другого. То есть некоторые параметры  $\mathbf{X}^i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_N^i\}$  внешней среды  $i$ -агента могут совпадать с одним из компонент состояния  $j$ -агента  $\langle \mathbf{X}_{in}^j, \mathbf{Z}^j, \mathbf{U}_{in}^j \rangle$ , где совпадающий параметр является либо наблюдаемым – т. е. воспринимается рецептором  $\mathbf{R}^i$ , либо управляемым – т. е. входит в вектор  $\mathbf{U}^i$  эффектора  $\mathbf{E}^i$ . С учетом вектора отклонения возможны восемь вариантов такого доступа – комбинации  $(\mathbf{R}^i \text{ или } \mathbf{E}^i) \times \langle \mathbf{X}_{in}^j, \mathbf{Z}^j, \mathbf{\varepsilon}^j, \mathbf{U}_{in}^j \rangle$ , которые представлены в табл.

Таблица - Возможности доступа к свойствам другого агента

	$\mathbf{R}^i$ – поток (сбор) информации	$\mathbf{E}^i$ – поток управления (действия)
$\mathbf{X}_{in}^j$	о внешней среде	дополнение информации о среде или ее фальсификация
$\mathbf{Z}^j$	о целях агента	дополнение или подмена целей
$\mathbf{\varepsilon}^j$	об эффективности управления	искажение величины ошибки
$\mathbf{U}_{in}^j$	об управлении	дополнение или подмена управления

Так, когда  $\mathbf{R}^i$  получает доступ к  $\mathbf{X}_{in}^j$  и каждая компонента  $\mathbf{X}_{in}^j$  зависит от нескольких различных параметров внешней среды  $\mathbf{X}^j$ ,  $i$ -агент получает посредством  $j$ -агента доступ к большому количеству параметров среды через результаты обработки этих параметров, выполненные оператором  $\mathbf{R}^j$ . То есть  $j$ -агент выполняет сжатие (с потерями) информации о среде для  $i$ -агента.

Когда  $E^i$  воздействует на  $Z^j$  происходит корректировка целей  $j$ -агента, согласно целям  $i$ -агента. То есть  $j$ -агент будет выполнять управление для  $i$ -агента.

Очевидно, что эти варианты связей не являются взаимоисключающими. Пусть  $i$ -агент получает доступ к  $j$ -агенту и рецепторами и эффекторами одновременно. Тогда между ними установлено отношение «главный-подчиненный». Если допустить лишь один вариант доступа для рецепторов и один для эффекторов, то получаем 16 возможных комбинаций. Рассмотрим некоторые из них.

1. 
$$\begin{cases} R^i \leftarrow X_{in}^j \\ E^i \rightarrow Z^j \end{cases}$$
 Главный агент получает от подчиненного информацию о внешней среде и

устанавливает для него цели. Подчиненного агента можно рассматривать здесь как объект управления. В этом случае система «главный агент + подчиненный» будет представлять собой систему управления по возмущению (разомкнутую).

2. 
$$\begin{cases} R^i \leftarrow \varepsilon^j \\ E^i \rightarrow Z^j \end{cases}$$
 Главный агент устанавливает для подчиненного цели и контролирует их

выполнение по отклонению. В этом случае система «главный агент + подчиненный» есть замкнутая система управления.

3. 
$$\begin{cases} R^i \leftarrow U_{in}^j \\ E^i \rightarrow \varepsilon^j \end{cases}$$
 Здесь главный агент изучает подчиненного, подавая стимул –

отклонение и воспринимая его реакцию – управление. Подобное взаимодействие можно использовать для обучения главного агента. Функционирование подчиненного агента здесь нарушено.

4. 
$$\begin{cases} R^i \leftarrow X_{in}^j \\ E^i \rightarrow U_{in}^j \end{cases}$$
 Главный агент включен параллельно подчиненному, и, пользуясь его

рецепторами и эффекторами, корректирует или подменяет управление. Однако обучение подчиненного агента не происходит.

Далее можно перейти к рассмотрению иерархической системы связей между агентами. При этом множество агентов разделяем на подмножества так, чтобы для агентов первого подмножества все их наблюдаемые и управляемые параметры были параметрами внешней среды и не являлись параметрами состояния какого-либо другого агента. Для агентов каждого следующего подмножества все наблюдаемые и управляемые параметры были параметрами состояния какого-либо агента предыдущего множества. Связи агентов можно представить с помощью орграфа.

Из рассмотренных четырех форм воздействия одного агента на другого только первые две допускают эффективное многократное последовательное включение. Объединение этих двух форм позволит описать комбинированную систему автоматического управления:

$$\begin{cases} R^{(i+1)} \leftarrow X_{in}^{(i)} \\ R^{(i+1)} \leftarrow \varepsilon^{(i)} \\ E^{(i+1)} \rightarrow Z^{(i)} \end{cases}, \text{ где } i - \text{ номер уровня в иерархии.}$$

Здесь не обязательно использовать три варианта доступа совместно, можно построить систему так, чтобы иерархии получения информации о внешней среде, декомпозиции и установления целей, и контроля эффективности управления не совпадали.

Возвращаясь к сути понятия агент, отметим целеустремленность агента и наличие целенаправленного поведения. Отсюда следует, что при построении сложных многоуровневых иерархических систем можно пользоваться не только разработками теории иерархических систем автоматического управления, но и современными методами, основанными на агрегировании информации с учетом поведенческих абстракций, как, например, это сделано для двухуровневой системы управления в [6].

## Вывод

Для описания взаимодействия агентов в мультиагентных системах можно использовать хорошо разработанный математический аппарат теории автоматического управления. Построение многоуровневых систем на основе отношения главный-подчиненный требует отказа от инкапсуляции, чтобы агент более высокого уровня мог получить доступ к внутренним параметрам подчиненных агентов.

Различные комбинации вариантов доступа рецепторов и эффекторов главного агента к подчиненному позволяют организовать как САУ с требуемым типом управления – разомкнутую, замкнутую или комбинированную, так и иные формы межагентного взаимодействия.

**Список литературы:** 1. *Тарасов, В. Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика [Текст] / В. Б. Тарасов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с. 2. *Швецов, А. Н.* Агентно-ориентированные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям [Текст] / А. Н. Швецов / Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению "Информационно-телекоммуникационные системы", 2008. – 101 с. 3. *Чеботарев, П. Ю.* Об исследовании сетевых моделей многоагентных систем в XXI веке [Текст] / П. Ю. Чеботарев // Первая научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте»: (15–16 ноября 2012, Москва) с 10-14. 4. *Городецкий, В. И.* Теория, модели, инфраструктуры и языки спецификации командного поведения автономных агентов: Обзор, Ч.1. [Текст] / В. И. Городецкий // Журнал РАН Искусственный интеллект и принятие решений №2, 2011 г., с. 19-30. 5. *Stan Franklin, Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*, [Текст] / S. Franklin, A. Graesser // Proc. of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag, 1996. 6. *Тележкин, В. Ф.* Верифицированный алгоритм координации для иерархических гибридных систем управления [Текст] / В. Ф. Тележкин, П. А. Угаров // Электронный журнал "Исследовано в России", 7, 362-372, 2004.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

## УДК 004.8:681.5.01

**Взаимосвязи подчинения агентов в мультиагентной системе/ Дубинский А.Г.** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 82-86. – Бібліогр.: 6 назв.

Роботу присвячено математичному опису взаємозв'язків в мультиагентних системах, коли агенти розглядаються як системи автоматичного управління. Представлено можливості побудови відносин головний-підлеглий для створення багаторівневих ієрархій агентів.

**Ключові слова:** агент, багатоагентна система, САУ.

This paper is about the mathematical description of the relationship in multi-agent systems, where agents are defined as automatic control systems. The variants of modeling the master-slave relationship for creating a multi-level agents hierarchy are described.

**Keywords:** agent, multi-agent system, automatic control system.

## УДК 004:048

**Ю. В. УЛЬЯНОВСЬКА**, канд. техн. наук, доц., Академія митної служби України, Дніпропетровськ

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ АВТОМОБІЛЬНИХ ПУНКТІВ ПРОПУСКУ

Запропонована інформаційна технологія управління процедурами митного оформлення, а саме побудовані функції приналежності та базис нечітких правил, розроблена система нечіткого логічного виводу та на їх основі розроблена автоматизована система підтримки прийняття рішення.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, нечітка логіка.

## Вступ

У сучасних умовах економічного розвитку України й виходу її на широку міжнародну

© Ю. В. УЛЬЯНОВСЬКА, 2012

арену особливого значення набуває митна служба в системі органів державного управління. Основними цілями організації митної справи в Україні є:

- 1) створення сприятливих умов для розвитку економіки і зовнішньоекономічних зв'язків;
- 2) захист економічних інтересів держави;
- 3) захист інтересів громадян, суб'єктів підприємницької діяльності усіх форм власності.

Зазначені цілі зв'язані з реалізацією конкретних функцій митних органів.

Можна зробити висновок, що в сучасних умовах для України актуальні, у першу чергу, такі функції: спрощення та гармонізація митних процедур, фіскальна, (тобто забезпечення обумовлених надходжень у бюджет держави), регулювання торгової політики, і боротьба з незаконним переміщенням через митний кордон. Намічені тенденції зростання рівня міжнародної торгівлі пред'являють більш високі вимоги до швидкості переміщення товарів міжнародної торгівлі, що потребує за собою впровадження передових інформаційних технологій, удосконалення процедур проведення митного оформлення, оптимізацію митної інфраструктури, спрощення процедури визначення митної вартості товару, підвищення рівня митного контролю, зростання значення задач аналізу й прогнозування [1, 2].

Важливе місце серед зазначених задач займає задача швидкості та якості митного оформлення при перетині митного кордону України. Темпи росту об'ємів перевезень по відношенню до темпів розвитку транспортної мережі вимагають подальше вдосконалення пропускної здатності елементів транспортної мережі. При великому скупченні транспортних засобів (ТЗ) з'являється проблема їх розподілу по терміналах та проведення якісного митного оформлення за короткий проміжок часу. У зв'язку з цим актуальним є розробка методу визначення завантаженості терміналів в пунктах для митного оформлення ТЗ та створення інформаційної технології для комп'ютерної підтримки прийняття рішення при процедурі митного оформлення.

#### **Аналіз останніх досліджень та літератури.**

На сьогоднішній день в митній системі використовується програмно-інформаційний комплекс "Митний контроль та митне оформлення транспортних засобів, що переміщуються громадянами через митний кордон України", який розроблено для вдосконалення митного контролю та митного оформлення транспортних засобів, що переміщуються громадянами через митний кордон України, згідно з вимогами Правил митного контролю та митного оформлення транспортних засобів, що переміщуються громадянами через митний кордон України, затверджених наказом Держмитслужби від 17 листопада 2005 р. № 1118, та Порядку здійснення контролю за доставкою в митниці призначення транспортних засобів особистого користування, що переміщуються через митну територію України транзитом, затвердженого наказом Держмитслужби від 25 липня 2006 р. № 630. ПКК призначено для посадових осіб регіональних митниць і митниць, до функціональних обов'язків яких належить здійснення митного контролю та митного оформлення транспортних засобів, що переміщуються громадянами через митний кордон України, але він не дає змоги організувати саму процедуру митного оформлення і розподілу ТЗ по терміналах.

У зв'язку з цим в роботі [3] запропоновано визначати завантаженість кожного терміналу методами теорії нечітких множин [4]. Корегування нечітких множин при зміні умов управління здійснюється за допомогою переходу до універсальних шкал [5].

#### **Мета роботи**

Метою даної роботи є розробка інформаційної технології для створення комп'ютерної системи підтримки прийняття рішення (СППР) при організації та управлінні митним оформленням транспортних засобів в автомобільних пунктах пропуску. Під

інформаційною технологією в даному контексті будемо розуміти сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, розповсюдження, показу і використання інформації в інтересах її користувачів.

### Постановка проблеми.

Вхідними даними є інформація про транспортний засіб, який чекає на митне оформлення та його тип. Система визначає кількість та час, який необхідний для митного оформлення транспортних засобів, які вже знаходяться на терміналах в зоні митного контролю та пропонує транспортному засобу, який чекає на митне оформлення зайняти термінал з мінімальним завантаженням. Дані “час” та “кількість ТЗ” мають числове значення. Але для кожної митниці кількість оформлених машин є індивідуальною, тому для узагальнення методу пропонується вживати поняття “мало”, “середнє”, “багато”. Математичним апаратом для обробки таких даних є теорія нечітких множин, основоположником якої є Л. Заде.

### Результати досліджень.

У роботі [4] побудовано систему нечіткої логіки для прийняття рішення про завантаженість терміналу. Задамо функцію приналежності у вигляді симетричної гаусовської функції приналежності:

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}, \quad (1)$$

де  $c$  – розмах кривої функції приналежності,  $b$  – положення її центра.

Параметри є сталими, а значення параметрів для кожної кривої різні.

Параметри  $c$  та  $b$  для кількості ТЗ мають наступні значення: для терму “мало”  $b=0$ ,  $c=84,95$ ; для терму “середнє”  $b=250$ ,  $c=84,95$ ; для терму “багато”  $b=500$ ,  $c=84,95$ .

Сталі  $c$  та  $b$  для термів “малий”, “середній”, “великий” часу оформленні ТЗ функції приналежності мають наступні значення: для терму “малий”:  $b=0$ ,  $c=5,95$ , для терму “середній”:  $b=17,5$ ,  $c=5,95$ , для терму “великий”:  $b=35$ ,  $c=5,95$ :

$$\mu_{\text{мало}}(x) = e^{-\frac{(x-0)^2}{2*5,95^2}}, \quad \mu_{\text{середнє}}(x) = e^{-\frac{(x-17,5)^2}{2*5,95^2}}, \quad \mu_{\text{велике}}(x) = e^{-\frac{(x-35)^2}{2*5,95^2}} \quad (2)$$

Базис нечітких правил складається з набору нечітких IF-THEN-правил, а механізм нечіткого виводу на основі принципів нечіткої логіки використовує ці IF-THEN-правила для відображення нечітких множин із вхідної множини  $X$  в нечіткі множини із множини висловлювання  $Y$  на виході системи. Нечіткі IF-THEN-правила виглядають наступним чином:

$$R^{(p)} : \text{IF } x_1 \in F_1^p \text{ i } \dots \text{ i } x_n \in F_n^p \text{ THEN } y \in G^p, \quad (3)$$

де  $F_1^p$  і  $G^p$  – нечіткі множини;  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^T \in X$  та  $y \in Y$  – вхідні та вихідна

лінгвістичні змінні відповідно;  $p = \overline{1, m}$

Нечіткі IF-THEN-правила забезпечують зручний механізм для представлення знань людини-експерта. Кожне нечітке IF-THEN-правило визначає нечітку множину  $F_1^p \times \dots \times F_n^p \rightarrow G^p$ . В механізмі нечіткого виводу принципи нечіткої логіки використовуються для об'єднання нечітких IF-THEN-правил із базису нечітких правил у відображення вхідних нечітких множин з  $X = X_1 \times \dots \times X_n$  в вихідні нечіткі множини з  $Y$ . Нечітке IF-THEN-правило інтерпретується як нечітка імплікація  $F_1^p \times \dots \times F_n^p \rightarrow G^p$ . Таким чином, для кожного входу вихід механізму нечіткого виводу може бути або набором з  $M$  нечітких множин, або об'єднанням  $M$  нечітких множин. Для різних типів виходів використовуються різні типи дефазифікаторів, щоб перетворити вихідні нечіткі множини в єдину точку в вихідному просторі  $Y$ .



Фаззифікатор виконує перетворення чіткої точки  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^T \in X$  в довільну нечітку множину  $A$  з  $X$ . Існує два види фаззифікатора: однозначний фаззифікатор і неоднозначний фаззифікатор. Найбільш часто використовується однозначний фаззифікатор. Неоднозначний фаззифікатор може використовуватися в тих випадках коли на вхід системи накладається додатковий шум або коли інформація на вході носить імовірнісний характер.

Вхідними даними для системи нечітких правил є чіткі значення  $m$  та  $t$ . Виходом системи нечітких правил є номер вільного терміналу.

Правила працюють паралельно і мають однакову вагу. Метод імплікації визначається як формування виводу правила на основі заданих умов. Входом процесу імплікації є число, отримане із умов (ступінь істинності умови), а виходом – нечітка множина. Дефаззифікацію проведемо методом дефаззифікації по максимуму.

На основі наведеного вище метода була розроблена СППР «Термінал».

Беручи до уваги те, що більша частина програмного забезпечення, яка використовується в Державній митній службі України для ведення митної справи написана за допомогою системи візуального програмування Delphi, а також беручи до уваги те, що дана автоматизована система пропуску транспортних засобів через митний кордон України призначена для використання митними органами в автомобільних пунктах пропуску, автором роботи було прийняте рішення про доцільність написання автоматизованої системи за допомогою системи візуального програмування Delphi, основні принципи якої наведені в роботі [6].

В автоматизованій системі пропуску ТЗ використовуються дві бази даних: перша – для збереження нечітких правил та результату їх виконання, друга – для збереження інформації про ТЗ та номер терміналу, на якому буде оформлюватися відповідний ТЗ.

База даних для збереження нечітких правил та результату їх виконання складається з таблиці, структура якої наведена в табл. 1.

Таблиця 1 - Структура БД для збереження нечітких правил

Найменування елемента даних	Опис елемента даних	Тип значень	Довжина	Вимога обов'язкового вводу
Kol_Tz	Кількість ТЗ	Alpha	7	Так
Time	Час митного оформлення	Alpha	7	Так
Result	Результат	Alpha	25	Так

База даних для збереження інформації про ТЗ, час його оформлення на терміналу та номер терміналу, на якому буде оформлюватися відповідний ТЗ складається з таблиці, структура якої наведена в табл. 2.

Таблиця 2 - Структура БД для збереження результату виконання програми

Найменування елемента даних	Опис елемента даних	Тип значень	Довжина
Nomer	Номер за порядком	Number	3
Avto	Тип транспортного засобу	Alpha	25
Massa	Маса транспортного засобу	Number	5
Time	Час митного оформлення	Number	3
Terminal	Номер терміналу	Number	2

Розглянемо роботу автоматизованої системи. Апробація системи була проведена для автомобільного пункту пропуску с трьома терміналами. Після вводу користувачем максимальної кількості ТЗ в зоні митного контролю система з використанням алгоритму

універсальних шкал, описаним у роботі [5], налаштовується під конкретну митницю, після чого вводиться фактична кількість ТЗ в зоні митного контролю (рис. 1).

Після вводу даних таблиця, яка знаходиться в правій частині вікна заповнюється даними про транспортний засіб, маси ТЗ, типу та часу, який необхідний йому для здійснення митного оформлення, після чого проходить розподіл всіх ТЗ, які знаходяться в таблиці по терміналах і навпроти кожного ТЗ в останній колонці таблиці виводиться номер терміналу, на якому буде проходити митне оформлення конкретний ТЗ (рис. 2).

СППР “ТЕРМІНАЛ” розроблена таким чином, що для користування нею не потрібно розробляти методичних вказівок, вона має досить простий інтерфейс, мінімальну кількість функціональних кнопок, що дозволяє спростити “спілкування” системи з користувачем. При роботі системи блокуються кнопки, які не використовуються під час роботи цієї системи, запобігаючи від мимовільного натискання користувачем на будь-яку кнопку.

### Висновки

В роботі приведені результати, які згідно з метою роботи є рішенням актуальної практичної задачі автоматизації управління митним оформленням транспортних засобів, що переміщуються через митний кордон України в автомобільних пунктах пропуску. Вирішення цієї проблеми полягає в застосуванні запропонованої інформаційної технології, а саме розроблених методів обробки даних із застосуванням апарату нечітких множин, універсальних шкал та розробці на їх основі системи підтримки прийняття рішень “ТЕРМІНАЛ”. Запропоновані в роботі підходи до створення інформаційної технології управління на автомобільних пунктах пропуску є перспективними для застосування до інших типів пунктів пропуску.

**Список літератури:** 1. Основи митної справи [Текст]. Навч. посібник / В. А. Аргунов, В. П. Батіг, Є. М. Березний та ін.; за заг. ред. Ю. П. Соловкова, П. В. Пашка. – Х.: Вид. група „РА- Каравела”, 2000. – 320 с. 2. Л. Деркач. Українська митниця: вчора, сьогодні, завтра. К. Державна служба України, 2000, 542 с. 3. Ульяновська, Ю. В. Застосування нечіткої логіки в автоматизованих системах управління митним оформленням [Текст] / Ю. В. Ульяновська. // Вісник Академії митної служби України. Серія «Технічні науки». 2009. - Вып 1(41). - С. 56-62. 3. Аверкин А. Н., Батыршин И. З., Блишун А. Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Поспелова Д. А. – М.: Наука, 1986. – 312 с. 5. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Л. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. –М.: Наука, 1990. – 272с. 6. Кандзюба С. П., Громов В. Н. Delphi 6/7. Базы данных и приложения. Лекции и упражнения. [Текст] / С. П. Кандзюба, В. Н. Громов– СПб: ООО “ДиаСофтЮП”, 2002. – 576 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 004:048

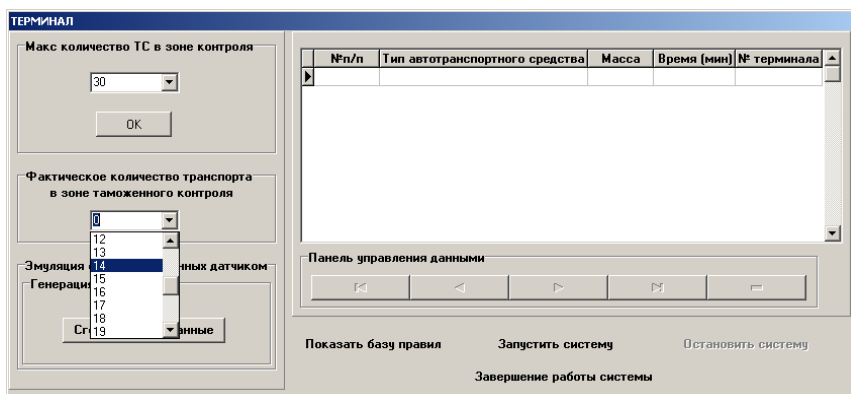


Рис. 1 - Адапування системи під митницю

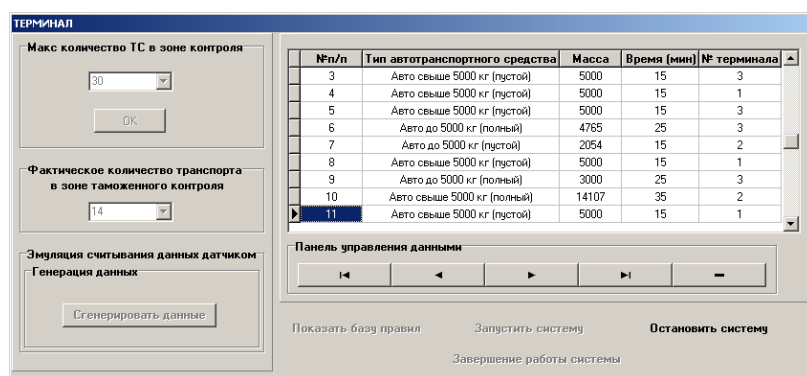


Рис. 2 - Результат роботи автоматизованої системи “ТЕРМІНАЛ”

**Інформаційна технологія для оптимізації управління роботою автомобільних пунктів пропуску/ Ульяновська Ю. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 86-91. – Бібліогр.: 6 назв.**

Предложена информационная технология управления процедурами таможенного оформления, а именно построены функции принадлежности и базис нечетких правил, разработана система нечеткого логического вывода и на их основе разработана автоматизированная система поддержки принятия решения.

**Ключевые слова:** информационная технология, нечеткая логика.

The information technology of management is offered by procedures of customs registration. Functions of an accessory and basis of fuzzy rules are constructed, the system of an fuzzy logic conclusion is developed and on their basis the automated system of support of decision-making is developed.

**Keywords:** a information technology, indistinct logic.

## UDK 621.391

**Ю. А. ВАСИЛЕНКО**, зам. дир., филиал ЗАО «Киевстар Дж.Эс.ЭМ», Харьков;

**Е. О. ПОПОВСКАЯ**, студентка, ХНУРЭ, Харьков;

**ХУСЕЙН ЯХЬЯ ТАРИК**, аспирант, ХНУРЭ, Харьков

### MEASURE OF INFORMATION ACQUISITION IN THE DETECTION PROCESS

The article discusses the various monitoring strategies multidimensional object with a sensor network. Based on consideration of the probability-time characteristics that occur with the detection of random events the amount of information acquired as a result of monitoring multidimensional object was analyzed. Upon review of the option of choosing a strategy cycles through the sensor nodes in the centralized network construction.

**Keywords:** monitoring, entropy, the method of maximum right-dopodobiya, sensor

#### Implementation.

Let's consider the task of multivariate object monitoring by means of a sensor network. In practice different strategies are used. Regular monitoring of each  $m$  -elements of object is carried out only when is inadmissible to pass the necessary information. Such continuous monitoring is wasteful and is implemented only on responsible objects.

In most cases monitoring is carried out periodically and appropriate measurements  $y(t)$  of state  $x(t)$  each of  $m$  -elements of object can be organized at the initiative of central node (a method the agent-manager) or at the initiative of objects (terminal sensor nodes). Thus last from methods is usually used when an event stream, connected with  $x(t)$ , is a very little intensive. However continuous control of circuit integrity of the monitoring thus is required. Therefore in practice in most cases it is used structure of a sensor network with inquiry at the initiative of central node.

Monitoring at the initiative of central node is organized by sequential cyclic inquiry of states  $m$  - terminal sensors. Information acquired thus is delivered in center according to the observation equation

$$y_m = x_{mn} + v_{mn} \text{ -in the presence of a signal,} \quad (1)$$

$$y_m = v_{nm} \text{ -in case of its absence,} \quad (2)$$

where  $m$  - quantity of the measured in a specific cycle states of object elements,  $n$  - sequence of measured states,  $v_{nm}$  - selection of a Gaussian white noise in the observation channel.

In case of the organization of monitoring it is necessary to select cyclic inquiry strategy of all  $m$  -elements, having connected cycle time to arrival intensity of an event stream  $x_n$ . Obviously not each pass of inquiries in the next cycle can be informative. Moreover, between found states and observations (1), (2) there is the certain information communication determined

by probable states between  $y_m$  and  $x_n$ . Let's use these ratios for finding amount of information, received in case of this or that number of passes and in case of different intensity  $\lambda$  of events appearance  $x_n$ .

Let's define the probable entropy characteristics formed by processes of event detection in the sensor networks. Let's consider sets  $\{X\}$  and  $\{Y\}$  consisting of  $N$  events  $x_n$  and  $M$  events  $y_m$  respectively.

Let's give physical sense to these events:

$x_n$  - the event, consisting that when monitoring on  $n$  - step there will be a detection of the interesting fact, which probability is  $P(x)$ .

Obviously  $\sum_{n=1}^N P(x_n) = 1$ ;

$y_m$  - the event, consisting that detection will happen in  $m$  -m cycle of sensor detector inquiry.

Obviously:  $\sum_{m=1}^M P(y_m) = 1$ .

Events  $x_n$  and  $y_m$  are probable connected among themselves and therefore it is possible to provide their probable ratios based on Bayes's theorem:

$$P(x_n, y_m) = P(x_n) \cdot P(y_m / x_n) = P(y_m) \cdot P(x_n / y_m).$$

From here we will define posterior probability  $P(x_n / y_m)$  consisting that the fact  $x_n$  will occur in case of observation in  $y_m$  - cycle:

$$P(x_n / y_m) = P(x_n) \cdot P(y_m / x_n) / P(y_m). \quad (3)$$

As  $y_m$  - the constant for all  $M$  - passes, therefore  $P(y_m)$  cannot be considered in probable ratios (3).

In this case we are interested in the question of what amount of information, received in case of finding posterior probability  $P(x_n / y_m)$  on which in turn there is an assessment  $x_n$  and event detection  $x_n$  is carried out.

Let's use an assessment according to the Maximum Likelihood Estimation method

$$E(x_n, y_m) = P(x_n / y_m) / P(x_n). \quad (4)$$

Amount of information when receiving this assessment:

$$I(x_n, y_m) = P(x_n / y_m) / P(x_n). \quad (5)$$

At the same time, for receiving the practical conclusions concerning properties of sensor network, we are interested not only in single fact of acquisition of information, but its mean value on all implementations. This average we find according to a formula  $m = \int xP(x)dx$

$$I(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} P(x_n y_m) \log P(x_n / y_m) / P(x_n). \quad (6)$$

By determination  $I(x, y) = H(y) - H(y/x)$ . Let's find expressions for unconditional  $H(y)$  and conditional  $H(y/x)$  entropies. Average entropy of the discrete value  $y_m$ :

$$H(y) = -\sum_m P(y_m) \log P(y_m), \quad (7)$$

where  $P(y_m) = \sum_n P(y_m / x_n)$ .

$\dot{H}(\bar{y}/x) = -\sum_n P(x_n) \sum_m P(y_m/x_n) \log(y_m/x_n)$  - average conditional entropy of a set of the detected facts, defined by intensity of the flow  $P(x_n)$  having, for example Poisson distribution of probabilities:

$$P_k(m) = e^{-\lambda m} \frac{(\lambda m)^k}{k!} \quad (8)$$

where as time can be interpreted values  $m$ .

The explained allows to set and solve the problem of maximizing received information under the different conditions of observation determined by probability  $P(y_m)$ . Obviously, than more often there will be observation cycles, that more information will be acquired. It is possible to claim also, not on each cycle of pass the interesting fact  $x_n$  will be found and vice versa observation  $y_m$  can be "empty" as this fact won't occur.

Let's analyze acquired amount of information for a situation when one fact is found  $k=1$ , in case of different values of intensity  $\lambda$  of Poisson flow of these facts. From diagrams (fig.) follows that in case of different  $\lambda$  the provision of maxima are defined in case of appropriate values  $m$ . When  $\lambda=1$  the information maximum (respectively and a maximum of probability of detection) is on the 1st pass ( $m=1$ ), with intensity reduction the maximum displaces to great values of  $m$ . Receiving a maximum of information in case of  $\lambda=1$  on 1st pass is explained by high intensity of arrival of events  $x_n$ . Further reduction of amount of information confirms that fact that the subsequent passes after receiving a maximum is low-informative.

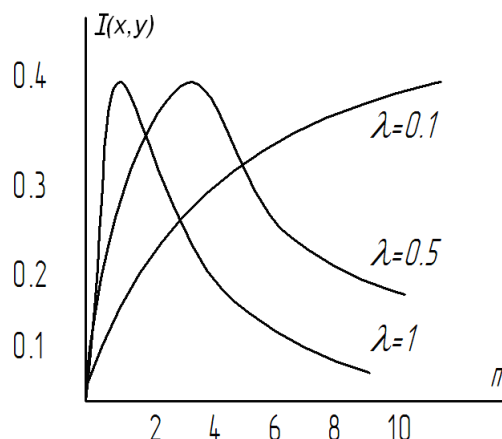


Fig. - Distribution of amount of acquired information in case of different intensity of detected events

### Conclusion

1. Based on reviewing of the probable-time characteristics taking place in case of detection of a random events flow, the amount of information acquired as a result of monitoring of multivariate object is analyzed.

2. It is shown that the maximum of information measure with reduction of intensity of events  $\lambda$  is postponed on more and more later cyclic passes and is thus blurred.

3. By results of reviewing it is possible to select appropriate strategy of cyclic bypass of sensor nodes in case of the centralized creation of a network.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

### UDK 621.391

**Measure of information acquisition in the detection process/ Василенко Ю. А., Поповская Е. О., Хусейн Яхья Тарик // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 91-94. – Бібліогр.: 0 назв.**

В статье рассматриваются различные стратегии мониторинга многомерного объекта с помощью сенсорной сети. На основании рассмотрения вероятностно-временных характеристик, имеющих место при обнаружении потока случайных событий, проанализировано количество информации, приобретаемое в результате мониторинга многомерного объекта. По результатам рассмотрения появляется возможность выбора соответствующей стратегии циклического обхода сенсорных узлов при централизованном построении сети.

**Ключевые слова:** мониторинг, энтропия, метод максимального правдоподобия, сенсор

У статті розглядаються різні стратегії моніторингу багатовимірному об'єкту за допомогою сенсорної мережі. На підставі розгляду імовірнісно-часових характеристик, що мають місце при виявленні потоку випадкових подій, проаналізована кількість інформації, що отримується в результаті

моніторингу багатовимірного об'єкта. За результатами розгляду з'являється можливість вибору відповідних стратегій циклічного обходу сенсорних вузлів при централізованій побудові мережі.

**Ключові слова:** моніторинг, ентропія, метод максимальної прав-доподобія, сенсор

**УДК 681.324.032**

**А. О. КОВАЛЬ**, аспірант, «ХНАДУ», Харків

## **КРИТЕРІЙ ТА СХЕМА НАВЧАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ДАТЧИКА**

Обгрунтовано використання в якості критерію навчання нейромережевої інверсної моделі вимірювального датчика функцію помилки між бажаним і реальним виходом даної моделі. Розглянута схема навчання нейромережевої моделі датчика в динамічному і статичному режимі.

**Ключові слова:** нейромережева модель вимірювального датчика, критерій навчання, схема навчання, функція похибки.

### **Постановка проблеми**

Сучасні вимірювальні інформаційні системи повинні забезпечувати з одного боку достовірні та високоточні вимірювання, а з іншого ці вимірювання повинні проводитися в реальному масштабі часу, або близько до реального. З метою зменшення динамічних похибок вимірювань викликаних інерційністю вимірювальних датчиків необхідно проводити додаткову обробку вимірювальної інформації, а це призводить до інерційності роботи вимірювальної системи в цілому. Таким чином пошук нових методів та алгоритмів корекції динамічних характеристик вимірювальних датчиків в масштабі часу близькому до реального є актуальним.

### **Аналіз останніх публікацій і досягнень**

Аналіз публікацій останніх років показує, що вирішенню задачі корекції динамічних характеристик вимірювальних датчиків (зворотня задача вимірювань) приділялась значна увага. Досить глибоко розроблені методи корекції динамічних характеристик датчиків на основі розв'язання інтегрального рівняння згортки [5], а також з використанням частотної характеристики коректуючого фільтра на основі параметра регуляризації і наступним застосуванням зворотнього перетворення Фурь'є [5,7]. Всі ці методи працюють не в реальному масштабі часу і не дозволяють досягнути повної редукції датчика. Це викликане тим, що точно не відома перехідна функція вимірювального датчика, наявністю динамічної похибки вимірювань, похибок моделювання як вимірювального датчика так і коректуючого фільтра, а також некоретністю зворотньої задачі.

Поряд з цим аналіз літератури присвячених нейромережевим технологіям [1,2,3,4,6] показав, що нейромережеві структури мають ряд привабливих властивостей: здібність до навчання, що позбавляє від необхідності використовувати складний математичний апарат на відміну від багатьох традиційних методів адаптивних і оптимальних вимірювань; високу динамічну точність і низьку чутливість до збуджуючих впливів; здібність до навчання за прикладами. Але нейромережеві технології майже не застосовувались для побудови динамічних нейромережевих моделей вимірювальних датчиків з метою корекції їх динамічних характеристик. В зв'язку з цим перспективним напрямком в теорії динамічних вимірювань є розробка нейромережевих динамічних моделей вимірювальних датчиків і на їх основі алгоритмів відновлення динамічно викривлених вимірюваних сигналів.

### **Постановка завдання на дослідження**

На основі аналізу рекурентного рівняння яке визначає зв'язок між входом і виходом нейромережевої моделі датчика визначити критерій та можливі схеми навчання такої моделі.

© А. О. КОВАЛЬ, 2012

## Мета досліджень

Метою досліджень є обґрунтування використання в якості критерію навчання нейромережевої інверсної моделі вимірювального датчика функцію помилки між бажаним і реальним виходом даної моделі.

## Нейромережева модель датчика

Значення параметрів дискретної моделі датчика розглянутої в [1] можна визначити на основі лінійної нейромережевої моделі датчика, структурна схема якої наведена на рис.1.

Рекурентне рівняння, що визначає зв'язок між входом і виходом нейромережевої моделі датчика запишеться у вигляді:

$$y^*(k) = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot y^*(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot u(k-j), \quad (1)$$

де  $u(k), y^*(k)$  - відліки, відповідно, вхідного сигналу датчика й вихідного сигналу його нейромережевої моделі в дискретні моменти часу  $t_k = k \cdot T, k = 0, 1, 2, \dots, lw_i, iw_j$  - настроювані параметри (ваги) нейромережевої моделі  $i = (\overline{0, n})$  датчика  $j = (\overline{1, n})$ .

Зв'язок між виходом і входом дискретної моделі датчика представимо у вигляді рекурентного рівняння приведенного в [2]:

$$y(k) - \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot y(k-i) = \sum_{j=0}^n \beta_j \cdot u(k-j). \quad (2)$$

При відповідному способі формування вхідної і цільової навчальних послідовностей, що відображає зв'язок між входом і виходом дискретної моделі датчика, параметри (ваги) нейромережевої моделі можуть бути настроєні в процесі її навчання таким чином, що при заданому рівні точності (яка не перевищує точність обчислень і округлень проміжних результатів) відліки вихідного сигналу нейромережевої моделі будуть рівні відповідним дискретним відлікам вихідного сигналу датчика із заданою ПФ. При цьому зазначена можливість впливає з лінійності й відповідності дискретної та нейромережевої моделей датчика.

Якщо вихідний сигнал нейромережевої моделі в дискретні моменти часу буде повністю відповідати вихідному сигналу датчика (невизначеність рівна 0), то  $y^*(k) = y(k), k = 0, 1, 2, \dots$ . Прирівнюючи між собою праві частини виразів (1) і (2), одержимо:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot y(k-i) + \sum_{j=0}^n \beta_j \cdot u(k-j) = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot y^*(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot u(k-j) \quad (3)$$

Після ряду перетворень виразу (3) одержимо рівняння:

$$\sum_{i=1}^n (\alpha_i - lw_i) \cdot y(k-i) + \sum_{j=0}^n (\beta_j - iw_j) \cdot u(k-j) = 0. \quad (4)$$

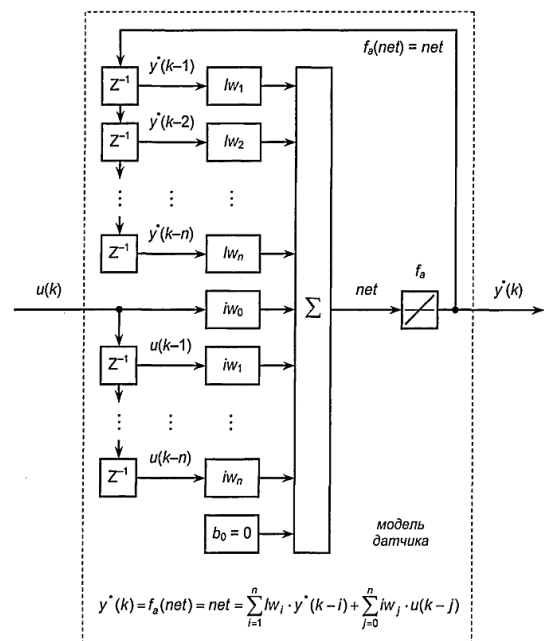


Рис.1 - Структурна схема нейромережевої моделі вимірювального датчика

Дане рівняння за умови ненульового вхідного сигналу датчика обертається в тотожність тільки тоді, коли  $\alpha_i = lw_i, \beta_j = iw_j$ , при  $i = (\overline{0, n})$  й  $j = (\overline{1, n})$ .

Таким чином, якщо в результаті навчання нейромережевої моделі датчика, відліки її вихідного сигналу будуть рівні відповідним дискретним відлікам вихідного сигналу датчика із заданою ПФ, то значення настроєних параметрів нейромережевої моделі будуть значеннями параметрів дискретної моделі датчика. Отже, у якості критерію навчання розглянутої моделі необхідно вибирати функцію помилки між бажаним і реальним виходом нейромережевої моделі первинного вимірювального перетворювача.

### Критерій і схема навчання нейромережевої моделі датчика

Як впливає з вищесказаного, мета навчання нейромережевої моделі первинного вимірювального перетворювача (тобто підстроювання її настроєних параметрів - вагових коефіцієнтів нейрона) полягає в мінімізації необхідного критерію навчання. У якості останнього будемо використовувати сукупну по  $N$  відлікам вхідної навчальної послідовності

$$H_0 = [h_0(0), h_0(1), h_0(2), \dots, h_0(N-1)]$$

середньоквадратичну помилку навчання між бажаним (цільовим) і реальним виходом нейромережевої моделі:

$$E = E(IW, LW) = E(iw_0, \dots, iw_n, lw_0, \dots, lw_n) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} (h_1(k) - h^*(k))^2, \quad (5)$$

де  $h_1(k), h^*(k)$  - відліки, відповідно, бажаного (цільового) і реального виходу нейромережевої моделі датчика в дискретні моменти часу  $t_k = k \cdot T$ ,  $k = (\overline{0, N-1})$ ;  $IW = [iw_0, \dots, iw_n]$ ,  $LW = [lw_0, \dots, lw_n]$  - вектори, які містять ваги, відповідно, «нерекурсивної» і «рекурсивної» частини нейромережевої моделі датчика.

Завдання навчання нейромережевої моделі датчика полягає в мінімізації функції багатьох змінних (тобто помилки навчання як функції вагових коефіцієнтів нейромережевої моделі) і відноситься до класу екстремальних задач [3]. У результаті розв'язку даного завдання з використанням одного з алгоритмів навчання повинні бути отримані значення настроєних параметрів нейромережевої моделі датчика, які можуть використовуватися в якості параметрів дискретної моделі датчика.

Розглянемо завдання побудови схеми навчання, що визначає спосіб формування навчальної послідовності й рядок реалізації алгоритму навчання. При цьому критерій (5) допускає дві схеми навчання, які відповідно до використовуваних при їхній реалізації способів організації процедури навчання можна умовно розділити на схему навчання в динамічному режимі й схему навчання в статичному режимі. Схема навчання нейромережевої моделі датчика в динамічному режимі, наведена на рис.2.

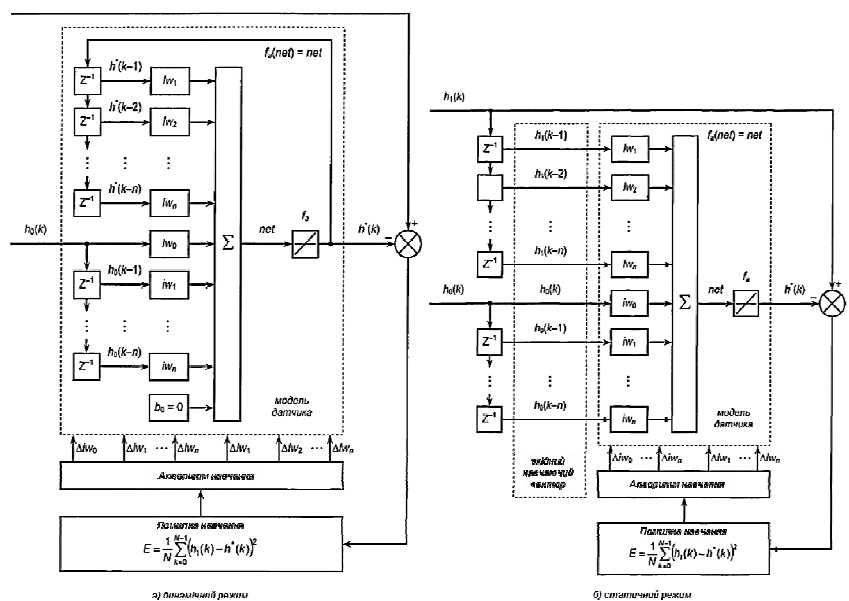


Рис. 2 - Схема навчання нейромережевої моделі первинного вимірювального перетворювача



Дана схема є одним з можливих варіантів організації процедури навчання нейронних мереж, при якому структура мережі і її вхідних даних у режимі навчання є такою ж, що й у режимі функціонування мережі. Внаслідок цього, особливістю зазначеної схеми є необхідність використання динамічних алгоритмів навчання [4, 5, 6], оскільки в структурі розглянутої нейромережевої моделі є рекуррентні зв'язки й елементи затримки. Програмна реалізація таких алгоритмів супроводжується більшими обсягами ітераційних обчислювальних операцій, що як наслідок приводить до низької точності результатів, нестійкості процесу й збільшенню часу навчання.

Для усунення зазначених небажаних ефектів, які можуть виникнути при реалізації схеми, наведеної на рис.2а, доцільно використовувати другий можливий підхід до організації процедури навчання нейронних мереж, що полягає в модифікації зазначеної схеми навчання шляхом усунення зі структури нейромережевої моделі датчика динамічних зв'язків і зміни способу формування вхідної навчальної послідовності.

Отримана схема навчання нейромережевої моделі в статичному режимі наведена на рис.2б. Особливістю даної схеми є те, що при її реалізації можна використовувати добре досліджені алгоритми навчання нейронних мереж прямого поширення (мереж без рекуррентних зв'язків) [7].

При використанні схеми навчання в статичному режимі структура нейромережевої моделі датчика зміниться, як це показано на рис.3. Після завершення процесу навчання, згідно із зазначеною схемою, нейромережева модель датчика може функціонувати в динамічному режимі (рис.2), при замкнених рекуррентних зв'язках і введених елементах затримки. При цьому структура вхідних даних у режимі навчання моделі відрізняється від тієї, що використовується в режимі її функціонування.

Для кожної із двох наведених схем критерій навчання залишається незмінним і визначається виразом (5). При цьому для того, щоб використовувати схему навчання в статичному режимі необхідно довести її еквівалентність схемі навчання в динамічному режимі, оскільки якщо це не так, то особливості даної схеми не будуть її перевагами.

Еквівалентність двох наведених схем навчання впливає з аналізу для кожної зі схем критерію навчання (5) нейромережевої моделі датчика. Для схеми навчання в динамічному режимі даний критерій запишеться в наступному вигляді:

$$E^{dyn} = E^{dyn}(IW, LW) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} (h_1(k) - h^*(k))^2. \quad (6)$$

Як впливає з рис.2, у момент часу  $t_k = k \cdot T$  реальний вихідний сигнал моделі датчика, одержуваний у процесі навчання, має вигляд

$$h^*(k) = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h^*(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j). \quad (7)$$

Тоді з урахуванням останнього виразу критерій (6) прийме вид:

$$E^{dyn} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h^*(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2. \quad (8)$$

Як видно з виразу (6), критерій навчання мінімізується при наближенні вихідного вектора моделі датчика до цільового вектора, що означає наближення значень параметрів нейромережевої моделі до значень параметрів дискретної моделі

$$E_{min}^{dyn} = \lim_{h^*(k) \rightarrow h(k)} \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h^*(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2 \right] = \\ = \lim_{\substack{lw_i \rightarrow \alpha_i \\ iw_j \rightarrow \beta_j}} \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2 \right]. \quad (9)$$

Тому остаточно можна записати:

$$E_{\min}^{dyn} = \lim_{\substack{lw_i \rightarrow \alpha_i \\ iw_j \rightarrow \beta_j}} \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2 \right]. \quad (10)$$

(6) Для схеми навчання в статичному режимі критерій (5) запишеться аналогічно виразу

$$E^{stat} = E^{stat}(IW, LW) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} (h_1(k) - h^*(k))^2 \quad (11)$$

Як впливає из рис.3, у момент часу  $t_k = k \cdot T$  реальний вихідний сигнал моделі датчика, одержуваний у процесі навчання, має вигляд

$$h^*(k) = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j). \quad (12)$$

Тоді з урахуванням виразу (12) критерій (11) прийме вид

$$E^{stat} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2. \quad (13)$$

Очевидно, що критерій (13) мінімізується при наближенні значень параметрів нейромережевої моделі до значень параметрів дискретної моделі датчика, тому справедливо впливає:

$$E_{\min}^{stat} = \lim_{\substack{lw_i \rightarrow \alpha_i \\ iw_j \rightarrow \beta_j}} \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2 \right]. \quad (14)$$

Оскільки праві частини виразів (10) і (14) рівні, то можна записати:

$$E_{\min}^{stat} = E_{\min}^{dyn} = \lim_{\substack{lw_i \rightarrow \alpha_i \\ iw_j \rightarrow \beta_j}} \left[ \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2 \right]. \quad (15)$$

Отриманий вираз означає, що при мінімізації критерію навчання нейромережевої моделі датчика по кожній зі схем значення настроюваних параметрів моделі наближаються до одних і тих же значень дискретної моделі датчика, тому обидві наведені схеми навчання еквівалентні. Останній висновок дозволяє використовувати схему навчання нейромережевої моделі датчика в статичному режимі, враховуючи відзначені вище її переваги перед схемою навчання в динамічному режимі.

Таким чином, для схеми навчання в статичному режимі функція помилки навчання запишеться у вигляді:

$$E = E(IW, LW) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=0}^{N-1} \left( h_1(k) - \sum_{i=1}^n lw_i \cdot h_1(k-i) - \sum_{j=0}^n iw_j \cdot h_0(k-j) \right)^2. \quad (16)$$

### Результати математичного моделювання

З метою оцінки ефективності запропонованих розв'язків було проведено моделювання розробленого нейромережевого алгоритму в середовищі Matlab. Результати математичного моделювання приведені на рис.3.

Графіки сигналів, відліки яких використовувались в якості навчальних послідовностей приведені на рис. 3а. Відповідно до розробленої методики була визначена довжина навчальних послідовностей  $N = 540$ , при цьому були задані наступні значення: періоду квантування -  $T = 1$ мс і значення параметра, який визначає довжину навчальних послідовностей, -  $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-3}$ .

На рис. 3б наведена залежність зміни помилки навчання  $E$  від кількості епох навчання. За результатами моделювання встановлено, що значення помилки навчання після 18 епох навчання склало  $7.6 \cdot 10^{-32}$ .

Для оцінки точності отриманої дискретної моделі датчика порівнювалися між собою реакції моделі на один і той же вхідний вплив відмінний від вхідної навчальної

послідовності. У якості такого впливу був використаний імпульсний сигнал у вигляді періоду квадрата синусоїди  $u(t) = \sin^2(2 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot t)$ .

Графіки вхідного  $u(t)$  й вихідного  $y(t)$  сигналів безперервної моделі датчика наведені на рис. 3в. Графік сигналу помилки між виходами безперервної й дискретної моделями датчика у вигляді різниці реакцій зазначених моделей на один і той же вплив, наведений на рис. 3г.

Результати моделювання показали, що сигнал помилки не перевищує значення  $4 \cdot 10^{-3}$ , що свідчить про відповідність у термінах «вхід-вихід» безперервної й отриманої дискретної моделі датчика.

### Висновки.

Використання в якості критерію навчання нейромережевої моделі вимірювального датчика функції помилки між бажаним і реальним виходом нейромережевої моделі первинного вимірювального перетворювача дозволяє успішно вирішити задачу побудови схеми навчання, яка визначає спосіб формування навчальної послідовності і порядок реалізації алгоритму навчання. Еквівалентність схеми навчання в статичному режимі схемі навчання в динамічному режимі дозволяє значно спростити й прискорити процедуру настроювання параметрів нейромережевої інверсної моделі вимірювального датчика.

Запропонований критерій та схеми навчання нейромережевої моделі вимірювального датчика можуть бути використані в процесі розробки нейромережевого алгоритму відновлення динамічно викривлених вимірювальних сигналів.

**Список літератури:** 1. Korbicz, J. Artificial neural networks in fault diagnosis of dynamical systems. , Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering SIBIRCON 2010 IEEE Region 8 International Conference on 449 (2010). IEEE. doi:10.1109/SIBIRCON.2010.5555118 2. Materassi, D. Reconstruction of topologies for acyclic networks of dynamical systems., Proceedings of the 2011 American Control Conference 37–41 (2011). IEEE. 3. Tan, P. V. T. P. V., Millérioux, G., & Daafouz, J. A contribution to the identification of switched dynamical systems over finite fields. , Decision and Control CDC 2010 49th IEEE Conference on 4429–4434 (2010). IEEE. doi:10.1109/CDC.2010.5717859 3. Cessac, B. (2009). Neural Networks as dynamical systems . *Neural Networks*, 6(2), 1–51. doi:10.1142/S0218127410026721 4. Вікторова, О. В. Використання «м'яких» обчислень в інтелектуальних інформаційно-вимірювальних системах дорожніх машин [Текст] / О. В. Вікторова, А. О. Коваль – Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2011. - №53. – С. 111-117. 5. Коваль, А. О. Лінійна нейромережева динамічна вимірювальна система з послідовним відновленням і фільтрацією вхідного сигналу датчика [Текст] / А. О. Коваль // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2011. - №53. – С. 84-89. 6. Коваль, А. А. Апаратно-програмний комплекс «Вибро» [Текст] / А.

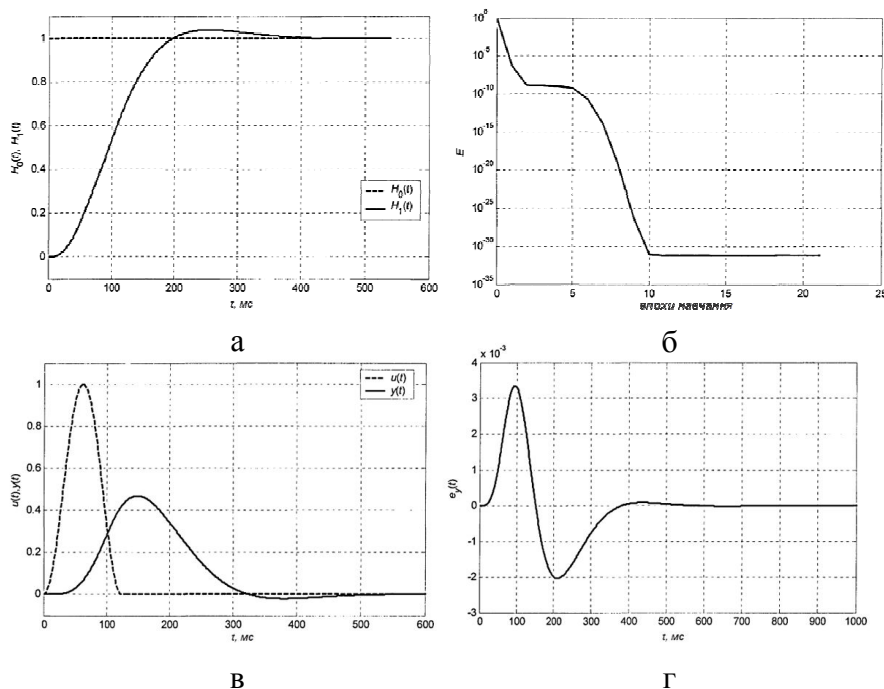


Рис. 3 - Результати математичного моделювання: а - графіки сигналів які використовувались для навчання нейромережевої моделі датчика; б - залежність зміни помилки навчання  $E$  від числа епох навчання; в - графіки вхідного й вихідного сигналів безперервної моделі датчика; г - графік сигналу помилки між виходами безперервної й дискретної моделі датчика

УДК 681.324.032

**Критерій та схема навчання нейромережевої моделі вимірювального датчика / Коваль А. О.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 94-100. – Бібліогр.: 6 назв.

Обосновано использование в качестве критерия обучения нейросетевой инверсной модели измерительного датчика функцию ошибки между желаемым и реальным выходом данной модели. Рассмотрена схема обучения нейросетевой модели датчика в динамическом и статическом режиме.

**Ключевые слова:** нейросетевая модель измерительного датчика, критерий обучения, схема обучения, функция погрешности.

Out and used as a criterion for training the neural network inverse model of the sensor error function between the desired and the actual output of the model. A scheme for training the neural network model of sensor in dynamic and static conditions.

**Keywords:** neural network model of the sensor, the criterion of learning, training scheme, the function of error.

УДК 331.108(477)

**М. В. НАЙДЕНОВА**, канд. экон. наук, доц., УкрГАЖТ, Харьков

**Е. В. ГРОМОВА**, канд. экон. наук, доц., УкрГАЖТ, Харьков

**И. В. ПАЛАМАРЧУК**, канд. экон. наук, доц., УкрГАЖТ, Харьков

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПОЛИТИКИ НАЙМА ПЕРСОНАЛА В УКРАИНСКИХ РЕАЛИЯХ**

Проведен анализ зарубежного опыта и Украины в выборе процедуры найма новых сотрудников, как одного из важнейших инструментов управления персоналом. Сравнительный анализ политики найма показывает, как решается вопрос выбора лучшего кандидата — специалиста с конкретными профессиональными знаниями или же человека, обладающего общими знаниями в рамках своей профессии, — в европейских странах и в Украине.

**Ключевые слова:** управление, персонал, найм, кадровая политика, менталитет.

### **Введение. Постановка проблемы.**

Украинская экономика в настоящее время переживает сложный переходный период. В сложившейся ситуации мощный ресурс выживания кроется в использовании внутренних резервов государства, базовым из которых являются люди. Глобализация экономики и смещение акцента деятельности на международный рынок потребовали от многих организаций дополнительных навыков и знаний, касающихся иностранных культур и методов ведения бизнеса. Многие современные компании имеют зарубежные филиалы или зарубежных партнеров. Сравнительный анализ позволяет выявить основные тенденции организации найма персонала в европейских странах и в Украине.

### **Анализ последних исследований и публикаций.**

Значительное внимание методологии управления персоналом промышленных предприятий в условиях рыночной экономики уделяют в своих работах отечественные и зарубежные ученые: Бондарь М.П., Генкин Б.М., Данюк В.М., Кибанов А.Я. [1], Лысенко Н.И., Макогон А., Мальцев О.В., Б. Карлофф, У. Мастенбрух, М.Х. Мескон и др. Хотя тема управления персоналом разработана достаточно глубоко, целый ряд принципиальных аспектов этого направления пока еще не нашел последовательного решения в системе антикризисного управления.

Проблемам отбора при найме персонала посвящены труды таких отечественных исследователей, как Базарова Т.Ю., Дураковой И.Б. [2], Дятлова В.А. [3], Кибанова А.Я. [1],

Травина В.В. и других. В работах указанных авторов подробно и разносторонне описан отбор при найме персонала – исследователи уделяют внимание источникам и процессу отбора при найме персонала, разработке технологий отбора при найме персонала, концепции, принципов и факторов эффективного отбора при найме персонала.

### **Цель статьи.**

Основной целью данной статьи является рассмотрение европейского опыта политики найма персонала и обоснование возможностей его использования в практике украинских предприятий.

### **Изложение основного материала.**

Понятие найма персонала в современной литературе включает в себя не только непосредственное заключение контракта с сотрудником, но и комплексные мероприятия, направленные на определение долгосрочной потребности в персонале, т. е. стратегическое планирование персонала, а также выработку политики в области привлечения персонала, которая включает в себя поиск потенциальных работников, отбор, оценку кандидатов и процесс принятия решения по тому или иному кандидату. [4] Организационная политика найма представляет собой общее видение руководством компании того, какие сотрудники необходимы - общие предпочтения по возрасту, образованию, профессиональным навыкам, а также по личностным характеристикам. Конечно, при выборе следует исходить в первую очередь из потребностей организации в данный момент и специфики конкретной ситуации. Но, как показывает практика, в некоторых странах все же существуют общие тенденции, обусловленные прежде всего спецификой национальной культуры.

Исследования относительно различных подходов к вопросам найма, продвижения и увольнения работника достаточно широко проводятся в Европе. Одно из них было проведено в 2001 году и основывалось на опросах 300 менеджеров 25 фирм из Франции, Германии, Италии, Испании и Великобритании. [5] Авторы данного исследования считают, что культурные различия сильно влияют на политику компании во всех областях управления персоналом.

Для каждой конкретной страны характеристики, по которым принимается решение о найме того или иного кандидата, будут различными. Каждая страна вследствие культурных особенностей будет по-разному оценивать важность каждого из показателей. Проведенное исследование выявило, что одна из основных проблем заключается в найме такого человека, который подходил бы и к культуре так называемого европейского менеджмента, и к культуре отдельной компании. К примеру, молодой иностранный претендент с хорошим образованием, знанием многих языков, не способен установить контакт со своими коллегами. Хотя конкуренция среди коллег выступает важным фактором, основным является именно его принадлежность к другой нации. Иностранцы часто не понимают правил другой культуры, что затрудняет их общение с коллегами.

Другая проблема может возникнуть между линейными менеджерами и отделом управления персоналом при решении вопроса, кого нанимать — специалиста или человека с общими знаниями. Специалист — это человек, который обладает конкретными практическими знаниями и навыками в рамках своей профессии. Человек с общими знаниями в рамках своей профессии, как правило, не имеет узкой специализации. Кадровики могут предпочесть нанять человека, обладающего потенциалом роста. По их мнению, навыкам можно научить, но потенциал работника к обучению либо присутствует, либо нет. Линейные менеджеры хотят видеть человека с конкретными знаниями и навыками в определенной области.

Анализируя опыт работы кадровых менеджеров видно, что итальянцы, испанцы и французы предпочитают нанимать специалистов. Немецкие менеджеры отдают предпочтение как местному персоналу, так и иностранным сотрудникам с общими знаниями. В то же время немцы стоят на втором месте после испанцев по предпочтению

найма специалистов с узкими знаниями. Испанцы фокусируются на найме персонала, который обладает конкретными практическими знаниями, и избегают принимать на работу выпускников элитных бизнес-школ. Например, знание иностранного языка менее важно для Франции, чем для Англии, Германии или Испании. Опыт работы за границей более ценится во Франции и в Италии. Кроме этого, информация о каждом кандидате должна включать возраст, образование, репутацию учебного заведения, результаты тестов по некоторым предметам в области менеджмента, предыдущий опыт работы, а также личные характеристики. Любая компания всегда анализирует достаточно большое количество критериев при подборе человека на определенную позицию. Каждый из этих критериев является существенным для менеджеров одной страны и может быть менее важным для менеджеров другой.

Таким образом, практически все страны выделяют такие критерии, как знание иностранного языка, результаты теста, общее образование и выпускной ранг. Для некоторых стран важны умение привлекать иностранных клиентов, широкое знание иностранных рынков и способность быстро ориентироваться в определенных ситуациях, для других — культура и национальность, умение вести малый и средний бизнес, а также наличие специальных навыков и знаний.

Интересно, что иностранное происхождение кандидата на работу может являться как положительным, так и отрицательным фактором. В частности, 15% опрошенных немецких менеджеров заявили, что иностранное происхождение персонала является плюсом, 3% считают, что это недостаток. Испанцы также занимают двойственную позицию по этому вопросу: 3% рассматривают иностранное происхождение как плюс, 0,5% — как минус.

Американские исследователи не смогли выявить четкую зависимость структуры найма от культурных особенностей. В европейских странах это сделать еще труднее, так как многообразие культур предполагает скорее культурное различие, чем схожесть. [6]

На наш взгляд, основная задача менеджеров заключается в понимании цели найма и средств для достижения данной цели. Цель найма конкретного работника должна отражать в некотором роде нужды рынка конкретной организации. Многие исследователи считают, что иногда фирмы не могут четко сформулировать цель и средства найма. Большинство склоняются к тому, что необходимо нанимать людей, которые больше подходят к преобладающей организационной культуре, чем персонал, который обладает только хорошими навыками и знаниями в области бизнеса.

Критерии найма персонала украинскими предприятиями представляют собой совокупность разных элементов, являющихся специфическими для той или иной страны. Один из важных критериев отбора в украинской практике — возраст кандидата, который не должен превышать 35-40 лет. Важным критерием при отборе персонала в отечественной практике является также наличие определенного опыта работы, как правило, желательно в той должности, на которую он претендует в новой организации, что подразумевает наличие у него специальных знаний в той или иной области. В 70% случаев менеджеры предпочтут взять на работу человека с этими специальными знаниями и опытом работы, чем человека с общими знаниями. В практике некоторых компаний существует политика найма на работу выпускников высших учебных заведений, которые, как правило, могут не иметь опыта работы вообще или имеют небольшой опыт. Найм такого сотрудника предполагает наличие развитой системы тренинга в организации, что могут себе позволить далеко не все компании, так как обычно это достаточно дорогостоящие программы. Другой вопрос, который необходимо учитывать, — руководство организации не всегда понимает необходимость тренинговых программ для сотрудников (не только для новичков, но и тренингов для повышающих квалификацию). Следующим требованием в большинстве случаев является владение иностранным языком. В какой-то мере это обуславливается

наличием большого количества филиалов иностранных компаний на украинском рынке, соответственно, знание языка в таких организациях необходимо.

Несомненно, уровень образования играет немаловажную роль при оценке кандидата. Человек, не имеющий высшего образования, обычно может претендовать только на позицию неквалифицированного рабочего. В этом плане украинская политика наиболее близка к западным правилам найма персонала, которые также определяют, что при отсутствии соответствующего образования кандидат может претендовать только на неквалифицированную работу.

Многие отечественные менеджеры отмечают, что практика отбора и найма персонала в последние годы все больше тяготеет к профессиональному уровню отбора, вбирая в себя западную практику и во многом ориентируясь на нее. Конечно, все еще имеет весомые позиции определенная специфика украинского найма — принятие на работу «по блату». Данный способ принятия на работу представляет собой трудоустройство, как правило, только с учетом рекомендаций, данных кандидату, причем такие рекомендации носят в основном неформальный характер, так как предоставляются не прежним работодателем человека, а его знакомыми или друзьями. В западной практике рекомендации также имеют немаловажное значение при принятии решения о найме того или иного кандидата, но они носят формальный характер и строго проверяются. В настоящее время такой способ приема на работу начинает терять свои позиции, но говорить о том, что сегодня эта составляющая политики найма персонала полностью отсутствует, было бы неправильно.

**Выводы.** Анализируя зарубежный и отечественный опыт найма персонала можно сделать вывод, что каждая страна имеет свои традиции и ценности, которые лежат в основе политики ведения бизнеса и которые обуславливают выбор той или иной стратегии развития компании во всех областях ее деятельности. Сравнительный подход показал, что сегодня украинские компании перенимают западный опыт, адаптируя опыт западных компаний к местной специфике и это позволяет украинским менеджерам увидеть реальные примеры построения эффективной политики управления человеческими ресурсами, а также попробовать внедрить это на практике в своей организации.

**Список литературы:** 1. Кибанов, А. Я. Основы управления персоналом [Текст] / А. Я. Кибанов – М.: ИНФРА – М, 2003. - С. 304. 2. Дуракова, И. Б. Управление персоналом: отбор и найм: исследование зарубежного опыта [Текст] / И. Б. Дуракова - М.: Центр, 2004. - С. 230. 3. Дятлов, В. А. Управление персоналом: Учебное пособие для студентов экономических вузов [Текст] / / В. А. Дятлов, А. Я. Кибанов, В. Т. Пихало. - М.: Приор, 2004. - С. 512 4. Магура, М. И. Поиск и отбор персонала [Текст] / М. И. Магура. - М.: Интел – Синтез, 2004. - С. 368 5. Латуха, М. О. Сравнительный анализ политики найма, продвижения и увольнения персонала в европейских странах и в России [Текст] / М. О. Латуха // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2003. - Сер.8, вып.3 (№ 24) - С. 117-133. 6. Франк, Э. Консультационные фирмы и отбор человеческого капитала [Текст] / Э. Франк, Т. Пудак // Проблемы теории и практики управления. – 2004. – №1. – С. 16-23.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 331.108(477)

**Использование зарубежного опыта политики найма персонала в украинских реалиях/ Найденова М. В., Громова Е. В., Паламарчук И. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 100-104. – Бібліогр.: 6 назв.**

Проведений аналіз зарубіжного досвіду і України у виборі процедури найму нових співробітників, як одного з найважливіших інструментів управління персоналом. Порівняльний аналіз політики найму показує, як розв'язується питання вибору кращого кандидата — фахівця з конкретними професійними знаннями або ж людини, що володіє загальними знаннями в рамках своєї професії, — в європейських країнах і в Україні.

**Ключові слова:** управління, персонал, найм, кадрова політика, менталітет.

The analysis of foreign Ukraine experience in the choice of procedure taking new employees is conducted, as one of major instruments of management by a personnel. The comparative analysis of policy taking, as a question of

choice the best candidate decides — specialist with concrete professional knowledges or man possessing common knowledges within the framework of the profession, — in European countries and in Ukraine.

**Keywords:** management, personnel, recruitment, personnel policies, mentality.

**УДК 621.373.52:539.1.078**

**Л. Ф. ПОЛИТАНСКИЙ**, д-р техн. наук, проф., зав.каф., Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича, Черновцы;

**А. П. САМИЛА**, канд. техн. наук, ассистент, Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича, Черновцы;

**В. А. ХАНДОЖКО**, аспирант, Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича, Черновцы

## **АНАЛИЗ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОДИННОГО СПИН-ДЕТЕКТОРА**

На основе малосигнальных эквивалентных схем проведена аналитическая оценка коэффициента шума и чувствительности асимметричного и симметричного автодинных спиновых детекторов. Показано, что при одинаковых условиях высокочастотной генерации коэффициент шума для симметричной схемы уменьшается примерно на 8,5%, а чувствительность возрастает на 4,7% в сравнении с асимметричной схемой. Исследована зависимость коэффициента шума ( $K_{ш}$ ) симметричного автодина от уровня высокочастотного напряжения на колебательном контуре ( $E$ ) и его добротности ( $Q$ ).

**Ключевые слова:** автодин, коэффициент шума, ядерная восприимчивость, спектральная плотность шума, малосигнальная эквивалентная схема.

### **Введение**

Несмотря на то, что в современных радиоспектрометрах преимущественно используется импульсная методика регистрации резонансных сигналов, метод автодинного детектирования спиновых резонансов еще достаточно актуален в технике стационарной спектроскопии, в частности, ядерного магнитного резонанса (ЯМР) [1]. Возможность перестройки резонансной частоты при сохранении высокой чувствительности в широком диапазоне частот позволяет успешно использовать автодин для регистрации спектров ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) [2] и размерных резонансов [3,4]. Современные методы обработки сигналов, в частности их цифровая фильтрация, позволяют существенно расширить возможности автодинных радиоспектрометров. Автодин - генератор слабых высокочастотных колебаний, амплитуда которых зависит от внесённых потерь в колебательный контур за счет ядерной динамической восприимчивости образца [5]. Поглощение энергии радиочастотного поля на резонансной частоте ядерной спиновой системой исследуемого образца приводит к уменьшению добротности контура и, как следствие вызывает изменение амплитуды высокочастотных (ВЧ) колебаний. Для эффективного поглощения энергии радиочастотного поля спиновой системой необходимо, чтобы добротность катушки с исследуемым веществом и коэффициент ее заполнения были по возможности максимальными [6].

При относительной простоте конструкции асимметричные схемы автодинных детекторов [1,2] имеют ряд недостатков, одним из которых является их чувствительность к посторонним электромагнитным помехам и акустическим шумам. Это ощутимо особенно при проведении низкотемпературных исследований, сопровождающихся сильными вибрационными помехами за счет кипения хладагента. Поэтому для исследования спектров ЯМР или ЯКР целесообразно использовать симметрично построенные генераторы [7,8]. Предложен в работе [4] такой генератор построен на двух истоковых повторителях ВЧ напряжения, работающих в противофазе. Симметрия электрической

© Л. Ф. ПОЛИТАНСКИЙ, А. П. САМИЛА, В. А. ХАНДОЖКО, 2012



схемы относительно заземления и шин питания позволила несколько ослабить влияние внешних наводок и вибрационных помех.

В большинстве случаев для характеристики автодинных спиновых детекторов приводят примеры зарегистрированных ими спектров. При этом, значения чувствительности, полученные с использованием калибраторов, зачастую не сопоставляются с теоретическими значениями.

Целью данной работы является анализ внутренних источников шумов автодинного спинового детектора, установление зависимости коэффициента шума и ядерной магнитной восприимчивости от рабочих режимов схемы, а также исследование влияния "симметризации" схемы на их значения. Принципиальная электрическая схема автодинного спин-детектора, малосигнальная модель которой использовалась для проведения расчетов коэффициента шума и чувствительности приведена на рис. 1.

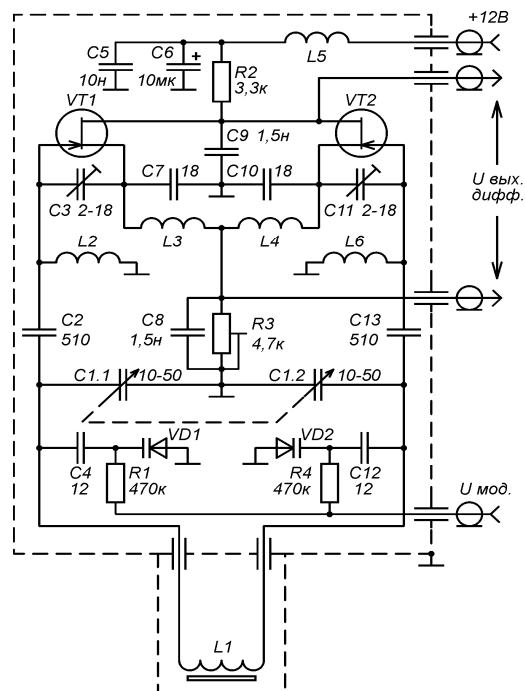


Рис.1 - Схема электрическая принципиальная симметрического автодинного спин-детектора: VT1, VT2 – BF245C, VD1, VD2 – BB139

### Коэффициент шума и чувствительность асимметрического автодина

Рассмотрим автодинный спин-детектор, собранный по схеме "емкостной трехточки" (схема Колпица) [5]. Для аналитической оценки уровня шумов воспользуемся малосигнальной схемой (рис.2) [8].

Схема условно разделена на три функциональные узлы: а) - колебательный контур, б) - входную цепь, в) - цепь обратной связи. Колебательный LC контур характеризуется эквивалентной параллельной проводимостью  $G_0 = G_i \Delta G$  и связанным с ней шумовым током  $i_0$ . Дополнительная проводимость  $\Delta G$  соответствует ЯМР поглощению. Колебательный контур может шунтироваться как элементами входной цепи радиоспектрометра, так и её полной проводимостью. Емкостные составляющие и составляющие, обусловленные реактивными компонентами включены в  $C$ , тогда как составляющие, связанные с активными компонентами сопротивления входят в  $G_i$  [8]. Генератор тока входных шумов  $i_i$  формируется соответствующими квадратичными комбинациями тепловых шумов всех шунтирующих элементов и шумом, обусловленным, входным током усилительного устройства. Последовательно включенный генератор шумовых напряжений  $v_n$  соответствует дробовому шуму, приведенному к входу. Этот источник моделирует также шумы устройства, которые пропорциональны  $1/f$ . Цепь обратной связи (ОС) включает генератор  $G_m v_1$  с нелинейной характеристикой. Активную составляющую эквивалентной полной проводимости представляет проводимость обратной связи  $G_j$ , емкостная составляющая этой проводимости включена в  $C$ . Суммарная проводимость схемы равна  $G = G_0 + G_i - G_j$  [8].

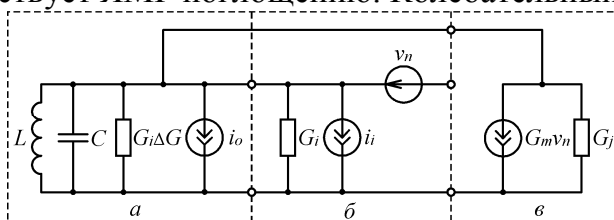


Рис. 2 - Малосигнальная модель автодинного спинового детектора

Изменение сопротивления  $|\Delta Z|$  и тангенса угла потерь при резонансе в параллельном LC колебательном контуре автодина обуславливающие изменение амплитуды и частоты

генерируемых колебаний за счет резонансного поглощения можно представить в следующем виде [9]:

$$\Delta U_{mg} = -2\pi\eta Q \chi'' \frac{(8S/|S''| - U_{mg}^2)}{U_{mg}}, \quad (1)$$

где  $S$  и  $S''$  - крутизна характеристики транзистора и ее вторая производная соответственно;  $\eta$  - коэффициент заполнения объема катушки образцом;  $Q$  - добротность контура;  $\chi''$  - ядерная магнитная восприимчивость.

Коэффициент шума представим соотношением [8]:

$$K_{ш} = \frac{S_i(f_M)}{S_L(f_0)}, \quad (2)$$

где  $S_i(f_M)$  - полная спектральная плотность входных шумов,  $S_L(f_0)$  - спектральная плотность шумов катушки. Представим спектральную плотность входных шумов  $S_i(f_M) = S_d(f_M) + S_m(f_M)$ . Учитывая, что для полевых транзисторов шумы типа  $1/f$   $S_m(f_M) \ll S_d(f_M)$  [10], можно записать  $S_i(f_M) \approx S_d(f_M)$ .

Спектральная плотность непосредственных шумов  $S_d(f_M)$  на частоте модуляции  $f_M$  [8]:

$$S_d(f_M) = \frac{S_{in}(f_0) + \alpha^2 \cdot S_{vn}(f_0)}{2C^2(\omega_M^2 + \omega_p^2)}, \quad (3)$$

где  $S_{in}(f_0)$  и  $S_{vn}(f_0)$  - спектральные плотности источников шумов  $i_n$  и  $v_n$  на несущей частоте  $f_0$ ,  $\omega_p = -3\gamma E^2/4C$  - коэффициент, характеризующий полосу пропускания,  $\omega_M$  - циклическая частота модуляции.

Чувствительность спектрометра  $\chi''_s$ , зависящую от частоты модуляции  $f_M$ , уровня ВЧ напряжения  $E$ , индуктивности катушки  $L$  и шумовых характеристик схемы, определяется выражением:

$$\chi''_s = \frac{\omega_M \cdot L}{E} \sqrt{S_{in}(f_0) + \alpha^2 \cdot S_{vn}(f_0)} \quad (4)$$

Чем меньше параметр  $\chi''_s$ , тем меньшие концентрации исследуемого вещества позволяет наблюдать радиоспектрометр.

Для определения амплитуды ВЧ колебаний  $E$  необходимо учесть нелинейный характер зависимости тока стока  $i_C$ , от напряжения затвор-исток  $u_{ЗИ}$  полевого транзистора [10]:

$$i_C = \alpha u_{ЗИ} + \gamma u_{ЗИ}^3, \quad (5)$$

где коэффициенты  $\alpha$  и  $\gamma$  соответственно равны:  $\alpha = |S|$ ,  $\gamma = -|S|/3U_H^2$  ( $U_H$  - напряжение насыщения затвор-исток).

### **Анализ шумовых токов и напряжений симметрического и асимметрического спин-детекторов**

Для анализа источников шумов симметрического и асимметрического автодинов на полевых транзисторах воспользуемся их малосигнальными эквивалентными схемами [11] (рис.3).

Суммарный шумовой ток асимметричной схемы  $i_n$  (рис.3,а) состоит из шумового тока колебательного контура  $\langle |i_0|^2 \rangle = 4kTG_0\Delta fQ^2$  и шумового тока  $i_i$ , величина которого с учетом эффекта стокового детектирования равна  $i_i = i_{n\alpha}/K'$  [8,12]. Таким образом, имеем:

$$i_n = i_0 + i_i = \sqrt{4kTG_0\Delta fQ^2} + i_{n\alpha} / K'. \quad (6)$$

На схеме (рис.3,а)  $\langle |i_{nc}|^2 \rangle = 8kTS/3$  - среднеквадратический шумовой ток обусловленный конечным сопротивлением канала транзистора,  $\langle |i_{n3}|^2 \rangle = 0,3(4kT/S)\omega_0^2 \cdot C_{ЗИ}$  - среднеквадратическое значение тока теплового шума канала, вызванного флуктуациями заряда в обедненной области затвор-канал, и  $\langle |i_{n30}|^2 \rangle = 2qI_{30\text{обр}}$  - среднеквадратическое значение шумового тока, обусловленное прохождением постоянного тока через барьерные

переходы в полевом транзисторе. Поскольку, токи  $i_{nC}$  и  $i_{n3}$  (рис.3), обусловлены одним и тем же физическим механизмом, то они частично коррелируют между собой, значение коэффициента корреляции определяется выражением [11]:

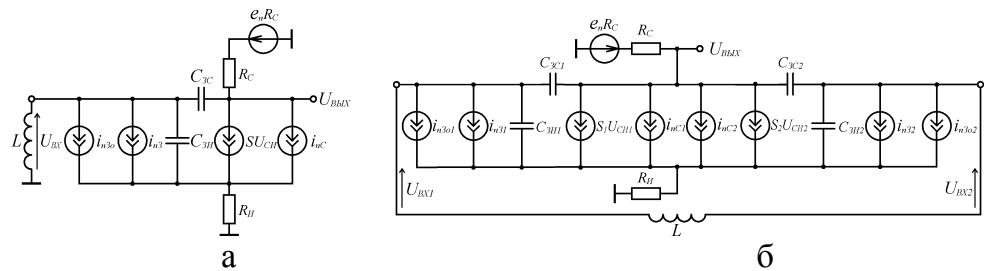


Рис.3 - Эквивалентные схемы автодифференциальных спиновых детекторов в малосигнальном приближении: а - асимметрическая, б – симметрическая

$$C_r = \frac{\langle i_{nC} \cdot i_{n3} \rangle}{\left[ \langle |i_{nC}|^2 \rangle \cdot \langle |i_{n3}|^2 \rangle \right]^{1/2}} \approx -j\alpha, \quad (7)$$

где  $\alpha \approx 0,4$ . Следовательно, среднеквадратическое значение суммы шумовых токов  $i_{nC}$  и  $i_{nG}$  с учетом их взаимной корреляции равно [11]:

$$\langle |i_{n\alpha}|^2 \rangle = \sum_i \langle |i_n(\alpha_i)|^2 \rangle - j\alpha\omega_o \left[ \frac{C_{3H}}{S} + C_{3C} \left( \frac{1}{S} + \frac{1}{2S'} \right) \right] \cdot \sqrt{\langle |i_{nC}|^2 \rangle \cdot \langle |i_{n3}|^2 \rangle} \quad (8)$$

Токи  $i_n(\alpha_i)$  эквивалентных входных генераторов для каждого источника шума  $\alpha_i$ , рассчитываются по формуле

$$i_n(\alpha_i) = i_i(\alpha_i) - j\omega [C_{3H} / 2 + C_{3C} (1 + S / 2S')] \cdot e_n(\alpha_i) \quad (9)$$

В табл.1 и 2 приведены выражения, полученные из (9) для источников шумовых напряжений и токов на входе, соответствующие реальным источникам  $\alpha_i$  полученные для асимметрической и симметрической схем (рис.3) [11].

Таблица 1 – Выражения для источников шумовых напряжений и токов

Реальный источник шума, $\alpha_i$	Вклад шумового напряжения, $e_n(\alpha_i)$	Вклад шумового тока, $i_n(\alpha_i)$
$i_{n3}$	-	$i_{n3}$
$i_{nC}$	$i_{nC} / S$	$-j\omega \frac{i_{nC}}{2} \left( \frac{C_{3H}}{S} - \frac{C_{3C}}{S'} \right)$

Таблица 2 - Выражения для источников шумовых напряжений и токов

Реальный источник шума, $\alpha_i$	Вклад шумового напряжения, $e_n(\alpha_i)$	Вклад шумового тока, $i_n(\alpha_i)$
$i_{n3O1}$	-	$i_{n3O1}$
$i_{n3i}$	-	$i_{n3i}$
$i_{nC1}$	$i_{nC1} / S$	$-j\omega \frac{i_{nC1}}{2} \left( \frac{C_{3H1}}{S} - \frac{C_{3C1}}{S'} \right)$
$i_{nC2}$	$i_{nC2} / S$	$-j\omega \frac{i_{nC2}}{2} \left( \frac{C_{3H2}}{S} + \frac{C_{3C2}}{S'} \right)$

С учетом выражений (табл.2) формула (8) приобретет вид:

$$\langle |i_{n\alpha}|^2 \rangle = \left[ \left\langle \left[ -j\omega_o \frac{i_{nC1}}{2} \left( \frac{C_{3H1}}{S} - \frac{C_{3C1}}{S'} \right) \right]^2 \right\rangle + \left\langle \left[ -j\omega_o \frac{i_{nC2}}{2} \left( \frac{C_{3H2}}{S} + \frac{C_{3C2}}{S'} \right) \right]^2 \right\rangle + \langle |i_{n31}|^2 \rangle \cdot \langle |i_{n32}|^2 \rangle \right] - 2\alpha \cdot 2\mathcal{I} \left[ \frac{C_{3H}}{S} + C_{3C} \left( \frac{1}{S} + \frac{1}{2S'} \right) \right] \cdot \sqrt{\langle |i_{nC1}|^2 \rangle \cdot \langle |i_{n31}|^2 \rangle} \quad (10)$$

Для расчета коэффициента шума и чувствительности спин-детектора согласно (2-4) определим напряжение дробового шума с учетом эффекта стокового детектирования  $v_n = i_{n30} \cdot R_k \cdot K' / K$  [8].

Коэффициент усиления каскада по напряжению:

$$K = S \cdot \frac{R_H}{1 + g_{22H} \cdot R_H}, \quad (11)$$

где  $R_H=R_D$  – нагрузочное сопротивление каскада,  $g_{22H}$  – активная составляющая входной проводимости транзистора.

Коэффициент усиления сигналов низкой частоты, характеризующий эффект детектирования:

$$K' \approx \delta V_K / \delta V \approx (SR_S)^2, \quad (12)$$

где  $\delta V_K$  – изменение напряжения на выходе каскада,  $\delta V$  – изменение напряжения несущей частоты.

### Результаты математического моделирования

Исследование зависимостей шума и чувствительности автодинных спиновых детекторов (рис.3) от амплитуды ВЧ напряжения на колебательном контуре  $E$ , его добротности  $Q$  и частоты модуляции условий резонанса  $f_M$  осуществлялось с использованием построенной математической модели в программной среде MathCAD.

Расчётные зависимости коэффициента шума  $K_{ш}$  и чувствительности  $\chi''$  [8] симметрического автодина от амплитуды ВЧ колебаний  $E$  при катушках с разными добротностями  $Q$  приведена на рис.4, а. Приведенные зависимости соответствуют частотемодуляции  $f_M=100$  Гц и частоте несущих колебаний  $f_0=28$  МГц. Амплитуда ВЧ колебаний определяется: собственной проводимостью колебательного контура  $G_0$ , проводимостью цепи ОС  $G_j$ , крутизной и нелинейностью характеристик используемого для расчетов автодинов транзистора BF245 [10]. Также при анализе схемы была исследована зависимость чувствительности  $\chi''$  от частоты модуляции промоделированная для несущей  $f_0=28$  МГц при разных напряжениях ВЧ на контуре (рис.4, б). Зависимости коэффициента шума симметрического автодина от ВЧ напряжения на контуре и его добротности приведены на рис. 5. При расчете проводимостей  $G_0$  и  $G_j$  учтены конструктивные параметры катушки LC - контура, элементов цепи ОС и удельные проводимости примененных материалов.

В процессе анализа проведенного на основе эквивалентных малосигнальных схем и математического моделирования получены зависимости коэффициента шума и чувствительности от амплитуды ВЧ

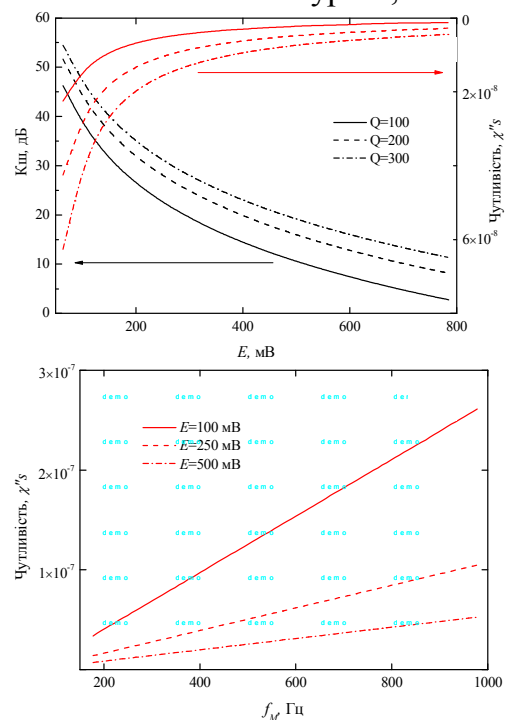


Рис. 4 - Расчетные зависимости, полученные для симметрического автодинного спин-детектора: а - зависимость коэффициента шума и чувствительности от ВЧ напряжения на контуре; б - зависимость чувствительности  $\chi''$  от частоты модуляции

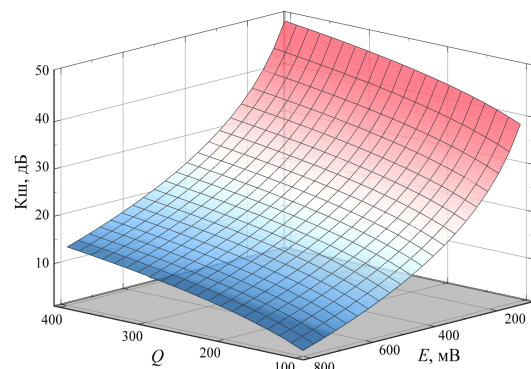


Рис.5 - Зависимость коэффициента шума симметрического автодина от уровня ВЧ напряжения на контуре и его добротности

колебаний для асимметричной и симметричной схем автодинных датчиков.

Для достоверности и точности проведения расчетов в математических моделях учтены одинаковые условия генерации для двух типов датчиков. Из приведенных расчётов следует, что общим недостатком обеих схем является ухудшение шумовых характеристик при низких уровнях напряжения генерации (в нашем случае ниже 100 мВ). Тем не менее, с понижением ВЧ – уровня наблюдается интенсивный рост чувствительности спинового детектора. Именно соотношение между этими двумя факторами необходимо учитывать при настройке рабочих режимов автодина.

### Выводы

1. Из полученных результатов следует, что использование симметричного автодина обеспечивает выигрыш в соотношении сигнал/шум и восприимчивости к резонансным сигналам по сравнению с асимметричными одноконтурными схемами. Например для транзисторов BF245C при  $f_0=28$  МГц,  $f_M=100$  Гц,  $Q=200$  и  $E\approx 800$  мВ коэффициент шума для симметричной схемы уменьшился больше чем на 8,5% (до уровня 4,48дБ), а чувствительность увеличилась на 4,7%.

2. Повышение чувствительности симметричных схем позволяет наблюдать меньшие концентрации исследуемых ядер.

**Список литературы:** 1. Яценко А. В. Датчик сигналов ЯМР для исследования веществ с большим значением  $T_1$ . / А. В. Яценко, С. В. Евдокимов // ПТЭ. - 2003. - № 1. - С. 64-66. 2. Stoican O. S. NQR Detection Setup. / O. S. Stoican // Romanian Journal of Physics. – 2004. – Vol.51, №1-2. – P. 311-315. 3. Probst P. A. Marginal oscillator optimized for radiofrequency size effect measurements. / P. A. Probst, B. Collet, and W. M. MacInnes // Review of Scientific Instruments. - 1976. – V.47, №12. - P. 107-112. 4. Хандожко А. Г. Автодинный детектор для исследования ядерного магнитного резонанса и размерных эффектов в полупроводниках. / А. Г. Хандожко, Е. И. Слынько, И. П. Черныш // ПТЭ. – 1988. - №5. – С.110-113. 5. Лёше А. Ядерная индукция. / А. Лёше – Москва: ИЛ, 1963. - 684с. 6. Hill H.D.W., Richards R.E. Limits of measurement in magnetic resonance // J. Sci. Instrum. (J. Phys. E.). 1968. V.1. № S.2. P. 977-983. 7. Benedek G.B., Kushida T. Nuclear Magnetic Resonance in Antiferromagnetic  $MnF_2$  under Hydrostatic Pressure // Phys. Rev. 1960. V.118. № 1. P.46-53. 8. Adler Michael S. Sensitivity of Marginal Oscillator Spectrometers. / Michael S. Adler, Stephen D. Senturia, and C. Robert Hewes. // Review of Scientific Instruments. - 1971. - V.42, №5. - P. 704-712. 9. Ядерный магнитный резонанс. Учебное пособие / Под ред. проф. П. М. Бородина, - Л.: издательство ЛГУ, 1982. 334с. 10. [http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/BF245A-B-C.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BF245A-B-C.pdf) 11. Bloyet D. Very low noise amplifier for low temperature pulsed NMR experiments. / D. Bloyet, J. Lepaisant, and E. Varoquaux. // Review of Scientific Instruments. - 1985. - V.56, №9. - P. 1763-1771. 12. Салливан Н. Применение полевых транзисторов в ЯМР- и ЯКР-спектрометрах / Н. Салливан // Приборы для научных исследований. – 1973. - №3. – С. 56-59.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 621.373.52:539.1.078

**Анализ шумовых характеристик автодинного спин-детектора Политанский Л. Ф., Самила А. П., Хандожко В. А.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 104-110. – Бібліогр.: 12 назв.

На основі малосигнальних еквівалентних схем проведена аналітична оцінка коефіцієнта шуму і чутливості асиметричного та симетричного автодинних спинових детекторів. Показано, що при однакових умовах високочастотної генерації коефіцієнт шуму для симетричної схеми зменшується приблизно на 8,5%, а чутливість зростає на 4,7% в порівнянні з асиметричною схемою. Досліджено залежність коефіцієнта шуму (КШ) симетричного автодину від рівня високочастотної напруги на коливальному контурі (E) і його добротності (Q).

**Ключові слова:** автодин, коефіцієнт шуму, ядерна сприйнятливність, спектральна густина шуму, малосигнальна еквівалентна схема.

Based on the small-signal equivalent circuits, an analytical estimation of the noise factor and sensitivity of the asymmetric and symmetric marginal oscillators has been made. It is shown that under the identical high-frequency generation conditions the noise factor for the symmetric circuit is reduced by about 8,5%, and the sensitivity is increased by 4,7% as compared to the asymmetric circuit. The noise factor ( $N_F$ ) of the

symmetric marginal oscillator has been studied as a function of high-frequency voltage level in the oscillating loop ( $E$ ) and its quality factor ( $Q$ ).

**Keywords:** marginal oscillator, noise factor, nuclear sensitivity, noise spectral density, small signal equivalent circuit.

УДК 519.876.5

**В. А. СПЕРАНСКИЙ**, ст. препод., ОНПУ, Одесса

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ В ВИДЕ РЯДОВ ВОЛЬТЕРРА В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ**

Предлагается программно-аппаратный комплекс идентификации нелинейных динамических объектов на основе моделей Вольтерра в частотной области с использованием полигармонических тестовых сигналов. Применение метода и инструментальных средств демонстрируется на примере построения модели канала связи.

**Ключевые слова:** нелинейные системы, ряды Вольтерра, идентификация, полигармонические сигналы, многомерные частотные характеристики, инструментальные средства идентификации.

### **Введение**

Большинство технических систем и объектов живой природы имеют сложную структуру и обладают одновременно нелинейными и динамическими свойствами. Основным и одним из наиболее эффективных методов исследований таких систем в большинстве случаев является моделирование. На современном этапе развития техники в целом и информационных технологий в частности, использование вычислительной техники в процессе моделирования является обязательным фактором, позволяющим решать высокеемкие задачи с точки зрения вычислительной нагрузки. Эффективные алгоритмы и программные средства позволяют решать задачи моделирования с максимальной производительностью и высокой степенью адекватности получаемых результатов.

Для идентификации нелинейных динамических систем широко используются модели в виде интегро-степенных рядов Вольтерра [1–4]. При этом нелинейные и динамические свойства системы полностью характеризуются последовательностью многомерных весовых функций – ядер Вольтерра (ЯВ).

### **Целью работы**

Целью работы является разработка инструментальных средств идентификации нелинейных систем с помощью рядов Вольтерра в частотной области с использованием полигармонических тестовых сигналов и исследование эффективности разработанных средств на практическом примере построения нелинейной динамической модели для канала связи.

### **Методика экспериментальных исследований**

Задача идентификации при моделировании нелинейной динамической системы в виде ряда Вольтерра заключается в определении многомерных весовых функций  $w_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ ,  $n = 1, 2, \dots$  – ядер Вольтерра или передаточных функций  $W_n(j\omega_1, j\omega_2, \dots, j\omega_n)$  – Фурье-образов ядер на основе данных экспериментальных исследований системы «вход–выход». Идентификация нелинейной системы в частотной области сводится к определению на заданных частотах значений модуля и фазы многомерной передаточной функции  $W_n(j\omega_1, j\omega_2, \dots, j\omega_n)$  – многомерных АЧХ  $|W_n(j\omega_1, j\omega_2, \dots, j\omega_n)|$  и ФЧХ  $\arg W_n(j\omega_1, j\omega_2, \dots, j\omega_n)$ .

Тестовые полигармонические воздействия, представляют собой сигналы вида

© В. А. СПЕРАНСКИЙ, 2012

$$x(t) = A \sum_{k=1}^n \cos(\omega_k t), \quad (1)$$

где  $A$ ,  $\omega_k$  – соответственно амплитуда и частота  $k$ -ой гармоники.

В качестве аппаратной платформы для проведения экспериментов при помощи разработанного инструментария выступает IBM-PC совместимый компьютер, оборудованный двумя звуковыми картами Creative Audigy 4 с отношением сигнал/шум не хуже 89 dB и искажениями не выше 0,003 %, что позволяет характеризовать итоговые результаты, как достоверные. Встроенные звуковые карты обладают значительно худшими характеристиками и неравномерностью собственной АЧХ, поэтому в экспериментальных исследованиях не использовались. Общая схема организации экспериментальных исследований показана на рис.1а.

Используемый диапазон частот определялся полосой пропускания звуковой карты 20...20000 Гц, согласно паспортным данным производителя. Частоты тестовых сигналов выбирались из этого диапазона с учетом ограничений [5].

В качестве среды разработки представленных программных средств выбрана программная система математических расчетов Matlab или её свободно распространяемый совместимый аналог GNU Octave.

На языке Matlab реализованы все этапы, отвечающие за выполнение соответствующих пунктов представленных на рис.1б.

При реализации программной части инструментария было разработано 8 программных модулей, соответствующие пунктам, указанным на рис.1б. Структурная схема программного комплекса идентификации нелинейных объектов с указанием назначения всех модулей показана на рис.2.

В главном модуле (identify.m) происходит инициализация параметров идентификации исследуемой нелинейной системы. К ним относятся:

- 1) стартовая частота гармонических сигналов для проведения эксперимента  $f_1$ ;
- 2) количество шагов эксперимента (определяет количество поддиагональных сечений АЧХ и конечную частоту для экспериментов);
- 3) шаг изменения частоты  $f_1$  тестового гармонического сигнала;
- 4) количество повторов эксперимента, позволяющее усреднять результаты, полученные для данного исследуемого нелинейного объекта;
- 5) количество сэмплов сигнала, подаваемых на вход нелинейной динамической системы (должно быть кратно степени 2 для корректной работы БПФ);
- 6) частота дискретизации звукового сигнала, подаваемого на вход нелинейной динамической системы;
- 7) порядок ядра для модели Вольтерра;
- 8) порядок аппроксимации/количество экспериментов для аппроксимационного/интерполяционного метода вычисления коэффициентов и проведения эксперимента;



Рис. 1 - Общая схема организации - а и алгоритм - б проведения эксперимента

- 9) смещение между частотами  $f_2$  и  $f_1$  для тестовых полигармонических сигналов (для нелинейных моделей);
- 10) смещение между частотами  $f_3$  и  $f_2$  для тестовых полигармонических сигналов (для нелинейных моделей);
- 11) массив амплитуд тестовых моно– или полигармонических сигналов (в зависимости от порядка модели и метода расчёта);
- 12) массив коэффициентов рассчитанных по соответствующим амплитудам тестовых сигналов эксперимента;
- 13) массив времени для формирования звукового тестового сигнала;
- 14) массив, содержащий отклик тестируемой нелинейной динамической системы на тестовый гармонический сигнал;
- 15) массив, содержащий точки АЧХ нелинейной динамической системы.

Визуальный интерфейс, реализованный в модуле `identify.fig`, содержит все визуальные компоненты оконного приложения, предназначенные для управления параметрами проведения эксперимента.

Элементы управления, расположенные на главной форме, позволяют управлять процессом идентификации путём изменения значений переменных, а так же последующей визуализацией полученных результатов.

Расчёт коэффициентов идентификации при определении формы тестовых воздействий зависит от их амплитуды и происходит в модуле (`ras4kcoef.m`) путём решения СЛАУ матричным методом.

После запуска процесса идентификации начинает работу один из модулей идентификации модели выбранного порядка (`channel_1P.m`, `channel_2P.m`, `channel_3P.m`) в котором в общем случае:

- генерируются тестовые гармонические сигналы с заданными в зависимости от метода амплитудами;
- сгенерированные массивы сигналов отправляются на вход нелинейной системы;
- после прохождения тестовых сигналов через нелинейную систему, принятые сигналы имеют форму, показанную на рис.3, и проходят предобработку (произведение сигналов и коэффициентов);
- вычисляется суммарный отклик всех сигналов;
- вычисляются значения точек АЧХ для откликов, полученных от тестируемой системы;
- данные результатов идентификации на данном шаге прохода по частоте сохраняются в файл.

Алгоритм идентификации основан на построении модели нелинейной динамической системы в виде РВ и заключается в выборе формы тестовых воздействий и применении алгоритма, который позволяет по измеренным реакциям определять ЯВ или их Фурье-образы (многомерные АЧХ и ФЧХ) соответственно для моделирования КС во временной или частотной области [6]. Механизм идентификации реализован аппроксимационным [7] и интерполяционным методом [8]. Идентификация нелинейного объекта на примере модели первого порядка представлена текстуальным алгоритмом:

*Шаг 1.* Из главного модуля (`identify.m`) передаются параметры идентификации и записываются в соответствующие значения модуля `channel_1P.m`;

*Шаг 2.* Инициализируются все вспомогательные локальные массивы и переменные;

*Шаг 3.* Цикл для количества повторов эксперимента

*Шаг 3.1.* Цикл для прохода от стартовой частоты с заданным шагом на кол-во шагов, указанных в параметрах идентификации

*Шаг 3.1.1.* Увеличение частоты  $f_1$  на текущем шаге эксперимента;

*Шаг 3.1.2.* Формирование тестового гармонического сигнала



- Шаг 3.1.3. Поиск позиции частоты  $f_1$  в спектре сигнала
- Шаг 3.1.4. Цикл для каждой амплитуды тестовых сигналов эксперимента
- Шаг 3.1.4.1. Формирование сигнала с заданной амплитудой;
- Шаг 3.1.4.2. Подача сигнала на выход звуковой карты;
- Шаг 3.1.4.3. Прием сигнала с входа звуковой карты;
- Шаг 3.1.4.4. Домножение принятого сигнала (отклика) с заданной амплитудой на соответствующие коэффициенты;
- Шаг 3.1.4.5. Нахождение суммарного отклика суммированием группы принятых сигналов;
- Шаг 3.1.4.6. Если метод интерполяционный, то деление суммарного отклика на дополнительный коэффициент метода;
- Шаг 3.1.4.7. Нахождение спектра сигнала при помощи БПФ;
- Шаг 3.1.4.8. Получение значения информационной гармоник с позицией, найденной на Шаге 3.1.3;
- Шаг 3.1.4.9. Вычисление АЧХ и коррекция амплитуды;
- Шаг 3.1.5. Сохранение данных в виде массивов с результатами идентификации для частоты  $f_1$

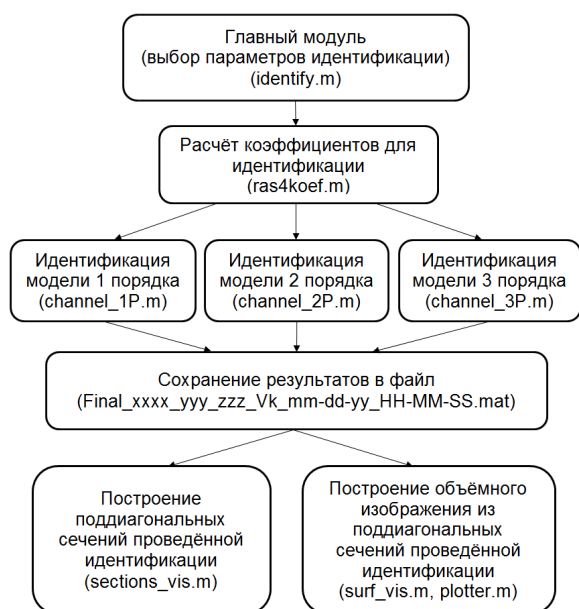


Рис. 2 - Структурная схема программного комплекса идентификации нелинейных объектов

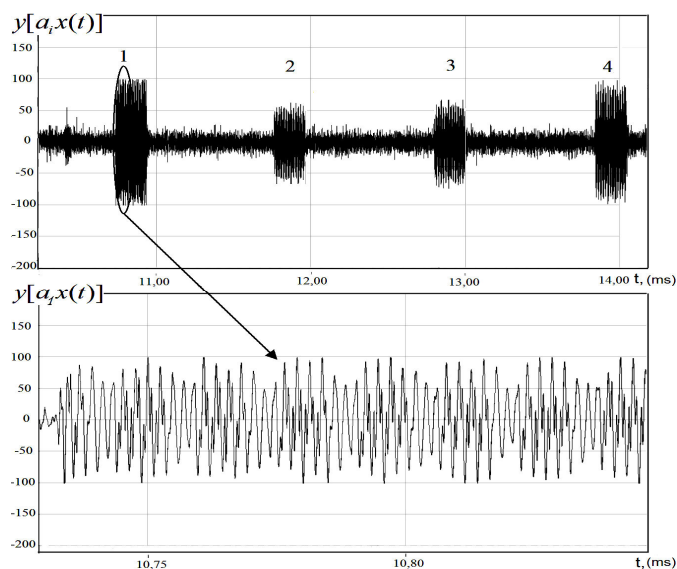


Рис. 3 - Принятая с шумами канала связи группа сигналов-откликов, соответствующих 4 амплитудам тестовых сигналов модели 2 порядка:  $a = -1$  (1);  $a = 1$  (2);  $a = -0,644$  (3);  $a = 0,644$  (4)

Для сохранения данных результатов идентификации с целью последующего построения модели объекта в частотной области используются m-файлы, имя которых показывает описание полученных результатов. Сами файлы сохраняются на диске в подкаталоге Results каталога с программой. Формат имени файла, позволяющий каталогизировать результаты идентификации, указан на рис.2 и содержит следующие поля:

- xxxx – стартовая частота текущего эксперимента (сечения),
- yyy – смещение между частотами  $f_2$  и  $f_1$ ,
- zzz – смещение между частотами  $f_3$  и  $f_2$ ,
- k – порядок ядра Вольтерра,
- mm-dd-yy\_HH-MM-SS – текущая дата и время в указанном формате.

По результатам идентификации из данных, содержащихся в файлах, есть возможность построить двумерные графики (модуль sections\_vis.m) – поддиагональные сечения АЧХ нелинейной системы, а так же трёхмерные графики (модули surf\_vis.m, plotter.m) – поверхности, построенные из поддиагональных сечений АЧХ нелинейной системы с

изменяющимся параметром смещения между частотами  $f_2$  и  $f_1$  или частотами  $f_3$  и  $f_2$  для моделей второго и третьего порядков соответственно.

При построении графиков автоматически производится фильтрация полученных графиков при помощи вейвлет шумоподавления. В качестве вейвлета был выбран «Coiflet» 2 порядка, позволяющий при минимальном увеличении среднеквадратической ошибки по сравнению с исходным результатом представить выходные данные в улучшенном формате, т.е. с минимизацией шумов, привносимых реальным каналом связи в данные эксперимента.

### Обсуждение результатов

В качестве результатов идентификации выступает модель в виде линейной и нелинейной АЧХ объекта, представленная графиками поддиагональных сечений для моделей 1-3 порядков (рис.4а) и поверхностей, построенных из поддиагональных сечений для моделей 1-3 порядков (рис.4б).

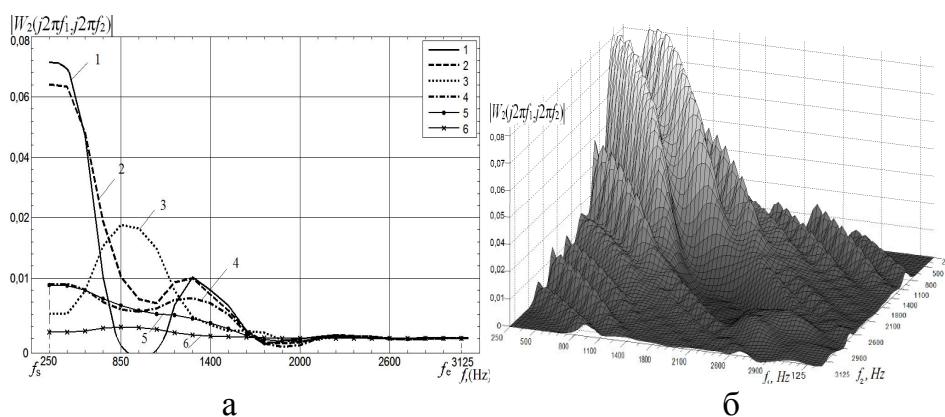


Рис. 4 - а) Поддиагональные сечения АЧХ для модели второго порядка после вейвлет «Coiflet»-фильтрации на частотах: 201 (1), 401 (2), 601 (3), 801 (4), 1001 (5), 1401 (6) Гц. б) поверхность, построенная из поддиагональных сечений АЧХ для модели второго порядка после вейвлет «Coiflet»-фильтрации

Результаты идентификации линейных и нелинейных моделей каналов связи были опубликованы в работах [5–6]. Они свидетельствуют о существенной нелинейности выбранной динамической системы. Следовательно, при эксплуатации такой системы важно учитывать как линейные характеристики, так и нелинейные с целью повышения достоверности и эффективности

использования. На рис.5 показан увеличенный фрагмент сравнения отправленного и принятого сигналов, на котором заметны изменения (задержки и искажения), вносимые исследуемым каналом связи при использовании полигармонического тестового сигнала, т.е. при построении нелинейной модели.

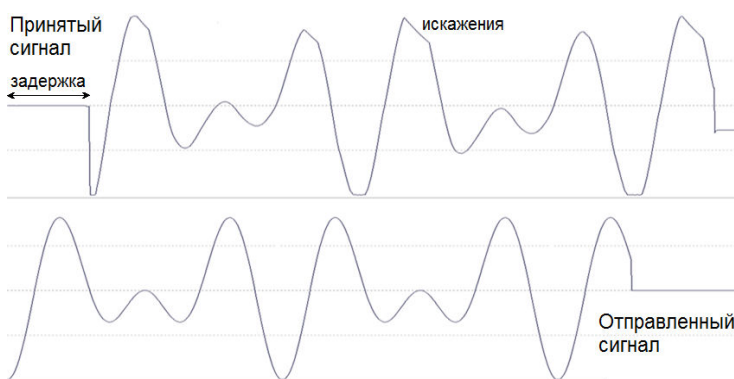


Рис. 5 - Изменения принятого сигнала относительно отправленного для тестируемой нелинейной системы

Использование разработанного программного обеспечения позволяет в полной мере изучить нелинейную систему и использовать полученные характеристики для учёта и дальнейшей коррекции.

**Выводы.** В ходе разработки и проведенных исследований был получен комплекс инструментальных программно-аппаратных средств, который позволяет идентифицировать и получать модель нелинейной системы с неизвестной структурой при помощи рядов Вольтерра в частотной области, используя тестовые полигармонические сигналы.

**Список литературы:** 1. Doyle, F. J. Identification and Control Using Volterra Models [Текст] / F. J. Doyle, R. K. Pearson, B. A. Ogunnaike. // London. Springer Technology & Industrial Arts, 2001.- 314 С. 2. Попков, Ю. С. Идентификация и оптимизация нелинейных стохастических систем [Текст] / Ю. С. Попков, О. Н. Киселев, Н. П. Петров, Б. Л. Шмультян. // М.: Энергия, 1976.- 440 С. 3. Пупков, К. А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления: учеб. для вузов. [Текст] / К. А. Пупков, Егунов Н. Д. // В 5 т. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - Т.2.- 638 С. 4. Giannakis G. B. A bibliography on nonlinear system identification and its applications in signal processing, communications and biomedical engineering [Text] / G. B. Giannakis, E. Serpedin // Signal Processing — EURASIP, Elsevier Science B.V. — 2001. — Vol. 81. — №3. — P. 533 – 580. 5. Павленко, В. Д. Ограничения выбора частот тестовых полигармонических сигналов для идентификации нелинейной системы / В. Д. Павленко, С. И. М. Исса // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одесса, 2009.—Вып. 1 (31). — С. 107 — 113. 6. Павленко, В. Д. Выбор тестовых частот при идентификации нелинейной системы рядом Вольтерры [Текст] / В. Д. Павленко, А. А. Зиновьев. // Электронное моделирование, 2002. - Т. 24, №1.- С. 16–24. 7. Павленко, В. Д. Автоматизированная система контроля каналов связи телекоммуникационных систем – В сб.: “Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях”: Труды межд. науч.-практ. конф., Москва, 4-8 апреля 2011 г. [Текст] / Павленко В. Д., Сперанский В. А. // М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. – С. 1023-1031. 8. Pavlenko, V. D., Speranskyu, V. O. Identification of nonlinear dynamical systems using Volterra model with interpolation method in frequency domain [Текст] // Electrotechnic and Computer Systems. – К: «Техніка». – 2012. – №05(81). – С. 229 – 234.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 519.876.5

**Инструментальные средства построения моделей нелинейных систем в виде рядов вольтерра в частотной области** / Сперанский В. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 110-115. – Бібліогр.: 8 назв.

Пропонується програмно-апаратний комплекс засобів, який дозволяє ефективно реалізовувати комп'ютерне моделювання нелінійних динамічних об'єктів зі структурою типу «чорна скринька» за допомогою математичного апарату рядів Вольтерра та отримувати частотні характеристики таких об'єктів. Використання методу та інструментальних засобів випробувано на прикладі отримання моделі каналу зв'язку.

**Ключові слова:** нелінійні системи, ряди Вольтерра, ідентифікація, полігармонічні сигнали, багатовимірні частотні характеристики, інструментальні засоби ідентифікації.

The hardware and software toolkit is presented. It can effectively implement computer simulation of nonlinear dynamic objects with the structure of the "black box" with the mathematical apparatus of Volterra series and obtain the frequency response of these objects. Using of the method and tools are implemented on receiving of communication channel model.

**Keywords:** nonlinear systems, Volterra series, identification, polyharmonic signals, multidimensional frequency characteristics, identification toolkit.

УДК 004.272.2+004.932

**Р. Б. ТУШНИЦЬКИЙ**, канд. техн. наук, ст. викл., НУ «Львівська політехніка»;  
**І. Я. КОЖУХ**, аспірант, НУ «Львівська політехніка»

### **ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЧИСЛЕНЬ НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ**

Розроблено програмне забезпечення для дослідження паралельних алгоритмів сегментації зображень з використанням обчислень на графічному процесорі.

**Ключові слова:** обчислення на графічному процесорі, сегментація, кластеризація, обробка зображень, порівняння алгоритмів.

#### **Вступ**

Сегментація є одним з процесів обробки зображень, що знаходить своє застосування у

© Р. Б. ТУШНИЦЬКИЙ, І. Я. КОЖУХ, 2012

різних галузях науки – інформатиці, електротехніці, медицині, криміналістиці, топографії, астрономії. Завданням сегментації є розбиття зображення на деяку кількість частин – сегментів, що часто є одним з перших етапів обробки.

На даний час для сегментації зображень розроблено ряд алгоритмів з використанням різних математичних підходів, таких як аналіз гістограми [1], кластеризація [2], виділення границь [3], розріз графа [4] та ін.

Різні алгоритми дають змогу підвищити якість чи швидкодію сегментації, а також адаптувати сегментацію до конкретної галузі.

### Мета роботи

Такі властивості пікселів, як схожість операцій над ними та незалежність їх обробки, дають змогу розпаралелити роботу. В свою чергу, це робить корисним використання графічного процесора, який призначений саме для таких задач.

Існуючі паралельні алгоритми [5–8], що використовують технологію NVIDIA CUDA для роботи з графічним процесором, також базуються на різних підходах до сегментації. Тому виникає додаткова задача – їх практичне порівняння в однакових умовах.

### Методика експериментів

Для ефективного і різнобічного порівняння алгоритмів розроблено програмну систему, яка працює у чотирьох режимах: інтерактивна сегментація, групова сегментація, порівняння якості, порівняння швидкодії.

Під якістю алгоритмів розуміємо ступінь відповідності сегментів реальним об'єктам. Тому оцінювання якості є суб'єктивним і базується на візуальному порівнянні сегментованих зображень.

Основна увага дослідження приділена швидкодії, зокрема приросту швидкодії паралельних алгоритмів у порівнянні з послідовними. Під швидкодією алгоритмів розуміємо час сегментації одного і того ж набору зображень. Обчислення часу роботи здійснено із врахуванням всіх операцій, включно з передачею даних [9] внутрішніми засобами технології CUDA.

### Архітектура програмної системи

Під час роботи програмного продукту використано паралельні обчислення на графічному процесорі із застосуванням архітектури NVIDIA CUDA, яка передбачає як апаратні, так і програмні обмеження.

Для доцільності використання паралельних обчислень за допомогою архітектури CUDA, швидкість розпаралелених алгоритмів сегментації зображень з використанням графічного процесора повинна бути мінімум на 20% вища, ніж швидкість аналогічних послідовних алгоритмів на центральному процесорі.

Концептуальна схема обраної тривірневої архітектури програмного засобу наведена на рис.

Враховуючи особливості предметної області та переваги і обмеження технології, обрано тривірневу архітектуру з такими рівнями:

- ✓ Рівень користувача.
- ✓ Рівень бізнес-логіки.

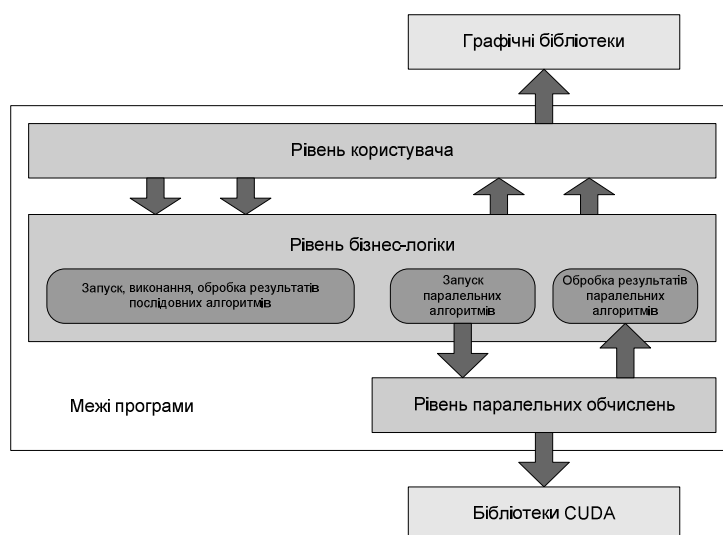


Рис. - Концептуальна схема архітектури програмної системи

✓ Рівень паралельних обчислень.

Основною задачею рівня користувача є забезпечення взаємодії програми з її користувачем. Включає реалізацію вводу з запобіганням помилкам вводу, вивід інформаційних повідомлень, вивід результатів роботи програми у текстовому (стандартними засобами) та графічному (засобами графічних бібліотек) представленнях. В залежності від заданих користувачем параметрів викликає відповідні функції нижчого рівня та отримує їх результати.

Рівень бізнес-логіки забезпечує основну діяльність програми – організацію сегментації та порівняння, а також деякі допоміжні функції, зокрема читання та запис у файли, копіювання даних з одних структур в інші. Здійснює запуск, виконання та обробку результатів послідовних алгоритмів. Для паралельних алгоритмів запускає функції найнижчого рівня і після повернення управління обробляє результати.

Основною задачею рівня паралельних обчислень є ефективно розпаралелене виконання сегментації на графічному процесорі, що здійснюватиметься викликами функцій бібліотек CUDA.

Консольна частина інтерфейсу користувача реалізована лише за допомогою C++, графічна – з використанням бібліотек OpenGL.

### **Обговорення результатів досліджень**

Розроблений програмний засіб було застосовано для роботи системи пошуку зображень на основі їх вмісту [10], а також для порівняння алгоритмів сегментації зображень – кластеризації та аналізу гістограм.

В результаті дослідження виявлено, що метод аналізу гістограми дає якісніші результати при виділенні малої кількості сегментів, аніж багатьох, а також досить якісно обробляє комп'ютерну графіку. Недоліками методу є виділення шуму, а також низька чіткість меж сегментів.

Кластеризація, навпаки, краще працює з великою кількістю сегментів, їх межі є порівняно чіткішими. Її недоліком є схильність до розбиття однотонних об'єктів.

Час роботи обох версій алгоритмів аналізу гістограми в усіх дослідах виявився суттєво меншим за час кластеризації, порядком 4–18 раз без врахування операцій з файлами. Крім того, аналіз гістограми є незалежним від вмісту зображення і час його роботи є стабільним, а час роботи кластеризації сильно коливається в залежності від вмісту.

Приріст швидкодії під час розпаралелення аналізу гістограми є незначний – порядком 1–1.3 разів; під час розпаралелення кластеризації приріст є суттєвим, і навіть з врахуванням всіх операцій з файлами досягає 5 раз. Крім цього, в умовах багаторазової обробки одного зображення він є значно більшим – від 14 до 100 разів.

### **Висновки**

Розроблено інформаційне та програмне забезпечення на основі створеного математичного забезпечення для порівняння швидкодії та якості паралельних алгоритмів сегментації зображень. Розроблено архітектуру та принципи взаємодії модулів системи на основі розроблених моделей та алгоритмів.

Програмна система призначена передусім для розробників програмного забезпечення та науковців, які працюють в галузі сегментації зображень та паралельних обчислень, оскільки дає змогу практично порівняти роботу алгоритмів для різних типів зображень на одному комп'ютері і вибрати кращий за власними критеріями.

**Список літератури:** 1. *Kurugollu, F.* Color image segmentation using histogram multithresholding and fusion [Текст] / *F. Kurugollu, B. Sankur, A. Harmanci* // *Image and Vision Computing*, Vol. 19, Issue 13. – 2001. – P. 915-928. 2. *Chitade, A. Z.* Colour based image segmentation using k-means clustering [Текст] / *A. Z. Chitade, S. K. Katiyar* // *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 2, Issue 10. – 2010. – P. 5319-5325. 3. *Wang, H.* Generalizing edge detection to contour detection for image segmentation [Текст] / *H. Wang, J. Oliensis* // *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 114, Issue 7. – 2010. – P. 731-744. 4. *Felzenszwalb, P. F.* Efficient graph-based image segmentation [Текст] / *P. F. Felzenszwalb,*

*D. P. Huttenlocher* // International Journal of Computer Vision, Vol. 59, Issue 2. – 2004. – P. 167-181. **5. Shams, R.** Efficient histogram algorithms for NVIDIA CUDA compatible devices [Текст] / *R. Shams, R. A. Kennedy*. – ICSPCS, Gold Coast, 2007. – P. 418-422. **6. Farivar, R.** A parallel implementation of k-means clustering [Текст] / *R. Farivar, D. Rebodello, et al.* – PDPTA, Las Vegas, 2008. – P. 340-345. **7. Catanzaro, B.** Efficient, high-quality image contour detection [Текст] / *B. Catanzaro, B. Y. Su, et al.* – IEEE International Conference on Computer Vision, Kyoto, 2010. – P. 2381-2388. **8. Vineeth, V.** CUDA cuts: Fast graph cuts on the GPU [Текст] / *V. Vineeth, P. J. Narayanan*. – Workshop on Visual Computer Vision on GPUs, Anchorage, 2008. – P. 1-8. **9. Gregg, C.** Where is the data? Why you cannot debate CPU vs. GPU performance without the answer [Текст] / *C. Gregg, K. Hazelwood*. – ISPASS, Austin, 2011. – P. 134-144. **10. Kozhuh, I.** CBIR System Using CUDA Technology [Текст] / *I. Kozhuh, R. Tushnytskyy* // Proc. of the Intern. Conf. MEMSTECH'2012. – Lviv-Polyana, 2012. – P. 60-61.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 004.272.2+004.932

**Програмна система для дослідження паралельних алгоритмів з використанням обчислень на графічному процесорі/ Тушницький Р. Б., Кожух І. Я.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 115-118. – Бібліогр.: 10 назв.

Разработано программное обеспечение для исследования алгоритмов сегментации изображений с использованием вычислений на графическом процессоре.

**Ключевые слова:** вычисления на графическом процессоре, сегментация, кластеризация, обработка изображений, сравнение алгоритмов.

The software for the study of parallel algorithms for image segmentation using computation on GPUs is developed and presented.

**Keywords:** computing on GPU, segmentation, clustering, image processing, comparison algorithms.

УДК 519.693.8

**М. С. ШИРОКОПЕТЛЕВА**, ст. препод., ХНУРЕ, Харьков

## **О ПОДСИСТЕМЕ АДАПТАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОГО УКРАИНО-РУССКО-АНГЛИЙСКОГО СЛОВАРЯ С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ**

Продемонстрирована возможность адаптации интерфейса для лексикографического словаря на основе индивидуальных психофизиологических особенностей пользователя.

**Ключевые слова:** модель пользователя, адаптация, интерфейс, обучение.

### **Введение**

С точки зрения проектирования системы, предоставляющей пользователю по его требованию информацию по любой предметной области, можно рассматривать как систему с наличием обратной связи или без нее. Во втором случае на объем и вид предоставляемой информации влияет лишь запрос пользователя, который определяет содержание информации, а в обучающих системах – сценарий обучения. При введении обратной связи, которая влияет на вид и тип предоставляемой информации необходимо корректировать не только объем предоставляемой информации, но и ее вид.

При создании двух- и трех язычных словарей объем предоставляемой информации практически не изменяется для различных пользователей. Исключение может составить лишь часть специалистов в узкой предметной области, для которых требуется предоставление всего интенционала и экстенционала понятия, запрашиваемого для перевода или пояснения. Для других пользователей, особенно пользователей с ограниченными возможностями, важным является вид предоставления материала, процесс выбора которого можно рассматривать как адаптацию интерфейса, учитывающую психофизиологические особенности пользователей. Степень восприятия предоставляемого материала влияет как на процесс взаимодействия с системой (удобство, скорость работы)

© М. С. ШИРОКОПЕТЛЕВА, 2012

так и на процесс запоминания, что является важным фактором при обучении. Поэтому можно рассматривать адаптацию интерфейса трех язычного словаря как частный случай адаптации интерфейса в обучающих системах.

### **Цель работы**

Целью работы является исследование адаптации интерфейса для лексикографического украино-русско-английского словаря с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей личности, а также анализ возможности применения словарей с модулем адаптации интерфейса для людей с ограниченными возможностями.

### **Общие сведения об адаптации программного обеспечения**

Адаптация программы – это внесение изменений, осуществляемых исключительно в целях обеспечения функционирования программы для ЭВМ или базы данных на конкретных технических средствах пользователя или под управлением конкретных программ пользователя.

Адаптация, как процесс приспособления объекта управления (интерфейса программного обеспечения) к изменяющимся воздействиям на основе анализа откликов объекта (в данном случае пользователя) [1], имеет несколько иерархических уровней, соответствующие различным принципам изменения состояния и управления интерфейса пользователя:

- параметрическая адаптация;
- структурная адаптация;
- адаптация на основе развития объекта управления.

Для адаптации пользовательского интерфейса лексикографического словаря можно использовать параметрическую и структурную адаптацию, которые, в общем случае, взаимосвязаны.

При проектировании подсистемы адаптации пользовательского интерфейса будем учитывать психофизиологические и когнитивные особенности пользователей [2], часть из которых может быть использована для параметрической адаптации.

### **Взаимосвязь когнитивных особенностей личности и видов репрезентации информации в компьютерных системах**

Выделяя различные типы знаний нельзя забывать о целостности знаний как их основной особенности. Отсутствие целостности, упорядоченности знаний существенно снижает эффективность интеллектуальной деятельности по следующим причинам: противоречивость отдельных элементов знаний по конкретным вопросам; трудность отыскания в памяти нужной информации из-за "лишних" ассоциативных связей; трудность определения возможности или невозможности применения имеющейся информации для конкретного случая и т.д. Нельзя достоверно говорить о наличии целостности знаний во внутреннем мире человека, где отдельные элементы знаний находятся в отдельных структурных единицах личного опыта, связи между которыми определяются элементами опыта: ощущениями, эмоциями, оценками.

Причинами индивидуальных различий в интеллектуальной продуктивности могут выступать среда (культура) или нейрофизиологические особенности, определяемые наследственностью. Для выявления этих различий используют следующие методы: внешняя экспертная оценка поведения и объективные методы – систематическое наблюдение и измерения (тесты). Психологи выводят индивидуальные различия из особенностей индивидуальной структуры, обеспечивающий процесс переработки информации [2].

В компьютерных системах допустимы следующие способы представления информации пользователю:

- структурированная текстовая информация – классификации, определения;

- структурированная пространственная (по возможности) информация – рисунки, схемы, таблицы;
- вербальная визуальная информация – развернутые определения, дополнительные уточнения;
- озвучивание – звуковое сопровождение визуальной информации как ее дублирование так и независимое озвучивание.

На восприятие и дальнейшую актуализацию информации значительное влияние оказывают вербальная, логико-математическая и пространственная составляющие интеллекта. Развитие музыкальной составляющей на учебную успеваемость по разным предметам оказывает лишь косвенное воздействие. Но этот фактор необходимо учитывать как сопровождающий остальные.

Влияние скорости и качества восприятия информации на успеваемость считаем связанным прямо пропорциональной зависимостью, из чего следует, что в случае представления информации в виде, максимально воспринимаемом человеком, эффективность обучения будет возрастать.

Влияние развития факторов интеллекта [2] на успеваемость по различным дисциплинам, объединенным в циклы, представлено на рис.1.

Зависимость интеллектуальных и темпераментных характеристик личности в большей степени проявляется у детей, чем у взрослых, но при обучении, темпераментные характеристики оказывают большое влияние на отношение к представляемой информации и, следовательно, на эффективность обучения, практически в любом возрасте.

Применение подхода, описанного в [3], позволяет наилучшим образом использовать все возможности представления информации в обучающих системах, включая системы дистанционного образования и web-ориентированные обучающие системы.

Одной из объективных характеристик пользователя является уровни зрения и слуха. В некоторых случаях недостаточность или недостоверность получаемой информации из-за физиологических ограничений пользователей может быть критической. Поэтому в таких случаях предлагается использовать доминирующую физиологическую составляющую как основу для предоставления информации, а влияние всех субъективных характеристик снижается.

### **Анализ возможности применения программных средств для генерации звукового сопровождения материала**

Для генерации звукового сопровождения материала в качестве компонента подсистемы адаптации интерфейса возможно использовать различные синтезаторы речи, например [Синтезатор речи для ПК Sakrament TalkerPro Rus Edition, 3.0](#) или PROMT 7.0, содержащей интегрированную технологию синтеза речи Microsoft Agent и модули голосового синтеза Text-To-Speech.

Для русской и украинской составляющих словаря предлагается использовать свободно распространяемую систему [L&H tts3000 russian](#), которая применяется для Windows-ориентированных операционных систем и представляет SAPI-синтезатор, разработанный фирмой [Lernout & Hauspie Speech Products](#), лицензирован и распространяется фирмой [microsoft](#), а также SAPI-синтезатор [digalo russian](#).

Для озвучивания отдельных слов - перевода конкретного термина - достаточно использование синтезаторов речи с выбранным для конкретного пользователя голосом

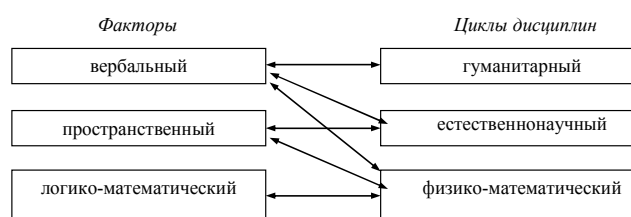


Рис. 1 - Влияние развития составляющих интеллекта на успеваемость по циклам дисциплин



воспроизведения, а для описания термина, раскрытия содержания, может потребоваться выделение наиболее значимой информации, что возможно двумя способами:

- «в ручную» - хранение дополнительной информации;
- использование систем автореферирования, что позволяет динамически формировать текст для предоставления пользователю.

Объем текста для озвучивания может определяться субъективными показателями и сам текст заданного объема может автоматически генерироваться с использованием систем автореферирования [4].

МЛ Аннотатор (МедиаЛигва) - составляет связный реферат документа. «Коэффициент сжатия» реферата задается пользователем. Программа может работать в двух режимах: реферирование и выделение ключевых слов.

Процесс работы программы «Золотой ключик» (Текстар) выглядит следующим образом: на стандартный вход программе подается произвольный текст на русском языке, на стандартном выходе программа формирует аннотацию данного текста и список рубрик, к которым относится данный текст.

Программа TextAnalyst разработана в Московском научно-производственном инновационном центре «МикроСистемы». TextAnalyst используется в качестве инструмента для анализа содержания текстов, смыслового поиска информации, формирования электронных архивов.

Алгоритм работы программы Extractor (Институт информационных технологий национального исследовательского Совета Канады) включает в себя эффективный метод извлечения ключевых фраз. Способы определения наиболее вероятных ключевых фраз, используя контекстную информацию, служат основой для идеи выявления в тексте переформулированных смысловых конструкций.

### Основные элементы подсистемы адаптации интерфейса

В общем виде подсистема адаптации интерфейса может быть представлена на рис. 2

Из вышесказанного можно отметить, что подсистема адаптации интерфейса состоит из следующих компонентов: блока формирования модели пользователя, блока формирования вида предоставляемого пользователю материала и блока генерации звуковой составляющей ответа.



Рис. 2 – Взаимодействие модулей в подсистеме адаптации интерфейса

**Выводы.** В статье предложен подход к проектированию подсистемы адаптации интерфейса лексикографического трехязычного словаря с учетом индивидуальных особенностей пользователя.

**Список литературы:** 1. Преподавание Информационных Технологий в России. Открытая всероссийская конференции [Электронный ресурс] / Глушань В. М., Марков В. В., Романов Р. М. Построение компьютерных обучающих систем с адаптацией к психо-эмоциональному состоянию обучаемого /. Реж доступа: <http://www.it-education.ru/2008/reports/Glushan' Markov RomanovRM.htm>. Загл с экрана, 2012.01.2012 2. Дружинин В. Н. Психология общих способностей [Текст] / В. Н. Дружинин– СПб.: Питер Ком, 1999. – 368 с. 3. Несмьян Ю. Ю., Широкопетлева М. С. Про підхід до створення моделі користувача в адаптивній системі навчання /«Східно Європейський журнал передових технологій», 2010, с. 51-54. 4. Мишуков А. А. Обзор систем автореферирования общего профиля. [Текст] / А. А. Мишуков [Информационное противодействие угрозам терроризма. 2005. № 4. С. 34-38.](#)

Надійшла до редколегії 20.12.2012

**О подсистеме адаптации интерфейса для лексикографического украинно-русско-английского словаря с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей личности / Широкопетлева М. С. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. – № 68 (974). – С. 118-122. – Бібліогр.: 4 назв.**

Продемонстровано можливість адаптації інтерфейсу для лексикографічного словника на основі індивідуальних психофізіологічних особливостей користувача.

**Ключові слова:** модель користувача, адаптація, інтерфейс, навчання.

The work is devoted to adapting the interface to the lexicographic dictionary based on individual psychophysiological characteristics of the user.

**Keywords:** user model, adaptation, interface, training..

## УДК 044.03

**С. В. ШТАНГЕЙ**, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

Проведен анализ ГИС, как сложной системы. рассмотрены геоинформационные технологии и место ГИС-компонент при решении телекоммуникационных задач. Предложена структура обобщенной ГИС в виде трехуровневой системы, по которым можно проводить сравнение различных ГИС.

**Ключевые слова:** Геоинформационные системы, базы данных, телекоммуникации, геоинформация, платформа ArcGIS

#### **Введение.**

#### **Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций.**

Появление и дальнейшее развитие цифрового оборудования и цифровых методов формирования, передачи и обработки информационных сигналов с использованием передовых телекоммуникационных технологий позволяет создавать и совершенствовать современные информационные системы (ИС). Сейчас наблюдается конвергирование систем и технологий, не позволяющее провести чёткую границу между системами телекоммуникаций и информационными системами. Системный подход позволяет выделить каждую из систем как целостный объект с учётом достигаемой ею цели функционирования. Затем можно провести разделение на ИС, обеспечивающие сбор, накопление, учёт и преобразование информации, и телекоммуникационные системы, предназначенные для безыскажённой и своевременной доставки этой информации потребителю.

Телекоммуникационные системы выступают материальной основой информационных систем и могут быть включены в них как подсистемы.

Геоинформационные системы (ГИС) и технологии, используемые для изучения и формирования баз данных пространственно-временных структур, связей и динамики окружающего нас мира (среды), опираются на методы объектного моделирования и анализа. Для корректного применения объектная модель должна иметь достаточно высокий уровень стандартизации. С учётом современных требований к телекоммуникационной системе в сфере интегрированных услуг, её можно представить как совокупность пространственно-временных, образно-знаковых моделей некоторой структуры и взаимосвязей. Такая система функционирует как сложная, интегрированная система технически, технологически и организационно взаимосвязанных предприятий и служб разных отраслей, осуществляющих связь, передачу информации и обмен данными на расстоянии.

#### **Формулировка цели статьи**

Телекоммуникационная система в качестве объекта ГИС представляет собой

интегрированную полиструктурную гиперсистему (полисистему) в виде агрегированной группы предприятий и организаций по предоставлению телекоммуникационных услуг.

Телекоммуникационные компании во всем мире обращаются к ГИС как носителям структурированных геоинформационных данных и соответствующих моделей, которые способны помочь их успешному развитию. Инструментарий ГИС обеспечивает объединение разных типов геоинформации и способствует разработке оптимальной структуры сетей, поиску эффективных каналов передачи сообщений, решению сложных задач обеспечения устойчивости связи в условиях меняющейся окружающей среды.

### Изложение основного материала исследования

ГИС-приложения в сфере телекоммуникаций многоплановы и их условно можно разделить на несколько групп в зависимости от выполняемых функций и обслуживаемых подразделений. Приведём некоторые из таких групп с перечнем наиболее распространенных задач, решаемых при помощи ГИС:

- Планирование и проектирование сетей;
- Разработка, интеграция и управление пространственными базами данных (БД) для планирования и инжиниринга;
- Использование существующих наборов данных к центрам и границам проводных сетей, местоположению антенн, районам кабельного телевидения, цифровым моделям местности, центральным линиям улиц и адресным зонам, геодемографии, местным базам данных землепользования и т.д.;
- Пространственное отображение, редактирование и запросы объединенных БД;
- Пространственный анализ существующих сетей, окружающей среды и рыночных факторов;
- Анализ спроса (пространственное распределение) и прогноз;
- Пространственное задание и редактирование предполагаемой физической сети;
- Пространственный анализ и моделирование при планировании сети.

Таким образом ГИС (вместе с телекоммуникационной составляющей) – сложная современная ИС, позволяющая решать широкий круг задач по сбору, обработке и передаче информации. Такая интегрированная система опирается на три технологии, бурно развивающиеся в настоящее время: управление БД; геоинформатику; телекоммуникации.

Рассматриваемая система, обладает важными достоинствами, заложенными при её создании. Главными из них являются модульность, готовность к дальнейшему развитию, и практически неограниченная масштабируемость, как с точки зрения использования различных систем связи, так и по способам анализа информации – рис.1.



Рис.1 – Структура интегрированной ГИС

Большое количество существующих ГИС-приложений в индустрии телекоммуникаций изначально разрабатывались как ведомственные инструментальные средства, которые работали в пределах четко определенной сферы. Эти приложения использовались при автоматизации бизнес-процессов, увеличивая их эффективность. На рис.2. представлены способы интеграции ГИС приложений в рамках процесса передачи данных, использовавшиеся различными телекоммуникационными компаниями.

Системы поддержки операций (OSS) обеспечивают должное выполнение всех функций, связанных с сетями. Они выполняют такие действия, как мониторинг сетей, управление обрывами и восстановлением связи, выставление счетов за услуги и тестирование. С помощью общедоступной базы данных ГИС.

Специальные объекты, смоделированные в ГИС, не только содержат формализованные правила, что ускоряет процесс проектирования, но также отражают состояние элементов сети. Запросы позволяют идентифицировать объекты в слое элементов сети, которые загружены более, чем на 80% в течение половины времени их работы. Коммутаторы, базовые станции, и другие элементы, выбранные этими запросами, являются потенциальными кандидатами на модернизацию и увеличение их производительности.

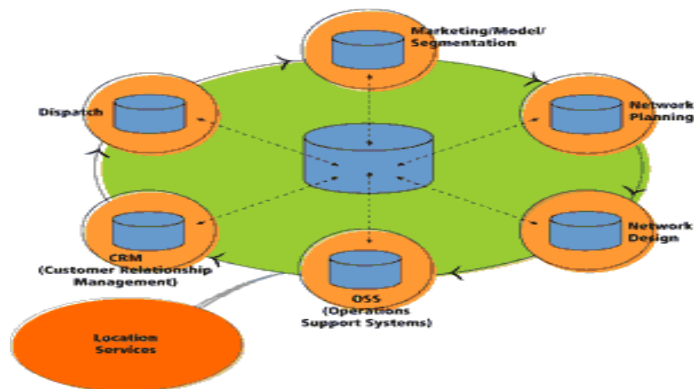


Рис.2 – Способы интеграции ГИС приложений в телекоммуникации

За предупреждение возникновения проблем в каналах связи и возможность предотвратить обрыв связи, прежде чем он произойдет, отвечает другой инструмент OSS, который позволяет провайдерам быть более конкурентоспособными и снижать свои затраты. Этот так называемый псевдо-онлайн мониторинг сетей, который требует интегрирования нескольких систем, использующих стандартные протоколы.

ГИС используют специальное программное обеспечение. Из наиболее известных и признанных во всём мире является комплекс программных средств – ArcGIS, признанный во многих странах как инструмент для официального представления геоинформации.

ArcGIS – семейство программных продуктов разработано компанией ESRI, признанным лидером в создании и продвижении ведущих геоинформационных систем, с учетом передовых тенденций развития ИТ и растущих требований многочисленных пользователей. Платформа ArcGIS является оптимальным решением для построения корпоративной ГИС, фундамента информационной системы эффективного управления крупными государственными и коммерческими организациями.

База геоданных – основа ArcGIS. С её помощью пользователи могут создавать общие модели данных для различных отраслей промышленности. Эти модели данных обеспечивают заданную структуру данных для моделирования поведения реальных объектов. Они также позволяют ускорить разработку и выполнение проекта, оптимизировать и стандартизировать структуру данных в определенной области промышленности, что позволяет улучшить совместное использование данных.

Модель данных в области телекоммуникаций была впервые представлена перед Всемирной Пользовательской Конференцией ESRI 2001 года. Первая версия модели включала описание оптоволоконных и медных сетей связи, а также взаимодействий между основными компонентами сети.

Модель данных в области телекоммуникаций будет дополняться описаниями сетей связи, работающих в стандартах GSM, CDMA и TDMA. В связи со сложностью структуры телекоммуникационных сетей. ESRI в процессе создания какой-либо модели не стремится к тому, чтобы сделать её всеобъемлющей и полностью готовой к использованию. Проект модели позволяет пользователям создавать некоторые первичные описания сетей связи для конкретной области, которые являются отправной точкой для дальнейшего развития модели.

Вся задача моделирования может сегодня в ряде случаев запускаться из-под интерфейса ГИС, существуя как совершенно отдельный процесс, обменивающийся данными с ГИС. Существует несколько путей для такой интеграции, например, с ГИС ARC/INFO 7 (обычно с привлечением модулей GRID и/или TIN), с ERDAS Imagine (Professional, Advantage или Essential) или с ArcView GIS (обычно с привлечением модулей Spatial Analyst и/или 3D Analyst). Кроме того, если разрабатываются свои собственные

программные средства для такого моделирования, то можно встроить непосредственно в них ГИС-интерфейс с необходимыми функциями с помощью программистского инструментария MapObjects.

Второй путь интеграции расчетных моделей с ГИС – это выполнение моделирования не в виде отдельного приложения, а прямо в среде ГИС. Это возможно, так как и сами модели представления пространственных данных в ГИС сегодня очень развиты и подходят для адекватного описания абсолютного большинства ситуаций; средства программирования в среде ГИС сегодня также получили сильное развитие, и программист совершенно не обязан ограничиваться только собственными макроязыками пакета ГИС, типа Avenue в ArcView или AML в ARC/INFO. Особенно эти возможности расширились с появлением ARC/INFO версии 7.2, включающей открытую среду разработки ODE (Open Development Environment). Комбинируя возможности, реализуемые в собственных алгоритмах, со стандартными функциями ГИС, можно получить высокоэффективные решения – рис.3.

Например, разработчику не придется заниматься низкоуровневым программированием таких функций, как определение зон видимости на рельефе, алгебраические функции на регулярных сетках, сложное комбинирование данных, заданных растром (регулярными сетками) – то, что называется алгеброй карт. Все перечисленные и еще многие другие полезные функции стандартно доступны в большинстве перечисленных пакетов и в средствах разработчика. Но следует иметь в виду, что специальных функций для расчета поглощения сигнала и, тем более, для учета таких явлений, как отражение и интерференция радиоволн, в готовом виде там не найти. Сегодня только начинают создаваться специальные модули для ГИС общего назначения, предназначенные специально для расчета электромагнитных полей сигнала от множественных источников.



Рис.3 – Место ГИС-компонент при решении телекоммуникационных задач

Эффективное хранение и использование данных обеспечивают СУБД. Без правильной организации информации невозможно построение эффективно действующей ГИС. Хорошо подготовленная цифровая карта является основой любой ГИС, но и смысловая, атрибутивная информация играет важную роль в системах прикладного назначения. Для решения задачи определения обобщенной структуры ГИС воспользуемся методом общей теории систем. Опишем математически ГИС.

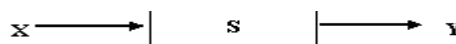


Рис. 4 – Определение сложной системы

Определим ГИС (S) как отображение входного множества X (множество входных данных или первичных элементов системы) на выходное множество Y (рис. 4). Формально это можно записать:

$$S : X \rightarrow Y$$

Любая сложная система (ГИС является сложной системой) должна быть неоднородной (гетерогенной), поэтому систему можно разбить на однородные компоненты (подсистемы) путем выделения стратов. Страты – это уровни, определяемые по совокупности сходных признаков. В зависимости от критериев оценки система может быть стратифицирована по-разному.

Стратификация системы возможна, если множества входной (X) и выходной (Y) информации неоднородны и представимы в виде декартовых произведений ( $\otimes$ ), т.е. если входная и выходная информация образуют два независимых базиса  $X_i$  и  $Y_i$ :

$$X = (X_1 \otimes X_k \dots X_n),$$

$$Y = (Y_1 \otimes Y_k \dots Y_n).$$

Чаще всего начинают построение ГИС с анализа данных с целью разбиения информации на независимые потоки. Наиболее распространено в ГИС-технологии деление потоков на три группы по технологическим характеристикам: 1) при сборе и накоплении данных – входная информация (таблицы, графики, карты и др.); 2) при моделировании и хранении информации – внутренняя информация (рабочие файлы покрытий, базы данных и др.); 3) при представлении результирующих данных – выходная информация (выходные документы, специализированные компьютерные атласы, карты и др.).

Сбор информации происходит независимо от ее последующего хранения и алгоритмов обработки; выдаваемая пользователю выходная информация не зависит от процедур сбора и переработки и т.д. Это и позволяет стратифицировать входные и выходные потоки на три совокупности. Для ГИС-технологии можно записать:

$$X = (X_1 \otimes TЗ_C \otimes TЗ_M \otimes TЗ_П),$$

$$Y = (X_Y \otimes ЦММ \otimes ЦМК),$$

где  $TЗ_C$  – техническое задание на сбор и накопление информации;

$TЗ_M$  – техническое задание на хранение, моделирование и обновление информации;

$TЗ_П$  – техническое задание на представление результата после обработки;

$X_1$  – множество первичных данных, собираемых или измеряемых;

$X_Y$  – множество унифицированных данных, получаемых после сбора и первичной обработки;

$ЦММ$  – цифровая модель местности, хранимая в базе данных ГИС;

$ЦМК$  – цифровая модель карты, сгенерированная для визуального представления пользователю (для выдачи на дисплей или на печать).

$ЦМК$  – результат обработки  $ЦММ$  для визуального представления в виде карты.

Множество  $X_1$  – это сложная совокупность данных, являющихся результатом обработки фото-, аэро- и космических снимков, результатов предварительного компьютерного моделирования, геодезических съемок на местности, считывания с карт, извлечение данных из архивных документов и др.

Обобщенную ГИС можно представить в виде следующей стратифицированной модели:

$$УСО: X_1 \otimes TЗ_C \otimes НТ_M \rightarrow X_Y,$$

$$УМХ: X_Y \otimes TЗ_M \otimes НТ_П \rightarrow ЦММ,$$

$$УП: TЗ_П \otimes ЦММ \rightarrow ЦМК,$$

где  $УСО$  – системный уровень сбора и первичной обработки информации;  $УМХ$  – системный уровень моделирования и хранения;  $УП$  – системный уровень представления данных;  $НТ_M$  и  $НТ_П$  – нормативные требования к данным при моделировании и представлении выходной информации.

Для концептуального построения ГИС необходимо выделить  $НТ_M$  и  $НТ_П$ , т.е. информационную основу.

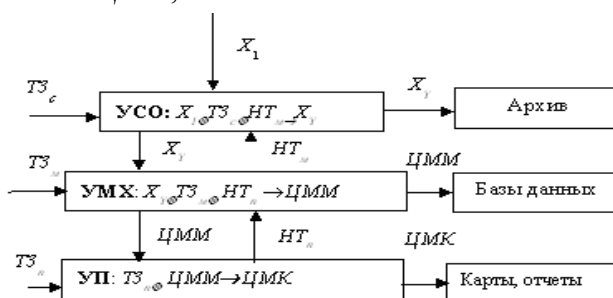


Рис. 5 – Структура обобщенной ГИС

На рис. 5 показана структура обобщенной ГИС в виде трехуровневой системы. По этим уровням можно проводить сравнение различных ГИС.

### **Выводы**

В статье рассмотрены геоинформационные технологии и место ГИС-компонент при решении телекоммуникационных задач. Предложена структура обобщенной ГИС в виде трехуровневой системы, по которым можно проводить сравнение различных ГИС.

**Список литературы:** 1. Берлянт, А. М. Телекоммуникационное картографирование [Текст]/ А. М. Берлянт // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География. –1997.– №3. 2. Берлянт, А. М. Картография и телекоммуникация (аналитический обзор) [Текст]/ А. М. Берлянт // – М.: Астрей, 1998. 3. Митчелл Э. Руководство по ГИС-анализу [Текст]. – Киев: ЗАО УСОММСо, 2000. – Ч.1.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 044.03

### **Использование геоинформационных технологий в телекоммуникации/ Штангей С. В. //**

Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 122-127. – Бібліогр.: 3 назв.

Проведено аналіз ГІС, як складної системи. розглянуті геоінформаційні технології та місце ГІС-компонент при вирішенні телекомунікаційних завдань. Запропоновано структуру узагальненої ГІС у вигляді тривірвєвої системи, за якими можна проводити порівняння різних ГІС. .

**Ключові слова:** Геоінформаційні системи, бази даних, телекомунікації, геоінформація, платформа ArcGIS.

The analysis of the GIS as a complex system. considered GIS technology and place GIS component in solving telecommunication problems. The structure of the GIS in the form of a generalized three-level system, which you can make a comparison of different GIS.

**Keywords:** GIS systems, databases, telecommunications, geoinformation, ArcGIS platform

УДК 004.77

**П. О. СИДОР**, директор ПП «Пожспецтех-захід», Чернівці

### **ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ПЕРЕШКОД ПЕРЕДАЧІ СПОВІЩЕНЬ ЗАСОБАМИ ОХОРОННО-ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Проведено аналіз сучасного стану захисту охоронних комплексів. Встановлено шляхи оптимізації витрат охоронних підприємств.

**Ключові слова:** охоронна система, сигналізація, пульт централізованого спостереження, безпека об'єкту, радіозавада.

#### **Постановка проблеми**

В умовах сьогодення особливої актуальності і гостроти набуває питання технічної охорони різноманітних об'єктів, оскільки технічні засоби, як і засоби протидії охоронним системам, модернізуються швидкими темпами. Від рішення цього питання багато в чому залежить цілісність майнових комплексів, ефективність використання засобів охорони, що обумовлено сучасним рівнем розвитку науки і техніки. Проте засоби (канали) зв'язку для передачі тривожних та інших сповіщень від приладів охорони до пультів центрального спостереження не вдосконалюються. Тому постає проблема достовірності і своєчасності надходження інформації, її захищеності від засобів ефективною протидії засобам блокування зловмисників.

**Метою роботи є** аналіз сучасного стану захисту охоронних комплексів.

#### **Виклад основного матеріалу**

Більшість засобів технічної охорони використовують сучасні канали передачі інформації через комутовані канали CSD і з пакетною передачею GPRS (EDGE, EVDO). Також широко використовуються канали передачі технології CSD через GSM, що

© П. О. СИДОР, 2012

насправді є удосконаленим засобом використання технології передачі незайнятими комутованими лініями телефонії загального призначення. В свою чергу, це вирішило проблему пошкодження телефонних ліній (кабелів) та втрати каналів зв'язку пульсом центрального спостереження з абонентськими приладами. Час надходження та передачі інформації може збільшуватись до 2-5 хвилин, що обумовлює особливості даної технології (дозвону на номери ПЦС і періоди повторного набору номера).

При сучасному розвитку технологій почали широко використовуватись канали з пакетною передачею GPRS (EDGE, EVDO) [1]. Також для відмовозахисту почали застосовуватись дублюючі або резервні модуля CSD / GPRS (EDGE, EVDO) через GSM або CDMA стандарти зв'язку, з використанням різних операторів мобільного зв'язку. Або механізми переключення з більш швидкого GPRS до більш надійного але повільнішого CSD. Використання технологій CSD або GPRS не дозволяє бути впевненим, що злоумисники не отримають дублікат карти з відповідним номером або не згенерують хибний IP пакет. Втрачається достовірність інформації, вона може легко бути спотворена або підмінена на таку, яку хоче злоумисник [2,3]. Засоби контролю та криптостійкі системи на сьогодні не використовуються та в вільний продаж не надходять. Єдиний засіб криптостійкості, це закритість інформації відносно протоколу, наприклад ГЛОБУС і т.д. . А ті протоколи в яких почали використовувати криптографічні методи не використовують сучасні криптографічні алгоритми, ставшими стандартами захисту інформації в світі. Так використання алгоритмів AES, DES, 3DES вона повина забезпечуватись окремим модулем або контролером. PIC контролери, які використовують в сучасних охоронних приладах не мають достатньої обчислювальної потужності. А час на виконання цих операцій буде відносно великий, що не дозволить функціонувати основній системі ОПС. Багатозадачних систем як в сучасних засобах техніки на жаль не використовують в приладах ОПС так, як це підвищить їх вартість в рази. Можна констатувати, що інформаційні повідомлення передаються в деяких системах не в закритому вигляді, але не є достатньо захищеними.

Також необхідно звернути увагу на те, що злоумисник може здійснити атаку типу «відмова в обслуговуванні» звичайним пристроєм шуму в діапазоні 800-2100 Mhz, сьогодні вартість зазначених пристроїв (рис.) становить менше 400 грн., їх можливо придбати в більшості спеціалізованих інтернет-магазинів. Дана методика атаки досить ефективна, оскільки вона блокує роботу радіозавадами на невеликому визначеному просторі з більшою потужністю радіозавади, ніж корисний радіосигнал передачі інформації, що



Рис. – Пристрій генерації шуму 800-2100Mhz

унеможливує роботу приймачів або передавачів охоронних приладів. Даний тип атаки не враховується зовсім охоронними підприємствами, але є найменш затратним та найбільш ефективним, ніж спотворення чи підміна. Цей тип атаки є найбільш імовірним засобом блокування сповіщень охоронно-пожежної сигналізації, оскільки не залишає слідів втручання завдяки використанню принципу зашумлення радіочастотного ефіру.

При детальному аналізі радіочастотного спектру можна помітити постійну шумоподібну заваду досить високої потужності з чіткими фронтами, що унеможливує роботу охоронних приладів, мобільних телефонів та інших приладів стандартів GSM, CDMA, iDEN незалежно від оператора зв'язку. Тому впровадження 2 стандартних систем CSD / GPRS (EDGE, EVDO) або дублюючих (резервних) прийомо-передавачів CSD / GPRS (EDGE, EVDO) для надійності і своєчасності сповіщення (в охоронній галузі кожна секунда здатна зберегти життя або припинити протиправні посягання на об'єкт охорони) не вирішують проблеми. Навіть при спрацюванні технічного засобу він не зможе передати



повідомлення про спрацювання (порушення політики безпеки).

Використання даного принципу атаки дозволяє здійснити протиправні дії, наприклад, винести термінал самообслуговування (банкомат) безперешкодно. Корисне інформаційне повідомлення про протиправні дії ніколи так і не потрапить на пульт ПЦС, незалежно від використання двох стандартних модулів CSD / GPRS (EDGE, EVDO) або двох модульних систем з використанням послуг різних операторів зв'язку.

Як зазначає професор Б.В. Кузьменко, загроза кібератак стала реальною, а її ризики оцінюються як достатньо високі. Використання мережевого інструментарію здатне вивести з ладу критичні компоненти національної інфраструктури (енергетичні потужності держави, зв'язок, транспортні, фінансові та інші засоби). Реальне оцінювання відповідного ризику передбачає необхідність визначення успішного здійснення кібератаки та обсягів можливих збитків. У зв'язку з цим, доцільним є також урахування "людського фактора" та "інсайдерської інформації", методів аналізу та управління ризиками, захисту інформації, що дають змогу адекватно оцінювати такий перебіг подій, у тому числі вияви кібертероризму. Проте фахівців у цій сфері досить мало, як і тих, хто здатний застосувати ці методи на практиці. Отже, нагальним є питання постановки і вирішення завдань з аналізу й управління ризиками для адекватного оцінювання реальності виявів кібертероризму та підготовки фахівців у цій галузі. Актуальним також є завдання проведення наукових досліджень у відповідному напрямі. Сучасні світові та українські реалії свідчать про те, що кібератаки можуть мати серйозні наслідки, хоч і не завжди пов'язані із заподіянням збитків життю і здоров'ю людей [4].

Проаналізувавши статистику відмов ОПС та виявивши відсутність подачі сповіщень, які раніше визначали як несправність засобу ОПС попередніх років, технічні спеціалісти зможуть виявити, що зловмисники вже давно користуються даним типом атак. Служби охорони ігнорують ці атаки та не протидіють їм в силу своєї технічної необізнаності.

Суть даної технології полягає в тому, що при підключенні до VPN сервера за допомогою спеціального програмного забезпечення поверх загальнодоступної мережі у вже встановленому з'єднанні організується шифрований канал, що забезпечує високий рівень захисту переданої з цього каналу інформації за рахунок застосування спеціальних алгоритмів шифрування. Використання технології VPN необхідно там, де потрібен захист корпоративної мережі від дії вірусів, зловмисників, некомпетентних користувачів, а також від інших загроз, які є результатом помилок в конфігурації або адміністрування мережі [5].

Можна зробити висновок, що ігнорування проблеми та замовчування шляхів подолання, аналізу відмов засобів ОПС в охоронній діяльності завжди закінчуються з визначеним заздалегідь результатом і, як правило, не на користь охоронних підприємств. Особливої гостроти піднятій проблемі надає той факт, що даний недолік притаманний 99,9% відсотками охоронних систем в Україні. Про кількість дійсних причин заволодіння майном та обходу (блокування) систем ОПС можна лише здогадуватись.

Отже використання пакетної передачі інформації збільшує швидкість передачі інформації. Для збільшення швидкості та використання іншої технології каналоутворюючого обладнання можливо використовувати IP (Ethernet) модуля. З протоколом IP ми стикаємось майже кожний день, саме він і є тією технологією, яка дозволила створити INTERNET. А використання віртуальних приватних мереж (VPN) дозволить будувати захищені тунелі від приладів ОПС до пультів ПЦС, що унеможливить втручання, підміну або спотворення інформації. Також VPN-технологія дозволить використовувати існуючі публічні і приватні мережі, враховуючі те, що більшість інфраструктури мереж вже побудована, треба лише використати її, що зменшує вартість впровадження. Втрата VPN тунелю може бути відслідкована протягом декількох секунд [6]. Також завжди втрату тунелю можна розцінювати, як втручання в канал зв'язку або використання зловмисниками технічних засобів протидії. Економічний аспект

впровадження модулів Ethernet та VPN буде завжди менш затратним, ніж заміна абонентського приладу повністю, та більш ремонтно придатним завдяки модульності системи [7]. Можливо оптимізувати витрати охоронних підприємств шляхом запровадження основного каналу зв'язку по IP (TCP/UDP), а дублюючого або резервного за необхідністю CSD / GPRS (EDGE, EVDO).

### **Висновок**

Показано, що з вищевикладеного тільки використання систем за різними технологіями, які дублюють одна одну (резервні), дасть змогу підвищити надійність та достовірність переданої інформації. Запропоновано використання IP (Ethernet) модулів для вирішення проблеми, що дасть змогу анулювати проблему атак типу «відмова в обслуговуванні».

**Список літератури:** 1. Олифер В. Г. , Олифер Н. А . Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Издание 4-ое. / Олифер В. Г. , Олифер Н. А ./ Питер, 2010. – 943 с. 2. Макаренко С. А. Міжнародна інформаційна безпека: сучасні виклики та загрози / Макаренко С. А., Рижиков М. М., Ожеван М. А. – К.: Центр вільної преси, 2006. – 916 с. 3. Таран А. В. Классификация информационных угроз современному обществу / А. В. Таран [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.humanities.edu.ru/db/msg/88048>. 4. Кузьменко Б. В. Кібертероризм: світові й українські реалії / Б. В. Кузьменко, Ю.О. Зайка // Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ. – 2012. – С. 92-98. 5. Пархоменко І. І. Переваги застосування технологій VPN в корпоративних мережах / І. І. Пархоменко, О. О. Квачук // Авіа – 2011 : Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції. – Національний авіаційний університет, 19-21 квітня 2011. – К., 2011. – С. 12-13. 6. Military and Security Deployments Involving the People's Republic of China // [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [http://www.defense.gov/pubs/pdfs/2010\\_CMPR\\_Final.pdf](http://www.defense.gov/pubs/pdfs/2010_CMPR_Final.pdf) 7. Krasavin S. What is Cyberterrorism? / S. Krasavin [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [www.sans.org/infowar](http://www.sans.org/infowar).

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 004.77

**Проблемы и пути преодоления препятствий передачи сообщений средствами охранно-пожарной сигнализации/ Сидор П. О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 127-130. – Бібліогр.: 7 назв.**

Проведен анализ современного состояния защиты охранных комплексов. Установлено пути оптимизации расходов охранных предприятий.

**Ключевые слова:** охранный комплекс, сигнализация, пульт централизованного наблюдения, безопасность объекта, радиопомеха.

Analysis of the current state of security protection systems is conducted. Ways of optimization the cost of security companies are found.

**Keywords:** burglar alarm system, alarm, central monitoring system, security object, interference.

УДК 004.931 : 621.372.542

**О. О. ФРАЗЕ-ФРАЗЕНКО**, заст. нач., Центр інформаційних технологій, ОНЕУ, Одеса

### **КОМПЕНСАЦІЯ КРАЙОВИХ ШУМОВИХ СПОТВОРЕНЬ НА ЦИФРОВОМУ ЗОБРАЖЕННІ**

У статті розглядається метод компенсації шуму та шумових спотворень на цифровому зображенні. Метод передбачає використання спрощеної процедури та може бути використаний для підвищення якості виділення контурів в системах захисту інформації, де при ідентифікації та аутентифікації використовується термограма лица особи.

**Ключові слова:** ідентифікація, аутентифікація, контур, зображення, шум, термограма, дифузія.

### **Вступ**

У системах захисту інформації, які забезпечують доступ до інформаційних ресурсів, ідентифікація по обличчю людини є біометричною технологією, яка не є найбільш

© О. О. ФРАЗЕ-ФРАЗЕНКО, 2012

популярною за ступенем поширеності. В силу багатьох особливостей використовуваних ідентифікаторів ця технологія, як правило, застосовується в якості допоміжної по відношенню до інших біометричних методів або способів встановлення та підтвердження особи. В той же час потенційні можливості технології ідентифікації по обличчю надзвичайно великі. До переваг геометрії особи, як біометричного ідентифікатора, насамперед належать безконтактний спосіб отримання відомостей, необхідних для розпізнавання користувачів систем з обмеженим доступом, та широкий вибір джерел цих відомостей до яких можуть належати фотографії, відео, дані відеоспостереження та ін. При ідентифікації біометрична система автоматично виділяє і обробляє відомості, які характеризують найбільш «показові» особливості особи: контури носа, губ, брів, відстань між ними і т.п. На основі цих відомостей, відповідно до загальних принципів біометричних технологій, формуються цифрові моделі ідентифікаторів, які потім порівнюються між собою. На жаль, технології ідентифікації по обличчю надзвичайно чутливі до зовнішніх умов, тобто освітленості, поворотів голови, кутів її нахилу і т.п. Крім того, велику роль на якість розпізнавання грають зміни зовнішності людини у вигляді окулярів, бороди, макіяжу. Також існує проблема схожості окремих рис різних людей, наприклад, близнюків. Це призводить до того, що розглядувана технологія характеризується низьким відсотком успішного розпізнавання користувачів та найвищим відсотком помилкових спрацьовувань. У цьому випадку якість її роботи оцінюється за двома критеріями:

1. FAR (англ.: *False Acceptance Rate*) – коефіцієнт помилкового доступу, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи виявилася помилково успішною.

2. FRR (англ.: *False Rejection Rate*) – коефіцієнт помилкової відмови в доступі, який є процентним показником випадків, при яких перевірка особи помилково завершилася невдачею.

Разом з тим технології ідентифікації по обличчю досить ефективні у випадках, коли, наприклад, потрібно порівняти фотографії – за умови, що знімки мають достатньо високу якість, а користувач не прикладає спеціальних зусиль для того, щоб навмисно змінити свою зовнішність.

Більшість із зазначених проблем легко вирішуються, якщо у якості вхідного зображення для системи розпізнавання та послідууючої ідентифікації, використовується термограма обличчя. Як показав аналіз літературних першоджерел, термограма обличчя практично не змінюється під впливом зовнішніх факторів, включаючи зміну температури навколишнього середовища, хворобливі стани, впливи антропогенного характеру та інше – змінюється лише колір термограми. Природно, що постає питання про використання для ідентифікації цієї властивості термограми, тим більш, що процедура отримання цифрових термознімків суттєво не відрізняється від стандартної процедури отримання звичайної цифрової фотографії.

На рис. 1 приведена загальна схема ідентифікації за біометричними показниками. Рис. 1 ілюструє потік інформації в межах загальної біометричної системи, яка складається з засобів збору даних, обробки сигналу, зберігання, перевірки відповідності та підсистем прийняття рішень. На рис. 1 реєстрація та роботу систем верифікації та ідентифікації показані в загальному вигляді без деталізації окремих компонентів. Як видно, система передбачає отримання біометричних зразків з об'єкта відповідним датчиком: у нашому випадку це засіб, який реєструє інфрачервоне випромінювання особи. Вихідні дані датчика відсилаються процесору, який виділяє особливі, але повторювані характеристики відкидаючи, відкидаючи всі інші компоненти. Як показано далі, саме на цьому етапі необхідно поліпшити зображення шляхом видалення з нього шумової компоненти.

Отримані особливості можуть бути збережені в базі даних як шаблон, або порівняні з певним шаблоном, багатьма шаблонами або всіма шаблонами, які вже знаходяться в базі

даних з метою встановлення відповідності за певними параметрами чи критеріями.

Рішення про підтвердження або не підтвердження особи об'єкта приймається на основі схожості властивостей зразка та властивостей шаблону або шаблонів, з якими відбувається порівняння.

Відповідно до рис. 1, з метою ідентифікації особи по термозображенню, доцільно провести його попередню

обробку. При цьому, узагальнюючи сказане, метою є 2 пункти:

1) Отримання цифрового шаблону, який буде містити всі необхідні характерні дані стосовно предмету ідентифікації, тобто особи, відомості про яку необхідно зберігати в базі даних з метою їх послідовного порівняння при подальших процедурах ідентифікації, аутентифікації чи верифікації. Як правило, цей пункт виконується один раз при занесенні даних в базу даних.

2) Отримання цифрового образу, який, як і шаблон, буде містити всі необхідні дані стосовно предмету ідентифікації з метою їх подальшого порівняння з інформацією, яка є в базі даних при виконанні поточних процедур ідентифікації, аутентифікації чи верифікації.

Відмітимо, що процедури, які повинні виконуватися згідно приведених пунктів, повинні проводитися по строго встановлених однакових алгоритмах. В іншому разі немає певних гарантій щодо точності розпізнавання.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями**

Попередня обробка термозображення, яке, як правило, є кольоровим, незалежно від обраної процедури виділення контуру особи, що ідентифікується, передбачає приведення його до зображення з певними відтінками сірого кольору. Далі, використовуючи процедуру біномізації, отримане зображення необхідно перетворити у чорно-біле з якого виділяється контур особи. По отриманому контуру проводиться її ідентифікація або інші процедури (аутентифікація, верифікація і т.д.).

При попередній обробці нагальним є питання вибору критерію перетворення термограми з відтінками сірого кольору в бінаризований вигляд та вплив шумової компоненти на краях зображення. Як показав аналіз літературних першоджерел, звичайна фільтрація, яка може бути виконана на основі цифрової обробки з використанням, наприклад, перетворень Фур'є, не дає достатнього ефекту та дозволяє лише покращити фонову компоненту термознімку. Така фільтрація майже не впливає на крайові компоненти самого зображення, а саме вони вносять досить вагомий вклад на кінцевий результат процедури виділення контуру.

**Мета дослідження**

Виходячи з викладеного, метою статті є пропозиції щодо застосування на практиці процедури видалення шумів з зображення, яке має відтінки сірого кольору, з метою

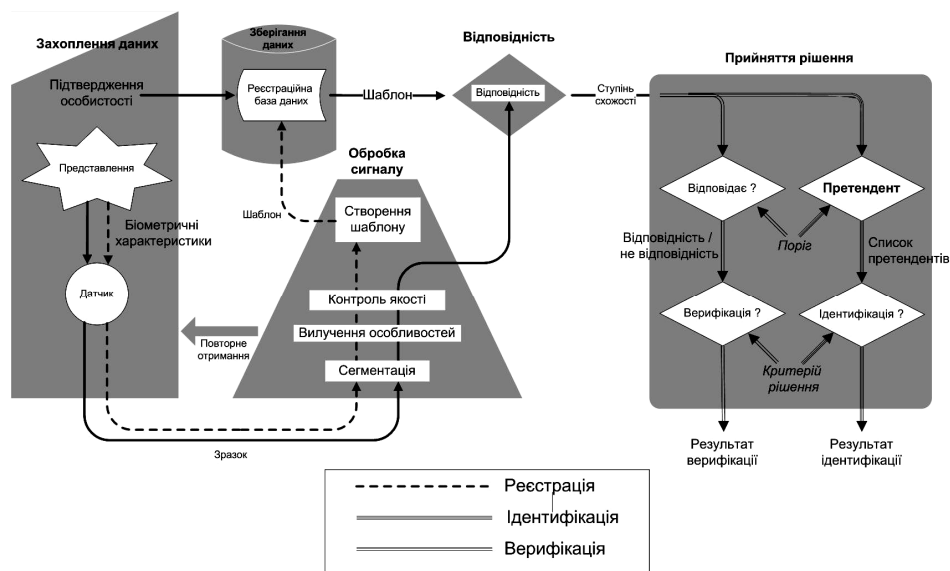


Рис. 1 - Загальна схема ідентифікації за біометричними показниками

покращання якості роботи системи ідентифікації особи за її біометричним показником – термограмою обличчя.

### **Аналіз досліджень та публікацій**

Завданням аналізу досліджень та публікацій було отримання відомостей стосовно існування способу видалення шуму на краях зображення з відтінками сірого кольору або кольорового зображення, який дозволив би спростити процедуру видалення шуму, підвищити якість зображення саме на його краях, а саме – зберегти форму контуру не розмиваючи його або хоча б його крайніх пікселів. Встановлено, що на сьогоднішній день існує 3 різні способи компенсації або видалення шумів на краях зображення. Перший з них покладений нами в основу цього дослідження та докладно аналізується та розглядається далі. Суть другого способу викладений в патенті США [1] та полягає в тому, що синтезуються пристрій та спосіб видалення шуму в зображенні, в яких дані зображення зі спотвореннями поділяються на блоки з послідувочою корекцією шуму в залежності від положення кожного пікселя зображення в блоці.

Третій спосіб, описаний в [2], викладений у вигляді системи зменшення шуму та покращення якості країв цифрового зображення шляхом визначення фонового значення шуму на всьому зображенні з послідувочим видаленням його за допомогою системи фільтрів.

Відомий також спосіб видалення випадкових шумів, який наводиться у [3]. Він полягає у тому, що за рахунок застосування до даних зображення в якості фільтра модифікованої функції Лапласа, її максимум досягається на частоті, яка є оптимальною для видалення шуму.

Недоліком наведених вище способів є нестабільність рішень математичного виразу, який описує шум, та розмивання зображення в результаті його застосування. Відповідно, що, т.ч., виникає необхідність у використанні іншого, більш простого рівняння, яке не має вказаних недоліків та є простішим у рішенні. До одного з таких рішень відноситься [4]. З узагальненням даних з зазначеної публікації та з відповідними висновками приведемо його суть.

### **Виклад основного матеріалу**

Завданням до розгляду є опис способу видалення шуму на краях зображення, яке містить відтінки сірого кольору. Необхідно показати, що існує спосіб спрощення процедури видалення шуму та підвищити якість зображення на краях, а саме – зберегти їх форму без розмиття.

У [4] аналогічна задача вирішена шляхом створення способу видалення шуму на зображенні, що включає в себе отримання від зовнішнього пристрою необхідного зображення з краями, які складаються з пікселів та мають деяку шумову компоненту. Наша задача є аналогічною. Рішення її полягає в тому, що в модулі координат визначається яскравість пікселів  $u_0(t)$  для координат  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  всіх пікселів зображення, де  $n$  – кількість вимірювань, якщо зображення є багатомірним. Наступний етап – запис масиву даних яскравості пікселів зображення в пам'ять. Після цього у фільтрі для всіх пікселів зображення необхідно виконати наступні операції:

1). Задати залежність яскравості пікселів зображення двовимірним рівнянням дифузії невідвергентної форми. Як слідує з [4], це можна записати так:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = k(\|\nabla u\|)\Delta u, \quad (1)$$

де  $t$  – релаксаційний параметр;  $u = u(x, t)$  – функція від координат пікселів досліджуваного простору та релаксаційного параметра;  $k$  – коефіцієнт дифузії;

$$k(\|\nabla u\|) = \frac{1}{M + \left( \sum_i \left( \frac{\partial u}{\partial x_i} \right)^2 \right)^{\frac{m}{2}}}$$

де  $m > 2$  – параметр згладжування підсумкового зображення біля країв

(чим більше значення цього параметра  $m$ , тим слабкіше згладжування підсумкового зображення без шуму біля країв);  $M$  – параметр згладжування підсумкового зображення без шуму в областях, де немає країв (чим більше значення цього параметра, тим слабкішим буде згладжування підсумкового зображення без шуму в областях, де немає країв).

2). Чисельно вирішити  $m$ -мірне рівняння дифузії (1) з початковою умовою  $u(x, 0) = u_0(x)$ , знаходячи рішення при значенні релаксаційного параметра  $t = T$ , яке визначає загальну ступінь згладжування підсумкового зображення без шуму: чим більше ця величина, тим сильніше згладжується зображення. При цьому формується сукупність координат пікселів підсумкового зображення без шуму.

3). Записати яскравість пікселів підсумкового зображення без шуму в пам'ять;

4). Вивести підсумкове зображення без шуму на пристрій відображення або в інший спосіб – для подальшої обробки (наприклад, для біномізації).

Максимальна ефективність функціонування способу досягається тоді, коли зображення, що отримується від зовнішнього пристрою, містить шум з нормальним законом розподілу.

На рис. 2 приведений приклад обробки термозображення традиційним способом, а саме: а - вхідне зображення (в оригіналі – кольорове); б - зображення після видалення фону та зведене до градацій сірого; в - зображення з виділеними ознаками, які йому властиві; г - зображення після обробки цифровим фільтром; д - контур, який виділений програмними засобами з попереднього зображення.

Як видно з рис. 2-д, при визначенні контуру його однозначність не може бути встановлена.

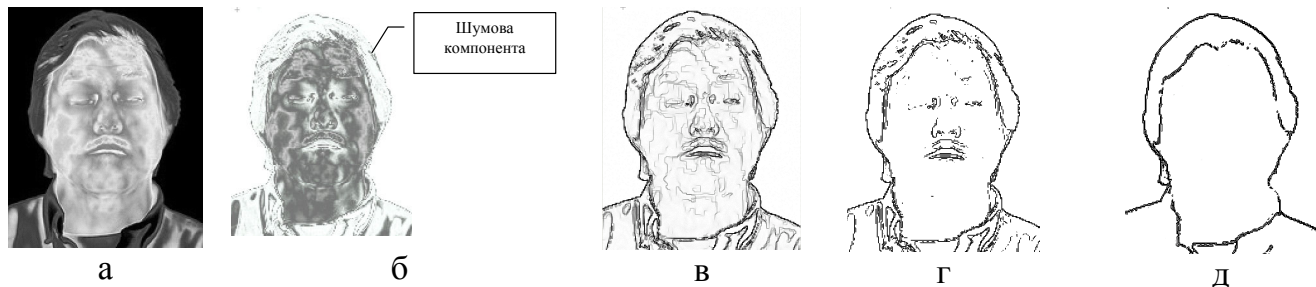


Рис. 2 - Приклад обробки термозображення традиційним способом

На рис. 3 приведений приклад обробки термозображення пропонуваним способом, а саме: а - вхідне зображення (в оригіналі – кольорове); б - зображення після видалення фону та зведене до градацій сірого; в - зображення після обробки пропонуваним способом, тобто після видалення шумової компоненти за деякими встановленими критеріями; г - контур, який виділений програмними засобами з попереднього

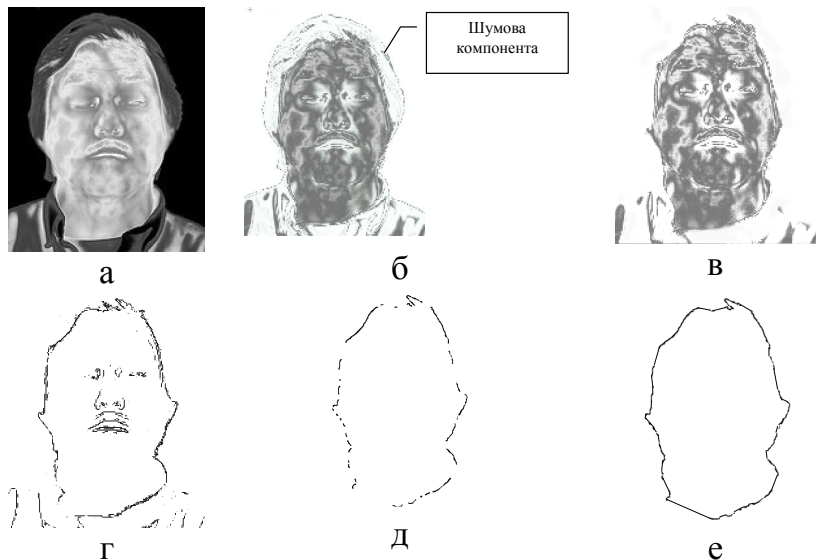


Рис. 3 - Приклад обробки зображення пропонуваним способом

зображення; д - ознаки, що характерні для зображення, які виділені після обробки цифровим фільтром; е) контур, отриманий в результаті лінеаризації попереднього зображення, тобто методом заповнення розривів прямим лініями.

Як видно з рис. 3-е, такий контур (після деякого уточнення) може бути використаний у якості шаблону або предмета для ідентифікації у системах доступу до інформації з обмеженим доступом.

### **Висновки**

Показано існування трьох різних способів компенсації або видалення шумів на краях зображення та відмічені їх недоліки до яких віднесено нестабільність рішень математичного виразу, який описує шум, та розмивання зображення в результаті його застосування. З врахуванням цього показано спосіб вирішення загального завдання видалення шуму на краях зображення, яке містить відтінки сірого кольору. Показано, що існує спосіб спрощення процедури видалення шуму та підвищення якості зображення на краях, а саме – збереження їх форми без розмиття, що веде до підвищення якості функціонування систем допуску до інформаційних ресурсів з обмеженим доступом.

**Список літератури:** 1. Device and method for removing noise in the image [Текст] : пат. 6463182 США : G06K 9/40 / Kabushiki K. : заявник та патентообладач Canon ; заявл. 08.10.2002 ; дата публікації невідома. 2. System and method for reducing noise and improving the quality of the digital image edges [Текст] : пат. 5933540 США : G06K 9/00 / General Electric Company : заявник та патентообладач General Electric Company ; заявл. 03.08.1999 ; дата публікації невідома. 3. Method for removing random noise [Текст] : пат. 5225915 США : H04N 1/40 / Xerox Corporation : заявник та патентообладач Xerox Corporation ; заявл. 06.07.1993 ; дата публікації невідома. 4. Спосіб видалення шуму у зображенні [Текст] : пат. 2316816 Росія : МПК G06K9/40, H04N1/409, G06T5/00 / Цурков В. І., Ковков Д. В. ; заявник та патентообладач Samsung Electronics Co., ltd ; заявл. 25.08.2005 ; опубл. 25.08.2005.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 004.931 : 621.372.542

**Компенсація крайових шумових спотворень на цифровому зображенні/ Фразе-Фразенко О. О.** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 130-135. – Бібліогр.: 4 назв.

В статті розглядається метод компенсації шуму і шумових искажень на цифровому зображенні. Метод передбачає використання спрощеної процедури і може бути використаний для підвищення якості виділення контурів в системах захисту інформації, де при ідентифікації і аутентифікації використовується термограма особи.

**Ключевые слова:** ідентифікація, аутентифікація, контур, зображення, шум, термограма, дифузія.

The article discusses the method of compensation of noise and distortion noise on the digital image. The method involves the use of the simplified procedure. The method can be used to improve the quality of edge detection in information security systems, where the identification and authentication is used by a person face thermogram.

**Keywords:** identification, authentication, contour, image noise, thermogram, diffusion.

УДК 543.271.3

**В. П. ПРИМІСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доц., «НТУУ» КП, .Київ;

**В. М. ІВАСЕНКО**, аспірант, НТУУ «КП», .Київ;

**Д. Г. КОРНІЄНКО**, студент, НТУУ «КП», .Київ;

**А. В. БАТАВУ**, інженер, ТОВ «Автокоприлад», Київ;

**А. В. ЖУЖА**, аспірант, НТУУ «КП», Київ

### **СУЧАСНІ ЗАСОБИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ (ГАЗОАНАЛІЗАТОРИ І ГАЗОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ) ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛІВ**

Розглянуто і проаналізовано функціональні схеми і метрологічні характеристики розроблених в

Україні газоаналізаторів і систем для екологічного контролю відпрацьованих газів автомобілів.

**Ключові слова:**газоаналізатори, викиди АТЗ,метрологія

### **Вступ**

Забруднення довкілля відпрацьованими газами автомобілів привертає все більшу увагу суспільства. Постійне зростання кількості автомобілів приводить до прогресуючого техногенного навантаження на довкілля.[1,2,3,4]. Викиди відпрацьованих газів вкрай несприятливо діють на організм людини. Окрім національних стандартів норм викидів автотранспортних засобів (АТЗ) діє низка міжнародних норм і правил], які окрім самих норм викидів шкідливих речовин чітко регламентують методику і вимірювальну техніку, що необхідна для екологічного контролю АТЗ [5]. Ефективно оцінити екологічний стан автомобіля можливо тільки за умов об'єктивного контролю інструментальними засобами, а саме газоаналізаторами, газоаналітичними системами, екологічними комплексами, димомірами [ 6,7]. Засоби інструментального контролю діляться на дві групи за умовами свого застосування і експлуатації, технічних і метрологічних характеристик.

**До першої групи** належать газоаналізатори і системи призначені для екологічного контролю АТЗ на відповідність міжнародних Правил Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН з транспорту. Такі прилади в першу чергу призначені для виробників АТЗ і використовуються при перевірці АТЗ при випуску, на відповідність екологічним міжнародним стандартам, в тому числі Євро 2 -:-4 . Також прилади цієї групи використовують розробники АТЗ, сертифікаційні центри, наукові і конструкторські КБ в галузі двигунобудування.

**До другої групи** належать газоаналізатори, які відповідають національним стандартам по нормам викидів АТЗ. Ці газоаналізатори застосовуються при технічному огляді АТЗ, сервісному обслуговуванні, екологічній перевірці органами екологічної інспекції, ДАІ.

### **Газоаналітичний комплекс на відповідність правил ЄЕК ООН**

У відповідності до вимог Правил ЄЕК ООН ЗАТ "Украаналіт" розроблено газоаналітичний комплекс ПОСТ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ АВТОМОБІЛІВ (ПЕКА).

Пост призначений для одночасного паралельного виміру концентрацій  $CO$ ,  $C_nH_m$ ,  $NO_x$ , ( $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ). (Є можливість доукомплектування вимірювальними каналами  $CO_2$ ,  $O_2$  і розрахунковою величиною  $\lambda$  ). Пост побудовано на основі трьох рівнів ієрархічного функціонування.

**Перший рівень** — функціонування кожного з газоаналізаторів: 344ХЛ14 — вимір  $NO_x$ , 334КПІ14 — вимір  $C_nH_m$ , 121ФА14- вимір  $CO$ , автономно і незалежно один від одного. Кожен з газоаналізаторів має свою систему живлення, підготовки і очистки газової проби, цифрову індикацію результатів вимірів.

**Другий рівень** — всі газоаналізатори компонуються в пересувну стійку, працюють через єдиний блок підготовки проби і окрім результату виміру на своїх цифрових індикаторах і видають результат виміру на друкуючий міні-принтер.

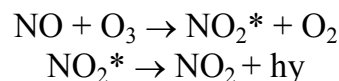
**Третій рівень** — технічне виконання по другому рівню, з підключенням ПЕОМ.

За розробленим програмним забезпеченням друкується протокол результатів вимірів, архівація накопичуваної інформації, визначення похибки вимірювань, формування графічного і табличного представлення інформації, визначення максимальних і мінімальних значень по кожному каналу вимірювань і т.і. На рис. 1 представлено загальну функціональну схему ПЕКА – третього рівня функціонування. У відповідності з вимогами Правил ЄЕК ООН газоаналізатори комплексу реалізують для виміру концентрацій  $CO$ ,  $\Sigma C_nH_m$ ,  $NO_x$  відповідно інфрачервоний абсорбційний метод ( $CO$ ), полум'яно-іонізаційний ( $\Sigma C_nH_m$ ), хемілюмінісцентний ( $NO_x$ ).



Інфрачервоний метод заснований на вимірюванні величини послаблення інтенсивності інфрачервоного (ІЧ) випромінювання чи поглинання його потоку газовим компонентом при проходженні випромінювання крізь газову суміш, яка аналізується. Наявність смуг поглинання різної інтенсивності дозволяє вибрати оптимальні умови вимірювання, а також розробляти прилади з високими селективними можливостями. Саме на цьому ефекті і побудовано ГА для виміру концентрації CO [ 7, 8,9,10,11 ]. Для виміру концентрації  $\Sigma C_nH_m$  застосовується полум'яно-іонізаційний метод. Суть методу полягає в тому, що газ, який аналізується, направляється в водневе полум'я. При температурі 2000<sup>0</sup>C відбувається дисоціація молекул вуглеводнів на СН-групи, їх окислення з утворенням вільних електронів та позитивних іонів СНО\*. Якщо до зони водневого горіння прикласти електричне поле, виникає іонізаційний струм на рівні 10<sup>-11</sup>-10<sup>-9</sup>А, пропорційний кількості СН-груп в молекулі вуглеводню. Полум'яно-іонізаційний перетворювач прийнятий як стандартний для виміру сумарної кількості вуглеводнів. До недоліків методу FID можна віднести складність конструкції сенсору та необхідність створення трьох газових потоків: газу, який аналізується, водню і повітря для горіння [ 12,13 ].

Для виміру концентрацій NO<sub>x</sub> застосовується хемілюмінесцентний метод газового аналізу. Принцип хемілюмінесценції полягає в тому, що в наслідок реакції оксиду азоту NO з озоном O<sub>3</sub> утворюється диоксид азоту NO<sub>2</sub> з певною часткою молекул NO<sub>2</sub>\* у збудженому стані, які досить швидко випромінюють інфрачервоний квант, повертаючись у нормальний стан:



Досліди показали, що в процесі утворення диоксиду азоту за допомогою озону лише біля 10% молекул диоксиду азоту знаходяться у збудженому стані (NO<sub>2</sub>\*). При поверненні збуджених молекул NO<sub>2</sub>\* у нормальний стан NO<sub>2</sub> випромінюються кванти hν з довжиною хвиль 590-2500 нм в близькій інфрачервоній області з максимумом інтенсивності біля 1200 нм. Інтенсивність випромінювання пропорційна концентрації NO сприймається фотоелектронним приймачем [14,15]. Більшість газоаналізаторів NO<sub>x</sub> налаштовані на два режими роботи: в першому режимі прилад вимірює концентрацію NO, а в другому — за рахунок підключення спеціального газового каталітичного перетворювача частка NO<sub>2</sub> у відпрацьованому газі перетворюється на NO (коефіцієнт перетворення не нижче 0,95) і таким чином прилад вимірює сумарну концентрацію NO<sub>x</sub>.

Основні технічні данні ПЕКА наведені в табл.

Таблиця - Основні технічні данні ПЕКА

Тип ГА, Вимірюваний компонент	Метод газового аналізу	Похибка Вимірювання, %	Діапазон вимірювань	Маса, Кг	Габарити, мм
121ФА14 оксид вуглецю (CO)	Інфрачервоний абсорбційний NDIR	± 3,0	0-0,5 % 0-1 % 0-5 % 0-1- %	12	450x400x200
344ХЛ14 оксиди азоту (NO <sub>x</sub> )	Хемілюмінесцентний GLD	± 3,0	0-100 ppm 0-500 ppm 0-2000 ppm 0-5000 ppm	12	450x400x200

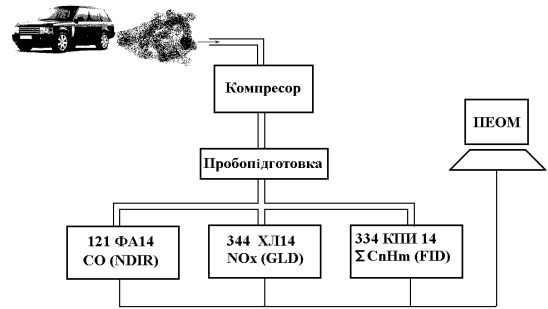


Рис. 1 - Функціональна схема ПЕКА

334КПІІ14 вуглеводні ( $\Sigma C_n H_m$ )	Полум'яно- іонізаційний FID	$\pm 3,0$	0-200 ppm 0-500 ppm 0-1000 ppm 0-5000 ppm	12	450x400x200
	Інтерфейс		RS 232		

За допомогою ПЕКА реально приведення сертифікаційних випробувань виробників автомобілів на відповідність екологічним вимогам

Євро-II, III. Науково-дослідні і конструкторські роботи в двигунобудуванні — також одна із сфер застосування ПЕКА.

### **Інфрачервоний метод і газоаналізатор для екологічного контролю АТЗ при технічному огляді і автосервісному обслуговуванні**

Для автоматичного виміру концентрацій викидів в атмосферу АТЗ, згідно вимог національного стандарту застосовується недисперсний метод інфрачервоної спектроскопії [ 7 ].

Метод, як згадувалось вище, полягає у виміру величини ослаблення інтенсивності електромагнітного випромінювання або поглинання його потоку досліджуваним компонентом при проходженні випромінювання через аналізовану газову суміш. Для абсорбційного методу використовують весь спектр електромагнітних коливань. Вибір того чи іншого виду абсорбційного методу залежить від властивостей газу. Наприклад, пари ртуті, хлор і фтор поглинають визначені довжини хвиль у спектрі ультрафіолетового випромінювання, метан ( $CH_4$ ) оксид ( $CO$ ) і діоксид ( $CO_2$ ) вуглецю, оксид азоту ( $NO$ ) — у спектрі інфрачервоного випромінювання (метод інфрачервоної спектроскопії).

Кількісне співвідношення між концентрацією аналізованого газу й ослабленням інтенсивності випромінювання встановлюється законом Ламберта-Бера. Закон установлює, що шари газу однакової товщини за інших рівних умов завжди поглинають однакову частину електромагнітного випромінювання, що падає на нього, тобто підкоряються закону [ 7 ]:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-K_1 \epsilon} \quad (1)$$

де  $\Phi$  — інтенсивність монохроматичного випромінювання після проходження через шар газу;

$\Phi_0$  — первісна інтенсивність монохроматичного випромінювання;

$K_1$  — коефіцієнт поглинання;

$\epsilon$  — товщина шару газу.

У системі десяткових логарифмів рівняння ( 1 ) здобуває вид

$$\Phi = \Phi_0 \cdot 10^{-K_1 \epsilon} \quad (2)$$

Якщо випромінювання, пройшовши шар газу, послабилося в десять разів, тобто  $\Phi: \Phi_0 = 1:10$ , то з цієї умови знаходиться в  $cm^{-1}$

$$K_1 = \epsilon^{-1} \quad (3)$$

Коефіцієнт  $K_1$ , чисельно дорівнює зворотному значенню товщини шару газу, що послабляє випромінювання в десять разів, залежить тільки від природи газу і довжини хвилі падаючого випромінювання. Встановлено, що коефіцієнт поглинання  $K_1$  пропорційний концентрації поглинання газу:

$$K_1 = \epsilon_\lambda \cdot C \quad (4)$$

де  $\epsilon_\lambda$  — коефіцієнт, що залежить від довжини хвилі випромінювання;

$C$  — концентрація газу.

Об'єднавши вирази ( 1 ) і ( 4 ) отримаємо

$$\Phi = \Phi_0 e^{-\epsilon_\lambda \cdot C \cdot \epsilon} \quad (5)$$

Прозорістю (проникливістю) є величина, рівна

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_0} 10^{-\varepsilon_\lambda \cdot C \cdot \nu} \quad (6)$$

Прозорість, віднесена до 1 см товщини шару  $\nu$  називається коефіцієнтом проникливості. Оптична щільність (поглинання) виражається формулою:

$$D = \lg T^{-1} = \lg \frac{\Phi_0}{\Phi} = \varepsilon_\lambda \cdot C \cdot \nu \quad (7)$$

З виразу (7) видно, що величини  $D$  і  $C$  зв'язані між собою лінійною залежністю. На практиці це справедливо не для всіх рівнів концентрацій досліджуваного газу, а звичайно лише в межах від нуля до деякої визначеної концентрації, характерної для кожного газу.

Метод інфрачервоної спектроскопії є найбільш розповсюдженим і селективним для визначення концентрації оксиду вуглецю (CO), вуглеводнів (СН), диоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>) у складі багатокомпонентних газових сумішей. Основним діапазоном аналізу є інфрачервона область спектра з довжиною хвилі до 15 мкм. Для виділення вузьких ділянок спектра, що характерні для CO, CO<sub>2</sub>, СН застосовують інтерференційні оптичні фільтри з мінімальним коефіцієнтом поглинання, а також надійні джерела інфрачервоного (ІЧ) випромінювання і приймачі випромінювання з високою чутливістю [8].

Структурна схема типового ІЧ газоаналізатора приведена на рис.2. Основою його є високочутлива схема первинного оптичного перетворювача. Конструкція кювети, що має

два канали (робочий і порівняльний) при використанні загальної міжканальної перегородки, забезпечує найбільш високий кореляційний зв'язок між порівняльним і робочим сигналами. Використовується одне, загальне для двох каналів, джерело ІЧ випромінювання. Така конструкція кювети істотно знижує вплив зовнішніх дестабілізуючих факторів (старіння джерела випромінювання, температура навколишнього середовища, тиск, вологість). Особливо слід зазначити застосування спеціалізованого концентратора потоку випромінювань, що підвищує селективність і чутливість вимірів. Наявність смуг поглинання різної інтенсивності дозволяє вибрати оптимальні умови виміру і створити

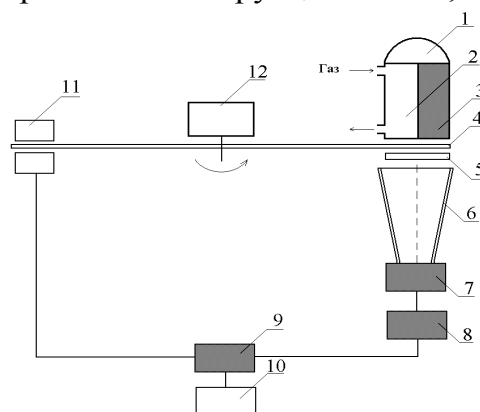


Рис. 2 - Структурна схема інфрачервоного газоаналізатора 1 — джерело ІЧ випромінювання, 2 — робоча кювети, 3 — порівняльна кювети, 4 — механічний обтюратор, 5 — інтерференційний фільтр, 6 — концентратор, 7 — приймач ІЧ випромінювання, 8 — підсилювач, 9 — блок обробки інформації, 10 — індикатор, 11 — датчик обтюратора, 12 — електродвигун

прилад з високими селективними можливостями. Довжина кювети складає 30÷150 мм. Однак збільшення похибки від нелінійності вихідного сигналу не дозволяє

використовувати запропоновану структурну схему для виміру фонових концентрацій газів в атмосфері на рівні від 1 mg/m<sup>3</sup> до 50mg/m<sup>3</sup>

Для підвищення чутливості газоаналізатора і розширення діапазону вимірів застосовують збільшення довжини кювети, однак це приводить зростання габаритів приладу. Тому для збереження мінімальних габаритів газоаналізатора і поліпшення метрологічних характеристик приладу розроблено

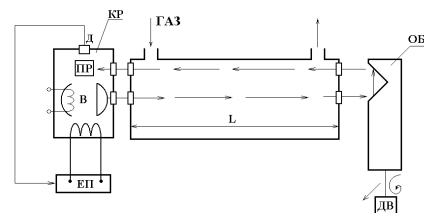


Рис. 3 - Оптико-електронна схема ГА з подвійним ходом променя

принципово нову оптичну схему.[ 10,11 ] з подвійним ходом променя, яка представлена на рис.3.

Випромінювач (В) і приймач (ПР) 14 випромінювання знаходяться в одному конструктивному корпусі КР[6]. Термостабілізація корпусу КР досягається як за рахунок самого випромінювача В, так і зовнішнього електропідігрівання (ЕП), керованого від термодатчика Д. Таким чином досягається стабільність випромінювання і сталість температурних режимів як для джерела В, так і приймача ПР випромінювання, що дозволяє досягти стабільності нульових показань на рівні 0,01 %. Потік інфрачервоного випромінювання від джерела В формується напівсферичним дзеркалом в горизонтальний потік випромінювання —  $\Phi_0$ . Цей потік з корпусу через прозоре вихідне вікно і прозоре вхідне вікно попадає на вимірювальну кювету. Через вхідні і вихідні газові патрубки кювети прокачується аналізований газ з концентрацією  $C_1$ . Потік інфрачервоного випромінювання  $\Phi_0$  проходить через кювету і частково поглинається в залежності від концентрації  $C_1$  ступінь залежності описана виразом (1). На виході вимірювальної кювети матимемо потік  $\Phi_1$ . Цей потік, пройшовши через вихідне прозоре вікно попадає на одну з граней вирізу в обтюраторі ОБТ. Далі потік  $\Phi_1$  віддзеркалюється від цієї грані і попадає на іншу грань, віддзеркалюється від неї і в зворотному напрямку знову пройшовши через прозоре вікно, попадає на вимірювальну кювету і далі на приймач інфрачервоного випромінювання ПР.

Обтюратор ОБТ фактично виконує дві функції: першу, традиційну, за рахунок вирізу в дисковій формі обтюратора, що обертається за допомогою електродвигуна ДВ, здійснюється модуляція потоку  $\Phi_1$  інфрачервоного випромінювання. Друга — нова функція, полягає в віддзеркаленні потоку  $\Phi_1$  в зворотному напрямку за рахунок дзеркальних граней вирізу.

Таким чином, обтюратор є модулятором і віддзеркалювачем одночасно. За рахунок цього інфрачервоний потік  $\Phi_1$  ще раз пройде через довжину  $L$  вимірювальної кювети. На виході кювети матимемо потік  $\Phi_2$  за рахунок повторного поглинання потоку  $\Phi_1$  в кюветі на зворотному напрямку потоку  $\Phi_1$ . Інфрачервоний потік  $\Phi_2$  сприймається ПР. Сигнал з приймача ПР, пропорційний концентрації  $C_1$  фіксується реєструючим приладом. Фактично довжина  $L$  вимірювальної кювети подвоєна без реального збільшення довжини кювети, габаритів і ваги всього приладу. Таким чином, об'єднання в одному корпусі випромінювача В і приймача ПР, а також використання обтюратора як дзеркала відбивача, дозволило подвоїти оптичний хід ІЧ променя і тим самим істотно поліпшити метрологічні показники.

До складностей схеми варто віднести необхідність високоточного виготовлення механічних деталей газоаналізатора, зокрема обтюратора.

### **Висновки**

З розглянутих вище газоаналізаторів і систем впливає, що на Україні є всі передумови для власного виробництва сучасних газоаналізаторів і систем екологічного контролю параметрів АТЗ, як на відповідність національним стандартам щодо норм викидів, так і Правилам СЕК ООН ( Правила 49, 83 і інші). Слід також відмітити, що ці ж газоаналізатори можуть бути використані і для виміру відпрацьованих газів інших транспортних засобів: літаків, тепловозів, теплоходів, тракторів.

**Список літератури:** 1.Марков В. А., Токсичность отработавших газов дизелей / Баширов Р.М., Габитов И.И. – М.: Изд-во МГТУ им.Н. Э.Баумана, 2002,- 376с. 2. Луканин, В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно- транспортная экология. -М.: Высш.школа, 2001,-273с. 3. Климпуш О. Д., Экономия топлива на автомобильном транспорте, Рубцов В. А., Гутаревич Ю. Ф. –К.: Техніка, 1988,-144с. 4. Гутаревич Ю. Ф. Охрана окружающей среды от загрязнения выбросами двигателей.-К. : Урожай, 1989.-224с. 5. Редзюк А. М., Гутаревич Ю. Ф. Нормування екологічних показників дорожніх транспортних засобів : стан і перспективи- Автошляховик України.-2002.-№4. С.2-9. 6. Дашковський О. А., Екоіформаційні багатопараметрові газоаналітичні прилади і системи екологічного моніторингу ISSN 2079.5459. Вісник НТУ «ХПИ». 2013. №68(974) 140

довкілля. Вісті Академії інженерних наук України. Міхеєва І.Л., Приміський В.П., -2003.-№ 2.- С.6-14. 7. В. П. Тхоржевский. Автоматический анализ газов и жидкостей на химических предприятиях.- М.: «Химия». 1976, -186с. 8. Румбешта В. О., Приміський В. П. Принципи побудови абсорбційних газоаналізаторів. - Київ, Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2000р, № 5, с. 117-121. 9. В. А.Богданов, А.с. СССР № 1549315, МКИ GO1N 21/76. Оптический абсорбционный газоанализатор. В. П.Морозов, В. Ф.Приміський др Опубл. 1988. Бюл. № 4. 10. В. П.Приміський, Рішення про видачу Патент України по заявці № 2003032748 від 18.08.03, МКИ, GO1N21/01.Спосіб аналізу газів інфрачервоним методом, 11. Приміський В. П., Оптико-електронні схеми інфрачервоних газоаналізаторів підвищеної чутливості.- Вісті Академії інженерних наук України.-2003.-№ 1.-С. 35-39. 12. Приміський В. П., Румбешта В.А., Патент України № 49063, МКИ GO1N 27/62. Полум'яно-іонізаційний газоаналізатор екологічного контролю автомобілів. Опубл.-2002. Бюл. № 9. 13. Приміський В. Ф., Патент Росії № 2146048, МКИ GO1N 27/62. Пламенно-ионизационный газоанализатор. Опубл.-2000. Бюл. № 6. 14. Приміський В. П., Патент України № 27678, МКИ GO1N 21/76. Хемілюмінесцентний газоаналізатор. Опубл. -2000. Бюл. № 4. 15. Приміський В. П., Патент України № 9825, МКИ GO1N 21/76. Хемілюмінесцентний газоаналізатор окислів азоту . Опубл. -1996. Бюл.№3.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 543.271.3

**Сучасні засоби інструментального контролю (газоаналізатори і газоаналітичні системи) відпрацьованих газів автомобілів/ В. П. Приміський , В. М. Івасенко , Д. Г. Корнієнко , А. В. Ватаву, Жужа А. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 135-141. – Бібліогр.: 15назв.**

Рассмотрены и проанализированы функциональные схемы и метрологические характеристики разработанных в Украине газоанализаторов и систем для экологического контроля отработавших газов автомобилей.

**Ключевые слова:** газоанализаторы, выбросы АТС, метрология

Was considered and analyzed the functional schemas and meteorological characteristics of developed in Ukraine gas analyzers and systems for ecological control of exhaust gases of automobiles.

**Keywords:** analyzers, emissions ATZ, metrology.

УДК 006.05:681.3

**І. В. ЛАЗЬКО**, канд. техн. наук, ст. викл., Северодонецьке відділення Інституту післядипломної освіти та дистанційного навчання Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, Северодонецьк

## **УПРАВЛІННЯ НЕВІДПОВІДНОСТЯМИ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОЕКТІВ**

Запропоновано підхід до оцінки якості коригувальних/запобіжних дій за узагальнюючим показником. Побудовано алгоритм впровадження коригуючих/запобіжних дій, практична реалізація якого сприяє дієвому усуненню невідповідностей.

**Ключові слова:** невідповідності, система управління якістю, проект.

### **Введение**

Аналіз фахової літератури [1,2] та Настанови щодо управління якістю в проектах [3] показав, що комплекс вимог до системи управління якістю проектів (далі - СУЯ) сформований сукупним поєднанням множини вимог до СУЯ в цілому (розділ 4, [3]); множини вимог щодо відповідальності вищого керівництва (розділ 5, [3]); множини вимог щодо управління ресурсами (розділ 6, [3]); множини вимог до процесів життєвого циклу проекту (виготовлення продукції) (розділ 7, [3]); множини вимог щодо вимірювання, аналізування та поліпшення (розділ 8, [3]). При цьому, у відповідності з одним із задекларованих принципів (розділ 6, [3]), управління якістю в проектах необхідно постійно поліпшувати. Серед процесів поліпшення СУЯ вагоме місце, з огляду на практичну значущість, спрямованість на усунення/попередження невідповідностей, приділяється процесу дієвого впровадження коригувальних/запобіжних дій КД/ЗД ([3], пункт 8.2). Але,

© І. В. ЛАЗЬКО, 2012

при визначені в Настанові [3] основних аспектів процедури КД/ЗД, чітко не визначено пропозиції щодо оцінки якості реалізованих КД/ЗД в проекті, не запропоновано алгоритм реалізації процесу.

### Мета роботи

Метою роботи являється розробка підходу до оцінки якості коригувальних/запобіжних дій та побудова алгоритму впровадження КД/ЗД.

### Результати дослідження

У відповідності із вимогами Настанови [3] суб'єкту господарювання необхідно розробити, впровадити та підтримувати у робочому стані процедуру управління фактичними та потенційними невідповідностями, впроваджувати та проводити моніторинг КД/ЗД. При цьому, джерелом виявлення невідповідностей можуть бути результати

внутрішнього аудиту процесів СУЯ; оцінки відповідності системи вимогам [3] та діючого законодавства; моніторингу та вимірювання продукції й процесів СУЯ. Як доводить практичний досвід проектних установ (серед яких ТОВ «Хімтехнологія», ДП «ІАП», ДП «Хімтехнологія»), моніторинг проекту, з метою виявлення невідповідностей, доцільно здійснювати за двома напрямками, а саме: моніторинг якості проектних рішень та моніторинг якості проектної документації (рис. 1) [4].



Рис.1 - Фактори технології проектування

Реальний стан функціонування системи управління якістю можна описати вектором певних ознак  $X_i^p$ . Тоді вектор реального стану СУЯ доцільно визначити за формулою (1):

$$S^p = \begin{pmatrix} X_1^p \\ X_2^p \\ \dots \\ X_N^p \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де  $S^p$  – реальний стан системи управління якістю,  $X_i^p$  – деякі ознаки,  $N$  – загальне число ознак ( $i=1,2,\dots,N$ ), що встановлюється у [3] та внутрішніми вимогами проектної установи.

З метою визначення невідповідностей щодо управління якістю в проектах необхідно здійснити порівняння вектора реального стану СУЯ

( $S^p$ ) з еталоном ( $S^s$ ) та визначити їх відмінність. Ці відхилення й характеризують невідповідності.

Окремим питанням, що заслуговує на особливу увагу в межах проведеного дослідження, являється питання оцінки якості впровадження коригувальних/запобіжних дій.

Для оцінки якості коригувальних/запобіжних дій запропоновано використовувати узагальнюючий показник  $Q_m$ , який розраховується на підставі інтегрального показника результативності КД/ПД  $\{C\}$  [в межах  $j$ -ої цілі СУЯ ( $C_j$ )]; рівня точності  $\delta_{\{j\}}$  [відсоток точно виконаних відповідно до плану (програми) заходів, дій] й своєчасності

коригувальних/запобіжних дій  $\tau_{\{j\}}$  [відсоток заходів, дій, проведених у встановлений строк], надійності  $\beta$  [обумовленої рівнем виявлених і усунутих у системі невідповідностей] і задоволеності користувачів  $S_p$  [ступінь виконання вимог користувачів щодо невідповідності]:

$$Q_m = \sqrt[\xi]{\{C\} \cdot \delta_{\{j\}} \tau_{\{j\}} \cdot \beta \cdot S_p}, \quad (2)$$

Такий підхід до оцінки якості коригувальних/запобіжних дій може бути використаний для поліпшення процесів СУЯ й підвищення якості проекту, та, в подальшому, для коригування місії, бачення й загальної стратегії розвитку підприємства на тривалій і короткостроковий періоди. Результати оцінки якості КД/ПД покликані продемонструвати об'єктивну дієвість усунення невідповідностей, що дозволить прийняти управлінські рішення по поліпшенню проектів і процесів СУЯ.

Особливості оцінки якості КД/ПД в проектах полягають у тому, що, з одного боку, вона дозволить виявити резерви вдосконалення управління якістю проектів, вибрати основні напрямки поглиблених обстежень, визначити заходи щодо вдосконалення управління й відповідну програму дій. З іншого боку, можна перевірити висунуту на початковому етапі діагностичну гіпотезу, сформувану думку про наявні проблеми в області управління якістю й конкретизувати шляхи їх розв'язку з урахуванням особливостей проектування. Діагностичний аналіз зібраної інформації є інструментом виявлення причинно-наслідкових зв'язків у системі управління якістю і є основою для подальшого детального аналізу.

У відповідності [3] невідповідності повинні бути виявлені, зареєстровані, класифіковані, усунені, проаналізовані та вивчені для розробки адекватних КД/ЗД. З урахуванням цього, впровадження коригувальних/запобіжних дій запропоновано здійснюється за наступним алгоритмом (рис. 1): аналіз невідповідностей; встановлення потенційних невідповідностей; оцінка необхідності дій з метою попередження невідповідностей та виключення повторних невідповідностей; визначення та здійснення необхідних дій; записи результатів реалізованих дій та аналіз реалізованих КД/ЗД.

Як правило, вхідними даними для процедури впровадження КД/ЗД являються: претензії замовників, результати вимірювання задовільності замовників, результати проведених аудитів, результати аналізу з боку керівництва, дані аналізу ризиків, пов'язаних з проектуванням, показники результативності та ефективності процесів, внутрішня та зовнішня документація СУЯ, інформація від зацікавлених сторін. Вихідними даними процедури КД/ЗД являються: записи в журналі реєстрації невідповідностей, звіт за результатами аудитів (як внутрішніх так й зовнішніх), звіт за результатами виконання КД/ЗД, база даних невідповідностей, зміни документації СУЯ тощо.

В залежності від вагомості та причин виникнення невідповідностей КД/ЗД можуть вміщувати: зупинку проектування, технічні дії щодо усунення невідповідностей (встановлення нової програмної платформи проектування тощо), отримання дозвільних документів, впровадження наукомістких та інноваційних технологій проектування.

Для виявлення причин виникнення невідповідностей необхідно проводити їх систематичну класифікацію та аналіз. Практичний досвід роботи ряду проектних установ дозволив класифікувати невідповідності: за частотою виникнення невідповідностей; за ступенем впливу невідповідностей на якість проекту; за значенням витрат на усунення невідповідностей, що виникають в процесі функціонування процесів; за джерелом виникнення невідповідностей, тощо. Крім того, невідповідності можуть бути не істотними – що усуваються в процесі виконання проекту; істотні – недопустимі при будь-яких обставинах та вимагають прийняття оперативних КД/ЗД.

Коригувальні дії являються ефективними, якщо причина невідповідності усунена і невідповідність за встановленою причиною при подальшій діяльності не виникає. При повторному виникненні встановленої невідповідності здійснюються додаткові КД з оформленням відповідної звітної документації.

Результати аналізу причин виникнення невідповідностей та реалізації КД/ЗД надаються керівниками відділів та (або) менеджерами процесів представнику керівництва по СУЯ. У відповідності із вимогами Настанови [3], керівництву необхідно попереджувати потенційні невідповідності. Таким чином, планування роботи, оцінка ризиків та виділення ресурсів на виконання компенсуючих заходів – обов'язки представника керівництва по СУЯ. Відповідальність за оперативне управління реалізацією КД/ЗД, як правило покладається на внутрішніх аудиторів, власників процесів, керівників підрозділів.

Якщо в результаті реалізованих дій виникають зміни в СУЯ (зміни документованих процедур та регламентів), слід забезпечити, щоб усі відповідні документи уточнювалися, затверджувалися та доводилися до персоналу. За необхідності необхідно проводити навчання та підвищення кваліфікації персоналу. Таким чином, запропонований алгоритм впровадження коригувальних/запобіжних дій (рис. 1) забезпечує послідовність дій в процесі впровадження КД/ЗД, що сприяють дієвому усуненню невідповідностей.

### Висновки

В ході проведеного дослідження було запропоновано здійснювати систематичний моніторинг проектних рішень та проектної документації для своєчасного виявлення невідповідностей в процесі проектування.

Запропоновано підхід до оцінки якості коригувальних/запобіжних дій, який базується на визначенні узагальненого показника, що дозволяє продемонструвати об'єктивну дієвість усунення невідповідностей.

Розроблений алгоритм впровадження КД/ПД забезпечує послідовність дій, що сприяють дієвому усуненню невідповідностей.

**Список літератури:** 1. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК) [Текст] - 4-е изд. - Project Management Institute, 2008. - 463 с. - ISBN 978-1-933890-71-5 2. Товб А. С. Управление проектами: стандарты, методы, опыт [Текст] / А. С.Товб, Г. Л.Цунес – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2003. – 240 с. – ISBN 5-901028-59-7 3. ДСТУ ISO 10006:2005 Настанова щодо управління якістю в проектах (ISO 10006:2003, IDT) [Текст]. - Введ. 2007-01-01. - К: Держспоживстандарт України, 2007. - 27 с. 4. До питання системного контролю якості проектної продукції. Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Якість технологій – якість життя» (15-19 вересня 2011 р., м.Харків, Україна) – Харків: УПА, 2011. – с. 17 -19

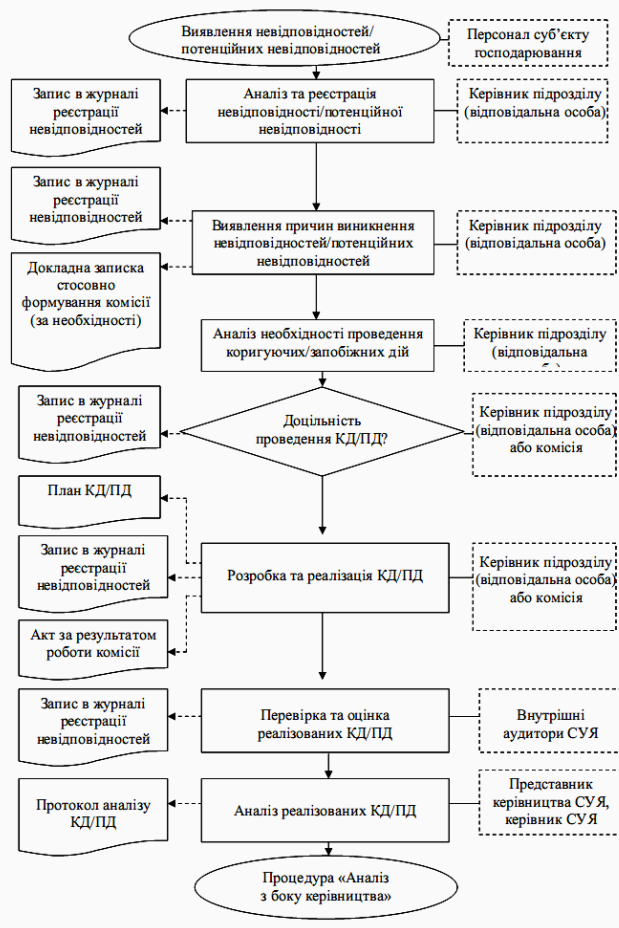


Рис. 2 - Алгоритм впровадження коригувальних/запобіжних дій (КД/ПД)

Надійшла до редколегії 20.12.2012



**Управління невідповідностями в системі управління якістю проектів/Лазько І. В.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 141-145. – Бібліогр.: 4 назв.

Предложен подход к оценке качества корректирующих/ предупреждающих действий по обобщенному показателю. Построен алгоритм внедрения корректирующих/предупреждающих действий, практическая реализация которого будет содействовать результативному устранению несоответствий.

**Ключевые слова:** несоответствия, система управления качеством, проект.

The Offered approach to estimation quality correcting/warning action on generalised factor. The Built algorithm of the introduction correcting/ warning action, which introduction assists effective removal a discrepancy.

**Keywords:** the discrepancies, managerial system by quality, project.

## УДК 004.923

**П. Е. ЖЕРНОВА**, аспірант, ХНУРЕ, Харків;

**А. В. БІЗЮК**, доц, ХНУРЕ, Харків

### **КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОЛІГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЯДІВ**

Проведено аналіз існуючих методів вибору комплексу захистів. Підсумком проведеного аналізу стала формалізація розподілу технологій поліграфічної захисту за технологічними рядами з урахуванням ступеня надійності захисту.

**Ключові слова:** захист поліграфічної продукції, технологічні ряди, ступінь надійності.

#### **Вступ.**

Нині існує досить багато різних методів боротьби з фальсифікацією поліграфічної продукції. Такі технології як орловська і металографський друк, півтонові водяні знаки, полімерна нитка в паперовій масі, мікроперфорація і багато інших здатні забезпечити дуже високий рівень захисту. Проте усі вони є монополією держави і недоступні комерційним друкарням. Використання таких технологій обмежене виготовленням цінних паперів і грошових знаків. Розміщення в системі Укрспецполіграфії (чи її аналога, російського Гознака) замовлень на виготовлення упаковки, фальсифікація якої наразі широко поширена, найчастіше виявляється неможливою.

Робота під чужими марками і брендами приносить незліченний збиток для офіційних виробників, що робить актуальними способи і методи захисту як для ринку Європи так і для українських виробників.

Саме тому необхідність у виборі або в удосконаленні комплексу поліграфічного захисту для окремого виробу коштує особливо гостро. Найбільш успішним підходом в протидії фальсифікації є не просто кількісне збільшення захисних ознак, але впровадження комплексних рішень, що дозволяють розробити якісний захищений від підробок поліграфічний продукт. Надійність захисного комплексу забезпечується не досконалістю окремо взятого захисту, а збалансованим набором усебічного захисту, що зважає на специфіку, призначення і умови звернення продукту.

#### **Мета і завдання дослідження**

Загальною метою дослідження є розробка комплексу поліграфічної захисту на підставі розподілу технологій поліграфічної захисту за технологічними рядами з урахуванням ступеня надійності. Об'єктом дослідження є технологічні ряди для вибору комплексу поліграфічних захистів.

Метод виконання роботи: аналіз літературних джерел, вивчення та узагальнення досвіду створення комплексу поліграфічної захисту.

Для виконання поставленої мети були сформульовані завдання, розглянуті в цій

статті:

- аналіз відомостей з літературних джерел, узагальнення рекомендацій алгоритму за вибором встановлюваних захистів;
- аналіз класифікації способів контролю захищеної поліграфічної продукції;
- аналіз класифікації видів встановлюваних захистів з різних точок зору;
- розробка методики формування комплексу захистів на основі технологічних рядів з урахуванням ступеня надійності.

### Аналіз літературних джерел

Найбільш відомою в цій області є монографія А.А.Коншина "Захист поліграфічної продукції від фальсифікації" [1]. Алгоритм, який описав А.А. Коншин, застосовний тільки у тому випадку, якщо комплекс захисту визначається фахівцем, оскільки питання вибору і оптимізації рекомендованих видів захисту визначається експертним шляхом. Найчастіше пропонувані види захисту поліграфічної продукції, зокрема, етикетки і упаковки зводиться до використання дорогих носіїв інформації, збільшення барвистості продукції і застосування великого числа після друкарських процесів. Але коли цим займається дизайнер-художник, цей підхід викликає утруднення із-за недостатньої кваліфікації виконавця. Таким чином виникає необхідність формалізувати і, надалі, автоматизувати процес визначення складу комплексного поліграфічного захисту.

А. Коншин [1] і М. Шарифуллін [2] виділяють п'ять груп з точки зору технолога (захист на стадії дизайну, захист за рахунок спеціальних технологій друку, захист за рахунок використання спеціальної друкарської основи, захист за рахунок використання спеціальної фарби, захист за рахунок обробки продукції). Проте ця класифікація не акцентує відмінності між захистом одного рівня, як сукупності захисних методів і технологій, що вирішують однотипну захисну задачу з порівнянною мірою ефективності залежно від реальних умов звернення реального продукту. В той же час очевидно, що установка двох однотипних поліграфічних захистів - наприклад, "паркетної" та гільошированої антисканерних сіток або мікротексту і мікрозображення з характерним розміром одного порядку – збільшує захищеність виробу не удвічі, а у меншій мірі.

Андрій Крилов в серії статей «Таблиця Менделєєва» для захищеної поліграфії» [3] продемонстрував формування таблицю видів поліграфічного захисту, розподілених по рядах в порядку зростання.

Подальшим розвитком цієї ідеї може стати формалізація розподілу технологій поліграфічного захисту по технологічних рядах з урахуванням міри надійності захисту (рис.).

Завдяки приведеній таблиці можна розробити комплекс поліграфічного захисту, а так само уникнути повторення однотипного захисту, зберігаючи при цьому достатній рівень захищеності продукції.

У розробленій таблиці вертикальні стовпці визначають індекс надійності передбачуваного захисту. Залежно від вимог до поліграфічного продукту і, відповідно, сумарного індексу надійності комплексу захисту (який зовсім не обов'язково має бути максимально можливим),

Ряд по Коншину	Принцип действия	1	1	2	3	3	4	4	5	5	6
1	Антисканерные защиты		Тавровые сетки		Гельоширные элементы	Latent Image					
1	Микропечать и микрография			Микропечать, штрих	Микропечать, штрих	Микрография					
2	Антисканерные защиты со скрытым изображением					Void Рентгенограф	** Latent Image (хэш-эффект)	Скрыт Виз +			
3	Специализированные красители		Бесцветные УФ	Цветные УФ	Термоустойчивые УФ	Водостойкие в ИК	Длительное выцветание в ИК				
4	Специализированные красители	Металлизированные	Окисляющиеся	Проявляющиеся	Вступают в реакцию	Цветопеременные ОПТ	Светоустойчивые	Термоустойчивые	Длительное термоустойчивые		
5	Водяные знаки		Гравированные фольгочные	Фигурные сепарационные		Водяной знак односторонний				Водяной знак двусторонний	Водяной знак ленточный
6	Волокна и включения			УФ невидимые волокна		УФ видимые волокна	Металлизированные волокна	Термоустойчивые волокна	Металлизированные волокна в бумаге	Стекловолоконные металлизированные	
7	Тиснение и высечка		Фигурная высечка	Контурное тиснение		Тиснение фольгой		Металлографический орнамент	Комплексная защитная засетка		
8	Тиснение и голография		Защитная склейка самокопирующая					Тиснение голографической пленкой		Привнесовая голография	

Рис. - Класифікація технологій поліграфічного захисту за технологічними рядами з урахуванням міри надійності зашитий

- 1 - захисту, використовувані тільки як допоміжні.
- 2 - захисту, що мають задовільну надійність.
- 3 - захисту достатньої надійності захисту.
- 4 - захисту високою мірою надійності.
- 5 - домінуючі захисту.
- 6 - захисту вищої міри надійності.

### **Висновок**

Отримана в результаті дослідження класифікація засобів поліграфічного захисту на основі механізму протидії діям фальсифікаторів у вигляді технологічних рядів покладена в основу розробки системи підтримки ухвалення рішення в завданні вибору комплексу захисних засобів поліграфічної продукції.

**Список літератури:** 1. *Конишин А. А.* Защита полиграфической продукции от фальсификации [текст]. – М.: ООО «Синус», 1999. – 160 с. 2. *Шарифуллин М.* Защита прежде всего [текст]. – Журнал Publish, №7, 2000 3. *Андрей Крылов* «Таблица Менделеева» для защищенной полиграфии. [текст]. - Компьюарт №11, 2008. – С.30-32. №12, 2008. – С.30-32.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 004.923

**Класифікація технологій поліграфічного захисту з урахуванням технологічних рядів**  
*/Жернова П. Е., Бизюк А. В., // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 145-147. – Бібліогр.:3 назв.*

Проведен аналіз існуючих методів вибору комплексу захит. Ітогом проведенного аналізу стала формалізація розподілення технологій поліграфічної захити по технологічним рядам с учетом степени надежности захиты.

**Ключевые слова:** защита полиграфической продукции, технологические ряды, степень надежности.

An analysis of existing methods for selecting the set of protections. The result of the analysis was the formalization of the distribution of technology protection printing technology series to the extent that they protect.

**Keywords:** protection of printed products, technology series, the degree of reliability.

УДК 378.14

**В. П. КОЗЫРЕНКО**, канд. техн. наук, , проректор, Харьковский гуманитарный университет «Народная украинская академия»,  
**О. В. ДЬЯЧКОВА**, доцент, Харьковский гуманитарный университет «Народная украинская академия»

### **РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Проведен аналіз сучасних вимог і світових стандартів застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітній діяльності. Освітлено досвід поетапного формування взаємопов'язаних комплексів інтегративних знань в ході реалізації багаторівневої інформаційної підготовки. Бібліогр.: 6 назв.

Ключевые слова: ИКТ, технологии, компетенции, стандарты, образование.

### **Введение**

Застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ИКТ) оказує сьогодні суттєвий вплив на якість системи освіти. ИКТ дозволяють формувати компетентність учасця як систему взаємопов'язаних характеристик, забезпечуючих «системний ефект» – здатність рішення реальних завдань з використанням сучасних інформаційних засобів.

© В. П. КОЗЫРЕНКО, О. В. ДЬЯЧКОВА, 2012

## **Цель работы**

Цель работы: сформулировать условия, необходимые для успешной интеграции ИКТ в образовательные процессы; осветить опыт формирования интегративных информационно-коммуникационных компетенций (ИКК) в ходе непрерывной информационной подготовки.

## **Анализ среды и постановка задач**

Наиболее заметные изменения в ИКТ, применяемых сегодня в образовательной деятельности, проявляются по следующим направлениям:

- активное применение различных дистанционных средств обучения и онлайн-технологий;
- широкое внедрение облачных ресурсов, коммуникационных решений и других сервисов Интернета.

В перечисленных направлениях обращает на себя внимание системное применение сетевых и интернет-технологий с мультимедийным представлением информации, расширение активного использования ИКТ, особенно ресурсов Интернета, при изучении гуманитарных дисциплин.

Использование современных ИКТ требует решения ряда задач:

- интенсивное развитие информационных средств предполагает постоянный мониторинг изменений: необходимо с незначительным отставанием от последних решений внедрять ИКТ и заниматься электронной дидактикой;
- затраты на внедрение ИКТ становятся существенной статьёй расходов учебных заведений;
- мотивация преподавателей и учителей является решающим фактором в вопросах применения ИКТ в своих предметах.

Методически обоснованное и целесообразное применение информационных средств должно происходить с учетом и при наличии в учебном заведении основных условий успешной интеграции ИКТ в учебный процесс:

- 1) Достаточный уровень программно-технического обеспечения учебно-воспитательного процесса учебного заведения.
- 2) Наличие информационной образовательной среды, представляющей собой единую систему.
- 3) Информационно-коммуникационные компетенции педагогов. С учетом интеграции Украины в мировую систему образования необходимо обратить внимание на международные стандарты, отражающие зарубежный опыт.

Стандарты ИКК, разработанные Международным обществом информатизации в образовании (ISTE), охватывают разные направления: технические, гуманитарные и др. Эти стандарты:

- представлены отдельно для студентов, преподавателей [1], администрации учебного заведения, есть блоки для ИТ-специалистов;
- включают несколько содержательных блоков, в т.ч. технологический, социально-этический, педагогический, профессиональный, а не один только профессиональный. Это существенное достоинство, поскольку социально-этические вопросы связаны с авторским правом в Интернете, плагиатом, созданием условий для студентов с ограниченными возможностями.

Технологический блок этих стандартов предполагает, что педагог должен быть готов не только использовать ИКТ для организации учебного процесса, создания обучающих ресурсов, но и разбираться в появляющихся обучающих программах, уметь оценивать их потенциал и т.д.

Профессиональные требования предполагают наличие знаний и умений:

- доступ и использование лучших учебных и исследовательских ресурсов и создание

собственных учебных онлайн-ресурсов;

- использование ИКТ для администрирования учебного процесса;
- коммуникация с коллегами и другими профессионалами;
- использование ИКТ для развития коммуникативных компетенций учащихся;
- осуществление научно-исследовательской деятельности с использованием ИКТ, включая новейшие сервисы Интернета;

Существуют определенные требования к преподавателям различной специализации. Например, для преподавателей иностранных языков реализован проект ICT4LT (Information and Communications Technology for Language Teachers, «ИКТ для преподавателей иностранных языков») и WELL (Web Enhanced Language Learning, «Обучение языкам с веб-поддержкой»). На сайте проекта ICT4LT [2] основные практические навыки ИКТ подробно описаны и классифицированы в соответствии с тематикой и уровнем сложности (базовый, средний и продвинутый).

### **Опыт применения ИКТ в организации учебного процесса**

Перечисленные выше цели и задачи активно реализуются в образовательном процессе в ХГУ «НУА». Так, для реализации современных требований внедрения ИКТ в учебный процесс развернута функциональная компьютерная сеть, обеспечивающая использование ПК, сетевых технологий обучения, облачных ресурсов и широкополосный доступ к Интернету.

Академическая среда ХГУ «НУА» включает компьютерные и сетевые средства, системное и прикладное программное обеспечение, электронные обучающие и методические ресурсы, библиотечные ресурсы (ЦНГИ), доступ к ресурсам Интернета, академический сайт и другие компоненты. Информационная среда постоянно развивается в соответствии с потребностями учебного процесса и развитием самих информационных технологий.

Поскольку задача формирования ИКТ учащихся носит междисциплинарный характер, в ХГУ «НУА» реализуется многоуровневый интегративный подход к формированию ИКТ выпускников [3-4]. Соответственно, это требует высокого уровня ИКТ от всех педагогов, вовлеченных в образовательный процесс.

Формирование базовой общей ИТ-компетентности включает знакомство с понятиями информационного общества и ресурсов, изучение современного электронного документооборота, знакомство с основами правового регулирования информационного рынка, применение на производственной практике программ офисной информационной деятельности. Приобретаются различные знания, умения и навыки работы с информацией. В совокупности это способствует формированию ключевых, предметных и межпредметных компетенций – информационных, организационных, вычислительных, методологических, наглядно-модельных и др.

Формирование профессиональной ИТ-компетентности осуществляется в ходе изучения на старших курсах дисциплин информационно-аналитической направленности, профильных предметов и специализированной практики. При этом активно применяются модульный и метасистемный подходы, метод проектов, кейс-технологии и др. [5]. Так, при подготовке будущих экономистов дисциплину «Управление проектами» предваряет одноименный модуль в курсе информационных технологий MS Project, что позволяет выстроить межпредметные связи. Особое место при этом занимает проектное обучение, реализуемое на основе личностно-ориентированного подхода (включая индивидуальный подбор задач компьютерного структурного и ресурсного планирования, стоимостного анализа, анализа рисков и др.).

При изучении модуля «Визуализация бизнес-данных» применяются элементы метода мозгового штурма с использованием интеллект-карт (mind map diagrams); ставятся аналитические задачи, требующие для их решения отображение бизнес-данных в MS Visio

посредством диаграмм Flowchart, Work Flow diagram, Cross-Functional Flowchart, IDEF0, схем UML, сетевых графиков и др.; решаются задачи создания интерактивных аналитических отчетов и проч.

В изучении магистрами модуля «Data Mining» широко используются кейс-технологии как одна из форм имитационных активных методов обучения. Студенты изучают методы извлечения знаний на базе интеллектуальных моделей, выбирают инструментальные средства анализа и визуализации (кластерный анализ, нейронные сети, анализ «What-if», деревья решений, карты Кохонена и проч.). Решение задач прогнозирования продаж, сегментирования рынка и клиентов, анализа кредитно-скоринговых операций, рынка труда, выбора оптимальной стратегии и др. с помощью средств интеллектуальных ИТ Business Intelligence (таких как Deductor Studio) позволяет сформировать интегративные ИКК и привить навыки исследовательской работы и принятия решений.

При подготовке переводчиков ставится цель дать студентам современный ИТ-инструментарий, научить формировать собственную информационную профессиональную среду, применять ИКТ в профессиональной деятельности, опробовать опыт коллективной деятельности [6]. Студенты знакомятся с системами автоматизированной обработки текстов на естественном языке; с задачами и методами семантического анализа. Осваивают методику использования в профессиональной деятельности систем поддержки электронных словарей; машинного перевода (МП); конкордансеров; средств автоматического реферирования; переводческих редакторов; накопителей переводов (САТ-программ) и их сопряжение с системами МП, создание и использование глоссариев; выравнивание текстов, их сегментирование и др. Изучение предшествует специализированным переводческим дисциплинам, что дает возможность интегрировать приобретенные ИКК в профессиональную подготовку.

Одновременно в ходе изучения ИКТ переводчика осваиваются модели предоставления услуг SaaS, различные технологии совместной профессиональной деятельности: облачные сервисы, вики-технологии, социальные сервисы, средства распределенного хранения и обмена информации, механизмы коллективной работы, в том числе механизм краудсорсинга – коллаборативного перевода. На занятиях студенты принимают участие в коллективных проектах – совместных переводах статей, сайтов, фильмов, локализации ПО.

Участие в подобных проектах знакомит студентов с инструментарием управления проектами, контроля качества переводов, интеграции с системами полнотекстовых переводов и т.п. Осваивая механизм взаимодействия и получая навыки просмотра контекста, перевода, голосования, оценивания, студенты приходят в том числе к пониманию возможности успешной мобилизации коллективных усилий для решения поставленных задач.

### **Выводы**

Вопросы формирования ИКК неразрывно связаны с функционированием всей образовательной среды и требуют интегративного подхода и выполнения целого ряда условий. Успешная их реализация является актуальной задачей, способствующей профессиональному росту и повышению уровня компетентности всех участников образовательного процесса.

**Список литературы:** 1. ISTE•NETS•T (National Educational Technology Standards for Teachers) / International Society for Technology in Education (ISTE). – Режим доступа: <http://www.iste.org/docs/pdfs/nets-t-standards.pdf?sfvrsn=2> 2. Davies G. ICT “can do” lists for teachers of foreign languages [Электронный ресурс] // Information and Communications Technology for Language Teachers (ICT4LT). – Режим доступа: [http://www.ict4lt.org/en/ICT\\_Can\\_Do\\_Lists.doc](http://www.ict4lt.org/en/ICT_Can_Do_Lists.doc) 3. Козыренко В. П. Опыт многоуровневой непрерывной информационной подготовки [Текст] / В. П. Козыренко, В. А. Курвас // Открытое образование. – 2006. – № 2. – С. 54–59. 4. Лазаренко О. В. Информационная среда как инструмент интеграции процесса обучения в системе непрерывного образования [Электронный ресурс] /

О. В. Лазаренко, В. П. Козыренко // Информационная среда вуза XXI века: III Междунар. науч.-практ. конф. [Петрозаводск, 21–25 сент. 2009г.]. – Режим доступа: <http://it2009.petsu.ru/publication.php> 5. Данилевич С. Б. Опыт применения современных ИКТ в формировании профессиональной компетентности будущих специалистов [Текст] / С. Б. Данилевич, О. В. Дьячкова // Экспертные оценки элементов учебного процесса: XII науч.-практ. конф., Харьков, 30 окт. 2010г. / Нар. укр. акад. [каф. инф. технологий и математики]. – Х.: Изд-во НУА, 2010. – С. 23–24. 6. Дьячкова О. В. Применение современных информационных технологий в формировании компетенций будущего референта-переводчика [Текст] / О. В. Дьячкова // Перспективы развития современной науки: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. – Горловка, 2011. – С. 131–133.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 378.14

**Класифікація технологій поліграфічного захисту з урахуванням технологічних рядів/ В. П. Козыренко, О. В. Дьячкова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 147-151. – Бібліогр.:6 назв.**

Проведено аналіз сучасних вимог і світових стандартів застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітній діяльності. Висвітлено досвід поетапного формування комплексів інтегративних знань в процесі багаторівневої інформаційної підготовки.

**Ключові слова:** ІКТ, технології, компетенції, стандарти, освіта.

Modern requirements and international standards of ICT in the education is analyzed. The experience of gradual formation of integrative knowledge systems in the multi-level information training is described.

**Keywords:** ICT, competencies, standards, education.

УДК 656.222.3

**Ю. В. ЧИБІСОВ**, канд. техн. наук, доц., ДНУЗТ, Дніпропетровськ

### **ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ПРОПУСКУ ПОЇЗДОПОТОКУ ПО ПАРАЛЕЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЯХ ЗА ЕКОНОМІЧНИМ КРИТЕРІЄМ**

Розглянуто динаміку зміни величини експлуатаційних витрат на пропуск поїздів на залізничній лінії в залежності від інтенсивності вхідного потоку. Запропоновано виконувати розподіл поїздопотоків за економічним критерієм, тобто серед множини варіантів розподілу поїздопотоків по паралельних залізничних лініях обирати такі варіанти, які забезпечують мінімум сумарної вартості на пропуск усього поїздопотоків. Наведено приклад такого розподілу для Дніпропетровського залізничного вузла, в якому існують дві паралельні залізничні лінії.

**Ключові слова:** вантажні поїздопотоків, розподіл поїздопотоків, залізнична мережа, векторна оптимізація, економічний критерій.

#### **Вступ**

В сучасних умовах питання дослідження закономірностей зміни експлуатаційних витрат та собівартості вантажних перевезень на мережі залізниць в залежності від обсягів роботи та розмірів руху залишається актуальним. В літературних джерелах авторами запропоновано різні критерії оптимальності, за допомогою яких пропонується вирішити задачу визначення раціональних маршрутів руху поїздів для заданої мережі залізниць [1–11]. В тому числі запропоновано вирішувати дане завдання з використанням векторного критерію [8, 11], який містить в собі декілька компонентів.

#### **Мета роботи**

В даній роботі поставлена задача визначення раціональних варіантів розподілу вантажного поїздопотоків по паралельних лініях залізничної мережі з використанням економічного критерію. Дану задачу вирішено на прикладі Дніпропетровського залізничного вузла.

#### **Результати досліджень**

У роботі [4] виконано дослідження впливу завантаженості ділянок Дніпропетровського залізничного вузла на основні показники руху поїздів. З'ясувалося,

© Ю. В. ЧИБІСОВ, 2012

що при зростанні інтенсивності вхідного потоку поїздів, тобто при збільшенні рівня використання пропускної спроможності ліній, збільшується тривалість руху поїздів по ділянках, а відповідно і зростає кількість розгонів та уповільнень поїздів, витрат механічної роботи на їх пропуск. Це, в свою чергу, призводить до зростання експлуатаційних витрат, що пов'язані з пропуском поїздів на лініях. Аналіз динаміки зміни величини експлуатаційних витрат на пропуск вантажних поїздів показав, що різниця у витратах при пропуску поїздів масою 4000 т на 1 км може складати до 100 грн/поїзд (рис. 1).

Як показав аналіз розподілу випадкової величини маси бруто поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла [14], математичне очікування маси бруто поїздів складає 4052,4 т, а середнє квадратичне відхилення 1132,5 т. Тому динаміка зміни величини експлуатаційних витрат на пропуск вантажних поїздів наведена для поїздів масою 4000 т.

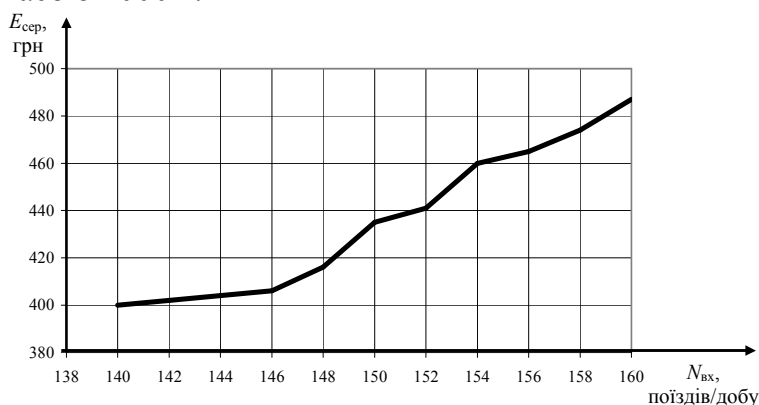


Рис. 1.- Динаміка зміни експлуатаційних витрат на пропуск вантажних поїздів масою 4000 т на 1 км в залежності від інтенсивності вхідного потоку з урахуванням кількості розгонів та уповільнень

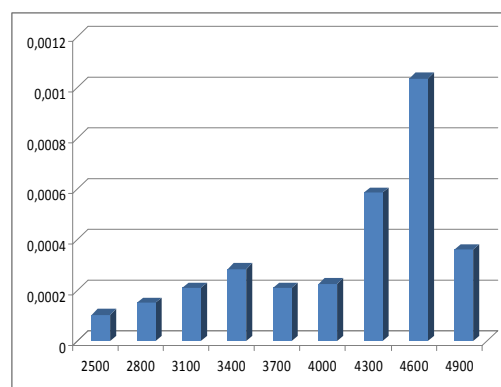


Рис. 2. Гістограма розподілу випадкової величини маси бруто поїздів

Але, якщо виконати аналіз гістограми розподілу випадкової величини маси бруто поїздів, які проходять через залізничний вузол (рис. 2), то необхідно зазначити, що кількість поїздів, маса бруто яких перевищує 4000 т, є значною. Тому різниця вартості пропуску поїздів більшої маси бруто при зростанні інтенсивності вхідного потоку поїздів буде відрізнятися ще більш суттєво.

За допомогою імітаційної моделі пропуску поїздів по залізничним лініям [12] було виконано аналіз зміни різниці вартості пропуску поїздів різної маси бруто головним ходом залізничного вузла в непарному напрямку в залежності від інтенсивності вхідного потоку. Такий аналіз наведено у табл. 1 та на рис. 3.

Таким чином, для Дніпропетровського залізничного вузла різниця у вартості пропуску вантажних поїздів в непарному напрямку головним ходом може відрізнятися майже до 700 грн.

Отже, можна висунути гіпотезу про те, що існує така раціональна кількість поїздів на даному напрямку, при перебільшенні якої сумарна величина експлуатаційних витрат на пропуск поїздів буде постійно збільшуватися. Якщо існує така «критична» величина вхідного потоку, при перевищенні якої буде доцільно пропускати поїздопотік паралельним ходом, то «раціональним» варіантом розподілу поїздопотоків будемо вважати такий варіант, який забезпечує мінімум сумарних експлуатаційних витрат на пропуск усього поїздопотоків по обох паралельних лініях залізничного вузла.



Таблиця 1 - Аналіз зміни різниці вартості пропуску поїздів різної маси бруто головним ходом залізничного вузла в непарному напрямку в залежності від інтенсивності вхідного потоку

$\Sigma N$ , поїздів/добу	Різниця вартості пропуску поїздів, порівняно з їх пропуском при резерві пропускної спроможності, при відповідній масі бруто, $\Delta C$ , грн		
	4000	4500	5000
140	0	0	0
142	7,32	9,52	14,55
144	29,30	38,06	52,51
146	43,95	57,09	79,58
148	73,24	95,15	135,42
150	102,54	133,22	193,66
152	135,50	176,03	254,47
154	241,71	314,01	454,05
156	281,99	366,34	526,99
158	322,27	418,68	603,54
160	366,22	475,77	683,95

Враховуючи те, що при різному рівні завантаження ділянки, експлуатаційні показники, пов'язані з пропуском поїздів, різні [4], необхідно виконати аналіз зміни цих показників. Такий аналіз виконано з використанням імітаційної моделі пропуску поїздів на залізничних лініях [12]. В ході експериментів через залізничний вузол було пропущено 188 поїздів у непарному напрямку. Всього було розглянуто 11 варіантів пропуску цих поїздів (див. табл. 2).

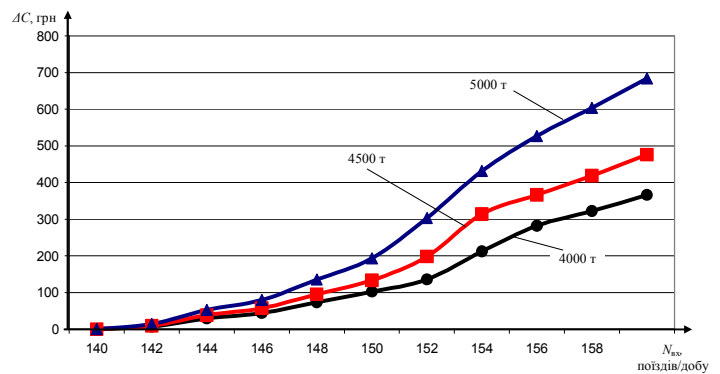


Рис. 3 - Аналіз зміни різниці вартості пропуску поїздів різної маси бруто головним ходом залізничного вузла в непарному напрямку в залежності від інтенсивності вхідного потоку

Таблиця 2 - Експлуатаційні витрати на пропуск поїздів та час їх рухів межах залізничного вузла

№	Носн, поїздів/добу	Нодн, поїздів/добу	$\Sigma T$ , хв	$\Sigma C$ , грн
1	140	48	6817,6	368273,9
2	142	46	6694,8	373200,0
3	144	44	6660,0	380981,2
4	146	42	6616,0	390183,9
5	148	40	6619,6	403753,8
6	150	38	6618,0	417907,3
7	152	36	6641,0	432683,0
8	154	34	6935,5	469073,8
9	156	32	7028,2	486506,5
10	158	30	7100,2	504800,1
11	160	28	7182,4	524020,0

Так, у першому варіанті через основний хід залізничного вузла було направлено 140 поїздів, а решта 48 – через паралельний хід; у подальших варіантах кількість поїздів, що прямують головним ходом, збільшувалася з кроком 2 поїзди, а тих, що прямують паралельним ходом, – зменшувалася з тим же кроком. Таким чином сумарний поїздопотік вузла залишався незмінним. В кожному такому варіанті фіксувалася загальна тривалість

руху всіх поїздів через залізничний вузол та загальна вартість їх пропуску. Як виявилось в процесі аналізу, ці величини є суперечними, тобто при зменшенні однієї величини відбувається зростання іншої. Тому доцільно показати залежність цих двох величин у векторній площині і отримати рішення задачі векторної оптимізації [13], критерієм якої буде наступний вектор  $\begin{pmatrix} T(E_*) \\ C(E_*) \end{pmatrix} \rightarrow \min$ . Тобто тривалість руху та вартість пропуску всіх поїздів на графі  $E_*$  (у залізничному вузлі) необхідно звести до мінімуму при відповідних обмеженнях з пропускної спроможності  $N(e) \leq \bar{N}(e)$ ,  $e \in E$ .

Порівняння множини різних варіантів пропуску поїздопотоку у залізничному вузлі, та вибір серед них раціональних реалізовано у моделі [3]. Для наочності вибір раціональних варіантів пропуску поїздопотоку наведено на рис. 4.

З рис. 4 видно, що серед запропонованих 11 варіантів пропуску поїздопотоку у вузлі, тільки 6 незрівняних між собою за Парето (варіанти 1–6), решта варіантів не є раціональними, тому що погіршення рішення з одним критерієм призводить до погіршення рішення з іншим критерієм. Тому варіанти 7–11 виключається з множини допустимих рішень.

### Висновки

Після аналізу отриманих результатів, можна стверджувати наступне: при одному і тому самому значенні поїздопотоку у залізничному вузлі, існує декілька варіантів його розподілу, які розрізняються за показниками і є суперечними між собою; поліпшення якості рішення з одним локальним критерієм призводить до погіршення якості рішення з іншим; кожен з отриманих варіантів може бути конкурентоспроможним в залежності від рівня використання пропускної спроможності.

Отримана функціональна залежність між експлуатаційними витратами на пропуск поїздів та часом їх руху в межах залізничного вузла може бути використана для надання послуг клієнтам залізниці. Клієнт може обирати тривалість доставки відповідного вантажу, яка його влаштує, при різній вартості транспортування. І, навпаки, обравши відповідну вартість, можна з великою точністю встановити тривалість руху поїзда.

**Список літератури:** 1. Музикіна Г. І. Оптимизация распределения поездопотоков на участках железнодорожного узла [Текст] / Г. І. Музикіна, Ю. В. Чибісов // Сборник трудов конференции Автоматика – 2007, г. Одесса – с. 202–204. 2. Босов А. А. Визначення раціональних маршрутів руху поїздів на мережі доріг [Текст] / А. А. Босов, Ю. В. Чибісов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 34 – Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010.– С. 180-188. 3. Чибісов Ю. В. Імітаційна модель розподілу поїздопотоку по оптимальним маршрутам [Текст] / Ю. В. Чибісов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 36 – Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2011.– с. 212-217. 4. Чибісов Ю. В. Вибір оптимальних маршрутів руху вантажних поїздопотоків у залізничному вузлі з урахуванням насиченості пропускної спроможності ділянок [Текст] / Ю. В. Чибісов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень» Випуск 2 – 2011, с.88–95. 5. Чибісов Ю. В. Вибір маршрутів руху поїздів в умовах багатofакторності прийняття рішень [Текст] / Ю. В. Чибісов // Тези III Міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграція України в міжнародну транспортну систему» – Д.: ДІТ, 2011 – с. 78–79. 6. Nesterenko G. I. Optimal [route selection](#) when distributing the freight trainflow in the railway junction with the consideration of the level of the traffic capacity saturation / G. I. Nesterenko, Yu. V. Chibisov. // Вісник

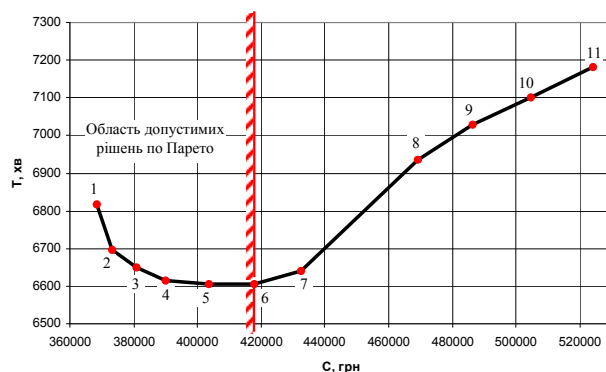


Рис. 4 - Функціональна залежність між експлуатаційними витратами на пропуск поїздів та часом їх руху в межах залізничного вузла

Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля №3 [174] – 2012, с. 138–143. 7. Чибісов Ю. В. Підвищення ефективності пропуску поїздів на залізничній мережі [Текст] / Ю. В. Чибісов, І. О. Кулик // Тези 72-ї науково-технічної студентської конференції «Науково-технічний прогрес на залізничному транспорті» – Д.: ДІТ, 2012 – с.16–17. 8. Нестеренко Г. І. Вирішення задачі раціонального розподілу поїздопотоків у залізничному вузлі на основі векторної оптимізації [Текст] / Г. І. Нестеренко, Ю. В. Чибісов // Тези 72-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» – Д.: ДІТ, 2012 – с. 140–141. 9. Мозолевич Г. Я. Удосконалення технології пропуску поїздопотоків на паралельних напрямках та у залізничних вузлах [Текст] / Г. Я. Мозолевич, Ю. В. Чибісов // I Международная научно-практическая конференция «Перспективы взаимодействия железных дорог и промышленных предприятий» – Д.: ДІТ, 2012 – с. 66–67. 10. Мозолевич Г. Я. Повышение эффективности пропуска поездопотоков на направлении Донбасс – Приднепровье – Кривбасс [Текст] / Г. Я. Мозолевич, Ю. В. Чибісов // Международный форум молодых ученых стран СНГ «Молодежь в науке – 2012» Сборник статей (Часть III) – Алматы: «Санат» 2012 – с. 259–264. 11. Чибісов Ю. В. Математична модель вибору раціональних варіантів пропуску поїздопотоків по залізничній мережі [Текст] / Ю. В. Чибісов, Г. Я. Мозолевич // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий» № 3/11 (57) – 2012, с. 37–41. 12. Бобровский В. И. Имитационная модель развязки линий в железнодорожном узле / В. И. Бобровский // Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті // Міжвуз. зб. наук. пр. – Вип. 38. – Х.: ХарДАЗТ, 1999. – с. 35–42. 13. Bosov A. A. Vector Optimization by Two Objective Junctions / A. A. Bosov, G. N. Kodola, L. N. Savchenko. [Електрон. ресурс]: опис. – Режим доступа: <http://arxiv.org/pdf/0708.4307v1>. 14. Чибісов Ю. В. Підвищення ефективності вантажних перевезень у залізничному вузлі за рахунок вибору раціонального розподілу поїздопотоків по ділянкам вузла [Текст]: дис. канд. техн. наук : 05.22.01 / Чибісов Юрій Віталійович; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. В. Лазаряна – Д.: 2012. – 194 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 656.222.3

**Вибір раціональних варіантів пропуску поїздопотоку по паралельних залізничних лініях за економічним критерієм/ Ю. В. Чибісов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 151-155. – Бібліогр.: 14 назв.**

Рассмотрена динамика изменения величины эксплуатационных расходов на пропуск поездов на железнодорожной линии в зависимости от интенсивности входящего потока. Предложено выполнять распределение поездопотока по экономическому критерию, то есть из множества вариантов распределения поездопотока по параллельным линиям выбирать такие варианты, которые обеспечивают минимум суммарной стоимости на пропуск всего поездопотока. Приведен пример такого распределения для Днепропетровского железнодорожного узла, в котором существуют две параллельные железнодорожные линии.

**Ключевые слова:** грузовые поездопотоки, распределение поездопотоков, железнодорожная сеть, векторная оптимизация, экономический критерий.

In this article there was researched the dynamics of the change in the maintenance cost value concerning the trainflow running by the railway line depending on the arrival density. There was suggested to make the trainflow distribution basing on the economic criteria. That means it is reasonable among the multitude of the variants of the trainflow distribution to choose the variants that provide minimum of the total cost of the whole trainflow running. There was given the example of this kind of distribution for the terms of Dnepropetrovsk railway junction which consists of two parallel railway lines.

**Key words:** freight trainflows, trainflow distribution, railway network, economic criteria.

УДК 658.5: 339.13

*Д. О. ПАЛАНТ*, аспірант, Дніпропетровський університет ім. А. Нобеля

## **НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ**

В статті розглянуті проблеми і перспективи розвитку вітчизняної транспортної логістики. З врахуванням особливостей транспортної інфраструктури і тенденцій світового транспортного

© Д. О. ПАЛАНТ, 2012

ринку запропоновано першочергові заходи відносно ричагів покращення транспортної логістики в Україні.

**Ключові слова:** глобалізація, логістика, транспортна логістика, моніторинг транспортної логістики, транспортні підприємства, система глобального позиціонування (GPS).

**Вступ.** Розвиток світової економіки свідчить, що основні матеріальні та фінансові потоки зосереджені в глобальній Євразійській мережі. У ній уже організовані логістичні центри, де реалізуються логістичні операції та процеси. Завдяки цьому ринок планомірно наповнюється необхідними товарами, сировиною, матеріалами, забезпечується їх стійкий збут. Тим часом, за полем зору науковців залишилися становлення та розвиток логістичних центрів як чинника економічної стабілізації підприємств автомобілебудівної галузі.

Враховуючи те, що Україна є вузловим центром транспортно-логістичної інфраструктури Євразійської мережі, а також зважаючи на не давнє розширення Євросоюзу, доцільно зауважити, що логістичні проекти сусідніх країн «підійшли» безпосередньо до українського кордону. Таким чином, посилення впливу глобалізації на національну економіку спричиняє необхідність реформування вітчизняної інфраструктури логістики. Це стосується насамперед транспортної логістики. Адже дані тенденції глобалізації вимагають не просто адаптації транспортних комплексів прикордонних територій до вимог та стандартів ЄС, а розробки науково обґрунтованих підходів до організації управління розвитком транспортних систем, що ґрунтуються на інтегральній концепції логістики. Тому для підвищення рівня функціонування існуючих систем транспортних перевезень і пошуку шляхів їх оптимізації надзвичайно важливе значення має розробка ефективних форм і методів організації управління ними на основі інтегрованих транспортно-логістичних систем.

Аналіз основних досягнень і літератури. Істотний внесок у вивчення та розкриття сутності функціонування інфраструктурної логістики, здійснили як сучасні зарубіжні науковці – С. Абт, Б. Анікін, А. Бусигін, Є. Єрмошина, Т. Кадієв, С. Календжян, Ф. Кльозе, Ф. Пфоль, М. Троцкі, Дж. Б. Хейвуд, так і вітчизняні вчені-економісти – О. Вівчар, М. Григорак, П. Дудкін, А. Кальченко, Є. Крикавський, Р. Ларіна, М. Окландер, В. Смиричинський, І. Струтинська, Н. Чухрай.

Згадані автори розглядають теоретичні та прикладні аспекти розвитку логістичної інфраструктури, проте не акцентують увагу на сучасному розвитку транспортної логістики. Вони розглядають питання розвитку логістичної інфраструктури без ув'язування з проблемами розвитку транспортного комплексу. Зазначені обставини й обумовили вибір теми та коло досліджуваних проблем.

**Мета дослідження, постановка задачі.** Мета даної аналітичної статті – здійснити аналіз проблем розвитку вітчизняної транспортної логістики. З врахуванням особливостей транспортної інфраструктури і тенденцій світової транспортного ринку запропонувати першочергові заходи відносно ричагів розвитку транспортної логістики в Україні.

Результати досліджень. Аналізуючи діяльність будь-якого підприємства можна визначити проблемні місця, де доцільно було б застосовувати додаткові механізми впливу на ефективність діяльності. До таких можна віднести логістику в цілому, а також транспортну логістику як складову її частину (рис. 1). Оскільки значна частина логістичних операцій на шляху руху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживання здійснюється із застосуванням різних транспортних засобів. Витрати на виконання цих операцій складають до 50% від суми загальних витрат на логістику [5].

Сьогодні багато крупних українських транспортних компаній починають усе більш активно упроваджувати нові для України схеми транспортної логістики. Пріоритетом в цих випадках, вважається не економія кожних 50 у.о., а завдання побудувати структуру і поступово удосконалити схему перевезення. Транспортна логістика в цьому випадку дозволяє економити значно більше, за рахунок відлагодженого ланцюжка контейнерних вантажоперевезень і зниження чинників ризиків. Не може не радувати ще і те, що багато крупних клієнтів, що перевозять по 40-70 контейнерів в місяць, схильються до того,

що транспортна логістика має бути довгостроковою програмою. Логістика – в цьому випадку базується на двосторонній відвертості і взаємній довірі. Клієнт в цьому випадку знає про перевізника все: за якою ціною отримуються ставки фрахту у судновласників, відсоток на операції. Клієнт так само може брати участь у виборі умов транспортування. Транспортна компанія зі свого боку має всі дані і час, щоб «відточити» транспортний ланцюжок. Обидві сторони при цьому максимально зацікавлені в довгостроковій співпраці і в поліпшення якості і термінів вантажоперевезення.

Отже, зауважимо основне. Транспортна логістика є чітко виражена сфера діяльності, що покриває три основні області:

- ✓ процес планування, організації і виконання правильного і недорогого перевезення вантажів (товарів) від місць їх виробництва в кінцевий пункт;
- ✓ чіткий контроль за всіма транспортними і іншими виконуваними операціями, що виникають під час перевезення вантажів з використанням найсучасніших засобів зв'язку, інформування і інших інформаційних технологій;
- ✓ надання всіх документів і інформації власникові вантажу.

Відносно чіткого контролю за дотриманням усіх операцій під час транспортування. Це дуже важлива складова, адже практично для усіх вітчизняних підприємств є спільні проблеми управління транспортним комплексом:

1. «Ліві» рейси: Всім відомо, що якщо потрібно перевезти меблі, вивезти сміття із замиської ділянки, викопати котлован під фундамент, зазвичай вигідно домовитися з водієм, чим наймати фірму. Всім також відомо, що водії їздять на службових машинах по своїх особистих справах. Як з цим боротися?

2. Розкрадання палива. Ви напевно багато раз спостерігали на трасах бензовози, де солярка стоїть відчутно дешевше, ніж на АЗС. Звідки вони беруть паливо? Можливо, вони купують його у Ваших водіїв? Існує маса способів обдурити керівництво.

3. Неоптимальні маршрути. Як правило, диспетчер обдзвонює водіїв від одного до декількох раз на день, щоб взнати, де вони знаходяться. Недивно, що при цьому його бачення сильно відрізняється від реальної ситуації.

4. Простий транспортних засобів. Причин, по яких виникає простий транспортних засобів, дуже багато. Водій може проспати виїзд із стоянки, затриматися по особистих справах і так далі.

5. Порушення режиму експлуатації транспортних засобів. Частенько водії отримують заробітну плату з розрахунку кількості виконаних поїздок. Вони грубо порушують правила дорожнього руху, не дотримують швидкісний режим, піддаючи транспортний засіб,

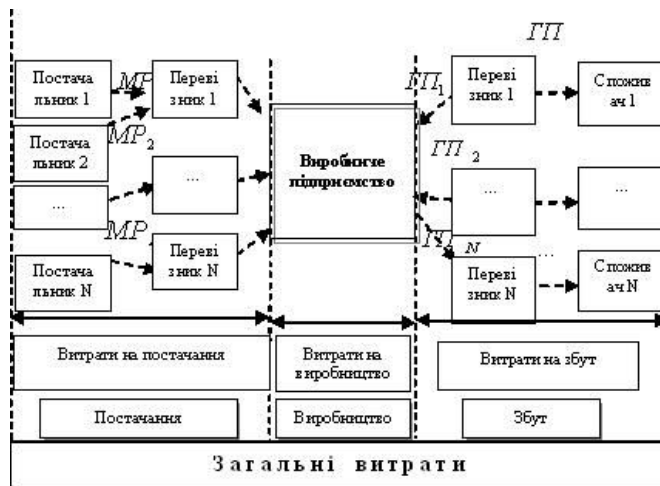


Рис. 1 - Суть транспортної логістики  
Примітка 1: МР – матеріальні потоки; ГП – грошові потоки

вантаж, або людські життя небезпеці. В кращому разі ДТП загрожує витратами на ремонт автомобіля і відшкодування збитку замовникові, а в гіршому – судовим процесом.

Загалом вважаємо, що саме сучасна система глобального позиціонування (GPS) дасть можливість побудови маршрутні листівки, контроль якості і забезпечить своєчасне виконання маршрутних завдань.

GPS (Global Positioning System) – це глобальна система визначення координат, яка дозволяє визначити місце розміщення об'єкту з точністю до 5 метрів, тобто визначити його висоту, ширину і довжину над рівнем моря, а також швидкість і напрямок даного об'єкту. Окрім цього, за допомогою GPS можна спрогнозувати час з точністю до 1 наносекунди.

На прикладі діаграми Ганта наведемо візуалізацію часового контролю проходження транспортом заданих об'єктів (рис. 2). Це один із найбільш популярних способів графічного відображення маршрутних завдань. Діаграма відображає запланований і реальний хід виконання задач на маршруті [1].

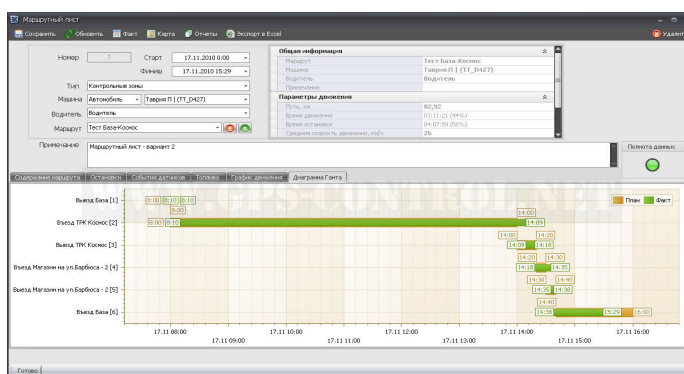


Рис. 2 - Контроль проходження маршруту - діаграма Ганта (транспортна логістика) в системі GPS моніторингу  
Примітка 2: адаптовано автором

Всілякі варіанти програмного забезпечення для логістики транспорту, що не спираються на технологію глобального позиціонування, не можуть дати повного уявлення про реальний стан об'єкту контролю. Для здобуття економічного ефекту необхідно скласти завдання і, що не менше важливий, проконтролювати його виконання. Це допоможе зробити вірний висновок і дасть можливість коректувати подальші побудови маршрутів. Рішення такої задачі можливе лише при поєднанні програми логістики і системи GPS контролю. Основні функції системи позиціонування транспортної логістики:

- розрахунок оптимальних маршрутів з відображенням на карті місцевості; можливість друку маршрутних листів і фрагментів карти з маршрутом для кожного автомобіля; можливість ведення власної бази клієнтів і партнерів з прив'язкою до їх реального місце розташування на карті; облік транспортних засобів; створення довідників автомобілів; можливість планування виконання рейсів з декількох складів; можливість обліку часу роботи клієнта і доставки вантажу; звіти про пробіг, час доставки вантажу.

Таким чином GPS трекер – це потужний інструмент, який дозволяє компаніям контролювати всі переміщення автомобілів, а також їх стани і стан вантажів. Крім того модулі GPS можуть використовуватися для контролю приватних автомобілів, а також переміщення торговельного персоналу компаній.

Дані про переміщення автомобіля поступають від GPS трекера 24 години в добу і надійно зберігаються на сервері. Доступ до цих даних здійснюється через веб-сервер інтерфейс на будь-якому комп'ютері що має доступ до інтернету. Завдяки цьому можна у будь-який час проглянути трек руху автомобіля, його зупинки, рівень палива в баку і інформацію про стан вантажу за будь-який період часу. Крім того можна скласти і проаналізувати різні звіти, які нададуть всю необхідну інформацію в зручному для аналізу вигляді. Такі звіти, а також і повідомлення про важливі події можуть приходити вам у вигляді листа по електронній пошті або повідомлення на мобільний телефон.

Загалом система GPS складається з групи супутників, передавальних на навігаційні сигнали (рис. 3).

Кожен з цих супутників знаходиться на висоті більше 20 000 км. від поверхні Землі.

Період звернення супутників складає 12 годин, швидкість пересування - 3 км/с. Безперерйну працездатність системи забезпечують 24 супутники, проте, на випадок аварійних ситуацій і збоїв в роботі, загальна кількість супутників в системі була збільшена до 32 (рис. 4) [6-9].

Що стосується наземного сегменту системи GPS, то він складається з 5-ти станцій контролю, головні з яких розташовані на Гавайських островах, острові Кваджалейн (Kwajalein) в Тихому океані, а також на острові Дієго-Гарсія (Diego Garcia), острові того, що Вознесло в Індійському океані і в Колорадо-Спрінгс, Колорадо (Colorado Springs, Colorado) – на засекречених військових базах.

Головна функція наземних станцій GPS моніторингу – прийом і вимір навігаційних сигналів, які поступають з GPS супутників, а також фіксація і аналіз виникаючих помилок в роботі системи.

Сфери застосування GPS:

- дистрибуція продуктів харчування;
- дистрибуція хлібопродуктів;
- дистрибуція тютюнової продукції;
- дистрибуція медпрепаратів;
- дистрибуція алкогольних напоїв;
- поштові служби.

Ефект від запровадження глобальної системи позиціонування (GPS):

- оптимізація маршрутів руху за рахунок побудови оптимальних маршрутів;
- автоматизація підготовки маршрутних листів (20 хв. на весь автопарк);
- зниження витрат на ГСМ до 30%;
- скорочення часу на доставку вантажів;
- контроль над вантажоперевезеннями в режимі реального часу за допомогою системи GPS моніторингу;
- контроль роботи автотранспорту в режимі реального часу;
- доступ до інформації для оперативного управління автотранспортом;
- оперативне інформування клієнтів;
- підвищення якості обслуговування клієнтів;
- збільшення ефективності використання автотранспорту;
- зниження витрат на обслуговування транспортних засобів;
- запобігання несанкціонованим діям водіїв;
- повна інтеграція з існуючими системами і ПО підприємства;
- зменшення часу простою автотранспорту;
- чіткий контроль над технічним станом автотранспорту;
- формування і аналіз звітів про роботу автотранспорту;
- доступ до детальної векторної карти.

**Висновки.** Отже, для забезпечення повного контролю над транспортною логістикою і досягнення максимальних результатів, ми рекомендуємо використовувати систему глобального позиціонування транспортної логістики (система GPS моніторингу). Це дозволить не лише ефективно контролювати роботу автотранспорту в режимі реального часу, але і оптимізувати планування маршрутів для виконання завдань підприємства.



Рис. 3 – Супутник системи GPS

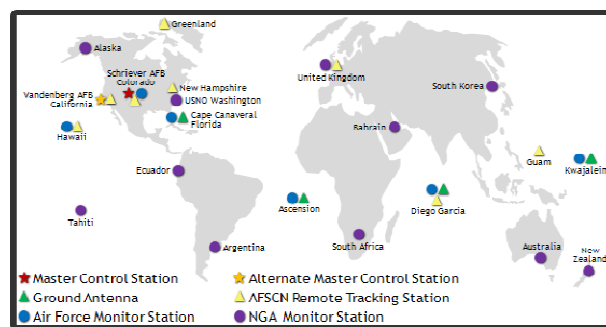


Рис. 4 – Сегмент системи GPS

**Список литературы:** 1. Большой экономический словарь: Экономика; Финансы; Бухучет; Налоги; Страхование; Маркетинг; Менеджмент; Управление [Текст] : словарь / сост. А. Б. Борисов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Книжный мир, 2007. - 860 с. - ISBN 5-8041-0186-2. 2. Кальченко, А. Г. Логістика [Текст] : підручник / А. Г. Кальченко ; Мін-во освіти і науки України, КНЕУ ім. Вадима Гетьмана. - 2-ге вид. без змін. - К. : КНЕУ, 2006. - 284 с. - ISBN 966-574-484-4. 3. Канищенко, О. Л. Міжнародний маркетинг у діяльності українських підприємств [Текст] : монографія / О. Л. Канищенко ; КНУ ім. Тараса Шевченка. - К. : Знання, 2007. - 446 с. - ISBN 978-966-346-370-4. 4. Струтинська І. В. Розвиток логістичних центрів як чинник економічної безпеки держави / І. В. Струтинська // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Економічні науки. – Луцьк. ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. № 12. – 138 с. 5. Струтинська І. В. Становлення та розвиток логістичних центрів як чинник економічної стабілізації підприємств автомобілебудівної галузі: дис. кандидата економічних наук. 08.00.04 / Струтинська Ірина Володимирівна. – Тернопіль, 2011. – 263 с. 6. Dziok D. Dobra Praktyka Dystrybucyj w logistyce farmaceutykow // Logistyka. – 2010. – № 6. – S. 37-40. 7. Ghiani Gianpaolo. Introduction to Logistics Systems Planning and Control / Gianpaolo Ghiani, Gilbert Laporte, Roberto Musmanno. – John Wiley and Song Ltd, 2004. – 377 p. 8. Pahl H. Tracking and Tracing for Logistic Centres Network. A project in the Baltic Sea Region INTERREG III B programme / H. Pahl. – Poland: 2009. – 24 p. 9. Pahl H. Definition of the ICT pilot system for Logistic Centres Network. A project in the Baltic Sea Region INTERREG III B programme. / H. Pahl, M. Rosenbaum. – Poland: 2009. – 30 p. 10. Sosna, M. (2010). Business model innovation through trial-and-error learning : the Naturhouse case Long range planning : LRP ; international journal of strategic management / publ. In assoc. with the Strategic Planning Society and the European Strategic Planning Federation, 43(2),383-407. 11. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Надійшла до редколегії 10.12.2012 р.

УДК 658.5: 339.13

**Необхідність застосування системи глобального позиціонування транспортної логістики в Україні / Д. О. Палант // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – Х. : НТУ «ХПІ», 2012. – № 68 (974). – С. 155-160. – Бібліогр.: 12 назв.**

В статье рассмотрены проблемы и перспективы развития отечественной транспортной логистики. С учетом особенностей транспортной инфраструктуры и тенденций мирового транспортного рынка предложены первоочередные меры относительно рычагов улучшения транспортной логистики в Украине.

**Ключевые слова:** глобализация, логистика, транспортная логистика, мониторинг транспортной логистики, транспортные предприятия, система глобального позиционирования (GPS).

In the article the considered problems and prospects of development of domestic transport logistic. Taking into account the features of a transport infrastructure and world transport market tendencies near-term measures relatively richagiv improvement of transport logistic are offered in Ukraine.

**Keywords:** globalization, logistic, transport logistic, monitoring of transport logistic, transport enterprises, system of the global keeping (GPS).



УДК 547-1+543-93

*Е. В. КАПУСТИНА*, канд. техн. наук, доц., ПГТУ, Мариуполь;

*Э. О. БУТЕНКО*, канд. техн. наук, ПГТУ, Мариуполь

*А. Е. КАПУСТИН*, д-р хим. наук, проф., зав. каф., ПГТУ, Мариуполь

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕТРАМЕРКУРМЕТАНА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ**

Рассмотрены различные методы синтеза тетрамеркурметана, ртутьорганического соединения, у которого все протоны, связанные с атомом углерода, замещены атомами ртути, из различных исходных веществ. Обсуждены механизмы реакций, причины, влияющие на селективность процессов.

**Ключевые слова:** тетрамеркурметан, синтез

### **Введение**

Тетрамеркурметан [1] – уникальное твёрдое основание, ртутьорганическое соединение, у которого все протоны, связанные с атомом углерода, замещены атомами ртути. Постоянно возникающий интерес исследователей можно объяснить тем, что тетрамеркурметан является абсолютно уникальным соединением с удивительной стабильностью. Он не претерпевает изменений при действии кислот и оснований, стабилен по отношению к окислителям и восстановителям. Даже длительное нагревание в царской водке не приводит к видимым изменениям в его структуре.

Структура тетрамеркурметана исследовалась в течение долгого периода времени [2-4] и на сегодняшний день можно считать, что это вещество представляет собой двойной полимер, состоявший из полимеров с различными мономерными звеньями. Один полимер, состоящий из тримеркурированных оксониевых ионов  $[\text{OHg}_3\text{CCHO}]^+$ , который образует две структуры в тримеркурированном альдегиде, одна имеет столбчатый вид, другая – в виде полимерных плоскостей. В основе второй полимерной структуры лежит мономеркурированный оксониевый ион –  $^+\text{H}_2\text{OHg}$ —. То есть, наиболее достоверной структурой, существующей на сегодняшний день, следует считать полимер, в котором присутствуют как тримеркурированные, так и мономеркурированные оксониевые ионы, с формулой  $[\text{CHg}_4\text{O}(\text{OH}_2)](\text{OH})_2$  (Hg – 90,93 %).

### **Цель работы**

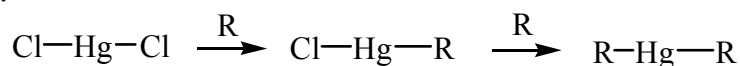
Целью работы было изучение особенностей синтеза тетрамеркурметанов из различных органических веществ.

### **Методика экспериментов**

Подробно синтезы тетрамеркурметана и его аналогов были описаны в работе [5]. Оксид ртути и гидроксид калия со спиртом кипятят в отсутствие света с обратным холодильником в течение 36 часов. Затем жёлто-серый остаток промывается водой и разбавленной щёлочью. Затем промывается 20 % раствором теплой азотной кислоты для растворения оставшейся металлической ртути, а также побочного продукта – триртутьуксусной кислоты. В результате остаётся нитрат, соответствующий формуле  $[\text{CHg}_4\text{O}(\text{OH}_2)](\text{NO}_3)_2$ . Если он имеет коричневую окраску из-за осмоления продуктов олигомеризации и полимеризации, его ещё раз промывают теплым 10 % раствором гидроксида натрия, затем снова 20 % раствором азотной кислотой, и так до тех пор, пока нитрат не будет иметь чистую белую окраску, а гидроксид не будет светлого канареечно-желтого цвета. Его можно представить как результат полного замещения в метане 4 атомов водорода на группы  $\text{HO}-\text{Hg}$  и последующего отщепления воды. Полученный гидроксид тетрамеркурметана – это основание, образующее устойчивые соли, из которых оно регенерируется кипячением с концентрированным раствором гидроксида натрия.

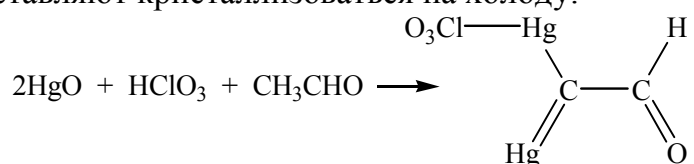
## Обсуждение результатов

Двухвалентная ртуть образует соединения с органическими молекулами, однако в большинстве случаев в начальной стадии процесса наблюдается образование только одной связи с атомом углерода; и сохраняется вторая связь с кислотным остатком соответствующей соли:



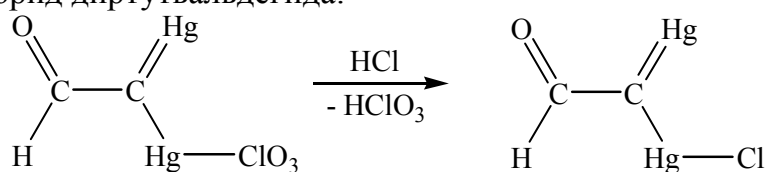
Таким образом, посредством ртути вводить в органические соединения почти все неорганические кислоты и их выбором достигать необходимого эффекта окисления.

Прежде всего, таким способом можно получать хлораты; при этом способе можно ввести остатков хлората в расчете на атом углерода больше, чем прямой реакцией с хлорноватой кислоты. Для синтеза хлората диртутьальдегида растворяют жёлтый оксид ртути в разбавленном растворе хлорноватой кислоты, при двукратном стехиометрическом избытке оксида ртути. К этой, содержащей основной хлорат, смеси при охлаждении и постоянном встряхивании добавляют стехиометрическое количество альдегида в спиртовом растворе, и оставляют кристаллизоваться на холоду:



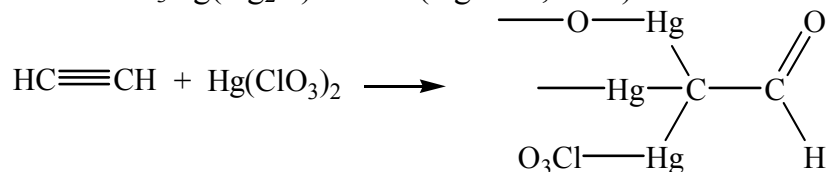
В зависимости от концентрации раствора в течение нескольких часов или дней выделяются бесцветные, блестящие, вытянутые призмы (Hg – 75,91 %).

При взаимодействии полученного вещества с раствором щёлочи отщепляется металлическая ртуть, а под действием раствора соляной кислоты отщепляется хлорноватая кислота и остаётся хлорид диртутьальдегида:

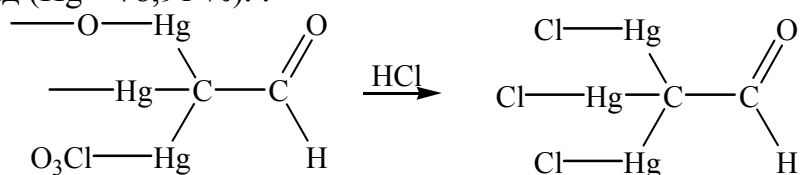


Аналогичная реакция с образованием диртутьальдегида протекает в щелочной среде между нитратом ртути и ацетальдегидом. При этом образуется большое количество полимеризованного альдегида, очевидно, вследствие последовательных процессов альдольной конденсации.

Если пропускать ацетилен через водный раствор хлората ртути, вместо которого может использовать смесь нитрата ртути и хлората натрия, то образуется белый осадок, являющийся соединением  $\text{ClO}_3\text{Hg}(\text{Hg}_2\text{O})\text{CCOH}$  (Hg – 80,55 %):



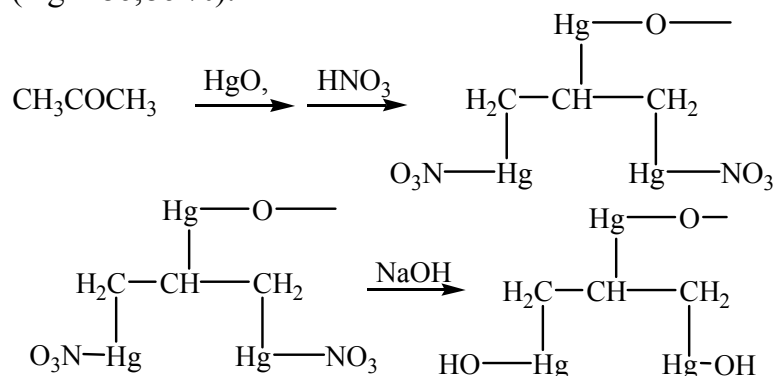
При обработке 3 % раствором соляной кислотой данное вещество переходит в трихлорртутьальдегид (Hg – 78,91 %):



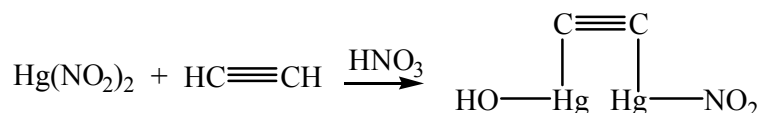
Пропиловый спирт в присутствии гидроксида натрия реагирует с оксидом ртути аналогично этанолу, образуя устойчивое к аммиаку и щелочам соединение жёлтого цвета,

которое при нагревании очень сильно взрывается. При взаимодействии с раствором цианида калия образуется соответствующий жёлтый цианид.

Ацетон в водном растворе гидроксида натрия при комнатной температуре также реагирует с жёлтым оксидом ртути. Однако для ацетона требуется длительное проведение процесса, при этом образуется аналог тетрамеркурметана, который при взаимодействии с азотной кислотой даёт белый кристаллический нитрат (Hg – 85,83 %). Это вещество, в свою очередь, при взаимодействии с раствором гидроксида натрия даёт жёлтый взрывчатый порошок (Hg – 86,86 %):



Если в раствор нитрита ртути при температуре 0 °С добавить азотную кислоту и долго пропускать ацетилен, то выпадет светло-жёлтый осадок, который уплотняется в течение нескольких часов и после промывания водой, спиртом, эфиром и сушкой в вакууме (Hg – 82,28 %) :

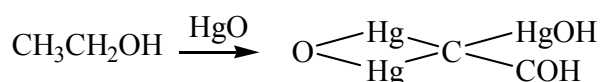


То, что в составе данного соединения есть нитрит, подтверждается реакцией с сульфаниловой кислотой и α-нафтиламином в присутствии уксусной и соляной кислот. Нитрит-ион прочно связан с атомом ртути, поскольку при обработке уксусной кислотой или разбавленной соляной кислотой ионного обмена не происходит.

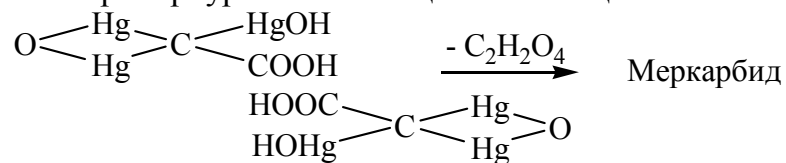
Было показано, что для получения чистых тетрамеркурметанов [6], необходима многократная перекристаллизация. Используя такой метод, авторам удалось получать хорошие кристаллы тетрамеркурметанов, особенно для ацетата тетрамеркурметана, которые полностью растворяются в воде, подкисленной уксусной кислотой.

Для контроля степени чистоты использовались радиоактивные метки Hg<sup>203</sup>. Для синтеза меченых препаратов использовалось свойство тетрамеркурметанов обменивать ртуть с растворёнными в воде солями ртути. Тетрамеркурметан или его нитрат помещались сроком на 5-7 дней в раствор хлорида Hg<sup>203</sup>, затем полученное вещество тщательно промывалось водой и перекристаллизовывалось через ацетат меркарбида. Перекристаллизация оканчивалась тогда, когда активность переставала изменяться. Полученный триацетат тетрамеркурметана HCHg<sub>3</sub>(CH<sub>3</sub>COO)<sub>3</sub> превращался в гидроксид тетрамеркурметана, а затем и в другие производные.

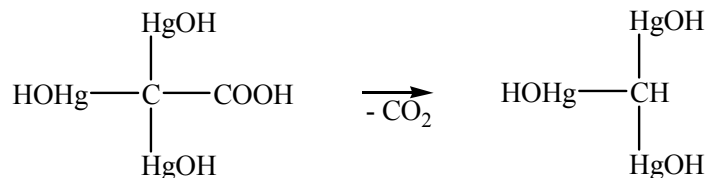
Используя свойство тетрамеркурметана легко превращаться в ацетат под действием уксусной кислоты, и легко растворяться в уксусной кислоте, а также легко перекристаллизовываться в уксусной кислоте, были получены [6] чистые тетрамеркурметанные соли различных кислот. Для этого использовалось свойство ацетата тетрамеркурметана вступать в реакцию анионного обмена с анионами кислот в щелочной среде. Образование тетрамеркурметана из этанола может быть представлено следующей схемой. На первом этапе происходит окисление спирта до альдегида, а затем происходит меркурирование:



Полученный тримеркурацетальдегид окисляется под действием оксида ртути до соответствующей тримеркурированной уксусной кислоты. А из двух молекул кислоты происходит образование тетрамеркурметана с отщеплением щавелевой кислоты:



В работе [6] было показано, что на самом деле образуется не щавелевая кислота, а уксусная и угольная:



Декарбоксилирование тригидроксимеркуроуксусной кислоты наблюдается уже при нагревании её с раствором щёлочи. Щавелевой кислоты в растворе обнаружено не было.

Кроме этанола, гидроксид тетрамеркурметана был получен воздействием оксида ртути и водной щёлочи на этиловый спирт, ацетальдегид, пропанол, аллиловый спирт, амиловый спирт, целлюлозу, крахмал, тростниковый сахар с понижением выхода основного продукта в следующей последовательности

Содержание ртути в тетрамеркурметанах, полученных из различного сырья, указано в табл. 1.

Таблица 1-Содержание ртути в тетрамеркурметанах, полученных из различного сырья

Сырье	Пропанол	Пентанол	Крахмал	Целлюлоза
Hg, %	92,65	92,60	92,75	92,92

Поскольку общепризнанным является образование альдегидов на первой стадии процесса, было изучено получение тетрамеркурметана из паральдегида, оксида ртути и метанольного раствора щёлочи (метанол в присутствии раствора KOH с оксидом ртути не даёт никакого ртутьорганического соединения). Промежуточным соединением является триртутьуксусная кислота (НОНг)(HgOH)<sub>2</sub>C—CO<sub>2</sub>H. Триртутьуксусная кислота может быть выделена из реакционной смеси в чистом виде. Для этого смесь промывалась 30 % раствором азотной кислоты, в результате чего выпадает кристаллический осадок белого цвета, устойчивый к воздействию разбавленной азотной кислотой (NO<sub>3</sub>Hg)(HgOH)<sub>2</sub>C—CO<sub>2</sub>H (Hg – 80,02 %).

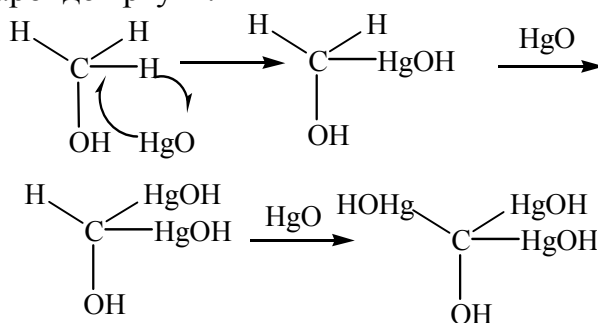
Триртутьуксусная кислота образует две формы – растворимую в щелочах и нерастворимую. Нерастворимая триртутьуксусная кислота хорошо растворяется в 30 % растворе азотной кислоты и осаждается водой. При последующем нагревании с разбавленным раствором гидроксида калия она переходит в тетрамеркурметан. Обе формы триртутьуксусной кислоты были получены из оксида ртути и ангидрида уксусной кислоты с хорошим выходом. Растворимая в щелочах форма переходит при многочасовом нагревании с этилатом натрия и спиртом частично в щелоченерастворимую кислоту, часть которой превращается в гидрокситетрамеркурметана C<sub>2</sub>Hg<sub>6</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub> и щавелевую кислоту. Под действием перманганата в присутствии щёлочи образуется углекислота, а также образуется тетрамеркурметан. Однако наиболее легко тетрамеркурметан получается при нагревании триртутьуксусной кислоты с оксидом ртути и щёлочью.

Низкая селективность образования тетрамеркурметанов отмечается при ртутировании ацетилена. В работах [7-8] исследовался процесс каталитической гидратации ацетилена, в котором в качестве гомогенного катализатора использовались неорганические соли ртути. По окончании процесса было установлено, что ртуть

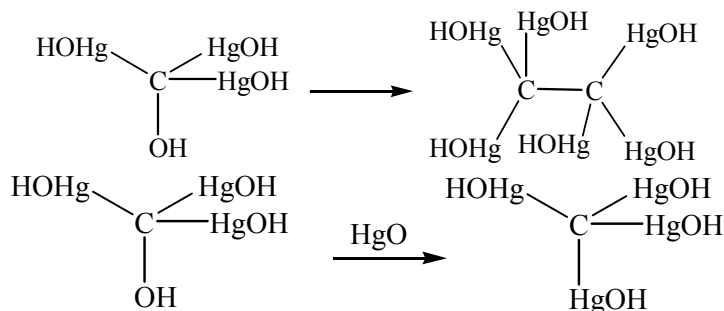
превратилась в целый ряд ртутьорганических производных, в том числе и в тетрамеркурметаны.

Возможно, что на первой стадии металлическая ртуть восстанавливает ацетилен до ацетальдегида, который затем вступает в дальнейшую последовательную реакцию с образованием триртутьаледегида. В свою очередь, альдегиды окисляются до соответствующих кислот, а частично восстанавливаются металлической ртутью до спиртов – в продуктах реакции наблюдаются моноэфиры и полные эфиры уксусной кислоты и этиленгликоля. Таким образом, на всех стадиях превращения ацетилена возможно образование целого набора ртутьорганических соединений –  $\text{Hg}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{Hg}_3\text{C}-\text{COH}$ ,  $\text{Hg}_3\text{C}-\text{COOH}$  – которые образуют между собой простые и сложные эфиры.

По нашему мнению, возможным механизмом образования тетрамеркурметана из спирта (и других соединений) является ступенчатое замещение протонов, с образованием промежуточных гидроксикарбидов ртути:



Тримеркурированный продукт может претерпевать дальнейшее меркурирование как с образованием тетрамеркурметана, так и гексамеркурэтана:



Из такой полимерной структуры можно предположить, что соответствующий мономер отвечает формуле  $[\text{CHg}_4\text{O}](\text{OH})_2$ . Образование полимерного ртутьуглеродного каркаса наблюдается при использовании различных органических субстратов альдегидов, кетонов, спиртов нормального и разветвленного строения. Более того, возможно образование тетрамеркурметаноподобных соединений и из органических субстратов, не имеющих в своём составе атома кислорода. В табл. 2 показаны выходы тетрамеркурметана при реакции красного оксида ртути с различными соединениями.

Вероятность протекания второй реакции много выше. Поскольку процесс синтеза тетрамеркурметана носит вероятностный характер, то можно предполагать образование продуктов различной степени меркуризации атома углерода. Параллельное образование производных этана и метана давало основания исследователям предлагать различные структуры тетрамеркурметана. Фактически наблюдается образование полимерных соединений, с доминированием в структуре тетраэдрического расположения четырёх атомов ртути вокруг атомов углерода (рис.)

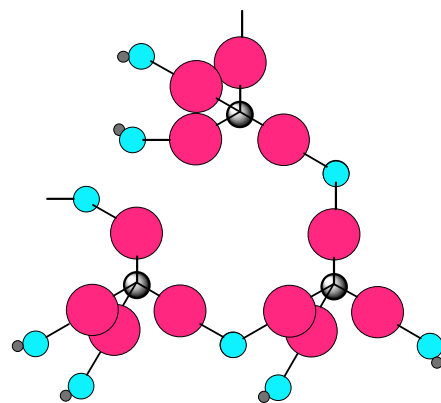


Рис. - Полимерное соединение

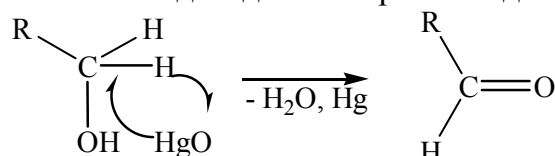
Таблица 2 - Конверсия оксида ртути в тетрамеркурметан, %

Спирты	CH <sub>3</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	i-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH
	< 0,5	55,11	34,87	41,01
	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> OH	3-C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> OH	C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> OH
	14,96	2,43	4,62	< 0,5

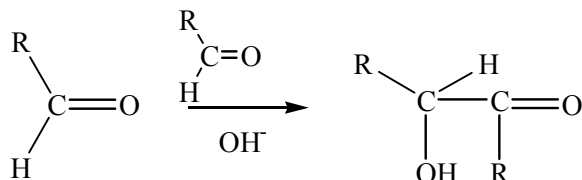
  

Альдегиды и кетоны					
	HCHO	CH <sub>3</sub> CHO	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>2</sub> CHCHO
	< 0,5	11,27	21,58	12,67	8,16

Низкая конверсия по спиртам, и особенно по альдегидам, вызвана, очевидно, тем, что реакция протекает через образование альдегидов на первой стадии:

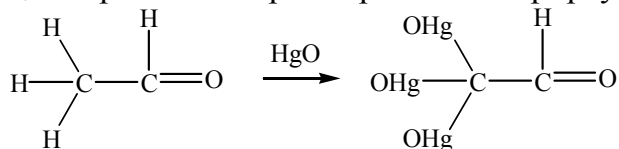


Для альдегидов и кетонов реакция и заканчивается на этой стадии, так как в присутствии сильного основания протекает основно-каталитическая реакция альдольной конденсации:



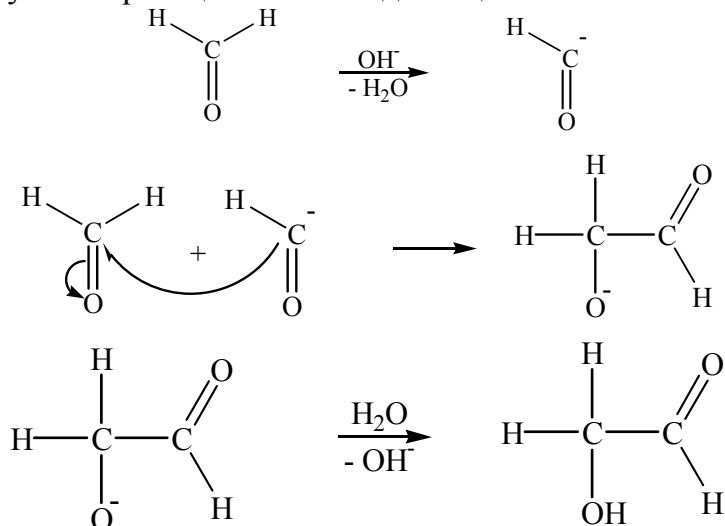
Реакция альдольной конденсации имеет значительно большую скорость, чем меркурирование, поэтому селективность процесса меркурирования незначительна. Самая низкая селективность наблюдается для формальдегида.

Для ацетальдегида процесс протекает через образование триртутьальдегида:



Для спиртов также на первой стадии происходит параллельное образование альдегидов, и их дальнейшая альдольная конденсация, олигомеризация и осмоление.

Возникает вопрос, почему же не образуется тетрамеркурметан из метанола? Кроме стерических затруднений, возможной причиной этого является то, что реакция начинается с окисления спирта до альдегида, в случае метанола образуется формальдегид. В щелочной среде формальдегид вступает в реакцию самоконденсации:





Розглянуто різні методи синтезу тетрамеркурметану, ртутьорганічної сполуки, у якої всі протони, пов'язані з атомом вуглецю, заміщені атомами ртуті, з різних вихідних речовин. Обговорено механізми реакцій, причини, що впливають на селективність процесів.

**Ключові слова:** тетрамеркурметан, синтез

Various methods of synthesis of mercarbide, organomercury compounds, in which all the protons associated with the carbon atoms are replaced mercury from different starting materials. The mechanisms of reactions that causes that affect the selectivity.

**Keywords:** mercarbide, synthesis.

## УДК 661.715.4

**В. В. РЕУТСЬКИЙ**, асистент, НУ «Львівська політехніка»;

**В. Л. СТАРЧЕВСЬКИЙ**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., НУ «Львівська політехніка»

### ВПЛИВ КАВІТАЦІЇ НА ПРОЦЕС РІДИНОФАЗНОГО ОКИСНЕННЯ ЕТИЛБЕНЗОЛУ

Проведено дослідження впливу кавітації на кінетичні закономірності перебігу процесу окиснення етилбензолу в присутності промислових каталізаторів та бінарних каталітичних систем на їх основі.

**Ключові слова:** Окиснення, кавітація, ультразвук, етилбензол, бінарні каталітичні системи.

#### Введення.

Одним із головних недоліків процесу окиснення етилбензолу є те, що він являє собою класичний приклад радикально-ланцюгового процесу, які відрізняються, насамперед, низькою селективністю. Проте саме така природа дозволяє використовувати для оптимізації процесу не тільки хімічні методи (пошук нових селективних каталітичних систем), але й поєднувати їх з фізичними та фізико-хімічними методами впливу на процес окиснення.

Одним із таких методів впливу є застосування кавітації. Кавітація являє собою процес утворення у рідині пустот заповнених парою цієї ж рідини. Під дією тиску бульбашки схлопуються викликаючи утворення ударної хвилі та концентрування і точкове вивільнення енергії. В лабораторних умовах одним з найпростіших способів утворення кавітації є застосування ультразвукової обробки суміші. Попередні дослідження показали, що найбільший ефект від застосування ультразвуку при проведенні каталітичного процесу окиснення етилбензолу спостерігається при обробці реакційної суміші на протязі першої години експерименту. Подальша УЗО суміші має значно менший ефект на протікання процесу і через енергетичні витрати є зайвою. Для проведення необхідної обробки єдине що вимагається – це встановлення ультразвукового генератора, що в свою чергу означає мінімальні зміни у технологічній схемі проведення процесу.

Поєднання впливу ультразвукової обробки реакційної суміші з використанням селективної каталітичної системи дозволяє досягнути необхідних значень конверсії та селективності процесу при нижчих параметрах проведення реакції, або збільшити кількісні показники при сталих значеннях тиску і температури проведення.

#### Мета досліджень.

Таким чином доцільним було дослідити вплив застосування ультразвукової обробки суміші на процес окиснення етилбензолу в присутності промислових каталізаторів та бінарних каталітичних систем на їх основі.

#### Методика проведення експериментів.

Закономірності рідиннофазного окиснення етилбензолу в присутності каталітичних систем [сіль МЗВ – поверхнево-активна сполука] та при ультразвуковій обробці вивчали при температурі 403К і тиску 4,0-4,5МПа. Концентрація солі МЗВ становила  $1,0 \cdot 10^{-2}$  моль/л.

© В. В. РЕУТСЬКИЙ, В. Л. СТАРЧЕВСЬКИЙ, 2012



Масове співвідношення сіль МЗВ/ПАС становило 1/1. У якості солі МЗВ використовували промисловий каталізатор– нафтенат кобальту (НК) або ацетат кобальту (АК). Ультразвукова обробка реакційної суміші здійснювалась на протязі 1 години досліду за допомогою генератору ультразвуку УЗГ5-22. Попередньо проведені дослідження показали, що найбільший вплив ультразвук має на початкові стадії окиснення Вміст ГПЕБ визначали титриметрично, вміст АФ та МФК за допомогою газо-рідинної хроматографії.

### Обговорення результатів.

#### Вплив кавітації при застосуванні каталітичних систем на основі НК.

Дані одержані при проведенні експериментів представлено у табл. 1.

Таблиця 1- Вплив ультразвуку на процес окиснення етилбензолу. P=4-4,5 Мпа, T=403К

Кат	Час, хв	C(ГПЕБ) моль/л	C(АФ) моль/л	C(МФК) моль/л	К ЕБ	S (АФ)	S (МФК)	S (ГПЕБ)
НК	10	0,006	0,011	0,003	0,24	54,93	16,84	28,23
	180	0,068	0,089	0,018	2,15	50,87	10,42	38,71
	240	0,067	0,131	0,026	2,75	58,47	11,56	29,97
Нафтенат кобальту + ультразвук	10	0,0115	0,0107	0,003	0,31	42,46	11,9	45,63
	180	0,066	0,111	0,057	2,88	47,44	24,36	28,21
	240	0,083	0,283	0,083	5,52	63,03	18,49	18,49
Нафтенат кобальту + ПГ+уз	10	0,012	0,0107	0,003	0,32	41,63	11,67	46,69
	180	0,102	0,132	0,027	3,21	50,57	10,34	39,08
	240	0,116	0,168	0,036	3,94	52,50	11,25	36,25
Нафтенат кобальту + х+уз	10	0,011	0,014	0,003	0,34	50,00	10,71	39,29
	180	0,054	0,218	0,005	3,41	78,70	1,81	19,49
	240	0,06	0,254	0,005	3,92	79,62	1,57	18,81

За допомогою даних представлених у табл.1 можна побудувати кінетичні криві накопичення продуктів реакції окиснення етилбензолу. Для порівняння було використано кінетичні криві накопичення продуктів при проведенні процесу у присутності промислового каталізатора – НК.

Дані представлені на рис. 1 показують що у порівнянні із впливом промислового каталізатора окиснення (НК) застосування ультразвуку впливає на процес окиснення етилбензолу до ГПЕБ. При використанні індивідуального НК, у якості каталізатора процесу, та ультразвуковій обробці швидкість накопичення ГПЕБ залишається практично незмінною на ранніх стадіях реакції порівняно з процесом, що проводиться без ультразвуку, проте швидкість накопичення ГПЕБ на пізніх стадіях дозволяє нам зробити висновок про вплив УЗ обробки на процеси зародження та передачі ланцюга.

Сумісне застосування бінарної каталітичної системи НК - ПГ та УЗ обробки, при порівнянні з впливом індивідуального НК) призводить до значного зростання швидкості

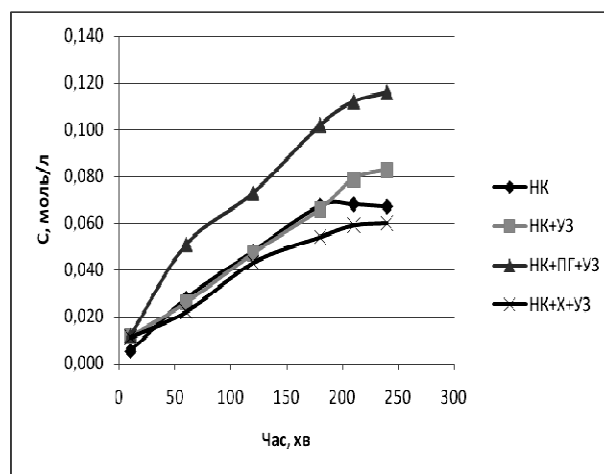


Рис.1 - Кінетичні криві накопичення ГПЕБ.Каталізатори – НК, НК+УЗ, НК+ПГ+УЗ, НК+Х+УЗ. T=403К, P=4,5 атм. Залежність концентрації продуктів реакції C від часу проведення експерименту t

накопичення ГПЕБ, що пояснюється впливом УЗ на початкові стадії реакції та присутністю у реакційному середовищі ПГ, який також завдяки своїм поверхнево-активним властивостям впливає на стадії зародження та передачі ланцюга.

Сумісне застосування бінарної каталітичної системи НК - X та УЗ обробки, при порівнянні з впливом індивідуального НК) призводить до деякого зменшення швидкості накопичення ГПЕБ. Такий ефект можна пояснити механізмом впливу X на реакції окиснення у присутності солей кобальта. X –впливає на співвідношення окисної та відновної форм каталізатора зсуваючи рівновагу в сторону утворення  $Co^{3+}$ , який є каталізатором прямого окиснення етилбензолу у ацетофенон. Таким чином варто зауважити, що падіння швидкості накопичення ГПЕБ є відносно невеликим саме через сумісний вплив наявності X в реакційному середовищі та УЗ обробки суміші.

Як видно із даних представлених у табл. 1 і на рис.2 всі досліджувані каталітичні системи при наявності ультразвукової обробки реакційної суміші підвищують швидкість накопичення АФ у порівнянні із застосуванням індивідуального НК.

При сумісному застосуванні НК та УЗ спостерігається підвищення швидкості накопичення АФ вже на початкових стадіях реакції окиснення етилбензолу. Це пояснюється впливом УЗ на стадії зародження та передачі ланцюга. Значне збільшення швидкості накопичення АФ на пізніх стадіях реакції окиснення пов'язане з досягненням максимально можливої (для даних умов) концентрації ГПЕБ та зростанням швидкості вторинних процесів окиснення.

При сумісному застосуванні бінарної системи НК – ПГ та УЗО спостерігається загальне підвищення швидкості накопичення АФ у реакційному середовищі. Характер кінетичної кривої накопичення при цьому не змінюється. Це свідчить про те, що вплив на перебіг реакції пов'язаний з впливом УЗ та впливом поверхнево-активних властивостей ПГ на стадії зародження та передачі ланцюга.

При сумісному застосуванні бінарної системи НК – X та УЗО спостерігається загальне підвищення швидкості накопичення АФ у реакційному середовищі. Це пов'язано з наявністю X в реакційному середовищі. Внаслідок впливу X відбувається збільшення концентрації окисної форми каталізатора  $Co^{3+}$  в системі, що в свою чергу призводить до зростання швидкості прямого окиснення етилбензолу у ацетофенон.

### **Вплив кавітації при застосуванні каталітичних систем на основі АК.**

Наступним логічним кроком досліджень є дослідження впливу ультразвуку на процес окиснення етилбензолу у присутності каталітичних систем основою яких є ацетат кобальта. Одержані дані представлено у табл.2

За допомогою даних наведених в табл.2 було побудовано порівняльні графіки впливу бінарних каталітичних систем на швидкість накопичення продуктів процесу окиснення в залежності від наявності або відсутності ультразвукової обробки реакційної суміші.

Дані представлені у табл.2 і рис.3 демонструють, що використання УЗО призводить до загального підвищення швидкості накопичення ГПЕБ (порівняно з дослідом проведеним в присутності індивідуального АК) у всіх досліджуваних випадках.

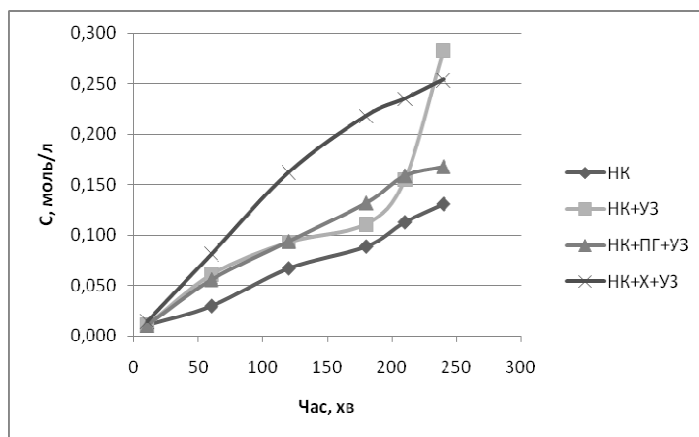


Рис.2 - Кінетичні криві накопичення АФ.Каталізатори – НК, НК+УЗ, НК+ПГ+УЗ, НК+X+УЗ. T=403K, P=4,5 атм. Залежність концентрації продуктів реакції C від часу проведення експерименту t

Таблиця 2 - Вплив ультразвуку на процес окиснення етилбензолу. P=4-4,5 Мпа, T=403К

Кат	Час, хв	C(ГПЕБ) моль/л	C(АФ) моль/л	C(МФК) моль/л	конверсія ЕБ	S (АФ)	S (МФК)	S (ГПЕБ)
АК	10	0,007	0,0146	0,00184	0,29	62,29	7,85	29,86
	180	0,017	0,8745	0,1236	12,49	86,15	12,18	1,67
	240	0,019	1,2745	0,1492	17,75	88,34	10,34	1,32
Ацетат кобальту + ультразвук	10	0,006	0,017	0,00064	0,29	71,91	2,71	25,38
	180	0,03	1,7205	0,1748	23,68	89,36	9,08	1,56
	240	0,038	1,7231	0,1748	23,81	89,01	9,03	1,96
АК + ПГ+уз	10	0,0075	0,0119	0,00064	0,25	59,38	3,19	37,43
	180	0,031	1,1945	0,1428	16,83	87,30	10,44	2,27
	240	0,037	1,2267	0,1429	17,30	87,21	10,16	2,63
АК + х+уз	10	0,007	0,014	0,001	0,27	63,64	4,55	31,82
	180	0,021	1,126	0,195	16,51	83,90	14,53	1,56
	240	0,022	1,383	0,214	19,91	85,42	13,22	1,36

При сумісному використанні АК з УЗО спостерігається підвищення швидкості ГПЕБ при якому характер кривої накопичення залишається сталим, що пояснюється впливом ультразвуку на стадії зародження і передачі ланцюга, який призводить до зростання швидкості окиснення етилбензолу в ГПЕБ.

При сумісному використанні бінарних каталітичних систем (АК – ПГ, АК – Х) також спостерігається зростання швидкості накопичення ГПЕБ. Але варто зауважити, що характер кривих накопичення в цьому випадку є дещо іншим. У випадку використання АК – ПГ відсутність поступового зменшення швидкості накопичення ГПЕБ пояснюється сумісним впливом УЗО та наявності в реакційному середовищі ПГ на стадії зародження ланцюга, що призводить до зростання швидкості окиснення етилбензолу у ГПЕБ ( у порівнянні із впливом індивідуального АК). У випадку застосування АК – Х аналогічний вплив може пояснюватись тільки сумісним впливом УЗО на початкові стадії реакції та руйнуванням каталітичного комплексу АК – Х – субстрат під дією ультразвукових коливань.

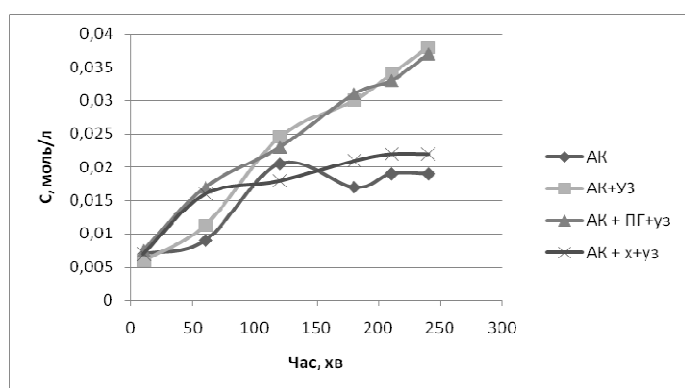


Рис.3 - Кінетичні криві накопичення ГПЕБ.Каталізатори – АК, АК+УЗ, АК+ПГ+УЗ, АК+Х+УЗ. T=403К, P=4,5 атм. Залежність концентрації продуктів реакції C від часу проведення експерименту t

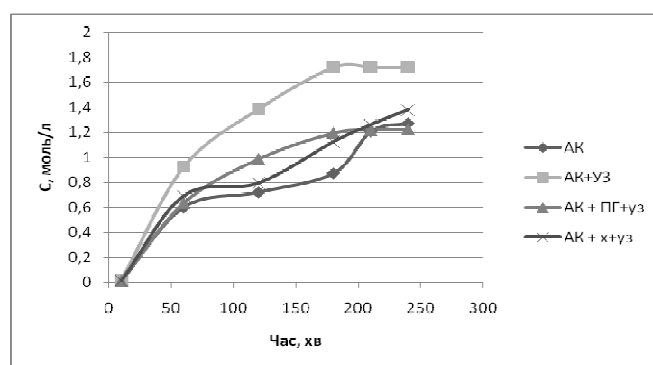


Рис.4 - Кінетичні криві накопичення АФ.Каталізатори – АК, АК+УЗ, АК+ПГ+УЗ, АК+Х+УЗ. T=403К, P=4,5 атм. Залежність концентрації продуктів реакції C від часу проведення експерименту t

Дані представлені у табл. 2 і рис.4 демонструють, що використання УЗО призводить до загального підвищення швидкості накопичення АФ (порівняно з дослідом проведеним в присутності індивідуального АК) у всіх досліджуваних випадках.

При сумісному використанні АК і УЗО суміші спостерігається не тільки підвищення середньої швидкості накопичення АФ, але і зміна характеру кривої накопичення. Спостерігається зникнення індукційного періоду, існування якого пов'язано з процесом накопичення у реакційному середовищі окисної форми кобальту (яка і є каталізатором реакції прямого окиснення етилбензолу у АФ). Це явище пояснюється підвищенням швидкості окиснення каталізатора за рахунок використання УЗО суміші, та збільшенням загальної швидкості окиснення етилбензолу за рахунок впливу ультразвуку на стадії зародження та передачі ланцюга.

При сумісному використанні бінарної каталітичної системи АК – ПГ та УЗО суміші окрім підвищення середньої швидкості накопичення АФ спостерігається аалогічна попередньому випадку зміна характеру кривої накопичення АФ. В даному випадку зникнення індукційного періоду в графіку накопичення АФ пояснюється компенсаційним сумісним впливом ультразвуку та поверхнево-активної природи ПГ на процеси зародження та передачі ланцюга, і, як наслідок, зростання загальної швидкості окиснення етилбензолу.

При сумісному використанні бінарної каталітичної системи АК – Х і УЗО суміші спостерігається підвищення швидкості накопичення АФ. При цьому характер кінетичної кривої накопичення залишається аналогічним як і у випадку застосування у якості каталізатора індивідуального АК. Також спостерігається зменшення індукційного періоду реакції. Таке зменшення пов'язане з наявністю у реакційному середовищі Х, який впливає на співвідношення окисної та відновної форм каталізатора зсуваючи рівновагу в сторону утворення  $Co^{3+}$ .

### **Висновки**

Після обробки і розгляду одержаних результатів можна зробити наступні висновки:

1. Ультразвукова обробка реакційної суміші впливає на процес окиснення етилбензолу.

2. Завдяки енергії ультразвукових коливань збільшується число реакцій зародження та передачі ланцюга

3. Використання ультразвукової обробки реакційної суміші підтвердило припущення, що при використанні у якості каталітичної добавки ПГ відбувається формування каталітичного комплексу НК – ПГ – субстрат, наявність якого збільшує швидкість реакції окиснення етилбензолу у ГПЕБ. Після застосування УЗО суміші зменшується ефект застосування добавки ПГ та змінюється характер кінетичних кривих накопичення продуктів реакції, що свідчить про існування каталітичного комплексу та його руйнування під дією ультразвуку.

4. Використання ультразвукової обробки реакційної суміші продемонструвало відсутність формування каталітичного комплексу АК – Х – субстрат. Дані одержані при проведенні експерименту без УЗО та з УЗО та незмінний характер кінетичних кривих накопичення продуктів реакції свідчать про правильність попереднього висновку.

5. Сумісне використання АК, у якості каталізатора реакції, і УЗО реакційної суміші дозволяють підвищити конверсію етилбензолу в одному реакторі на 6% і досягти селективності процесу окиснення за АФ 89%. Одержані результати дозволяють рекомендувати сумісне використання АК і УЗО в промислових процесах одержання АФ.

**Список літератури:** 1. Мельник Ю. Р. Вплив краун-ефірів на каталітичне окиснення циклогексану [Текст] / Мельник Ю. Р., Реутський В. В., Мокрий Є. М. // Доповіді АН України - №1– 2001 – С. 154–157. 2. Мельник Ю. Р. Вплив полігліколів на каталітичне окиснення циклогексану [Текст] / Мельник Ю. Р., Реутський В. В., Мокрий Є. М. // Вісник НУ «Львівська політехніка». Хімія, технологія матеріалів та їхнє застосування. - №426 – 2001. – С. 91 – 94. 3. Емануель Н. М. Окисление этилбензола. (Модельная реакция). [Текст] / Емануель Н. М., Гал Д. – Москва: Наука, 1984 – 376 с. 4. Reutsky V. V., Melnyk Yu. R., Starchevskyy V. L. Influence of surface-active matters on ethylbenzene oxidation. Book of abstract 17 th International Symposium on Homogeneous Catalysis. – 2010. – P. 201.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 661.715.4

**Вплив кавітації на процес ріднофазного окиснення етилбензолу/ Реутський В. В., Старчевський В. Л. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. – № 68 (974). – С. 168-173. – Бібліогр.: 4 назв.**

Проведены исследования влияния кавитации на процесс каталитического окисления этилбензола в присутствии промышленных катализаторов и бинарных каталитических систем на их основе.

**Ключевые слова:** окисление, кавитация, ультразвук, этилбензол, бинарные каталитические системы.

Researches of influence of cavitation on liquidphase catalytic oxidation of ethylbenzene in the presence of industrial catalysts and binary catalytic systems based on them were conducted.

**Keywords:** oxidation, cavitation, ultrasound, ethylbenzene, binary catalytic systems.

УДК 661.715.1 : 542.927

**М. А. ГЛИКИН**, д-р техн. наук, проф., зав.каф., Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

**С. А. КУДРЯВЦЕВ**, канд. техн. наук, доц., Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

**С. М. МАХММОД**, соискатель, Технологический институт ВНУ им. В. Даля, Северодонецк;

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АЭРОЗОЛЬНОГО НАНОКАТАЛИЗА К ПРОЦЕССУ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>**

Рассмотрена возможность проведения паровой конверсии углеводородов (пропан и бутан) аэрозольным нанокатализом AnC. Приведены данные экспериментальных исследований и сравнение технико-экономических показателей существующих технологий и разрабатываемого процесса.

**Ключевые слова:** конверсия, аэрозольный нанокатализ, технология.

#### **Введение**

Процессы на основе синтез-газа широко распространены в технологии основного органического и неорганического синтеза. Поэтому, получение газового сырья для синтеза метанола во многом сходно с процессами получения технологического газа для таких производств, как синтез аммиака, бутанола, высших спиртов, бензинов, парафинов и т. д. [1]

Технологии производства синтез-газа каталитической паровой конверсией углеводородов имеют следующие узкие места: 1) трудность обеспечения равномерного температурного режима по зерну катализатора, что приводит к неодинаковости скорости химических превращений и к неэффективному использованию всего количества катализатора; 2) сложность и металлоемкость конструкций печей каталитической конверсии, вызванная необходимостью быстрого и равномерного подвода тепла к катализатору; 3) чувствительность гетерогенного никелевого катализатора к загрязнению соединениями серы, что требует больших затрат на очистку ПГ и др.

Возможным решением этой проблемы станет использование технологии аэрозольного нанокатализа [2]. Аэрозольный нанокатализ обеспечивает получение *in situ* суперактивного катализатора благодаря отсутствию носителя и постоянной механохимической активации поверхности каталитически активных частиц. Экспериментально показано, что технология аэрозольного нанокатализа в виброоживленном слое каталитической системы AnCVB позволяет снизить время пребывания сырья в реакционной зоне, температуру, повысить селективность и скорость реакции, уменьшить количество катализатора по сравнению с традиционным катализом на носителе в 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> раз (в расчете на массу катализатора) [2].

© М. А. ГЛИКИН, С. А. КУДРЯВЦЕВ, С. М. МАХММОД, 2012

## Цель работы

Целью работы является исследование процесса паровой конверсии углеводородов  $C_3$ - $C_4$  аэрозольным нанокатализом и сравнение полученных результатов с данными промышленных производств

## Методика экспериментов

Схема лабораторной безградиентной установки для исследования паровой конверсии пропана и бутана аэрозольным нанокатализом в виброожиженном слое представлена

Реактор 3 представляет собой цилиндрический аппарат, работающий в режиме, близком к идеальному смешению. Реактор совершает возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости в электропечи 2. Частоту колебаний реактора можно варьировать в диапазоне от 2 до 11 Гц. Реактор имеет патрубки для ввода сырья, вывода продуктов конверсии, а также карман для термопары 11, соединенной с блоком управления 1. Внутри реактора помещается каталитическая система, состоящая из диспергирующего материала (стеклянные шарики диаметром 1-1,2 мм) и каталитически активного компонента с начальными размерами частиц до 200 мкм. на рис. 1.

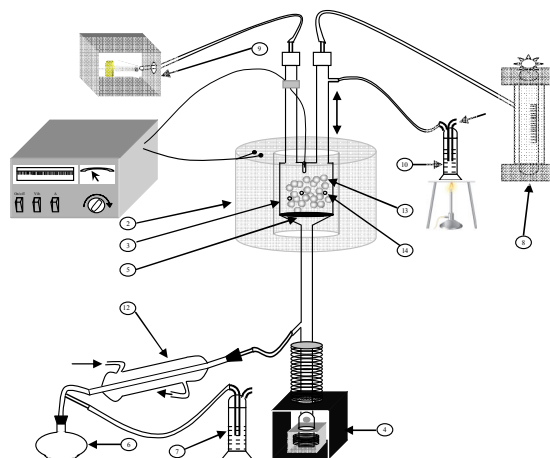


Рис. 1 - Экспериментальная установка аэрозольного нанокатализа в виброожиженном слое: 1 – блок управления; 2 – электропечь; 3 – реактор; 4 – виброустройство; 5 – металловолоочный фильтр; 6 – приемник конденсата; 7 – барботер; 8 – ротаметр; 9 – дозатор воды; 10 – испаритель; 11 – термопара; 12 – холодильник; 13 – диспергирующий материал; 14 – катализатор

В ходе научно-исследовательской работы были проведены эксперименты для определения оптимальных условий процесса паровой конверсии углеводородов  $C_3$ - $C_4$  аэрозольным нанокатализом в реакторе объемом  $42 \text{ см}^3$ . Использовали катализатор  $NiO$  (его концентрация составляла  $2,38 \text{ г/м}^3$  реакционного объема). Известно, что реакции конверсии углеводородов ускоряются лишь металлическим никелем, поэтому перед началом эксперимента оксиды никеля или других его соединений должны быть предварительно восстановлены до металлической формы [3].

## Обсуждение результатов

По полученным экспериментальным данным построим графики зависимости выхода  $H_2$ ,  $CO_2$  и  $CO$ , а также степень превращения пропана от температуры (рис. 2 и рис. 3).

Из приведенных графиков видно, что с ростом температуры и выход синтез-газа, и степень превращения пропана возрастают, что подтверждается термодинамическими расчетами. Температура эффективного процесса конверсии фракции  $C_3$ - $C_4$  в условиях аэрозольного нанокатализа на  $150^\circ\text{C}$  ниже, чем на гетерогенном катализаторе.

Состав газообразных продуктов показывает преимущественное протекание реакций с конверсией монооксида углерода до диоксида с получением дополнительного количества водорода. Это делает процесс конверсии углеводородов аэрозольным нанокатализом наиболее эффективным для процессов получения именно водорода (производство аммиака, гидроочистка и т.п.).

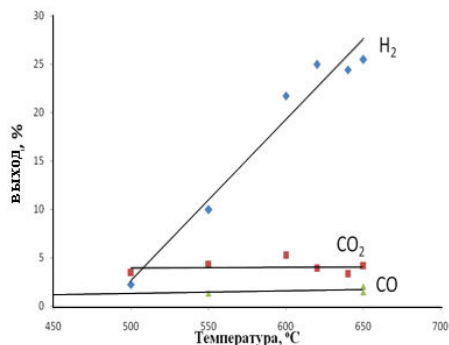


Рис. 2 - Изменение состава синтез-газа от температуры для процесса конверсии углеводородов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> аэрозольным нанокатализом

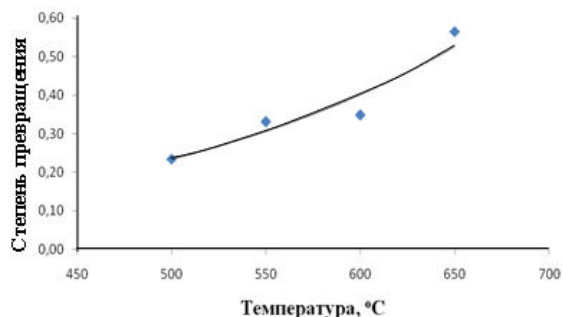


Рис. 3 - Изменение степени превращения сырья от температуры для процесса конверсии углеводородов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> аэрозольным нанокатализом

На базе всех выполненных расчетов проведено сравнение промышленной печи паровой конверсии природного газа с предлагаемым реактором аэрозольного нанокатализа. Сравнительные данные приведены в таблице.

Таблица - Сравнительная характеристика промышленной и предлагаемой технологии паровой конверсии природного газа

параметры	процесс		
	термический	промышленный каталитический	предлагаемый AnC
T, °C	1350-1400	850	До 727
P, МПа	2-3	1,5-3	2,5
H <sub>2</sub> O:C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	~2,6	3,7	6
E <sub>A</sub> , кДж/моль		272	172
Kat		NiO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO (AnCVB)
аппаратурное оформление		трубчатая печь	Реактор ВЗШ AnC
Габариты, м		26,12x21,56x19,2	3x3x4
H, м		19,2	3
количество труб		496	65
d <sub>тр</sub> , м		0,106	0,2
l, м		12,2	4
V <sub>p</sub> , м <sup>3</sup>		55	36
V <sub>кат</sub> , м <sup>3</sup>		55	6,4·10 <sup>-5</sup>
m <sub>кат</sub> , кг		82500	0,08568
Нагрузка катализатор, $\frac{кг_{сырья}}{кг_{кат} / год}$	В данном интервале температур процесс не реализован в промышленности	0,22	2768670,53
производительность реакционного объема, $\frac{V_{сырья}}{V_{реактора}}$		1363,6	7603,69

Преимуществами предложенной технологии AnC применительно к паровой конверсии метана по сравнению с промышленной стали: снижение температуры процесса, расходы водяного пара, энергии активации, массы катализатора (в почти  $9 \cdot 10^5$  раз), объема реактора ~ в 1,5 раза, нагрузка на катализатор в 1,5 млн. раз, производительности реакционного объема почти в 6 раза, упрощения аппаратного оформления.

**Выводы.** Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что процесс паровой конверсии углеводородов  $C_3-C_4$  по технологии аэрозольного нанокатализа является практически осуществимым и перспективным.

Показан ряд преимуществ предлагаемой технологии над существующими, что уже на данном этапе исследований позволяет значительно снизить капитальные затраты при промышленной реализации процесса. Эффективная механоактивация катализатора, его измельчение и предотвращения коагуляции осуществляется в активаторе согласно принципов аэрозольного нанокатализа. Получаемый конвертируемый газ предлагается направлять на синтез аммиака или на процессы гидрирования.

**Список литературы:** 1. *Караваев М. М. и др.* Технология синтетического метанола. – М.: Химия, 1984. – 240 с. 2. Гетерогенный катализ на пористой структуре и в аэрозоле / *М. А. Гликин, Д. А. Кутакова, Е. М. Принь (и др.)* // Катализ и нефтехимия. – 2000. – № 5 - 6. 3. *Анохин В. Н., Дерюжкина В. И., Перегудов В. А., Меньшов В. Н.,* - В кн.: Научные основы каталитической конверсии углеводородов. К., 1977, с. 63-83.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 661.715.1 : 542.927

**Применение технологии аэрозольного нанокатализа к процессу паровой конверсии углеводородов  $C_3-C_4$  / Гликин М. А., Кудрявцев С. А., Махмод С. М. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 173-176. – Бібліогр.: 3 назв.**

Розглянуто можливість проведення парової конверсії вуглеводнів (пропан та бутан) аерозольним нанокатализом AnC. Наведені дані експериментальних досліджень та порівняння техніко-економічних показників промислових технологій та процесу, що розробляється.

**Ключові слова:** конверсія, аерозольний нанокатализ, технологія.

The considered possibility for conducting of steam conversion of hydrocarbons ( propane & butane).by using of aerosol nanocatalysis AnC. The given results of the experimental researches and a comparison of the technical economic indicators of the exciting technology and of the developed process.

**Keywords:** conversion, aerosol nanocatalysis, technology.

УДК 678:67.08:544.4

**З. Я. ГНАТІВ**, аспірант, НУ «Львівська політехніка»;

**І. Є. НИКУЛИШИН**, канд. техн. наук, доц., НУ «Львівська політехніка»;

**З. Г. ПІХ**, д-р хім. наук, проф., зав.каф., НУ «Львівська політехніка»;

**А. М. РИПКА**, канд. техн. наук, н. с. , НУ «Львівська політехніка»;

**Т. О. ВОРОНЧАК**, аспірант, НУ «Львівська політехніка»

### **ОДЕРЖАННЯ ТЕМНИХ НАФТОПОЛІМЕРНИХ СМОЛ КАТАЛІТИЧНОЮ СПІВПОЛІМЕРИЗАЦІЄЮ ВАЖКОЇ СМОЛИ ПІРОЛІЗУ З ФРАКЦІЄЮ $C_9$ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗУ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

Досліджено процес каталітичної співполімеризації важкої смоли піролізу з фракцією  $C_9$  продуктів піролізу дизельного палива з отриманням темних нафтополімерних смол (ТНПС). Отримано залежності властивостей ТНПС від умов проведення реакції, встановлено оптимальні умови процесу.

**Ключові слова:** важка смола піролізу,  $C_9$  фракція, каталітична співполімеризація.

#### **Вступ**

При піролізі низькооктанових бензинів і дизельного палива з метою отримання етилену і пропілену на виробництвах в значній кількості утворюється важка смола піролізу (ВСП), що на сьогодні не знаходить кваліфікованого застосування. [1] Важка смола піролізу характеризується складним хімічним складом, наявністю великої кількості високо- і близькокиплячих конденсованих ароматичних вуглеводнів з алкільними замісниками, термічно нестійких олігомерів ароматичного характеру; це суміш

© З. Я. ГНАТІВ, І. Є. НИКУЛИШИН, З. Г. ПІХ, А. М. РИПКА, Т. О. ВОРОНЧАК, 2012



сконденсованих алкіл- і алкенілароматичних вуглеводнів з двома і більше циклами, олігомерів алкенілароматичних вуглеводнів, асфальтенів та інших високомолекулярних сполук. [2]

На жаль, на сьогодні не існує технології, яка б дозволила повною мірою використовувати всі цінні складові ВСП, тоді як процеси виробництва нафтополімерних смол (НПС) на основі реакціоздатних ненасичених вуглеводнів піроконденсату і легкої смоли піролізу реалізовані в промисловості. Це пояснюється доступністю сировини і низькими експлуатаційними витратами, можливістю широкого використання нафтополімерних смол у лакофарбовій, паперовій, шинній, гумовій та інших областях промисловості [2]. Як каталізatori катіонної полімеризації застосовують різні речовини, що володіють електроноакцепторними властивостями (кислоти Люїса).

Найчастіше в практиці синтезу нафтополімерних смол використовують  $AlCl_3$  і каталітичні комплекси на його основі. Хлорид алюмінію характеризується наступними перевагами, в порівнянні з іншими каталізаторами процесу полімеризації [2]: він доступний і має невисоку вартість, забезпечує високий вихід цільових продуктів і швидкість полімеризації, дозволяє використовувати в якості вихідної сировини продукти піролізу з широкими межами кипіння і одержувати смоли з високою температурою плавлення.

Однак сухий хлорид алюмінію важко дозувати і не можна застосовувати в неперервному процесі. Крім того, безводний хлорид алюмінію, взаємодіючи з вологою повітря, легко гідролізує, в результаті чого знижується його каталітична активність. В процесі гідролізу відбувається також виділення газоподібного хлороводню, що викликає підвищену корозію апаратури і погіршує умови праці [3]. Набагато зручніше використовувати хлорид алюмінію у вигляді рідких комплексів з ароматичними вуглеводнями [4]. Такі комплекси легше зберігати і дозувати, крім того, вони легко утворюють емульсії з реакційною сумішшю, що робить їх активнішими у порівнянні з хлоридом алюмінію.

#### **Мета роботи.**

Дослідити можливість отримання темних нафтополімерних смол (ТНПС) шляхом співполімеризації важкої смоли піролізу із фракцією  $C_9$  продуктів піролізу дизельного палива, а також дослідження властивостей отриманих ТНПС.

#### **Методика експериментів.**

Співполімеризацію ВСП з фракцією  $C_9$  рідких продуктів піролізу дизельного палива здійснювали в тригорлій колбі, оснащений мішалкою і холодильником. Колбу поміщали в термостат, нагрітий до температури процесу. Олігомеризацію здійснювали при температурі  $100^\circ C$  впродовж 0,5- 3,5 год за постійного інтенсивного перемішування. Досліджувана концентрація  $AlCl_3$  у каталітичному комплексі (у перерахунку на вихідну сировину) - в межах від 0 і до 3.0 % мас. Величина співвідношення компонентів ВСП : фр.  $C_9$  = 20 : 80 % мас.

Олігомеризат послідовно піддавали атмосферній та вакуумній дистиляції до одержання в залишку темної нафтополімерної смоли.

Ненасиченість (бромне число (БЧ) ТНПС) визначали за стандартною методикою. Температуру розм'якшення (Т розм.) визначали методом кільця і кулі (ГОСТ 10506-73). Середню молярну масу (СММ) ТНПС визначали криоскопічним методом у бензолі.

#### **Обговорення результатів.**

Досліджено процес співполімеризації ВСП з реакційно здатними ненасиченими мономерами фракції  $C_9$  з використанням гомогенного каталітичного комплексу на основі  $AlCl_3$ . Співвідношення компонентів каталітичного комплексу:  $AlCl_3$ :ЕА:КС = 1 : 0,5 : 2 (де ЕА – етилацетат, КС – ксилол). Вибір даного комплексу, посеред інших можливих [4],

зумовлений тим, що даний каталітичний комплекс виявився найефективнішим у процесі олігомеризації ненасичених мономерів фракції С<sub>9</sub> [ 5].

Таблиця 1 - Залежність виходу і фізико-хімічних характеристик ТНПС від концентрації каталітичного комплексу AlCl<sub>3</sub>/EA/КС

Концентрація каталіт. комплексу (в перерахунку на AlCl <sub>3</sub> ), С <sub>к</sub> , % мас.	Бромне число вихідної сировини, г Br <sub>2</sub> /100 г	Бромне число олігомеризату, г Br <sub>2</sub> /100 г	Вихід ТНПС, % мас.	Бромне число ТНПС, г Br <sub>2</sub> / 100 г	Температура розм'якшення ТНПС	Молекулярна маса ТНПС
3	64,4	70,3	32,54	60,0	97	756
2	64,4	62,7	35,28	49,7	74	940
1,5	64,4	63,7	33,22	57,5	72	697
1	64,4	52,3	46,31	50,6	92	657
0,5	64,4	42,3	22,79	44,6	74	803
0	64,4	41,1	25,28	54,4	68	665

Примітка: Тривалість процесу 3,5 год., температура - 100 °С.

Досліджено залежність виходу та фізико-хімічних характеристик ТНПС від концентрації каталітичного комплексу (С<sub>к</sub>) в реакційній системі (тривалість процесу 3,5 год., температура - 100 °С). Одержані результати представлені в таблиці 1. При співполімеризації ВСП з мономерами фракції С<sub>9</sub> отримані нафтополімерні смоли з наступними характеристиками: вихід - від 22,79 до 46,31 % мас.; бромне число ТНПС - 55,81 -75,1 г Br<sub>2</sub>/100 г ; температура розм'якшення - 68 -97 °С , молекулярна маса - 665 - 940. Максимального виходу ТНПС (46,31% мас.) досягають при використанні С<sub>к</sub> = 1,0 %мас. Тому подальші дослідження здійснювали при вказаній концентрації каталітичного комплексу в реакційній системі.

Таблиця 2 - Залежність виходу і фізико-хімічних характеристик ТНПС від тривалості процесу

Тривалість процесу, год.	Бромне число вихідної сировини, г Br <sub>2</sub> /100 г	Бромне число олігомеризату, г Br <sub>2</sub> /100 г	Вихід ТНПС, % мас.	Бромне число ТНПС, г Br <sub>2</sub> /100 г	Температура розм'якшення ТНПС, °С	Густина олігомеризату, кг/м <sup>3</sup>	Молекулярна маса ТНПС
3,5	64,4	52,3	46,31	50,6	92	978	657
2,5	64,4	74,5	23,94	54,6	97	977	704
2	64,4	66,6	28,56	58,8	83	976	665
1,5	64,4	51,2	23,12	56,8	84	976	613
0,5	64,4	56,3	23,49	56,3	118	972	801

Примітка: Концентрація каталітичного комплексу С<sub>к</sub> = 1,0 % мас. ( в перерахунку на AlCl<sub>3</sub>), температура - 100°С.

Результати вивчення залежності фізико-хімічних показників (виходу, бромного числа, молекулярної маси і температури розм'якшення) ТНПС та густини олігомеризату від тривалості процесу подані в таблиці 2. Очевидно, що при скороченні тривалості процесу від 3,5 до 0,5 год. вихід цільового продукту зменшився від 46,31 до 23,49 % мас. , при цьому зростає температура розм'якшення ТНПС (від 92 до 118 °С) і їх молекулярна маса (від 657 до 801 в.о.), відповідно.

**Висновки.** Таким чином, у статті представлені можливі шляхи екологічно доцільного використання важкої смоли піролізу, яка є відходом процесу піролізу низькооктанових бензинів і дизельного палива, і отримання на її основі технічно-цінних продуктів (ТНПС). Встановлено, що синтезовані в процесі каталітичної співполімеризації мономерів ВСП і

фракції C<sub>9</sub> темні нафтополімерні смоли характеризуються високою ненасиченістю (величиною бромного числа), що дозволяє здійснювати подальшу модифікацію ТНПС з метою одержання нафтополімерних смол з функційними групами.

**Список літератури:** 1. *Кукс И. В., Дошлов О. И., Лубинский М. И., Дошлов И. О., Ёлишин Н. А.* Современные тенденции применения тяжелой смолы пиролиза в производстве анодной массы//Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт № 6 Год: 2010 Стр.: 33-36 2. *Думский Ю. В., Но Б. И., Бутов Г. М.* Химия и технология нефтеполимерных смол – М.: Химия, 1999. – 312с. 3. *Naumburg K.* - Rora a Uhlie ,1968, v. 10, N 2, p. 69-73. 4. *Рипка Г. М.* Каталітичні комплекси – каталізатори синтезу нафтополімерних смол // Вісник НУ «Львівська політехніка». Хімія, хімічна технологія і застосування. – Львів, 2000. - №414. – С.104-106. 5. *Мокрий Є. М., Дзіняк Б. О., Рипка Г. М.* Застосування каталітичних комплексних систем для одержання нафтополімерних смол з мономерів фракції C<sub>9</sub> // VI науково-практична конференція «Нафта і газ України-2000». –Івано-Франківськ, 2000. –С.164-165.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 678:67.08:544.4

**Одержання темних нафтополімерних смол каталітичною співполімеризацією важкої смоли піролізу з фракцією C<sub>9</sub> продуктів піролізу дизельного палива / Гнатів З. Я., Никулишин І. Є., Піх З. Г., Рипка А. М., Ворончак Т.О.** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 176-179. – Бібліогр.: 5 назв.

Исследован процесс каталитической сополимеризации тяжелой смолы пиролиза с фракцией C<sub>9</sub> продуктов пиролиза дизельного топлива с целью получения темных нефтеполимерных смол (ТНПС). Получены зависимости свойств ТНПС от условий проведения реакции, установлены оптимальные условия процесса.

**Ключевые слова:** тяжелая смола пиролиза, C<sub>9</sub> фракция, каталитическая сополимеризация.

Catalytic copolymerization of heavy pyrolysis pitch with C<sub>9</sub> fraction of diesel fuel pyrolysis to obtain dark petroleum resins (DPS) has been investigated. The dependences of the DPS' properties on the reaction conditions have been determined, and the optimal process conditions have been defined.

**Keywords:** heavy pyrolysis pitch, C<sub>9</sub> fraction, catalytic copolymerization

УДК 71.080.60

**В. П. МЕЖИБРОЦЬКИЙ**, техн. директор ПАТ «Завод тонкого органічного синтезу «Барва», Івано-Франківськ;

**В. Л. СТАРЧЕВСЬКИЙ**, д-р техн. наук, проф., зав. каф., НУ «Львівська політехніка»;

**Л. П. ОЛІЙНИК**, канд. хім. наук, доц., НУ «Львівська політехніка»

### **ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ПОРОШКОВОГО N, N'- ДИТІОДИМОРФОЛІНУ**

Наведено результати отримання порошкоподібного N, N'- дитіодиморфоліну та впливу добавок поверхнево-активних речовин на зниження пилоутворення ДТДМ. В якості адгезійних добавок використовували 50% водні розчини пропінолу, поліетиленгліколів (ПЕГ) із молекулярними масами 200, 300, 400 і 2000, які розпилювались над пастою ДТДМ безпосередньо перед сушінням. Показано залежність концентрації ДТДМ у повітрі від типу і концентрації адгезійної добавки. Встановлено, що всі дослідженні добавки знижують пилоутворення порошкоподібного ДТДМ при їх концентрації 0.1-2.0% по відношенню до ДТДМ, а після їх концентрації 1.5% вміст ДТДМ у повітрі знаходиться нижче ГДК..

**Ключові слова.** N, N'- дитіодиморфолін, адгезія, поверхнево-активні речовини, пилоутворення.

#### **Вступ**

Найбільш широке і багатотонажне використання N-N' – дитіодиморфоліну обумовлене підвищеними характеристиками гумових виробів, одержаних шляхом зшивки каучуків різної природи сіркою N-N' – дитіодиморфоліну [1,2]. Полімерна композиція, яка включає N-N' – дитіодиморфолін, використовується для виготовлення гум, зокрема, ущільнювачів кілець для польових трубопроводів. Застосування N-N' – дитіо-диморфоліну, як

зшиваючого реагента, дозволяє одержувати більш гомогенні гуми за рахунок хорошої його розчинності в каучуках при виготовленні сумішей. Деталі, виготовлені із застосуванням N-N' – дитіодиморфоліну, є стійкими, мають хороші характеристики щодо дії агресивного середовища в умовах роботи широкого температурного інтервалу, не крихкі з підвищеною міцністю. Також N-N' – дитіодиморфолін використовують як добавку до гумових сумішей для виготовлення морозостійких прокладок – амортизаторів рельсових кріплень в залізниці, метрополітенах, міських масивах. В якості вулканізуючої групи N-N' – дитіодиморфолін використовують в суміші для виготовлення ущільнюючих деталей. Дана суміш має підвищений опір до розриву і стиранню гуми, зберігаючи високі фізико – механічні властивості. N-N' – дитіодиморфолін як донор сірки є ефективним для виготовлення гумових матеріалів, стійких до теплового старіння та твердіння, тому широко використовується для виготовлення шин. Він сприяє утворенню термостабільних вулканізаторів, підвищує стійкість гумових сумішей до передчасної вулканізації і дозволяє при одночасному введенні з сульфенамідом знизити кількість сірки для вулканізації в 5-10 раз [3].

Як джерело сірки N-N' – дитіодиморфолін використовується для росту кристалів CdS [4] з напівпровідниковими властивостями. Дані продукти мають хорошу стабільність та високу електронегативну хемілюмінісценцію.

N-N' – дитіодиморфолін також використовують в якості каталізатора сульфідкування ріпакової олії [5]. Досліджено навантажувальну здатність наноплівки ріпакової оливи на металевих поверхнях від типу каталізатора сульфідкування. Показано, що мастила які сульфидовані в присутності N-N' – дитіодиморфоліну надають поверхням більшу навантажувальну здатність, ніж в присутності дифенілсечовини, при цьому ефект зростає із збільшенням вмісту хімічно зв'язаного сульфуру від 0 до 20%.

В роботі [6] авторами досліджено активність аміновмісних сполук в донорно – акцепторних системах тверднення анаеробних композицій. Запропоновано для прогнозування активності аміновмісних сполук.

Активність N,N – дисульфиду морфоліну в окисно – відновних реакціях з пероксидами пов'язано з достатньо низьким окисно – відновним потенціалом цієї сполуки. Це дає можливість створювати окисно – відновні системи сульфідморфоліном пероксид бензоїлу, здатні з високою швидкістю генерувати вільні радикали при достатньо низьких температурах.

Встановлена можливість застосування ДТДМ [7] в якості прискорювача розкладання ініціатора полімеризації – перекису бензоїлу в анаеробних композиціях. Показана доцільність використання перексиду бензоїлу та вводом динітрилоксиом (N' окису) в анаеробні композиції для підвищення адгезійної міцності клейових з'єднань металів, фіксації болтових різьбових з'єднань.

ДТДМ використовується як відбілювач в миючих засобах, також він є ембріотоксичний [8].

На основі наведених даних можна робити висновок, що N,N' – дитіодиморфолін викликає великий інтерес дослідників, обумовлений будовою, властивостями та галузями його застосування. Виходячи з цього виникає необхідність вивчення синтезу даної сполуки та вдосконалення технологічного процесу його виробництва.

### **Мета роботи.**

Розробка основ технології отримання порошкоподібного N, N'- дитіо-диморфоліну та результатів впливу добавок поверхнево- активних речовин на зниження його пилоутворення.

### **Методика експерименту**

Визначення концентрації пилу N, N'- дитіодиморфоліну в повітрі.

Визначення концентрації пилу N, N'- дитіодиморфоліну в повітрі (або запиленості повітря робочої зони) проводили згідно методичних вказівок «Измерение концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия», затверджених 18 листопада 1987 р. за №4436-87 [12].

Згідно цих рекомендацій повітря повинно подаватись на попередньо зважений фільтр, виготовлений із гідрофобного матеріалу (АФА –ФП-10 або АФА ФЦ-20 згідно ТУ 957186-76) протягом 30 хв, причому площа всмок-тування повітря повинна бути розміщена під прямим кутом до потоку запи-леного повітря. Після 30 хв роботи фільтр знову зважували. Концентрацію ДТДМ у повітрі визначали за формулою:

$$C_0 = \frac{m_1 - m_0}{V_n} \times 1000, \text{ мг/м}^3,$$

де  $m_1$  – маса фільтра після проведення вимірювань;

$m_0$  – маса фільтра до проведення вимірювань;

$V_n$  - об'єм повітря, приведений до нормальних умов, що пройшов через фільтр.

### **Результати та обговорення**

У 1977 на Україні було введено в дію виробництво ДТДМ, яке складалось із стадій синтезу, одноразової промивки суспензії продукту, його фільтрації, гранулювання, сушіння та фасування [9]. Вихід продукту скла-дав 72-75% від теоретично можливого. Це виробництво характеризувалось низьким виходом та якістю ДТДМ, великою кількістю стічних вод, які скидались на очищення, неритмічністю виробництва, бо воно залежало від привозної сировини (монохлористої сірки) та запиленістю виробничих приміщень, які пов'язані із дисперсністю ДТДМ після сушіння. Тому проблема удосконалення виробництва ДТДМ з метою збільшення виходу продукту, зменшення кількості побічних продуктів та збереження довкілля була актуальною.

Існуюча схема виробництва N, N'- дитіодиморфоліну дозволяла виробляти гранульований ДТДМ, який відповідав вимогам технічних умов [10]. Для цього у пасту ДТДМ додавали 6% розчин гелю поліакриламід у розрахунку 0.1% на поданий сухий ДТДМ.

У грануляторі відбувається формування циліндричних гранул ДТДМ діаметром 2-3мм та висотою 20-40мм. Після сушіння гранул їх фасують в тару і направляють споживачам.

Недоліком цієї схеми виробництва є те, що ДТДМ перед використанням необхідно подрібнити до порошкоподібного стану, що в свою чергу, приво-дить до непродуктивних втрат ДТДМ, пов'язаних із його дрібнодисперсністю та утворенням частинок пилу. Враховуючи токсичність ДТДМ, робота з ним вимагає підвищених вимог до санітарного стану приміщень та додатко-вих міроприємств, пов'язаних з охороною праці. Тому для забезпечення нормальних умов праці при роботі з порошкоподібним ДТДМ необхідно зменшити його пилоутворення.

Зменшення пилоутворення ДТДМ можна досягнути, вводячи до нього різного роду адгезійні добавки [12-14], які за рахунок сил міжмолекулярної взаємодії (вандербальських сил, водневих зв'язків, інколи утворенням хі-мічних зв'язків або дифузії) можуть зв'язувати молекули ДТДМ у агломе-рати. В якості таких добавок використовуються аміни, поверхнево-активні речовини, багатоатомні спирти тощо.

Нами було досліджено вплив добавок поверхнево-активних речовин на зниження пилоутворення ДТДМ. Зазначимо, що порохоповітряна суміш ДТДМ вибухонебезпечна, нижня границя вибухання складає  $20,8 \text{ г/м}^3$ , тем-пература самозаймання порошку, що знаходиться у завислому стані -  $67^\circ\text{C}$ , а гранично допустима концентрація ДТДМ у повітрі робочої зони, згідно 3-го класу безпеки –  $5 \text{ мг/м}^3$  [10]. В якості адгезійних добавок використовували 50% водні розчини пропінолу, поліетиленгліколів (ПЕГ) із молекулярними масами 200, 300, 400 і 2000, які розпилювались на пасту ДТДМ безпосередньо

перед сушінням. Зазначимо, що всі вони випускаються на нашому заводі. Результати експериментів наведено в табл.

Як видно із отриманих експериментальних даних, всі досліджені добавки знижують пилоутворення порошкоподібного ДТДМ при їх концентрації 0.1-

Таблиця - Залежність концентрації ДТДМ у повітрі ( мг/м<sup>3</sup> ) від типу і концентрації адгезійної добавки

№п/п	0.1%*	0.2%*	0.5%*	1.0%*	1.2%*	1.5%*	2.0%*
Пропінол	16.0	14.2	11.5	9.6	8.1	5.0	3.5
ПЕГ-200	12.1	10.6	6.1	4.5	3.8	3.2	2.8
ПЕГ-300	14.2	12.4	7.1	5.2	4.5	3.6	2.9
ПЕГ-400	14.1	11.7	7.6	5.1	4.4	3.6	2.8
ПЕГ-2000	14.4	12.1	8.4	5.8	4.6	3.9	3.1

\*- концентрації добавок подано у % до маси ДТДМ, що піддавався обробці

2.0 % по відношенню до ДТДМ, причому після їх концентрації 1.5% вміст ДТДМ у повітрі знаходиться нижче ГДК [10]. Враховуючи те, що пропінол та ПЕГ-2000 є дорожчими, ніж ПЕГ 200-400, а найкращі результати отримані при використанні ПЕГ-200, починаючи з його вмісту 1%, нами запропоновано його застосування для зменшення пилоутворення ДТДМ у приміщеннях робочої зони у вигляді 50% водного розчину, який подається через розпилювальні форсунки на пасту ДТДМ безпосередньо перед його сушінням.

#### Висновки:

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що всі досліджені добавки знижують пилоутворення порошкоподібного ДТДМ. Аналізуючи дані щодо залежності концентрації ДТДМ у повітрі від типу і концентрації адгезійної добавки встановлено, що при їх концентрації 1.5% вміст ДТДМ у повітрі знаходиться нижче ГДК. Оскільки пропінол та ПЕГ-2000 є дорожчими, ніж ПЕГ 200-400, а найкращі результати отримані при використанні ПЕГ-200, починаючи з його вмісту 1%, запропоновано його застосування для зменшення пилоутворення ДТДМ у приміщеннях робочої зони у вигляді 50% водного розчину.

**Список літератури:** 1. *M. C.Throdahl*. Vulcanization Characteristics of N,N'-Dithioamines in Furnace Black Stocs [Text]./ *M. C.Throdahl and M. W. Harman*. // Ind. Eng. Chem., Vol. 43,No.2.P.421-429.(1951). 2. *Taghael Ganjali S*. Synthesis and characterization of diaminodisulfide derivatives and their use as accelerator in curing process of rubber compounds. [Text]. /*TAGHVAEI Ganjali S., Majidian N., Beyg Zadeh A., Sobhan Manesh K., Fotouhi F*//Iranian journal of polymer science and technology (persian). June-july 2007; 20(2 (ISSUE NO. 88)):179-186. 3. *Межиброцький, В. П.* Вплив співвідношення компонентів на вихід і якість N, N'-дитіодиморфоліну [Текст] / *В. П. Межиброцький, В. Л. Старчевський* // Хімія, технологія речовин та їх застосування. -Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. - С. 68-69. 4. *Ming Chen*. A novel route to CdS nanocrystals with strong electrogenerated chemiluminescence. [Text] /*Ming Chen, Lijia Pan, Zhuangqun Huang, Jieming Cao, Youdou Zheng and Haiqian Zhang* //Materials Chemistry and Physics Volume 101, Issues 2-3, 15 February 2007, Pages 317-321. 5. *Г. О. Сіренко*. Вплив каталізатора сульфидування на навантажувальну здатність мастильних наноплівочок ріпакової оливи на металевих поверхнях. [Текст] / *Г. О. Сіренко, О. В. Кузишин, Б. Л. Литвин* // Фізика і хімія твердого тіла. Т.10, №1(2009) С.189-192. 6. *Д. В. Гусев*. Активність аміновмісних сполук в донорно – акцепторних системах тверднення анаеробних композицій. [Текст] / *Д. В. Гусев, О. Ю. Полоз, А. М. Григор'єв, Ю. Р. Ебіч*. //Вопросы химии и химической технологии, 2009, №4 С.106 – 109. 7. *Д.В. Гусев, О. Г. Александров*.Застосування азот- та азот сірковмісних сполук в анаеробних композиціях. [Текст] / *Д. В. Гусев, О. Ю. Полоз, Ю. Р. Ебіч, О. Г. Александров*. //Вопросы химии и химической технологии, 2008, №4 С.62 – 70. 8. *M. C. Garel*. Binding of 21 Thiol Reagents to Human Homoglobin in Solution and in Intact Cells. [Text] / *M. C. Garel, Y.Beuzard, J. Thilet, C. Domenget, J. Martin, F. Galacteros. Fnd J.Rosa*//*Eur. J.Biochem.* 123, 513-519 (1982). 9. Постоянный технологический регламент №14 производства . N, N'- дитиодиморфолина гранулированного, утвержденный 24.06.1983. Ивано-

Франковск.118с. **10.** ТУ У24.1-32257423-121:2005. N, N'- дитіодиморфолін гранульований. Івано-Франківськ.2006. 13с. **11.** Методические указания «Измерение концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия », утвержденные Министерством здраво-охранения СССР 18.11.1987г., №443687. Москва.1988.36с. **12.** Зимон А. Д. Адгезия пыли и порошков. [Текст] М., Химия. 1976. -431с..**13.** Дерягин Б. В. Адгезия твердых тел. [Текст] / Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смилга В. П. - М.: Химия, 1973. -339с..**14.** Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. [Текст] М., Химия. 1974. -256С.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 71.080.60

**Технологія отримання порошкового N, N'- дитіодиморфоліну/ Межиброцький В. П., Старчевський В. Л., Олійник Л. П. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 179-183. – Бібліогр.: 14 назв.**

Приведены результаты получения порошкообразного N, N'-дитиодиморфолина и влияния добавок поверхностно-активных веществ на снижение пылеобразования ДТДМ. В качестве адгезионных добавок использовали 50% водные растворы пропинолу, полиэтиленгликоля (ПЭГ) с молекулярными массами 200, 300, 400 и 2000, которые распылялись над пастой ДТДМ непосредственно перед сушкой. Показана зависимость концентрации ДТДМ в воздухе от типа и концентрации адгезионной добавки. Установлено, что все исследованные добавки снижают пылеобразование порошкообразного ДТДМ при их концентрации 0.1-2.0% по отношению к ДТДМ, а после их концентрации 1.5% содержание ДТДМ в воздухе ниже ПДК.

**Ключевые слова:** N, N'-дитиодиморфолин, адгезия, поверхностно-активные вещества, пылеобразования.

The results of powdered N, N'-dytiodymorpholine and the influence of additives of surfactants to reduce the dust of DTDM are presented. 50% aqueous solutions of propinol and polyethylene glycol (PEG) with molecular masses of 200, 300, 400 and 2000 were used as adhesive additives, which were sawn over DTDM pasta just before drying. The dependence of DTDM concentration in the air on the type and concentration of adhesive additives has been shown. It was found that all studied supplements reduces dust formation of powdered DTDM at concentrations of 0.1-2.0% relative to DTDM, and DTDM content in the air is below MDC after their concentration of 1.5%.

**Keywords:** N, N'-dytiodymorpholin, adhesion, surface-active substances, dust.

УДК 666.61/.63 : 044.18

**О. Ю. ФЕДОРЕНКО**, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;

**М. А. ЧИРКІНА**, канд. техн. наук, , НУЦЗУ, Харків;

**Ю. Є. ШАПОВАЛОВА**, магістрант, НТУ «ХП»

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ ЩІЛЬНОСПЕЧЕНОЇ КЕРАМІКИ В УМОВАХ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ТЕРМООБРОБКИ**

Визначені умови низькотемпературного синтезу щільноспеченої кераміки та розроблено технологічні принципи виготовлення виробів широкої номенклатури за швидкісних і тривалих умов енергоощадної термообробки.

**Ключові слова:** спікання, фазоутворення, оксидні композиції

### **Вступ. Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень**

Особливістю традиційних технологій щільноспеченої кераміки є висока енергоємність та використання імпортованих польовошпатових концентратів виробництва Росії, Туреччини, Фінляндії, Індії, що суттєво здорожує виробництво. Аналіз структури собівартості виробництва показує, що більше половини виробничих витрат складають витрати на паливо і сировину [1]. Беручи до уваги той факт, що потреба українських підприємств в природному газі і польовошпатові сировині задовольняється, в основному, за рахунок імпорту, а також враховуючи стійку тенденцію зростання цін [2], можна зробити висновок про те, що пріоритетними напрямками розвитку виробництва щільноспеченої кераміки є впровадження енергозберігаючих технологій, переорієнтація на використання власних сировинних ресурсів

© О. Ю. ФЕДОРЕНКО, М. А ЧИРКІНА, Ю. Є., ШАПОВАЛОВА, 2012

та модернізація підприємств з урахуванням останніх технічних досягнень в галузі. При цьому основними резервами енергозбереження виробництва кераміки є перехід на одноразовий випал виробів при одночасному зменшенні температури і тривалості термообробки. Разом з тим при реалізації принципів ресурсо- та енергозбереження необхідно зберегти високу якість матеріалів у контексті їх функціонального призначення, що забезпечується досягненням максимального ступеня спікання та формування заданого фазового складу матеріалів. Вирішення цієї проблеми необхідно для збереження за щільноспеченою керамікою провідних позицій серед матеріалів будівельного, технічного та побутового призначення і визначає наукову і практичну актуальність даного напрямку.

Отримання енергоефективної щільноспеченої кераміки вимагає пошуку способів регулювання процесів утворення розплаву та формування кристалічних фаз в умовах інтенсифікованої термообробки. У цьому контексті велике значення набуває створення принципів проектування відповідних оксидних композицій. Ґрунтуючись на даних щодо будови системи  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  [3] та результатах власних досліджень зроблено висновок про доцільність проектування складів мас щільноспечених керамічних виробів муліто-кремнеземного складу із зниженою температурою випалу в межах оксидних концентрацій тетраедру  $\text{NAS}_6-\text{KAS}_6-\text{A}_3\text{S}_2-\text{S}$  [4].

### Результати досліджень та їх обговорення.

Нові дані про будову системи (рис. 1) дозволили встановити, що область оксидних композицій, яка наближена до грані  $\text{NAS}_6-\text{KAS}_6-\text{S}$ , характеризується наявністю значної кількості евтектик та придатна для розробки мас для швидкісного випалу щільноспеченої кераміки. Оскільки умови форсованого випалу вимагають швидкого утворення рідкої фази для інтенсивного спікання матеріалу за короткий час, область оксидних композицій мас знаходиться в межах ділянки тетраедру, яка наближена до зони розташування

низькотемпературних евтектик тетраедрів, прилеглих до області системи, обмеженої сполуками  $\text{NAS}_6$ ,  $\text{KAS}_6$ ,  $\text{A}_3\text{S}_2$ ,  $\text{S}$  (тетраедри 48, 67, 68, 69 на рис. 1). Натомість в центральній частині тетраедру, в області, збагаченій  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , локалізовані оксидні композиції, що є основою для створення керамічних мас для тривалих режимів термообробки.

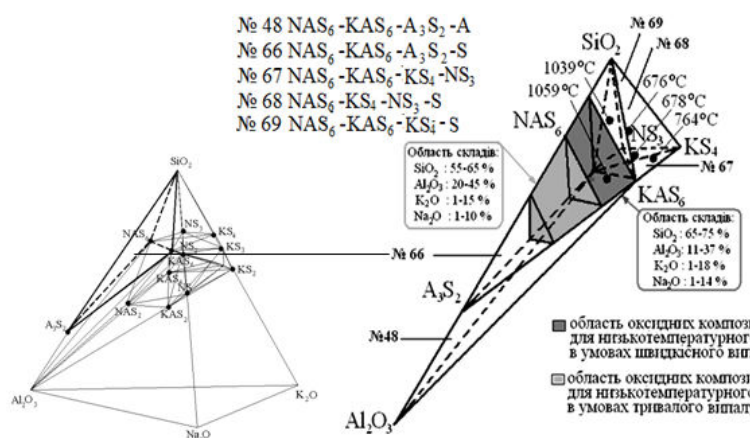


Рис. 1 - Области оксидних композицій для отримання мас низькотемпературного спікання на основі системи  $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

При створенні оксидних композицій для отримання різних видів щільноспеченої кераміки застосовано оригінальний підхід, що полягає у вивченні поведінки при нагріванні реальних полікомпонентних об'єктів шляхом моделювання їх фазоутворення з використанням діаграм стану фазоутворюючих оксидів [5]. Динаміка змін теоретичного фазового складу при термообробці мас дозволяє ще на етапі проектування оцінити ступінь спікання та склад продуктів термообробки, а також визначити температурний інтервал, в якому реалізація заданих властивостей є більш вірогідною (рис. 2).

Перевагою даного способу є можливість прогнозувати температуру утворення розплаву, на різних етапах випалу матеріалу, динаміку його накопичення та зміну властивостей. Це є вельми важливим для технології щільноспеченої кераміки, оскільки саме від якісних та кількісних характеристик розплаву залежить інтенсивність протікання дифузійних процесів, що визначають процеси спікання і фазоутворення, а отже – кінцевий склад і властивості виробів.



Такий підхід дозволяє визначити склад оксидних композицій, здатних до утворення необхідної і достатньої кількості розплаву з одного боку та виключення високотемпературної деформації виробів з іншого.

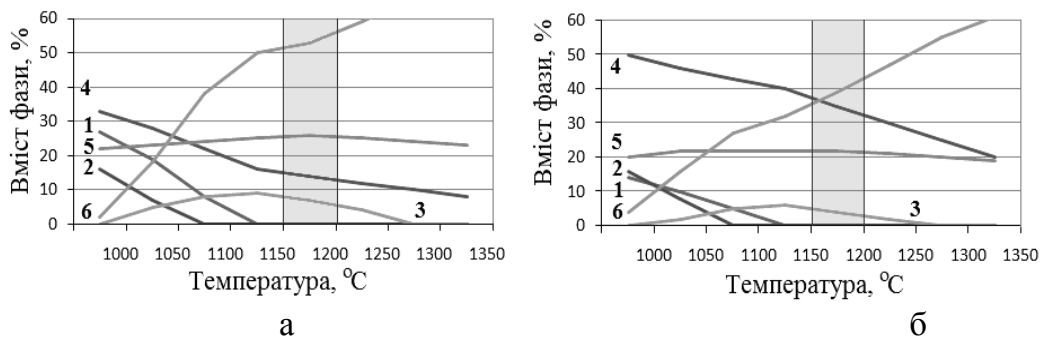


Рис. 2 - Теоретичний фазовий склад продуктів випалу модельних мас: фарфорової : а - та керамогранітної, б - 1 – KAS<sub>6</sub>; 2 – NAS<sub>6</sub>; 3 – KAS<sub>4</sub>; 4 – S; 5 – A<sub>3</sub>S<sub>2</sub>; 6 – розплав

В результаті прогнозування оцінки флюсуючої здатності природних плавнів [6] отримані дані щодо кількісних та якісних характеристик розплавів, які утворюються при нагріванні кварц-польовошпатових матеріалів (КПШМ) в межах температур 1100÷1200 °С, що дозволило визначити найефективніші з них для низькотемпературного синтезу щільноспечених керамічних виробів в залежності від умов термообробки:

- для отримання керамограніту в умовах форсованого випалу – красновський та азовський сієніти, новогнатівський пегматит, долиньський граніт;
- для виготовлення фарфору за тривалими режимами випалу – пегматити грузливецькі, володимирські і лозуватські, граніти анадольські, кременівські, грузливецькі; лужні каоліни майдан-вільські, дубровські і грузливецькі;
- для використання у виробництві клінкерної кераміки з температурою формування до 1100 °С придатні граніти більшості проявів Приазовського кристалічного масиву, старокримські та хлібодарівські сієніти, відсівні, що утворюються при їх переробці; для виготовлення світлозбарвлених клінкерних виробів доцільно використовувати відходи збагачення пегматитів та механічної обробки малозалізистих гранітів.

Теоретичні та експериментальні дослідження вітчизняної кварц-польовошпатової сировини (КПШС) природного і техногенного походження, зокрема визначення їх плавкості та високотемпературної в'язкості розплавів, дозволили сформулювати критерії вибору флюсуючих компонентів технологічних сумішей для певних технологій щільноспеченої кераміки (табл. 1).

Таблиця 1 - Критерії вибору КПШМ для виробництва щільноспеченої кераміки

Вид продукції	Відзнаки хімічного складу				Характеристики розплаву при заданій температурі випалу		
	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O, мас. %	$\frac{K_2O}{Na_2O}$	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO, мас. %	CaO + MgO, мас. %	кількість розплаву, %	в'язкість, Па·с	поверхневий натяг, Н/м
Керамічний клінкер	≥ 5	2÷3,5	3÷9	1÷6	≥ 40	10 <sup>3,7</sup> ÷10 <sup>5,0</sup>	0,35÷0,40
Керамогранітна плитка	≥ 7	1,0÷2,0	≤ 3,5	1÷3	≥ 75	10 <sup>3,0</sup> ÷10 <sup>3,7</sup>	0,26÷0,28
Фарфор:							
- господарчий	≥ 8	2÷3,0	≤ 0,2	≤ 1,5	≥ 90	10 <sup>3,7</sup> ÷10 <sup>4,7</sup>	0,28÷0,32
- санітарний	≥ 8	2÷3,0	≤ 0,5	≤ 2,5	≥ 80	10 <sup>3,7</sup> ÷10 <sup>4,7</sup>	0,28÷0,32
- лабораторний	≥ 8	2÷3,5	≤ 0,5	≤ 2,5	≥ 80	10 <sup>3,7</sup> ÷10 <sup>4,7</sup>	0,28÷0,32

Можливість використання природної кварц-польовошпатової сировини вітчизняних родовищ підтверджена результатами досліджень їх радіаційних властивостей та збагачуваності. Абсолютна більшість цих матеріалів належить до 1 класу радіаційної

безпеки ( $C_{\text{эф}} \leq 370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), що свідчить про можливість їх використання як сировини при виготовленні керамічних виробів широкого вжитку. Проведені випробування збагачуваності КПШМ з використанням сухої електромагнітної сепарації показали можливість мінімізації вмісту барвних оксидів до рівня, відповідного вимогам до якості КПШС в технології тонкої кераміки за умови, що сумарний вміст забарвлюючих оксидів в породі не перевищує 4,0 мас. %. При цьому позитивними факторами, що забезпечують максимально повне видалення забарвлюючих домішок, є збільшення ступеню подрібнення порід та підвищення напруженості поля до 200÷225 А/м [7].

З використанням отриманої інформації щодо складу та технологічних властивостей вітчизняної КПШС створено електронну базу даних «Плавні», яка працює в діалоговому режимі під управлінням системи *IBM DB2 Database v.9* та дозволяє проводити пошук КПШС за основними критеріями, що визначають можливість застосування матеріалів в різних керамічних технологіях у відповідності до вимог конкретного виробництва [8].

Розроблені засади отримання щільноспечених керамічних матеріалів низькотемпературного синтезу реалізовані при створенні енергозберігаючих технологій виробів грубої і тонкої кераміки будівельного, господарчого і технічного призначення. Технологічні принципи одержання щільно-спечених матеріалів в умовах форсованої і тривалої термообробки викладені в табл. 2.

Використання технологічних принципів розробки оксидних та сировинних композицій щільноспечених матеріалів з регульованим фазовим складом дозволили одержати клінкерні керамічні вироби при 1050÷1100 °С, керамогранітну плитку при 1150÷1170 °С та низькотемпературний фарфор широкої номенклатури з температурою формування 1150÷1200 °С, які відповідають вимогам діючих стандартів до якості виробів [9–11].

Таблиця 2 - Технологічні принципи отримання щільноспечених виробів

Рекомендовані аспекти	Для форсованого випалу	Для тривалого випалу
Параметри термообробки:		
- температура, °С	1100÷1150 °С	1100÷1150 °С
- тривалість, год	0,8÷1	9÷12
Межі концентрацій оксидів, мас. %:		
- Na <sub>2</sub> O	1÷14	1÷10
- K <sub>2</sub> O	1÷18	1÷15
- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11÷37	20÷45
- SiO <sub>2</sub>	65÷75	55÷65
Характеристики розплаву:		
- кількість, об.%	30÷35	45÷55
- вязкість, Па·с	10 <sup>3,3</sup> ÷10 <sup>4,0</sup>	10 <sup>3,7</sup> ÷10 <sup>4,7</sup>
- поверхневий натяг, Н/м	0,26÷0,28	0,28÷0,32
Іони-інтенсифікатори спікання та фазоутворення	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> Ti <sup>4+</sup> (Sn <sup>4+</sup> , Fe <sup>3+</sup> )

## Висновки

За рахунок одночасної активації процесів рідкофазового спікання і фазоутворення суттєво знижено температуру формування щільноспечених керамічних матеріалів із заданим фазовим складом, що дозволило зменшити енергоємність термообробки та скоротити технологічні витрати виробництва. Визначені технологічні принципи отримання енергоефективних щільноспечених виробів в умовах швидкісних і тривалих режимів термообробки. Ефективність теоретичних та експериментальних результатів роботи підтверджено створенням та реалізацією енергоощадних технологій в умовах виробництва клінкерної кераміки (ТЗОВ «Керамейя»), керамогранітної плитки (ЗАО «Zeus Ceramica») та господарчого фарфору (ТОВ «Баранівський фарфоровий завод»).

**Список літератури:** 1. Materials of Output Seminar on Energy Conservation in Ceramic Industry (UNIDO), Japan- Bangladesh-Sri Lanka (1994). 2. Минеральные ресурсы мира. Статистика: справочник [Текст]. – М.: ИАЦ «Минерал», 2001. – режим доступу [www.mineral.ru/facts/prices/](http://www.mineral.ru/facts/prices/). 3. Phase Equilibrium Diagrams of Oxide Systems NIST Standart Reference Database 31 [Електронний ресурс]– 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. – (ACerS-NIST Phase Equilibria Diagrams CD-ROM Database v. 3.1.0, 2006).– Назва з титул. екрану. – ISBN 0-916094-04-9. 4. Федоренко О. Ю. Теоретичні принципи отримання щільноспеченої кераміки за умов енергоощадної термообробки [Текст] / О.Ю. Федоренко // Вісник НТУ«ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2012. – № 1. – С. 113 – 117. 5. Федоренко О. Ю. Теоретичні основи синтезу енергоефективних щільноспечених керамічних матеріалів [Текст] / О. Ю. Федоренко // Perspektywiczne opracowania są nauką i technikami – 2011: VII Międzynarod. nauk.-prakt. konf., 07-15 listop. 2011 r.: tekst wykl. – Przemyśl, 2011. – Vol. 48: Chemia i chemiczne technologie. – 2011. – S. 89 – 92. 6. Федоренко О. Ю. Експрес-оцінка технологічних властивостей кварц-польово-шпатових матеріалів в керамічному виробництві [Текст] / О. Ю. Федоренко, М. А. Чиркіна, К. М. Фірсов // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2009. – Вип. 1(31). – С. 48 – 52. 7. Федоренко О. Ю. Дослідження збагачуваності кварц-польовошпатової сировини України та перспективи її використання [Текст] / О. Ю. Федоренко // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 1/5. – С. 54 – 57. 8. Федоренко О. Ю. Системний підхід до збору та використання інформації щодо вітчизняної сировинної бази кварц-польовошпатових матеріалів [Текст] / [О. Ю. Федоренко, М. І. Рищенко, М. Г. Рудий та ін.] // Вопросы химии и химической технологии. – 2011. – № 6. – С. 189 – 193. 9. Ryshchenko M. Possibility of obtaining ceramogranite using quartz-feldspar raw material from Ukraine // [M. Ryshchenko, L. Shchukina, E. Fedorenko, K. Firsov] // Glass and Ceramics. – 2008. – Vol. 65, Iss. 1 – 2. – P. 23 – 26. 10. Методологические и технологические аспекты разработки составов и технологии керамогранитной плитки на основе кварц-полевошпатового сырья Украины [Текст] / [Е. Ю. Федоренко, М. И. Рыщенко, К. Н. Фирсов, К. П. та ін.] // Будівельні матеріали та виробництво. – 2011. – № 2(67). – С. 2 – 7. 11. Ryshchenko M. Microstructure and properties of lower-temperature porcelain / [M. Ryshchenko, E. Fedorenko, M. Chirkina, É. Karyakina, S. Zozulya] // Glass and Ceramics. – 2009. – Vol. 66, № 11-12. – P. 393 – 396.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 666.61/.63 : 044.18

**Технологічні аспекти отримання щільноспеченої кераміки в умовах енергоощадної термообробки/ Федоренко О. Ю., Чиркіна М. А., Шаповалова Ю. Є.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 183-187. – Бібліогр.: 11 назв.

Определены условия низкотемпературного синтеза плотноспеченной керамики и разработаны технологические принципы изготовления изделий широкой номенклатуры при скоростных и длительных условиях энергосберегающей термообработки.

**Ключевые слова:** спекание, фазообразование, оксидные композиции, принципы выбора.

The conditions of low temperature synthesis of densely sintered ceramics were determined and the technological principles of a wide range products manufacture for accelerated and prolonged conditions of energy saving treatment were developed.

**Keywords:** sintering, nucleation, oxide composition, principles of choice.

УДК 664.8.037.5:635.8

*Д. М. ОДАРЧЕНКО*, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, Харків;

*А. О. БАБІЧ*, аспірант, ХДУХТ, Харків;

*М. С. ОДАРЧЕНКО*, канд. техн. наук, проф., зав. каф., ХДУХТ, Харків;

*С. В. ШТИХ*, аспірант, ХДУХТ, Харків

## ВИКОРИСТАННЯ КРІОСКОПІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ

Теоретичними та практичними дослідженнями визначено можливість використання кріоскопічних характеристик, визначених за другим законом Рауля, для ідентифікації культивованих грибів (глива, печериці, шиїтаке) під час проведення експертизи їх якості.

**Ключові слова:** культивовані гриби, другий закон Рауля, кріоскопічні характеристики, грибна плазма, заморожування.

### Вступ

В умовах дефіциту повноцінного білка в харчовому раціоні населення необхідним є збільшення споживання рослинної продукції, яка також є джерелом цього нутрієнту. Таким продуктом, що здатен задовольнити потребу в білках є гриби. В умовах дотримання безпечності харчування раціональним є споживання культивованих грибів, які можливо виростити із заданими показниками якості. Основними видами культивованих грибів, що представлені на українському ринку є печериці, глива та шиїтаке [1, 2].

В умовах розвитку грибівництва та конкурентного середовища необхідним представляється розробка та удосконалення методів ідентифікації, як основної складової експертизи якості.

### Мета роботи

Метою дослідження було визначення можливості використання основних кріоскопічних характеристик при проведенні ідентифікації культивованих грибів.

Об'єктом дослідження були культивовані гриби, що користуються попитом на українському ринку.

Предметом дослідження були кріоскопічні характеристики досліджуваних зразків.

### Методика досліджень

Визначення кріоскопічних характеристик здійснювали за другим законом Рауля [3]. Застосування цього методу дозволяє визначити середню молярну масу розчинених речовин, які спричиняють зміщення температури кристалізації води в область більш низьких температур. Для проведення цього дослідження використовували низькотемпературний калориметр [4], у якості холодоносія використовували пари рідкого азоту. Процесу заморожування підлягали зразки грибної плазми масою 25 г, яку поміщали у пластмасовий циліндр і занурювали у вимірювальну камеру калориметра з заданою від'ємною температурою середовища. Після цього моменту здійснювали процес заморожування до температури  $-70^{\circ}\text{C}$ .

Для визначення кріоскопічних характеристик проводили розрахунки за другим законом Рауля. Відповідно до цього закону:

$$\Delta T = k \cdot B = k \frac{g}{\mu}, \quad (1)$$

де:  $\Delta T$  – зниження температури замерзання розчину,  $B$  – молярність розчину, моль/кг;  $k$  – кріоскопічна стала, кг/К;  $g$  – число грам розчиненої речовини в  $G$  г розчинника,  $\mu$  – молярна маса розчиненої речовини.

Величину кріоскопічної сталої можна визначити за емпіричною формулою:

$$k = \frac{2 \cdot T_0^2}{G \cdot r}, \quad (2)$$

де:  $T_0$  – температура затвердіння розчину,  $r$  – теплота кристалізації,  $r=33,3 \cdot 10^4$  Дж/кг.  
З формули (1) визначається молярна маса речовин:

$$\mu = \frac{k \cdot g}{\Delta T}. \quad (3)$$

Середню молярну масу можна визначити, як:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n \nu_i}, \quad (4)$$

де:  $m_i$  – маса  $i$ -го компонента,  $\nu_i$  – число молей  $i$ -го компонента.

Звідси видно, що  $\mu$  буде залежати від мольної частки компонента в суміші. Тому, визначена за цим законом величина  $\mu$  в проведених дослідженнях містить в більшій мірі якісну інформацію, ніж інформацію про абсолютну величину  $\mu$ .

### Обговорення результатів

Використання кріоскопічних характеристик при проведенні ідентифікації культивованих грибів вимагає адаптації методики до специфіки об'єкту дослідження. У зв'язку з цим необхідним представляється введення етапу попередньої підготовки грибів до аналізу, оскільки закон Рауля діє тільки для істинних розчинів. З цією метою плоді тіла грибів механічно подрібнювали та піддавали центрифугуванню. В результаті отримували дві фази: рідку (грибна плазма, подібна до плазми крові колоїдна система, що містить розчинені речовини, та яку отримують шляхом розділення крові на сепараторних центрифугах) та тверду (грибний жмих). Отримані системи одразу не є однорідними: плазма містить часточки твердої речовини, а осад характеризується досить високою вологістю. Характер розділення грибної суміші на фази залежить від здатності речовин твердої частини утримувати вологу. Тому для порушення цих зв'язків та більш повного відокремлення плазми, частини суміші було вирішено додатково заморожувати.

Основним фізичним процесом при заморожуванні сировини рослинного походження є перетворення клітинного соку на лід, що призводить до часткового руйнування клітинної оболонки та витіканню клітинного соку при розморожуванні [5].

Після проведення операцій попередньої підготовки безпосередньо проводили визначення кріоскопічних характеристик досліджуваних видів грибів. Основні результати даного експериментального дослідження наведено у таблиці.

Таблиця - Основні характеристики процесу заморожування та нагрівання розчинів грибної плазми

$\Delta m_n$ , %	1-й діапазон кристаліз. виморож. вологи, °C	2-й діапазон кристаліз. виморож. вологи, °C	1-й діапазон плавлення виморож. вологи, °C	2-й діапазон плавлення виморож. вологи, °C	Масова частка виморож. вологи, %
Плазма з гливи звичайної					
0,24	-1,0...-7,0	-60,2...-64,74	-20,8...-17,0	-6,0...-1,9	99,84
Плазма з печериць					
0,32	-2,0...-6,6	-60,7...-65,1	-	-5,7...-1,2	99,90
Плазма з шиітаке					
0,26	-1,9...-6,7	-57,4...-62,3	-63,1...-57,8	-5,7...-2,4	99,89

Проведені кріоскопічні дослідження дозволили визначити за другим законом Рауля середню молярну масу розчинених речовин, які спричиняють зміщення температури кристалізації вологи в область низьких температур.

В загальному випадку слід враховувати, що досліджувані об'єкти містять дисоціюючі молекули. Тому в закон Рауля слід вводити поправку – ізотонічний коефіцієнт  $i$  (фактор Вант-Гоффа) [6]. Це деякий безрозмірний параметр, який пов'язаний зі ступенем дисоціації молекул в розчині, тобто який враховує відносну зміну кількості часточок за рахунок дисоціації. Тому, визначена за цим законом величина  $\mu$  містить в більшій мірі якісну інформацію (сигнатуру), ніж інформацію про абсолютну величину  $\mu$ .

Розрахована за формулою (2) та (3) криоскопічна стала та молярна маса розчинених речовин у розчинах плазми грибів становить: для печериць  $25 \pm 5$  і  $110 \pm 17$  г/моль, для гливи звичайної  $25 \pm 5$  і  $220 \pm 33$  г/моль, для шиітаке  $25 \pm 5$  і  $120 \pm 18$  г/моль відповідно.

Отримані розбіжності у величинах молярної маси можуть слугувати якісною характеристикою для встановлення певних ідентифікаційних критеріїв.

**Висновки.** Отримані експериментальні дані та закономірності дослідження основних криоскопічних величин грибних плазм можуть слугувати визначальними характеристиками для ідентифікації культивованих грибів, як однієї з основних складових експертизи якості харчової продукції.

**Список літератури:** 1. Бисько Н. А. Биология и культивирование грибов рода вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка. – К. : Наук. думка, 1987. – 148 с. 2. Sterba, Ja. P. My mushrooming problem [Текст] / Ja. P. Sterba // The Wallstreet journal. – 2003. – р. 8. 3. Телеснин Р. В. Молекулярная физика [Текст] / Р. В. Телеснин. – М. : Высшая школа, 1965. – 297 с. 4. Пат. 13953 Україна, МПК А/23 L 1/00. Пристрій для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи при температурах, близьких до температури рідкого азоту / Одарченко А. М., Одарченко Д. М., Погожих М. І. – № 200511091 ; заявл. 23.11.2005 ; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4. – 4 с. 5. Новикова, Н. Н. Технология производства, переработки и хранения продукции животноводства [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Новикова, И. С. Селифанов, И. П. Шилов. – М. : РГАЗУ, 2002. 342с. 6. Харнед Г., Оуэн Б. Физическая химия растворов электролитов. – 2-е изд. – М., 1952. – 629 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 664.8.037.5:635.8

**Використання криоскопічних характеристик для ідентифікації культивованих грибів / Одарченко Д.М., Бабіч А.О., Одарченко М.С., Штих С.В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 188-190. – Бібліогр.: 6 назв.**

Теоретическими и практическими исследованиями определена возможность использования криоскопических характеристик, определенных по второму закону Рауля, для идентификации культивируемых грибов (вешенка, шампиньоны, шиитаке) при проведении экспертизы их качества. Библиогр.: 6. назв.

**Ключевые слова:** культивированные грибы, второй закон Рауля, криоскопические характеристики, грибная плазма, замораживание.

By theoretical and practical research was determined the using of cryoscopic characteristics defined by the second law of Raul, for identification of cultivated mushrooms (oyster, mushrooms, shiitake) during the quality expertise.

**Keywords:** cultivated mushrooms, 2-nd law of Raul, cryoscopic characteristics, mushrooms plasma, freezing .

УДК 001.8:637.54

**М. І. ПОГОЖИХ**, д-р техн. наук, проф., ХДУХТ, Харків;

**Д. М. ОДАРЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, Харків;

**Є. Л. ГАСАЙ**, аспірант, ХДУХТ, Харків;

**З. П. КАРПЕНКО**, ст. викл., ХДУХТ, Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАЗМ З М'ЯСА ПТИЦІ ТА ГІДРОБІОНТІВ

Досліджено оптичні властивості плазм, вилучених з м'ясної сировини. Встановлено залежність кута

© М. І. ПОГОЖИХ, Д. М. ОДАРЧЕНКО, Є. Л. ГАСАЙ, З. П. КАРПЕНКО, 2012

розсіювання світла в плазмах від різноманітних чинників: умов утримання, годування птиці та гідробіонтів, а також досліджено вплив на його значення циклічного заморожування.

**Ключові слова:** плазма, оптичні властивості, «ефект Тиндаля», кут розсіювання світла.

## Вступ

Різнманітність оптичних властивостей сировини та харчових продуктів визначає різноманітність оптичних методів, за допомогою яких досліджують їх властивості [1].

Оптичні методи дослідження охоплюють експериментальне та теоретичне вивчення випромінювання світла, його поширення в середовищах різної природи, поглинання в середовищі, а також заломлення та відбивання на границі поділу, взаємодії кількох світлових потоків, утворення когерентних джерел світла, оптичного запису інформації [2, 3].

З огляду на те, що дані стосовно оптичних властивостей у м'ясній сировині практично відсутні, актуальним є розробка нових та адаптація існуючих методів дослідження оптичних властивостей в м'ясі у поєднанні зі специфічними методами пробопідготовки.

## Метою роботи

Метою даної роботи було встановлення відмінностей в оптичних властивостях плазм з м'ясної сировини за різними критеріями: особливостями анатомічної будови, умовами вирощування та зберігання.

## Методика експериментів

Об'єктами дослідження були плазми, отримані з карасів сріблястих різних сезонів вилову (осіннього, зимового, весняного) та з різних анатомічних частин (білого та червоного м'яса) фабричного бройлера та домашньої курки.

На етапі пробопідготовки з подрібненого м'яса об'єктів дослідження вилучали рідку фазу (плазму) шляхом циклічного заморожування-центрифугування. Операції здійснювали з наступними параметрами: швидкість центрифугування – 5000 об./хв., тривалість – 15 хв. Для більш повного відділення плазми, фаршеві суміші піддавалися додатковому заморожуванню в морозильних камерах при температурі  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  протягом 2-3 год. Після цього зразки розморозували в повітряному середовищі та знову піддавали центрифугуванню. При цьому плазма, виділена при центрифугуванні подрібненого м'яса,

зливалася в загальний об'єм рідкої фази, а осад, що утворився при центрифугуванні плазми, додавався до загальної кількості твердої фази. Операції заморожування-центрифугування здійснювали циклами. Після кожного циклу досліджували оптичні властивості плазм.

При цьому крізь плазми пропускали паралельний пучок світла, спостерігали конус розсіяного світла, вимірювали його довжину (b) від вершини до будь-якої обраної точки та основу (a) (рис. 1) [4].

Дані обробляли розраховуючи тангенс кута розсіювання світла за формулою:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{a}{2b}$$

Значення  $\operatorname{tg}\beta$  помножували на 2 (для знаходження повного кута) та за таблицею Брадиса переводили у градуси та хвилини.

## Обговорення результатів

Плазми, вилучені з м'ясної сировини, являють собою однорідні, непрозорі рідини, без осаду та грудочок білка й жиру.

За своєю фізичною природою їх можна охарактеризувати як колоїдні розчини. Відомо, що забарвлення колоїдних розчинів пов'язано з поглинанням їх частинками променів світла. Процес поглинання – вибірний: одні частинки поглинають світло

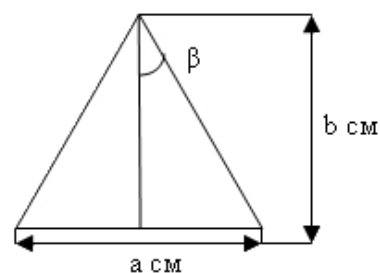


Рис. 1 - Схема визначення кута розсіювання світла

повністю, інші – частково [5]. Забарвлення колоїдних розчинів залежить від природи розчинника та розчиненої речовини, ступеня дисперсності та інтенсивності світла. У досліджуваних розчинах плазм відмічено наступне забарвлення: у плазмі з карасів сріблястих – червоно-бурий; у плазмі з червоного м'яса курей – блідо-рожевий з сірим відтінком; у плазмі з білого м'яса курей – червоно-бурий з сірим відтінком.

Під час дії променів на частинки, діаметр яких менше довжини хвилі таких променів, відбувається світлорозсіювання. Промінь світла, потрапляючи в таку систему, огинає зустрічні на його шляху частинки і розсіюється в різні боки. Відбувається самосвічення кожної частинки, яке в міру просування променя послаблюється.

Таким чином, колоїдні розчини можна розпізнати, якщо пропустити крізь них промінь світла. При цьому спостерігається конус розсіяного світла – ефект Тиндаля.

Під час аналізу значень кута розсіювання світла в плазмах з карасів сріблястих різних сезонів вилову видно, що циклічність заморожування однаково впливає на його величину:

$\beta$  зменшується зі збільшенням циклів заморожування-центрифугування (рис. 2). Це зумовлено тим, що після кожного наступного центрифугування та заморожування до  $-18\pm 2^\circ\text{C}$  частинки, що здатні розсіювати світло, видаляються разом з утвореним осадом.

У плазмі карасів сріблястих весняного вилову кут розсіювання світла більше, що свідчить про більшу кількість у ньому колоїдних часточок, ймовірно білкової природи. Проводячи кореляцію значень кута розсіяного світла з хімічним складом вихідної сировини, можна пояснити його низькі значення для плазм з карасів сріблястих осіннього вилову, м'ясо яких характеризується високим вмістом жиру (до 2,9%).

Тенденція щодо впливу циклів заморожування-центрифугування характерна також для плазм з домашньої курки та фабричного бройлера (рис. 3).

Встановлено також відмінності в плазмах з різних анатомічних частин м'яса курей. Так, плазми з червоного м'яса мають менші значення кута розсіювання світла, що також пояснюється більшим вмістом в м'ясі жиру.

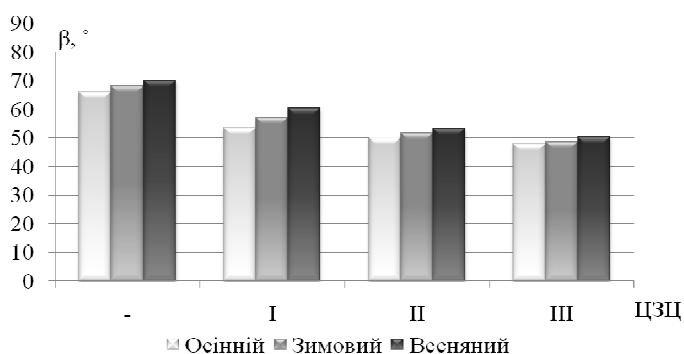


Рис. 2 - Залежність кута розсіювання світла ( $\beta$ , °) в плазмах карасів сріблястих різних сезонів вилову від кількості циклів заморожування-центрифугування (ЦЗЦ)

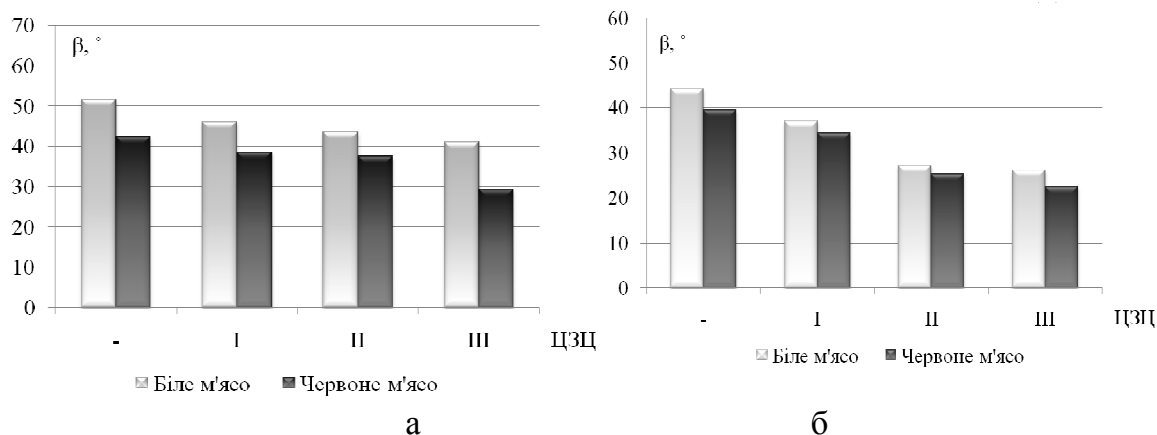


Рис. 3 - Залежність кута розсіювання світла ( $\beta$ , °) в плазмах з різних анатомічних частин фабричного бройлера – а, та домашньої курки - б від кількості ЦЗЦ

Щодо відмінностей в оптичних властивостях плазм з курей різних умов вирощування, то видно, що плазми, вилучені з різних анатомічних частин фабричного бройлера на



кожному циклі заморожування-центрифуговання мають дещо більші значення кута розсіювання світла, що свідчить про більший вміст в них білкових речовин.

**Висновки.** Встановлено, що плазми, одержані з м'ясної сировини, мають здатність розсіювати світло. Отримані значення кута розсіювання світла в плазмах карасів сріблястих осіннього, зимового та весняного сезонів вилову, та в плазмах з різних анатомічних частин домашніх курей та фабричних бройлерів доводять можливість використання запропонованої методики для ідентифікації умов вирощування птиці та гідробіонтів, а також умов зберігання продукції з них.

**Список літератури:** 1. Кузьмина, С. С. Методы исследования свойств сырья и готовой продукции : учебное пособие в 2 ч. [Текст] / С. С. Кузьмина, А. С. Захарова. – Барнаул : изд-во АлтГТУ, 2008. – 345 с. 2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн. 2. Физико-химические методы анализа : учебник [Текст] / В. П. Валильев. – М. : Дрофа, 2007. – 384 с. 3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия [Текст] / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М., 2006. – 444с. 4. Коллоидно-химические основы наноауки [Текст] / Под ред. А. П. Шпака и З. Р. Ульберг.-К.:Академперіодика. 2005. – 466 с. 5. Кононський, О. І. Фізична і колоїдна хімія : підручник [Текст] / О. І. Кононський. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 312с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 001.8:637.54

**Дослідження оптичних властивостей плазм з м'яса птиці та гідробіонтів/ Погожих М. І., Одарченко Д. М., Гасай Є. Л., Карпенко З. П. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 190-193. – Бібліогр.: 5 назв.**

Исследованы оптические свойства плазм, выделенных из мясного сырья. Установлена зависимость угла рассеяния света в плазмах от разнообразных факторов: условий содержания, кормления птицы и гидробионтов, а также изучено влияние на его значения циклического замораживания.

**Ключевые слова:** плазма, оптические свойства, «эффект Тиндаля», угол рассеивания света.

Investigated the optical properties of the plasma, isolated from meat. Detected the dependence of the angle of light scattering in plasmas on various factors: the condition of keeping and feeding poultry and hydrobionts, numbers of cycles freezing.

**Keywords:** plasma, optical properties, "Tyndall effect", angle light scattering.

УДК 663.38:664.67

**Д. М. ОДАРЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, Харків;

**К. В. СПОДАР**, аспірант, ХДУХТ, Харків;

**В. І. МИХАЙЛИК**, ст. викладач, ХДУХТ, Харків;

**А. М. СЕСЬ**, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ, Харків

### **ВИРОБНИЦТВО НОВОГО ВИДУ ОВОЧЕВОГО МОРОЗИВА «ЗАМОРОЖЕНИЙ ЛІД»**

Розроблено новий спосіб виробництва морозива з овочевої сировини. Науково обґрунтовані рецептура та технологія виробництва, досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.

**Ключові слова:** овочі, плазма, морозиво, оберненість.

#### **Вступ**

Характерним для літнього сезону несприятливим фізіологічним процесом в організмі людини є зневоднення та інтенсивне потовиділення, що призводять до вимивання з організму солей, що в кінцевому результаті може призвести до виникнення м'язових судом. Дієтологи стверджують, що навіть 0,5-1,0 г солі цілком вистачить для відновлення в організмі сольового балансу [1]. Цю кількість солі можна вживати попередньо розчиненою в одному літрі води, що майже не позначиться на її смакових якостях, але, враховуючи те,

що одним з найбільш популярних літніх продуктів є морозиво, можливим стає розробка нової рецептури морозива з додаванням солі. З огляду на особливості вихідної сировини, найбільш доцільним видом морозива для здійснення цієї мети буде виробництво замороженого соку, але не фруктового, а овочевого.

Таким чином, на сьогоднішній день актуальним є розширення асортименту морозива з урахуванням фізіологічних потреб людського організму. При цьому доцільно враховувати недоліки попередніх розробок.

За аналог нової розробки було обрано морозиво «Томатне», вироблене згідно довіднику з виробництва морозива [2], який має ряд недоліків: специфічні смакові властивості, неоднорідність кольору, зниження харчової цінності за рахунок пастеризації та необерненість фазової рівноваги.

#### **Метою роботи**

Метою розробки було розширення асортименту морозива, покращення смакових властивостей, максимальне збереження харчової цінності та покращення якості за рахунок оберненості фазової рівноваги.

#### **Методика експериментів**

Для виробництва овочевого морозива «Заморожений сік» використовували наступну сировину: томати сорту «Лідер», перець солодкий сорту «Білозьорка», сіль кухонна харчова, цукор-пісок.

Згідно технології виробництва овочевої сировини приймають, інспектують, миють, очищують і відокремлюють насіннєву камеру, подрібнюють, центрифугують, фільтрують та піддають відокремленню рідку та тверду фазу шляхом чотириразового циклу заморожування (температура  $-18^{\circ}$  C) за наступною схемою: заморожування-розморожування-центрифугування-фільтрування, при чому рідина яка виділяється під час центрифугування твердої фази зливається до загального об'єму соку, а тверда фаза, яка відділяється під час центрифугування рідкої фази – до загальної кількості м'якоти.

#### **Обговорення результатів**

Отриману рідку фазу (плазму) використовують для подальшого виробництва овочевого морозива, тверду – для промислової переробки. Попередня підготовка морозива включає фільтрування, нагрівання до кипіння та витримку 2 хвилини (для перцю, тому що отриманий перцевий сік мутний, а при нагріванні він стає прозорим) та купажування рецептурних компонентів згідно розробленої рецептури у перерахунку на 1 тону продукту (табл.1).

Таблиця 1 - Склад рецептурних компонентів овочевого морозива «Заморожений сік»

	Томатний сік, л	Перцевий сік, л	Сіль, кг	Цукор, кг
Томатне	1000	-	-	-
Томатне з цукром	990	-	-	10
Томатне з сіллю	990	-	10	-
Перцеве	-	1000	-	-
Перцеве з цукром	-	990	-	10
Перцеве з сіллю	-	990	10	-
Томатно-перцеве	700	300	-	-
Томатно-перцеве з цукром	695	295	-	10
Томатно-перцеве з сіллю	695	295	10	-

Сировину для виготовлення овочевого морозива піддавали мікробіологічному контролю та порівнювали отримані результати з нормами ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід. Загальні технічні умови» [3]. Результати мікробіологічного дослідження вихідної сировини наведені у табл. 2.

Таблиця 2 - Мікробіологічні показники якості вихідної сировини для овочевого морозива «Заморожений сік»

Найменування показника	Найменування зразку вихідної сировини		
	«Заморожений сік томатний»	«Заморожений сік перцевий»	«Заморожений сік перцевий» пастеризований
МАФАНМ, КУО в 1г	$1 \times 10^2$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^2$
БГКП в 0,01г	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Плісняві гриби	не виявлено	присутні	не виявлено

За досліджуваними мікробіологічними показниками відхилень від норм стандарту не виявлено. Відмічено, що у замороженого перцевого соку загальна зараженість мезофільними аеробними та факультативно-анаеробними мікроорганізмами у 50 разів вища ніж у томатного соку, хоча і не перевищує граничних норм. Крім того у соку перцю спостерігається утворення пліснявих грибів, що негативно відображається на якості готового продукту. Тому запропоновано провести короточасну пастеризацію перцевого соку (температура 75...80° С упродовж 2 хвилин), що дозволить усунути утворені плісняві гриби.

Визначення якості готового виробу проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками якості згідно вимог ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід. Загальні технічні умови».

Під час визначення органолептичних показників якості було встановлено, що за зовнішнім виглядом усі зразки морозива представляють собою порції правильної форми, обумовленої геометрією формуючого або дозуючого приладу, без механічних пошкоджень та тріщин, зі щільною консистенцією та однорідною структурою, без наявності зважених часточок. Колір морозива «Томатне» натурального та зі смаковими добавками – інтенсивно жовтий, «Перцевого» натурального та зі смаковими добавками – жовто-зелений непрозорий, а купажованого «Томатно-перцевого» натурального та зі смаковими добавками – жовтий із зеленуватим відтінком, що обумовлено кольором компонентів, які входять до його складу. Запах усіх зразків чистий, властивий сировині, яскраво виражений без сторонніх запахів. Смак усіх зразків властивий сировині, чистий з гармонійним співвідношенням сахаристості та кислотності, але помічено, що додавання смакової добавки значно впливає на смакові характеристики, а саме: із додаванням цукру виріб набуває специфічного солодкого смаку, який приглушує властивий сировині натуральний смак, а додавання солі, навпаки, сприяє підкресленню смакових властивостей.

Покращення смакових властивостей нового морозива у порівнянні з аналогом досягається тим, що для виробництва використовується чиста овочева плазма, а не паста або пюре, при пастеризації яких у продукті з'являється неприємний, невластивий присмак за рахунок переходу екстрактивних смакових речовин зі шкірки. До того ж багаторазове заморожування сприяє порушенню структурної оболонки клітин томату, в результаті чого характерні смакові речовини переходять у розчин, а за рахунок центрифугування та фільтрації осад, який притупляє властивий сировині смак, видаляється з соку. Саме тому отримуємо продукт із чистим і більш яскравим смаком.

Згідно стандарту в морозиві нормуються наступні фізико-хімічні показники: масова частка сухих речовин, кислотність та масова частка загальних цукрів. Результати їх дослідження наведені у табл. 3.

Видно, що за показниками масової частки цукрів та кислотності досліджувані зразки морозива відповідають вимогам ДСТУ. В результаті визначення масової частки сухих речовин виявлено розбіжності з вимогами стандарту: кількість сухих речовин у зразках нового морозива на 7 – 10 % менше ніж за ДСТУ. Це можна пояснити тим, що в рецептурі використовується лише чиста томатна плазма та у незначній кількості сіль та цукор, а

класична рецептура для якої було розроблено нормативний документ передбачає використання додаткової сировини, що збільшує вміст сухих речовин.

Таблиця 3 - Фізико-хімічні показники якості овочевого морозива «Заморожений сік»

Вид морозива	Масова частка сухих речовин, %, не менше	Кислотність, ° Т, не більше	Масова частка загальних цукрів, %, не більше	pH
Вимоги ДСТУ 4734:2007	15	80	40	-
Томатне	5,026	22,5	1,37	4,76
Томатне з цукром	5,125	25	1,98	4,64
Томатне з сіллю	5,123	22,75	1,39	4,73
Перцеве	6,521	15	2,4	5,34
Перцеве з цукром	6,618	20	3,66	5,17
Перцеве з сіллю	6,62	18	2,4	5,32
Томатно-перцеве	8,07	22	2,63	4,81
Томатно-перцеве з цукром	8,169	25	3,57	4,69
Томатно-перцеве з сіллю	8,167	20	2,72	4,73

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було встановлено, що розробка нового морозива є доцільною з точки зору розширення асортименту морозива у сегменті заморожених соків з урахуванням фізіологічних потреб та смакових уподобань споживачів. Розроблені та науково обґрунтовані рецептура та технологія виробництва овочевого морозива «Заморожений сік» дозволяють отримати продукт підвищеної якості з покращеними органолептичними характеристиками та здатністю не змінювати свої властивості під час фазових переходів.

**Список літератури:** 1. Федюкович Н. И. Анатомия и физиология [Текст]. – М.: Феникс, 2003. – 416 с. – ISBN 5-222-03190-X. 2. Справочник по производству мороженого [Текст] / Г. М. Азов, А. Г. Бурмакин, И. Б. Гисин, Г. М. Дезент. – М. : изд-во «Пищевая промышленность», 1970. – 432с. 3. ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід. Загальні технічні умови» [Текст]; введ. 01.01.2008. – К.: Вид-во стандартів, 2008. – 41 с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 663.38:664.67

**Виробництво нового виду овочевого морозива «ЗАМОРОЖЕНИЙ ЛІД» / Одарченко Д. М., Сподар К. В., Михайлик В. І., Сесь А. М. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 193-196. – Бібліогр.: 3 назв.**

Розроблено новий спосіб виробництва морозива з овочевої сировини. Науково обґрунтовані рецептура та технологія виробництва, досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості.

**Ключові слова:** овочі, плазма, морозиво, оберненість.

Developing a new method for producing ice cream of vegetable raw materials. Scientifically substantiated recipe and production technology, studied the organoleptic, physicochemical and microbiological parameters.

**Keywords:** vegetables, plasma, ice cream, invertibility.

УДК 622.734

**В. Ф. ПОЖИДАЕВ**, д-р техн. наук, зав. каф., Восточноукраинский университет им. В. Даля, Луганск;

**Н. С. ПРЯДКО**, канд. техн. наук, с. н.с., Институт технической механики НАНУ и ГКАУ, Днепропетровск;

**О. В. ГРАЧЁВ**, канд. техн. наук, доц., Восточноукраинский университет им. В. Даля, Луганск

### **КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

Проведено моделирование процесса сушки сыпучих материалов на основе уравнений массопереноса. При определенных граничных условиях осуществлен переход к аналитическому решению уравнения Колмогорова-Фоккера-Планка, что позволяет свести задачу моделирования процессов обезвоживания к нахождению конечного количества неизвестных параметров, определяемых из экспериментальных данных.

**Ключевые слова:** обезвоживание, сушка, сыпучий материал, вероятность, локальная концентрация

#### **Введение**

Процесс обезвоживания материалов широко используется во многих отраслях промышленности, в подготовительных и заключительных этапах переработки полезных ископаемых. На предприятиях металлургии черных и цветных металлов при подготовке сырья к металлургической переработке или транспортированию применяют процессы сушки руд, шихт и кеков [4]. В технологических схемах обогатительных фабрик заключительными операциями являются механическое обезвоживание и тепловая сушка. Объектами тепловой сушки являются флотационный концентрат влажностью 22 – 24%, мелких концентрат (0 – 13 мм) влажностью 9 – 13 % и шлам (0 – 1 мм) влажностью 20-26% (влажность зависит от технологического процесса и мощности сушильных установок)

Характерной особенностью процесса сушки является переход влаги материала из жидкой фазы в газообразную при испарении. Испарение влаги из материала будет происходить тогда, когда парциальное давление пара окружающей среды будет меньше, чем парциальное давление пара жидкости материала. С уменьшением разности давлений испарение влаги из материала снижается и при разности давлений, равной нулю, процесс сушки прекращается.

В процессе сушки материала изменяется его вес во времени. Зная начальную влажность и вес материала, по его изменению можно определить влажность в любой момент сушки по зависимости, называемой кривой сушки. Форма кривых зависит от влажности, размеров частиц материала и способа их укладки, от гидродинамических условий обтекания, параметров среды (температуры, влажности, скорости). Совокупность этих факторов определяет характер протекания процесса сушки, который называется режимом сушки.

Процесс обезвоживания твердых частиц можно разбить на четыре этапа: первый этап – первоначальная стадия – прогрев материала до момента, когда скорость сушки принимает постоянное значение; второй этап – период постоянной скорости; третий этап – насыщенность поверхности; четвертый этап – внутренняя диффузия. После сушки материала влажность его достигает определенной величины, которую можно определять, как равновесную влажность и при которой скорость сушки равна нулю. Температура материала при достижении равновесной влажности становится равной окружающей среды, так что кинетика температуры может служить хорошим критерием по определению

равновесной влажности материала.

Для технологических процессов обезвоживания и тепловой обработки материалов разработано много различных математических моделей, отличающихся полнотой учета параметров процесса и сложностью описания. Можно выделить два подхода к построению моделей: разработка модели на базе физических законов протекания процессов, в частности законов тепломассопереноса и экспериментально – статистические методы построения модели. Последние сводятся к построению весовой функции объекта, которая полностью определяет его статистические и динамические свойства [2]. К недостаткам этого подхода следует отнести необходимость труднодоступной информации и узость области применения моделей.

Для математического моделирования процесса обезвоживания и тепловой обработки материалов используют физические законы теплопередачи: излучение (законы Планка, Стефана-Больцмана, Ламберта и др.), конвекции (закон Ньютона Рихмана), теплопроводности (закон Фурье).

### **Цель работы**

Целью работы является создание модели кинетики процесса обезвоживания сыпучих материалов на основе уравнений массопереноса.

### **Обсуждение результатов**

В рамках использования газодинамических уравнений рассмотрим вертикальное, носящее хаотический и случайный характер, и продольное движение частиц материала, не представляется возможным. Поэтому рассмотрим решение задачи обезвоживания материала в поточном кипящем слое в рамках теоретико-вероятностных методов. Построение математической модели, описывающей принципиальные особенности совместного распределения физических и вещественных признаков частиц в обезвоживающем пространстве весьма важно. Это способствует наиболее адекватному решению задачи обезвоживания, то есть минимизации скорости диссипации энергии в процессе возвращения системы в устойчивое состояние. Для этого необходимо совместить понятия газодинамики и тепломассообмена с понятиями теории вероятности. Рабочее пространство разбивается на элементарные объемы и определяется так, что материальное находится в каждом из них. Возьмем один из элементарных объемов, который условно обозначается  $dV$ , и определим его состав. Интересующие нас частицы занимают только часть объема, равную  $mdV$  ( $m < 1$ ), а остальная часть, равная  $(1 - m)dV$ , занята газом. Далее рассматриваем только ту часть объема  $mdV$ , которая занята частицами твердого вещества.

Для описания явлений, происходящих в рабочем пространстве, прежде всего нужно выбрать количественную меру для оценки состава рабочего пространства и смеси частиц в нем. В качестве такого понятия определена концентрация твердого вещества в элементарном объеме  $dV$ . Смесь, находящаяся в рабочем пространстве, содержит  $n$  компонентов с различными плотностями  $\rho_i$ , тогда состояние ее можно охарактеризовать  $n$  переменными числами  $C_{\rho_i}$  - концентрациями отдельных компонентов. Эти числа являются функциями координат и времени, т.е.  $C_{\rho_i} = C_i(x, y, z, t)$ , так как состав пространства от точки к точке меняется. Введем еще функцию  $\gamma(\rho, x, y, z)$ , такую, что количество  $\gamma d\rho$  равно объемной доле узкой фракции частиц с плотностью в диапазоне от  $\rho$  до  $\rho + d\rho$  в точке  $(x, y, z)$  в момент времени  $t$ .

Допустим, что все частицы в среднем увлекаются вдуваемым потоком газа через решетку в горизонтальном направлении с некоторой постоянной скоростью  $v_v$ . Подробное

рассмотрение сил, действующих на объем частиц при их движении в среде, состоящую из таких же частиц, рассмотрено Тихоновым О. Н. в ряде работ [3].

1. Суммарная сила тяготения, действующая на все частицы (и материала, и среды), заключенные в объеме  $V$  группы:  $g \int_V dV [m \rho \gamma d\rho + (1-m)\rho_{cp}] = F_g$ , где  $g dV m \rho \gamma(\rho) d\rho$  – сила, действующая на узкую фракцию материала в объеме  $dV$  ( $m dV \gamma d\rho$  – объем узкой фракции в  $dV$ );  $g dV (1-m)\rho_{cp}$  – сила, действующая на среду в объеме  $dV$ . Величина силы тяготения, приходящаяся на частицу, зависит от ее физического признака  $\rho$ .

2. Архимедова сила. Эта сила, приходящаяся на объем  $V$ , равна весу материала внутри объема  $V$ .  $-g \int_V dV [m \rho \gamma d\rho + (1-m)\rho_{cp}] = F_A$ ,

Примем, что в среднем сила  $F_A$  распределяется пропорционально объему частиц. Тогда можно считать, что на единицу объема  $V$ , независимо от того, чем она заполнена, действует архимедова сила

$$\lim_{V \rightarrow 0} \frac{F_A}{V} = \frac{-g \int_V dV [m \rho \gamma(\rho) d\rho + (1-m)\rho_{cp}]}{V} = -g \left[ m \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} \rho \gamma(\rho) d\rho + (1-m)\rho_{cp} \right]$$

3. Сила трения (сопротивление движению). Средняя сила трения, действующая на частицу из-за ударов:  $m_v \frac{v}{\tau} = a_M v$ , где  $\tau$  – среднее время пробега частицы между столкновениями,  $v$  – направленная скорость частицы (предполагается, что она полностью теряется при столкновении).  $\tau = \frac{\lambda}{v} = \frac{1}{v n \sigma}$ , где  $\lambda$  – длина свободного пробега;  $n$  – полное число частиц в единице объема;  $\sigma$  – сечение частицы ( $\pi D^2$ ,  $D$  – ее диаметр).

4. Трение о среду.  $-a_M(v - v_\Sigma) - a_{cp}(v - v_\Sigma)$ , где  $v_\Sigma = \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} v \gamma d\rho$ ,  $a_M$  и  $a_{cp}$  – коэффициенты пропорциональности.

Учет всех рассмотренных сил также приводит к интегро-дифференциальному уравнению типа Колмогорова-Фоккера-Планка. Кроме Тихонова О. Н. эти уравнения численно решались Рубинштейном Ю. Б. и Филипповым Ю. А. [4], а также авторами статьи [6 - 8]. В [5] были предложены нелинейные уравнения для моделирования массопереноса в стесненных условиях, когда концентрация частиц высока и, следовательно, процесс происходит в среде, создаваемой этими же частицами. В этом случае вводится понятие локальной концентрации частиц в смеси, определяемой как математическое ожидание случайной величины плотности среды. Эти уравнения могут описывать многочисленные процессы разделения смесей.

Применительно к процессу обезвоживания нелинейные уравнения массопереноса в случае высококонцентрированных потоков частиц сыпучих материалов можно получить, исходя из следующих соображений. Пусть  $c(x, y, z, t)$  функция, характеризующая изменение концентрации частиц узкого класса крупности в пространстве и времени. Тогда  $m(x, y, z, t) = 1 - c(x, y, z, t)$  доля среды соответственно. Изменение локальной средней плотности среды в этом случае можно выразить как  $\bar{\rho} = [1 - c(x, y, z, t)] \cdot \rho_m + c(x, y, z, t) \rho_T$ . Здесь  $\rho_m$  – плотность среды;  $\rho_T$  – плотность частиц твердой фазы.

Детерминированная составляющая скорости частиц  $V$  в этом случае будет пропорциональна не разности плотностей частиц и среды, как в случае слабо концентрированных смесей, а разности между плотностью частиц и средней плотности

среды  $V = \alpha g(\rho - \rho_m)(1 - c)$ , где  $\alpha$  – коэффициент сопротивления при обтекании частицы жидкостью,  $g$  – ускорение силы тяжести. Уравнение массопереноса (диффузии частиц), например, для одномерной задачи, получим в виде:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial x} [\alpha g c (1 - c) (\rho - \rho_m)]$$

или, окончательно:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \alpha g (\rho_T - \rho_m) (1 - 2c) \frac{\partial c}{\partial x}.$$

Таким образом, приходим к уравнению Колмогорова-Фоккера-Планка. Аналитическое решение уравнения изложено в [6]. Оно было опробовано для различных физических процессов [6 - 8].

### Выводы

Моделирование кинетики обезвоживания сыпучих материалов при попытке строгого учета всех влияющих факторов приводит к классу интегро-дифференциальных уравнений, не имеющих аналитического решения. Попытка нахождения численных решений приводит к невозможности анализа кинетики процесса. Предлагаемый подход, в отличие от существующих, позволяет найти такие граничные условия, которые приводят к аналитическому решению уравнения Колмогорова-Фоккера-Планка. Это позволяет свести задачу моделирования процессов обезвоживания к нахождению конечного количества неизвестных параметров, определяемых из экспериментальных данных.

**Список литературы:** 1. Филиппов В. А. Конструкция, расчеты и эксплуатация устройств и оборудования для сушки минерального сырья. – изд. 2-е, перераб. и доп.- М: «Недра», 1989. – 309с. 2. Ткаченко В. Н. Математическое моделирование, идентификация и управление технологическими процессами тепловой обработки материалов. – Киев: «Наукова думка», 2008. – 243 с. 3. Тихонов О. Н. Введение в динамику массопереноса процессов обогатительной технологии.– Л. Недра.– 1973.– 240с 4. Рубинштейн Ю. Б., Филиппов Ю. А. Кинетика флотации. – М.: Недра, 1980. – 375с. 5. Пожидаев В. Ф. Прикладные аспекты решения уравнений Фоккера-Планка на полуоси с упругим экраном // Вестник ВУГУ. – Луганск.: ВУГУ, 1998. – №6. – С.6-10. 6. Пожидаев В. Ф. Представление марковским процессом диффузионных операторов разделения многокомпонентных смесей // Вестник ВУГУ 1999 – №3(18). – С.180-182 7. Пожидаев В. Ф., Прядко Н. С., Ветров А. А. Математическое моделирование процесса сжигания угля в поточном кипящем слое // Системные технологии.–2004.– №1(30).– С.41–46. 8. Прядко Н. С. Стохастическая модель газодинамического измельчения // Техническая механика. – 2008. – № 1. – С. 121 – 131.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 622.734

**Кинетика процесса обезвоживания сыпучих материалов/ Пожидаев В. Ф., Прядко Н. С., Грачёв О. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 197-200. – Бібліогр.: 8 назв.**

Проведено моделювання процесу сушіння сипучих матеріалів на основі рівнянь масопереносу. При певних граничних умовах здійснено перехід до аналітичного розв'язання рівняння Колмогорова-Фоккера-Планка, що дозволяє звести задачу моделювання процесів зневоднення до знаходження кінцевої кількості невідомих параметрів, обумовлених з експериментальних даних.

**Ключові слова:** зневоднення, сушіння, сипкий матеріал, ймовірність, локальна концентрація

The simulation of the bulk materials dehydration based on mass transfer equations. Under certain boundary conditions the transition to the analytical solution of the Kolmogorov-Fokker-Planck equation was made. That reduces the problem of modeling the dehydration process to finding a finite number of unknown parameters, which are determined from experimental data.

**Keywords:** dehydration, drying, loose material, probability, the local concentration



*А. Я. КАРВАЦЬКИЙ*, д-р техн. наук, проф., НТУУ «КПІ», Київ;

*І. Л. ШИЛОВИЧ*, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ;

*Л. В. КРУТОУС*, студентка, НТУУ «КПІ», Київ;

*С. В. КУТУЗОВ*, ген. директор ПАО «Укрграфіт», Запоріжжя

## **ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СО В ПРОЦЕСІ ВИПАЛУ ГРАФІТОВИХ ЗАГОТОВОК**

Проведені розрахунки температурних полів камер печі з заготовками для визначення впливу фізичного бар'єру на кількість моно оксиду вуглецю, що утворюється в процесі випалу графітових заготовок.

**Ключові слова:** температурні поля, моно оксид вуглецю, випал графітових заготовок, шамотна цегла.

### **Вступ**

Серед технологічних операцій виготовлення електродної продукції найбільш важливою є випал, оскільки на цій стадії відбувається формування структури та основних властивостей матеріалу електродів.

Операція випалу полягає в перетворенні зв'язувальної речовини (кам'яновугільний пек) в кокс. Це перетворення відбувається в результаті термічної обробки компонентів до температури 1000-1200°C. Спресовані електроди є блоком, що складається з дрібних частинок різних вуглецевих матеріалів, з'єднаних вугільним пеком. При нагріванні пек набуває нової властивості - перетворюється на кокс. Таким чином створюються коксові ґрати, які додають виробу міцність і одночасно додають йому ряд важливих фізичних властивостей. Формування властивостей і структури вуглекоксопеківих систем визначається багатьма факторами: умовами випалу, властивостями наповнювача, властивостями зв'язувальної речовини і ще рядом технологічних та фізико-хімічних особливостей. Треба зазначити, що при випалі властивості наповнювача в основному зберігаються, а речовина, що зв'яже (вугільний пек) зазнає глибоких якісних і структурних змін [1].

Випал відбувається у багатокамерних кільцевих печах з певним часовим циклом теплової обробки заготовок. Згідно технології випалу заготовки розташовуються у камерах печі, засипаються вуглецевим матеріалом для запобігання контакту з нагрівальним агентом, що являє собою повітряно-газову суміш і проходять нагрівання за заздалегідь визначеним часовим регламентом. У процесі випалу підтримуються режимні параметри спалювання природного газу (джерелом виділення теплоти у камерах печі), температурний та аеродинамічний регламент роботи камер печі. Наразі однією з головних технологічних та екологічних проблем при роботі печі є утворення у значних кількостях монооксиду вуглецю, що визначає необхідність розробки певних технічних рішень щодо скорочення викидів СО з камер печі.

### **Мета роботи**

З аналізу роботи камер печі випалу витікає, що створення фізичного бар'єру між вуглецевими матеріалами та потоком повітряно-газового нагрівального агента суттєво зменшить можливості окислення вуглецевих матеріалів у печі і, таким чином, буде сприяти зменшенню утворення шкідливих викидів моно оксиду вуглецю. З цією метою запропоновано перекивати поверхню камер шаром (або шарами) шамотної цегли. Із сказаного витікає постановка задачі дослідження: на основі математичної моделі [2] розробити алгоритм розв'язку, для отримання температурних полів камер з заготовками, з метою аналізу розподілу температур в камері з використанням цеглового укриття та без нього.

Метою цієї роботи є розробка методу, який дозволяє зменшити кількість CO, що утворюється в процесі випалу графітових заготовок. Цей метод не повинен впливати на тепловий регламент багатоканальної печі випалу.

Відомо з літератури [4], що використання укріплень з шамотної цегли, в якості захисного матеріалу від окиснення, дозволяє знизити кількість викидів CO в атмосферу. Авторами [4] в експериментальних дослідженнях встановлено, що створення захисного шару з шамотної цегли дозволило зменшити концентрацію CO у димових газах за печами графітації з 2000 мг/м<sup>3</sup> до (500...700) мг/м<sup>3</sup>.

### Методика експериментів

Для твердих елементів печі рівняння енергії (теплопровідності) має вид:

$$\frac{\partial \rho h}{\partial \tau} = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + q_{\text{volat}} \quad (1)$$

При цьому теплопровідність пересипки приймається ефективною величиною  $-\lambda_{\text{eff}}$ , а в  $q_{\text{volat}}$  (Вт/м<sup>3</sup>) – враховуються теплота утворення летючих в заготовках.

Аналіз горіння метану у печі ґрунтується на припущенні повного згорання природного газу до CO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O. Тоді рівняння хімічної реакції горіння буде мати вид:



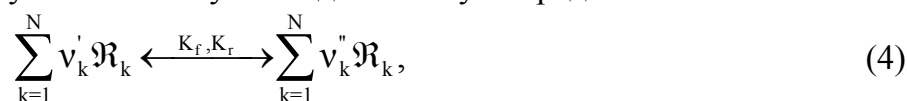
Реакція (2) визначається стехіометричними коефіцієнтами і миттєвими термодинамічними параметрами, від яких залежить її швидкість. Турбулентне змішування реагентів є фактором, що обмежує швидкість реакції. Турбулентно-хімічна взаємодія при горінні природного газу описується за допомогою двох моделей: перша – модель обмеженої швидкості реакції на основі закону Ареніуса; друга – модель вихрової дисипації (Магнусена) [3]. В результаті використовується менше з отриманих значень по швидкості реакції.

Джерело k-ої компоненти хімічної реакції (2) у відповідності з моделлю обмеженої швидкості реакції визначається як:

$$\bar{\omega}_k = W_k Q_k, \quad (3)$$

де  $W_k$  - молекулярна вага компоненти, кг/моль;  $Q_k$  - молярна швидкість утворення/розкладання компонентів реакції, моль/(м<sup>3</sup>·с).

Реакція горіння (1.2) в узагальненому вигляді може бути представлена як:



де  $\nu_k', \nu_k''$  - стехіометричні коефіцієнти k-го реагенту і продукту реакції, відповідно;  $\mathcal{R}_k$  - символ, який визначає k-у компоненту;  $K_f, K_r$  - константа швидкості прямої і зворотної реакції, відповідно, 1/с.

Молярна швидкість розкладу компонентів прямої реакції визначається як:

$$Q_k = \nu_k \left( K_f \prod_{j=1}^N [X_j]^{v_j'} - K_r \prod_{j=1}^N [X_j]^{v_j''} \right), \quad (5)$$

де  $\nu_k = \nu_k'' - \nu_k'$ ;  $[X_j] = \rho Y_j / W_j = \rho_j / W_j$  - молярна концентрація j-го компоненти, моль/м<sup>3</sup>.

Константа швидкості прямої реакції горіння визначається із закону Ареніуса [5]:

$$K_f = A \exp \left[ -\frac{E}{RT} \right], \quad (6)$$

де  $A = B T^\alpha$  - частотний фактор, 1/с;  $B, \alpha$  - постійні реакції;  $E$  - енергія активації, Дж/моль.

Константа швидкості зворотної реакції визначається через  $K_r$ :

$$K_r = K_f \left[ \left( \frac{p_a}{RT} \right)^{\sum_{k=1}^N \nu_k} \exp \left( \frac{\Delta s^0}{R} - \frac{\Delta h^0}{RT} \right) \right]^{-1},$$

де  $p_a = 1$  бар;  $\Delta s^0, \Delta h^0$  - зміна мольної ентропії (Дж/(моль · К)) і ентальпії (Дж/моль) реакції, відповідно.

Молярна швидкість розкладання компонентів прямої реакції у відповідності з моделлю вихрової дисипації визначається як:

$$Q_k = v'_k W_k A \rho \frac{\varepsilon}{k} \min \left( \frac{Y_R}{v'_k W_R} \right), \quad (7)$$

$$Q_k = v'_k W_k A B \rho \frac{\varepsilon}{k} \frac{\sum_P Y_P}{\sum_{j=1}^N (v_j'' W_j)}, \quad (8)$$

де  $A=4$ ,  $B=0,5$  – емпіричні константи Магнунсена для реагентів і продуктів реакції, відповідно; індекси  $R$ ,  $P$  – відносяться до реагентів і продуктів реакції, відповідно.

У рівняннях (7), (8) швидкість реакції визначається масштабом часу змішування великих вихорів і відношенням  $k / \varepsilon$  як в моделі Сполдінга.

Початкові умови:

$$\begin{cases} T(X) = T_0; \\ \mathbf{V}(X) = 0; \\ Y_k(X) = Y_{0k}, k = \overline{1, N}; \\ k(X) = k_0; \\ \varepsilon(X) = \varepsilon, \end{cases} \quad (9)$$

де  $X(x, y, z) \in \Omega$  - декартові координати,  $m$ ;  $\Omega$  - розрахункова область.

Граничні умови (ГУ):

На вході природного газу (10) і окислювача (гази з попередньої камери 11) **Ошибка!**  
**Источник ссылки не найден.** і на виході із камери печі (12)

$$\begin{cases} G = G_{\text{inlet-g}}; \\ Y_{\text{CH}_4} = Y_{\text{CH}_4\text{-inlet}}; \\ T = T_{\text{inlet-g}}; \\ k = k_{\text{inlet-g}}; \\ \varepsilon = \varepsilon_{\text{inlet-g}}, \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} G = G_{\text{inlet-oxid}}; \\ Y_{\text{O}_2} = Y_{\text{O}_2\text{-inlet}}; \\ T = T_{\text{inlet-oxid}}; \\ k = k_{\text{inlet-oxid}}; \\ \varepsilon = \varepsilon_{\text{inlet-oxid}}, \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} P_{\text{outlet}} = 0; \\ Y_{\text{O}_2} = Y_{\text{O}_2\text{-outlet}}; \\ T = T_{\text{outlet}}; \\ k = k_{\text{outlet}}; \\ \varepsilon = \varepsilon_{\text{outlet}}, \end{cases} \quad (12)$$

де  $G$  - масові витрати, кг/с;

- на границях контакту твердих елементів конструкції печі (абсолютний контакт) (13), газовий тракт печі – канали печі (14) і огороження печі з оточуючим середовищем (15)

$$\begin{cases} \{T\}=0; \\ \{n\chi q\}=0, \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} V=0; \\ \{T\}=0; \\ \{n\chi q=q_r\}=0, \end{cases} \quad (14)$$

$$\mathbf{n} \cdot (-\lambda \nabla T) = \alpha_{\text{eff}}(T)(T - T_{\text{env.sp}}), \quad (15)$$

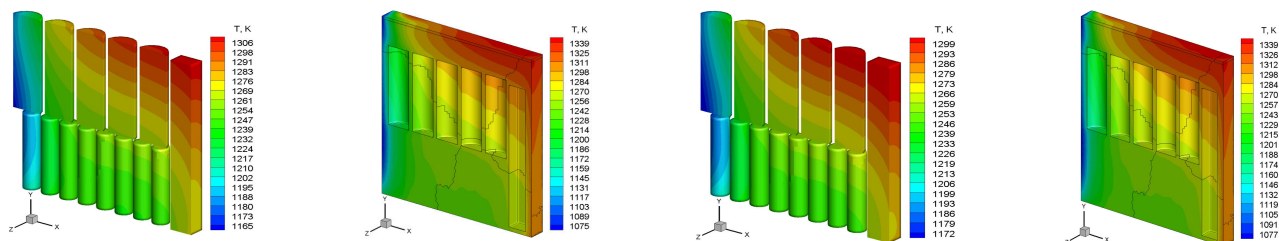
де  $\{T\}=T^+ - T^-$ ;  $\{n \cdot q\} = n^+ \cdot q^+ - n^- \cdot q^-$ ;  $q = -\lambda \nabla T$  - вектор густини теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;  $\mathbf{n}$  - вектор нормалі до поверхні контакту;  $q_r$  - вектор густини радіаційного теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;  $\alpha_{\text{eff}}$  - ефективний коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $T_{\text{env.sp}}$  - температура оточуючого середовища, К.

### Обговорення результатів

Результати розрахунків показані нижче у вигляді температурних полів камер з заготовками (рис.).

З аналізу отриманих результатів можна сказати, що наявність бар'єру з шамотної цегли [4] несуттєво вплинула на температуру випалу заготовок. Максимальне пониження температури, зафіксоване при розрахунках досягає 7 °С.

Отримані результати свідчать про те, що і на аеродинамічний режим укриття не вплинуло.



з цегловим укриттям      з цегловим укриттям      без цеглового укриття      без цеглового укриття

Рис. - Температурні поля камер з заготовками з цегловим укриттям та без нього

### Висновки

1. Виконані розрахунки температурних полів камер печі випалу заготовок графітових електродів без укриття верху камер випалу і з укриттям з шамотної цегли.

2. Чисельне моделювання процесу випалу заготовок графітових електродів у камерній печі показало, що наявність бар'єру з шамотної цегли несуттєво впливає на температуру випалу заготовок і аеродинамічний режим роботи камер печі випалу.

3. Відмінність рівня температур у досліджених варіантах випалу (з укриттям та без укриття) становить не більше 7 °С.

4. Очікуване зниження концентрації викидів монооксиду вуглецю становить сумарно від максимальної (~2,1 г/м<sup>3</sup>) до менше ніж (1...1,5) мг/м<sup>3</sup>.

5. Отримані результати можуть бути впроваджені у виробництво для досягнення технологічного та екологічного ефектів.

**Список літератури:** 1. Санников А. К. Производство электродной продукции / Санников А. К., Сомов А. Б., Ключников В.В. и др. — М. : Металлургия, 1985. — 129 с. 2. Карвацький А. Я. Математична модель тепло-гідродинамічного стану багатокамерної печі при випалюванні електродних заготовок /

Карвацький А. Я., Пулінець І. В., Шилович І. Л // Восточно-Европейский журнал передових технологий. — 2012. - №1/4(55). — С.33 — 37. 3. Magnussen B. F. On mathematical models of turbulent combustion with special emphasis on soot formation and combustion [Текст] / B. F. Magnussen, B. H. Hjertager // In 16th Symp. (Int'l.) on Combustion. The Combustion Institute. - Pittsburgh, 1976 - P. 719-727 4. Аленькин Д. Я. Пути повышения экологических характеристик процесса графитации / Аленькин Д. Я., Распопов М. Г., Власова Т. Б. // Технологические процессы и оборудование электродного производства: Сб. науч. тр. / НИИграфит, ГОСНИИЭП. – М., 1989. – 77-81с.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 66.094.3

**Зниження концентрації со в процесі випалу графітових заготовок/ Карвацький А. Я. Шилович І. Л., Крутоус Л. В., Кутузов С. В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 68 (974). – С. 201-205. – Бібліогр.: 4 назв.**

Проведены расчеты температурных полей камер печи с заготовками для определения влияния физического барьера на количество моно оксида углерода, образующегося в процессе обжига графитовых заготовок.

**Ключевые слова:** температурные поля, моно оксид углерода, обжиг графитовых заготовок, шамотный кирпич.

It was done calculations of temperature fields of cameras of the furnace with workpieces for definition of influence of a physical barrier on amount of mono oxide of the carbon which is formed in the process of graphite workpieces annealing are carried out. names.

**Keywords:** temperature fields, mono oxide of carbon, annealing of graphite workpieces, firebrick.

УДК 536.24

**Ю. О. КОБРИНОВИЧ**, аспирант, ИПМаш НАН України, Харків

### **ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНО-РАЗНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ С ОСЦИЛЛИРУЮЩИМ ТЕПЛООБМЕНОМ**

Математические модели построены на базе совместного применения регионально-структурного или структурного методов, S-функций и разностных схем высокого порядка точности.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, высокоскоростные тепловые процессы, структурно-разностные модели.

**Введение.** Решение задач теплопроводности с нестационарными граничными условиями для областей сложной формы в случае высокоскоростных тепловых процессов встречает ряд трудностей принципиального характера и у численных методов, и у аналитических методов.

При решении нестационарных задач теплопроводности с помощью численных методов, усилия аппроксимации направлены одновременно на приближенное удовлетворение дифференциальному уравнению, осциллирующим граничным условиям и осциллирующим внутренним источникам (стокам) энергии. Результирующая погрешность для задач с высокими скоростями теплообмена оказывается выше предельно допустимой, что ограничивает область применения численных методов для разностных схем второго порядка точности задачами теплопроводности с медленно протекающими процессами.

Получить точные решения классическими аналитическими методами можно получить только для отдельных задач теплопроводности в случаях когда области исследования имеют каноническую форму.

Актуальной оказывается разработка численно-аналитических подходов к задачам теплопроводности с высокоскоростными нестационарными граничными условиями, которые позволяли бы решать соответствующие задачи с высокой степенью точности, и не были ограничены ни по градиенту температур по времени и координатам, ни по скорости и

© Ю. О. КОБРИНОВИЧ, 2012

характеру изменения нестационарных граничных условий.

**Анализ публикаций.** При решении нестационарных задач теплопроводности для областей сложной формы, используются следующие методы, для которых характерны нижеперечисленные особенности:

- метод конечных разностей [1-3] – необходимость аппроксимации границ, не совпадающих с линиями координат;
- метод конечных элементов [4,5] – нуждается в усовершенствовании для решения нелинейных нестационарных задач математической физики;
- вариационные методы [6 - 8] – ожидается сходимость по энергии к обобщенному решению соответствующего уравнения для всякой последовательности, минимизирующей функционал энергии, только при условии, что оператор для уравнения задачи положительно определен.

В развитии численно-аналитических методов для нестационарных задач, трудность заключалась в построении базисных функций, точно удовлетворяющих нестационарным граничным условиям.

**Цель работы.** Анализ качественных особенностей построения структурно-разностных моделей, точно удовлетворяющих нестационарным граничным условиям в каждый момент времени, точно учитывающих геометрию исследуемой области и показывающих высокую точность при решении задач теплопроводности с нестационарными граничными условиями, в том числе – с быстропротекающими осциллирующими условиями теплообмена.

**Основные материалы исследования.** Структурно-разностная модель строится на базе совместного применения аналитических или регионально-аналитических консервативных структур решения [9], S-функций [10] и разностных схем повышенного порядка точности [11].

**Построение структур решения.** Структуру решения задачи теплопроводности с нестационарными граничными условиями представим в виде (1):

$$T(x, y, Fo) = \Phi_0(x, y, Fo) + \sum_{k,l} C_{k,l} \chi_{k,l}(x, y, Fo) \tag{1}$$

где  $C_{k,l}$  – неизвестные коэффициенты;  $\Phi_0(x, y, Fo)$  функция, точно удовлетворяющая нестационарным неоднородным граничным условиям,  $\chi_{k,l}(x, y, Fo)$  – базисные функции, точно удовлетворяющие нестационарным однородным граничным условиям.

Рассмотрим задачу теплопроводности для случая, когда поперечное сечение конструктивного элемента имеет вид двухсвязной области сложной формы с кусочно-гладкой границей, на которой заданы нестационарные граничные условия (2).

$$\begin{aligned} \frac{\partial T(x, y, Fo)}{\partial Fo} &= \Delta T(x, y, Fo) + F(x, y, Fo); T(x, y, 0) = \theta(x, y), \\ \left( \pm \frac{\partial T(x, y, Fo)}{\partial x} + Bi_1(Fo)T(x, y, Fo) \right) \Big|_{\Gamma_1} &= Bi_1(Fo)T_{cp1}(x, y, Fo); \\ \left( \pm \frac{\partial T(x, y, Fo)}{\partial y} + Bi_1(Fo)T(x, y, Fo) \right) \Big|_{\Gamma_1} &= Bi_1(Fo)T_{cp1}(x, y, Fo); \\ \left( \pm \frac{\partial T(x, y, Fo)}{\partial x} + Bi_2(Fo)T(x, y, Fo) \right) \Big|_{\Gamma_2} &= Bi_2(Fo)T_{cp2}(x, y, Fo); \\ \left( \pm \frac{\partial T(x, y, Fo)}{\partial y} + Bi_2(Fo)T(x, y, Fo) \right) \Big|_{\Gamma_2} &= Bi_2(Fo)T_{cp2}(x, y, Fo); \Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \\ F(x, y, Fo) &= \frac{\partial T_m(x, y, Fo)}{\partial Fo} - \left( \frac{\partial^2 T_m(x, y, Fo)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_m(x, y, Fo)}{\partial y^2} \right); x, y \in \Omega; 0 < Fo < \infty \end{aligned} \tag{2}$$

где  $T(x, y, Fo)$  - температура поперечного сечения,  $\theta(x, y)$  - начальная температура,  $T_{cp1}(x, y, Fo)$  и  $T_{cp2}(x, y, Fo)$  - температура среды для наружной ( $\Gamma_1$ ) и для внутренней ( $\Gamma_2$ ) границы призмы соответственно,  $Bi_1(Fo)$  и  $Bi_2(Fo)$  - коэффициенты Био для

наружной и внутренней границы призмы,  $F_0$  - критерий Фурье,  $T_m(x, y, F_0)$  - точное решение.

Базисные функции  $\chi_{k,l}(x, y, F_0)$ , точно удовлетворяющие нестационарным однородным граничным условиям построим в виде (3):

$$\chi_{k,l}(x, y, F_0) = \begin{cases} \chi_{k,l1}(x, y, F_0), & x, y \in \Omega_1 \\ \chi_{k,l2}(x, y, F_0), & x, y \in \Omega_2 \end{cases} \quad (3)$$

$$\chi_{k,l1} = P_k P_l - W_1 \left( \frac{\partial P_k}{\partial x} P_l \frac{\partial W_1}{\partial x} + P_k \frac{\partial P_l}{\partial x} \frac{\partial W_2}{\partial x} \right) + W_1 B_{i1} P_k P_l \exp(-p_1 W_1^2);$$

$$\chi_{k,l2} = P_k P_l - W_2 \left( \frac{\partial P_k}{\partial x} P_l \frac{\partial W_1}{\partial x} + P_k \frac{\partial P_l}{\partial x} \frac{\partial W_2}{\partial x} \right) + W_2 B_{i2} P_k P_l \exp(-p_2 W_2^2);$$

где  $p_1 = \text{const}$ ,  $p_2 = \text{const}$ ,  $\Gamma_{12}(x, y)$  - граница раздела двух регионов,  $P_k(x), P_l(y)$  - нормированные полиномы Чебышева, с помощью S-функций строятся уравнения границ  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  -  $W_1(x, y)|_{\Gamma_1} = 0$  и  $W_2(x, y)|_{\Gamma_2} = 0$  [12].

Функция  $\Phi_0(x, y, F_0)$ , точно удовлетворяющая нестационарным неоднородным граничным условиям (4):

$$\Phi_0(x, y, F_0) = \begin{cases} T_{cp1}(x, y, F_0) \exp(-p_1 W_1^2(x, y)), & x, y \in \Omega_1 \\ T_{cp2}(x, y, F_0) \exp(-p_2 W_2^2(x, y)), & x, y \in \Omega_2 \end{cases} \quad (4)$$

Как видно из структур решения (3) – (4), температура среды на границах области и критерии Био для двух границ областей могут иметь любую аналитическую зависимость. Благодаря модульной конструкции структуры решения (1) граничные условия в структурно-разностных и региональных структурно-разностных моделях удовлетворяются точно.

**Особенности учета геометрических параметров в математической модели.** В структуру решения (3) входят функции, которые содержат информацию геометрического характера об исследуемых областях. В уравнениях  $W_1(x, y)|_{\Gamma_1} = 0$  и  $W_2(x, y)|_{\Gamma_2} = 0$  функции строятся с помощью S-функций соответствующего класса [10], и содержат тейлоровские опорные функции, позволяющие управлять образованием форм весовых функций и позволяют строить консервативные структуры решения [11,12]. Опорные тейлоровские функции обеспечивают требуемую форму функции  $W(x, y)$  и соблюдение кривизны границы области. Функция  $W(x, y)$ , описывающая границу квадратной призмы стороной 1 (5), ее тейлоровские функции для функции  $f(x)$  (6) (для функции  $f(y)$  аналогично):

$$W(x, y) = \tilde{f}_1(x) \wedge \tilde{f}_2(y) \quad (5)$$

$$\begin{cases} \tilde{f}(x) = f(x) \cdot \left( 1 + \alpha_1 \cdot f(x) + \sum_n \alpha_n \cdot f^n(x) \right), n = 2 \dots m; \\ f''_{xx}(x) \cdot (1 + \alpha_1 \cdot f(x)) = 0; \\ \tilde{f}(x) = \tilde{f}(x + \Delta x) = \tilde{f}(x + 2\Delta x) = \dots = \tilde{f}(x + l \cdot \Delta x); \end{cases} \quad (6)$$

где  $f_1(x) = (1 - x^2)$ ,  $f_2(y) = (1 - y^2)$ , параметр  $\alpha_1$  определяется из условия кривизны границы области, параметры  $\alpha_2, \dots, \alpha_n$  оптимизируют форму функции  $W(x, y)$ .

**Разностные схемы повышенного порядка точности.** Рассмотрены различные разностные схемы, которые можно использовать для построения дискретной модели [13] и для них определено спектральное условие устойчивости, удовлетворяющие необходимому

условию устойчивости Неймана. В таблице 1 показано максимально допустимое значение параметра  $r$  (соотношение шага по времени к квадрату шага по координатам) для разностных схем разного порядка точности. Оптимальная по параметру  $r$  разностная схема трехслойная по времени и девятиточечная по координатам типа «ящик». Как показала серия вычислительных экспериментов [13-14], разностные схемы №1 – 4 в случае их применения к задачам теплопроводности с нестационарными граничными условиями с высокоскоростным теплообменом, показывают неудовлетворительную точность решения.

Таблица 1 - Максимальные значения параметра  $r$ , для разностных схем

№	Разностная схема по времени	Разностная схема по координатам	$r$
1	2-х слойная	5-точечная	0,25
2	2-х слойная	9-точечная «большой крест»	0,255
3	2-х слойная	9-точечная «ящик»	0,444
4	3-х слойная	5-точечная	0,5
5	3-х слойная	9-точечная «большой крест»	0,511
6	3-х слойная	9-точечная «ящик»	0,889

**Выводы.** Построение структурно-разностных математических моделей для высокоскоростных тепловых процессов с нестационарными граничными условиями, включает в себя:

- построение консервативных структур решения на базе структурного или регионально-структурного методов, имеющих модульное строение и точно учитывающих граничные условия

- построение функций  $W(x, y)|_{\Gamma} = 0$  на базе S-функций, в асимптотическом приближении заданной степени точности описывающих границы области поперечного сечения конструктивного элемента, в том числе информацию об их кривизне,

- определение необходимого условия устойчивости Неймана для выработки рекомендаций при проведении математического моделирования высокоскоростных тепловых процессов.

**Список литературы:** 1. Годунов С. К. Разностные схемы. Введение в теорию [Текст] / С. К. Годунов, В. С. Рябенский. – М.: Наука, 1973. – 400 с. 2. Самарский А. А. Теория разностных схем [Текст] / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 656 с. 3. Рихтмайер Р. Разностные методы решения краевых задач [Текст]: Пер. с англ. – М.: Мир, 1972. – 421 с. 4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике [Текст]: Пер. с англ. под ред. Б. Е. Победри. – М.: Мир, 1975. – 542 с. 5. Деклу Ж. Метод конечных элементов [Текст]: Пер. с франц. – М.: Мир, 1976 – 96 с. 6. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики / Г. И. Марчук. – М.: Наука, 1977. – 455 с. 7. Ортега Дж. Итерационные методы решения нелинейных систем уравнений со многими неизвестными: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 558 с. 8. Шехтер Р. С. Вариационный метод в инженерных расчетах [Текст] / Р. С. Шехтер. – М.: Мир, 1971. – 291 с. 9. Слесаренко А. П. Математическое моделирование тепловых процессов в телах сложной формы при нестационарных граничных условиях [Текст] / А. П. Слесаренко // Пробл. машиностроения. – 2002. – Т. 5. №4 – С. 72-80. 10. Слесаренко А. П. S-функции в обратных задачах дифференциальной геометрии и управлении образования форм [Текст] / А. П. Слесаренко // Восточно-Европейский Журнал Передовых Технологий. - 2012. – Т1, № 4(55). - С. 4—10. – Режим доступа : URL : <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/3310>. 11. Слесаренко, А. П. Математическое моделирование высокоскоростных тепловых процессов при точном учете нестационарных осциллирующих условий теплообмена на поверхности конструктивных элементов [Текст] / А. П. Слесаренко, Ю. О. Кобриневич // Вісник Кременчуцького нац. університета. – 2011. - Т.5(70) – С.35-38 12. Кобриневич, Ю. О. Консервативные структуры решения в математическом моделировании высокоскоростного осциллирующего теплообмена [Текст] / Ю. О. Кобриневич // Современные проблемы математики и её приложения в естественных науках и информационных технологиях: Сб. тезисов докладов междунар. конф. - Харьков: "Апостроф", 2012. – С.58 13. Слесаренко, А. П. Структурно-разностные модели, точно учитывающие осциллирующий во времени нестационарный теплообмен на поверхности ISSN 2079.5459. Вісник НТУ "ХПИ». 2013. №68(974) 208



конструктивных элементов [Текст] / А. П. Слесаренко, Ю. О. Кобринович // Доповіді НАН України . – 2012. - №1. – С.82-88. **14.** Слесаренко, А. П. Об одном численно-аналитическом подходе к математическому моделированию нестационарных процессов теплопроводности с большой скоростью нагрева [Текст] / А. П. Слесаренко, Кобринович, Ю. О. // Вісник Харківського національного університету. Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», вип.16. – Харків: ХНУ, 2011. - №960. – С.159 – 168.

*Надійшла до редколегії 20.12.2012*

УДК 536.24

**Построение структурно-разностных моделей высокоскоростных тепловых процессов с осциллирующим теплообменом / Ю. О. Кобринович**// Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 205-209. – Бібліогр.: 14 назв.

Математичні моделі базуються на сумісному використанні регіонально-структурного або структурного методів, S-функцій та різницевих схем високого порядку точності .

**Ключові слова:** математичне моделювання, високошвидкісні теплові процеси, структурно-різницева моделі.

Mathematical models are based on the combined use of regional-structural or structural methods, S-functions and difference schemes of high order accuracy.

**Keywords:** mathematical modeling, high speed heat processes, structural-difference model.

## ЗМІСТ

<b>Фомін О. В.</b> Огляд досліджень з проблем проектування несучих систем вантажних вагонів	3
<b>Подольак О. С., Назаркін О. А., Ісьєміні І. І.</b> Експериментальне дослідження зношуваності двигунів внутрішнього згоряння при динамічних режимах роботи	7
<b>Попов С. Н.</b> Анализ совместного влияния химического состава и твердости наплавочных сплавов Fe-C-Cr-B-Si на способность к сопротивлению абразивному изнашиванию	10
<b>Головка Л. Ф., Чумаченко О. С.</b> Технологические характеристики электроэрозионной обработки множественным разрядом	14
<b>Заміховський Л. М., Шаповал О. А.</b> Контроль тріщинуватості колекторів буримої сланцевої гірської породи	19
<b>Shatovska T. V., Zaremskaya A. A.</b> Ontology models research and development for data mining repository	27
<b>Евланов М. В.</b> Концепция представления требований к информационной системе	32
<b>Поліновський В. В.</b> Математичні моделі для обрахунку часу доставки керуючих сигналів в сучасних інтелектуальних мережах	40
<b>Журавель К. В., Крихтіна Ю. О.</b> Особливості впровадження системи управління господарським ризиком на підприємствах залізничного транспорту	45
<b>Масалигіна В. В.</b> Структурування стратегічних цілей управління нерухомістю залізничного транспорту	51
<b>Никитюк В. А.</b> Модель семантического представления функциональных сервисов	54
<b>Коваленко И. И., Пономаренко Т. В., Швед А. В.</b> Принятие решений по выбору типов судов для перевозки грузов на основе нечетких отношений	62
<b>Сторожилова У. Л., Руссова Е. А.</b> Информационные технологии в менеджменте	67
<b>Шаповалова С. І., Скорська І. Я.</b> Оптимізація моделі представлення WEB-системи на основі SPA-архітектури	71
<b>Тубальцева Н. П.</b> Принцип системності в розробці мотиваційної моделі для проекту розвитку проектно-орієнтованого підприємства /	75
<b>Золотухин О. В.</b> Нечеткая кластеризация и нечеткая классификация политематических текстовых документов	79
<b>Дубинский А.Г.</b> Взаимосвязи подчинения агентов в мультиагентной системе	82
<b>Ульяновська Ю. В.</b> Інформаційна технологія для оптимізації управління роботою автомобільних пунктів пропуску	86
<b>Василенко Ю. А., Поповская Е. О., Хусейн Яхья Тарик</b> Measure of information acquisition in the detection process	91
<b>Коваль А. О.</b> Критерій та схема навчання нейромережевої моделі вимірювального датчика	94
<b>Найденова М.В., Громова Е. В., Паламарчук И. В.</b> Использование зарубежного опыта политики найма персонала в украинских реалиях	100
<b>Политанский Л. Ф., Самила А. П., Хандожко В. А.</b> Анализ шумовых характеристик автодинного спин-детектора	104
<b>Сперанский В. А.</b> Инструментальные средства построения моделей нелинейных систем в виде рядов вольтерра в частотной области	110
<b>Тушницький Р. Б., Кожух І. Я.</b> Програмна система для дослідження паралельних алгоритмів з використанням обчислень на графічному процесорі	115

<b>Широкопетлева М. С.</b> О подсистеме адаптации интерфейса для лексикографического украинно-русско-английского словаря с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей личности	11 8
<b>Штангей С. В.</b> Использование геоинформационных технологий в телекоммуникации	12 2
<b>Сидор П. О.</b> Проблемы и пути преодоления препятствий передачи сообщений средствами охранно-пожарной сигнализации	12 7
<b>Фразе-Фразенко О. О.</b> Компенсація крайових шумових спотворень на цифровому зображенні	13 0
<b>Приміський В. П., Івасенко В. М., Корнієнко Д. Г., Ватаву А. В., Жужа А. В.</b> Сучасні засоби інструментального контролю (газоаналізатори і газоаналітичні системи) відпрацьованих газів автомобілів	13 5
<b>Лазько І. В.</b> Управління невідповідностями в системі управління якістю проектів	14 1
<b>Жернова П. Е., Бизюк А. В.</b> Класифікація технологій поліграфічного захисту з урахуванням технологічних рядів	14 5
<b>Козыренко В. П., Дьячкова О. В.</b> Класифікація технологій поліграфічного захисту з урахуванням технологічних рядів	14 7
<b>Чибісов Ю. В.</b> Вибір раціональних варіантів пропуску поїздопотоків по паралельних залізничних лініях за економічним критерієм	15 1
<b>Палант Д. О.</b> Необхідність застосування системи глобального позиціонування транспортної логістики в Україні	15 5
<b>Капустина Е. В., Бутенко Э. О., Капустин А. Е.</b> Особенности получения тетрамеркурметана из различных органических субстратов	16 1
<b>Реутський В. В., Старчевський В. Л.</b> Вплив кавітації на процес рідинофазного окиснення етилбензолу	16 8
<b>Гликин М. А., Кудрявцев С. А., Махмуд С. М.</b> Применение технологии аэрозольного нанокатализа к процессу паровой конверсии углеводородов C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub>	17 3
<b>Гнатів З. Я., Никулишин І. Є., Піх З. Г., Рипка А. М., Ворончак Т. О.</b> Одержання темних нафтополімерних смол каталітичною співполімеризацією важкої смоли піролізу з ФРАКЦІЄЮ C <sub>9</sub> продуктів піролізу дизельного палива	17 6
<b>Межиброцький В. П., Старчевський В. Л., Олійник Л. П.</b> Технологія отримання порошкового N, N'- дитіодиморфоліну	17 9
<b>Федоренко О. Ю., Чиркіна М. А., Шаповалова Ю. Є.</b> Технологічні аспекти отримання щільноспеченої кераміки в умовах енергоощадної термообробки	18 3
<b>Одарченко Д. М., Бабіч А. О., Одарченко М. С., Штих С. В.</b> Використання кріоскопічних характеристик для ідентифікації культивованих грибів	18 8
<b>Погожих М. І., Одарченко Д. М., Гасай Є. Л., Карпенко З. П.</b> Дослідження оптичних властивостей плазм з м'яса птиці та гідробіонтів	19 0
<b>Одарченко Д. М., Сподар К. В., Михайлик В. І., Сесь А. М.</b> Виробництво нового виду овочевого морозива «ЗАМОРОЖЕНИЙ ЛІД»	19 3
<b>Пожидаев В. Ф., Прядко Н. С., Грачѳв О. В.</b> Кинетика процесса обезвоживания сыпучих материалов	19 7
<b>Карвацький А. Я., Шилович І. Л., Крутоус Л. В., Кутузов С. В.</b> Зниження концентрації со в процесі випалу графітових заготовок	20 1
<b>Кобриневич Ю. О.</b> Построение структурно-разностных моделей высокоскоростных тепловых процессов с осциллирующим теплообменом	20 5

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
"ХПІ"**

Збірник наукових праць

Серія:

Нові рішення в сучасних технологіях

№68(974)

Науковий редактор чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф. Є. І. Сокол

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск: к. т. н. І. Б. Обухова

**АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ:** 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ».  
Рада молодих учених і спеціалістів РМУС, тел. (057)707-60-40, e-mail:  
[kovotima@gmail.com](mailto:kovotima@gmail.com)

Обл.-вид. №11-13

Підп. до друку «25» грудня 2012р. Формат 60x84/16. Надруковано на різнографі  
Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 9,4. Облік.вид.арк. 10,0.  
Наклад 300 прим. Зам. № 51. Ціна договірна

---

Видавничий центр НТУ «ХПІ». Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта  
видавничої справи ДК №3657 від 24.12.2009  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня "Технологічний Центр"  
Свідоцтво про державну реєстрацію №1 480 120 0000 021055 від 02.04.2002  
Адреса: 61145, м. Харків, вул. Шатилова дача,4

---